

ЗАСТОСУВАННЯ СУМІШЕЙ РАДІОАКТИВНИХ ІЗОТОПІВ У ФІЗІОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ ДЕЯКИХ ОРГАНІВ

Б. Р. Киричинський, А. Ф. Срібна

Рентгено-радіологічний та онкологічний інститут, Київ

Застосування сумішей радіоактивних препаратів дозволяє підвищити ефективність та інформативність радіоізотопних методів дослідження, дає можливість спостерігати динаміку, взаємозв'язок і взаємозумовленість процесів, що одночасно здійснюються в досліджуваному органі, провадити одночасне вивчення і порівняння різних показників, які характеризують його функціональну діяльність.

Оскільки використання сумішей ізотопів пов'язане з одночасним вимірюванням випромінень різних ізотопів та необхідністю їх розділу в процесі вимірювань, зручно застосовувати методи гамма-спектрометрії, що дозволяють диференціювати реєстровані випромінювання за енергіями гамма-квантів.

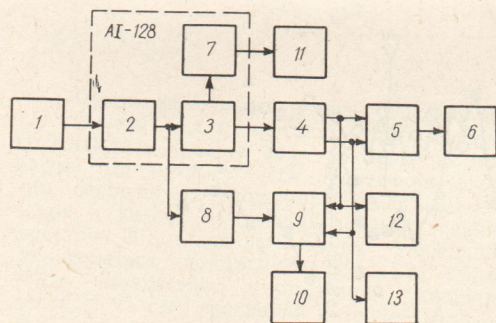


Рис. 1. Блок-схема установки для проведення досліджень з сумішами ізотопів.

1 — сцинтиляційний датчик, 2 — підсилювач, 3 — блок амплітудного перетворення, 4 — блок вибору груп каналів, 5 — блок відношень, 6 — самописний прилад, 7 — блок пам'яті і блок обробки інформації, 8 — інтегральний дискримінатор, 9 — блок інтенсиметрів, 10 — трюхканальний самописний прилад НЗ20-3, 11 — цифродруквальний пристрій, 12, 13 — перерахункові пристрої.

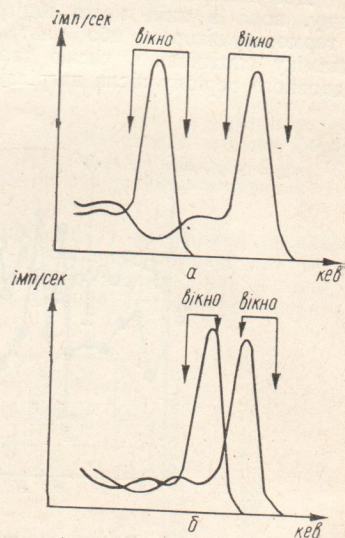


Рис. 2. Схема нарізного вимірювання суміші радіоактивних ізотопів.

а — при фотопіках, що не перекриваються, б — перекриваються.

Дослідження провадилися на установці, зібраній за такою блок-схемою (рис. 1). Інформація про сумарний спектр двох радіоактивних ізотопів з досліджуваного органа надходить на вхід детектора (сцинтиляційний кристал NaI(Tl) 40×40 мм [1]), посилюється [2], обробляється з допомогою блока амплітудного перетворення [3] і подається в блок пам'яті аналізатора [7] та блок вибору груп каналів [4], який дозволяє обирати інформацію про будь-які дві ділянки спектра, що відповідають фотопікам застосованих радіоактивних препаратів.

Інтенсивність випромінювання в обраних ділянках спектра, а також сумарна інтенсивність випромінювання двох ізотопів реєструються з допомогою блоків інтенсиметрів [9] на стрічці трюхканального самописця [10] і перерахунковими пристроями [12, 13].

Водночас спектр гамма-випромінювання ізотопів можна візуально спостерігати на екрані осцилоскопічної трубки амплітудного аналізатора АГ-128 та зафіксувати у дискретній формі на паперовій стрічці цифродруквального пристрою [11].

Суміші ізотопів були використані нами для вивчення функціонального стану печінки, нирок і селезінки.

Вибір пари ізотопів визначався як біологічними факторами (тропність до одного органа, відображення різних аспектів функціональної діяльності органа тощо), так і рядом фізичних факторів (співвідношення енергій з урахуванням розрізняльної здатності детектора, відношення активностей вимірювальних ізотопів, вибір оптимальних умов вимірювань тощо).

При реєстрації випромінень від сумішей радіоактивних ізотопів з допомогою багатоканального амплітудного аналізатора можна обрати співвідношення між ефективністю підрахунку і фоном лічильника шляхом зміни положення і ширини вікон аналізатора. У тому випадку, коли розподіл амплітуд імпульсів випромінення двох ізотопів такий, що їх фотопіки не перекриваються (рис. 2, а), встановлюються такі вікна аналізатора, при яких вирізається вся площа фотопіків. Така установка має відносно високу ефективність підрахунку при малому фоні. Якщо пара ізотопів має близькі значення енергій гамма-квантів, і їх піки в диференціальному спектрі частково перекриваються (рис. 2, б), виникає необхідність максимального їх розподілу по енергіях, що досягається оптимальним вибором вікон амплітудного аналізатора [4]. Такий вибір здійснюється експериментально із застосуванням двох чистих випромі-

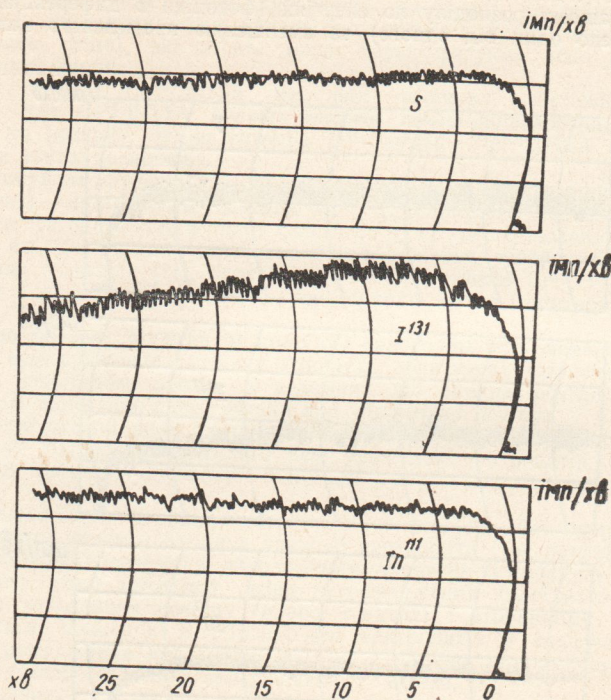


Рис. 3. Криві радіоактивності печінки у здорових кроликів.

I_{II}^{111} — нагромадження колоїдного розчину індію в печінці;
 I^{131} — нагромадження бенгальської рози в печінці; S — сумарна активність в області печінки.

нювачів, які є складовими частинами суміші, шляхом визначення мінімального внеску кожного з ізотопів у протилежний канал реєстрації за методом Чемберса [9] при послідовній зміні ширини і положення вікон аналізатора з урахуванням впливу товщини тканини. Аналогічно обирається оптимальне співвідношення активностей компонентів досліджуваної суміші ізотопів.

Методика експерименту полягала в тому, що заздалегідь здійснювали калібрування приладу (встановлювали високу напругу на датчику, яка дорівнює U -1500 в, перевіряли розташування енергетичного фотопіка еталонного джерела Cs^{137} (0,661 мев) у заздалегідь визначеному каналі, встановлювали нулі самописців і перерахункових приладів). Виставляли оптимальні для даної пари ізотопів групи каналів. Виготовляли над досліджуваним органом. Тварині внутрішньо вводили суміш ізотопів і водночас здійснювали запис кривих зміни активності на трьохканальному самописці НЗ20-3. При цьому одна крива характеризувала зміну в часі активності одного компонента суміші, друга — другого компонента, третя відбивала динаміку сумарного рівня активності над досліджуваним органом.

Широко застосовані методи радіоактивного дослідження функції печінки полягають у порівняльному визначенні стану полігональних клітин з допомогою бенгальської рози, міченої I^{131} , і стану ретикуло-ендотеліальних клітин печінки з допомогою колоїдного розчину Au^{198} .

Нами проведено одночасне дослідження функціонального стану полігональних і ретикуло-ендотеліальних клітин печінки з допомогою різних сумішей радіоіотопів.

Застосування суміші бенгальської рози, міченої I^{131} , з колоїдним розчином золота Au^{198} в наших експериментах показало, що внаслідок близьких енергій цих випромінювачів ($I^{131} = 0,36 \text{ мев}$, $Au = 0,41 \text{ мев}$) до результатів вимірювань вноситься значна похибка за рахунок взаємного внеску кожного з них у канали реєстрації.

Проте, останнім часом з'явилися колоїдні препарати з більш низькими значеннями енергій гамма-квантів — колоїд індію In^{111} (0,17 і 0,24 мев) і колоїд технецію Tc^{99m} (0,14 мев) та з такою ж, як у колоїдного золота Au^{198} переважною локалізацією в ретикуло-ендотелії печінки. Застосування цих колоїдів разом з бенгальською розою, міченою I^{131} , для одночасного дослідження обох функцій печінки значно зручніше завдяки кращому розподілу по енергіях (фотопіки в диференціальному спектрі розташовані далеко один від одного) та зменшенню променевого навантаження на орган (рис. 2, а).

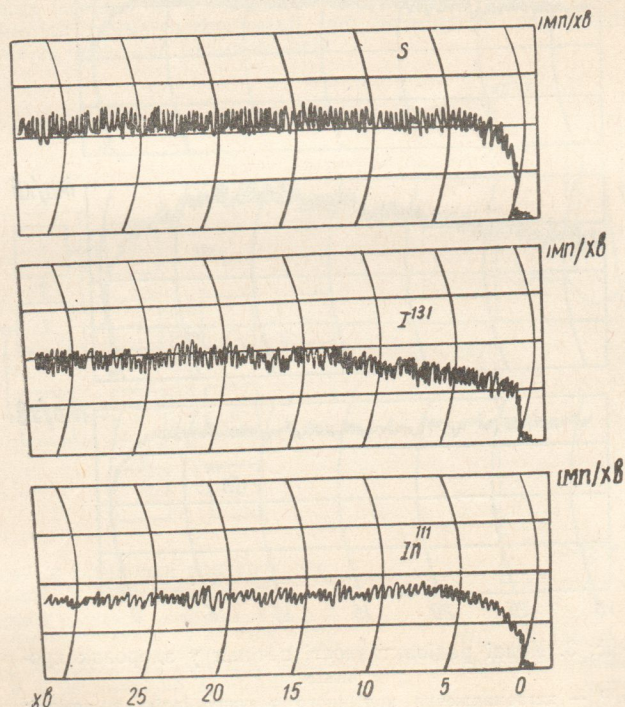


Рис. 4. Криві радіоактивності печінки у кроликів при гострому гепатиті.

Умовні позначення див. рис. 3.

У вигляді ілюстрації наводимо криві радіоактивності печінки у здорових кроликів (рис. 3) та у кроликів з гострим гепатитом (рис. 4) при одночасному дослідженні з бенгальською розою, міченою I^{131} , і колоїдним розчином In^{111} .

Результати проведених нами експериментів, а також аналіз даних, здійснений за загальноприйнятими критеріями [3], показали можливість використання сумішей іотопів $I^{131} + Au^{198}$, $Tc^{99m} + I^{131}$, $In^{111} + I^{131}$ для одночасного вивчення функціонального стану полігональних і ретикуло-ендотеліальних клітин печінки.

Для одночасного дослідження каналцевої секреції і клубочкової фільтрації нирок за кліренсом крові ми користувались різними сумішами іотопів.

Відомо, що радіоіндикаторні «кліренс»-методи за точністю одержуваної інформації не поступаються біохімічним дослідженням (кліренс креатиніну, інуліну тощо), а за простотою переважають їх [5, 6]. Визначення кліренсу I^{131} -гіпурану має велике значення як самостійний кількісний показник сумарної секреторної функції ниркових каналців [1, 13].

В останні роки поряд з I^{131} -гіпураном, який вибірково секретується нирковими каналцями, з'явилися мічені сполуки (I^{131} -тріомбрин, Sr^{51} -ЕДТА, Yb^{169} -ДПТА), які виводяться з організму тільки через клубочки [5, 7, 8].

Наявність препаратів, мічених радіоактивними іотопами з різною енергією

гамма-квантів, дозволяє одночасно вивчати секреторну функцію ниркових каналців і клубочкову фільтрацію, окремо оцінювати кожний процес і доповнити наші уявлення про функцію цього органа.

Дослідження проводили з використанням таких сумішей ізотопів: I^{131} -гіпуран (0,36 мев) + Cr^{51} -ЕДТА (0,32 мев) і I^{131} -гіпуран + Yb^{169} -ДПТА (складний спектр з максимальним виходом гамма-квантів 0,063 мев).

Колімований датчик центрували на область серця. Реєстрацію змін активності у тварини здійснювали з моменту введення суміші ізотопів протягом 30 хв шляхом автоматичного запису на трьохканальному самописці. При цьому одна крива відби-вала зміну активності I^{131} -гіпурану, друга — Cr^{51} -ЕДТА (або Yb^{169} -ДПТА), третя — зміну рівня сумарної активності над областю серця.

Обробка одержаних кривих за загальноприйнятою методикою [5] дозволяє одержати показники (хвилинний об'єм клубочкової фільтрації, хвилинний об'єм клубочкової фільтрації, хвилинний об'єм каналцевої секреції, період напіввиведення кожного з препаратів тощо), які досить точно характеризують різні аспекти функціональної діяльності нирок.

Оскільки препарат Yb^{169} -ДПТА має ряд фізичних властивостей, що дають йому перевагу над Cr^{51} -ЕДТА (менша енергія гамма-випромінювання, більший вихід гамма-квантів на розпад), суміш ізотопів I^{131} -гіпуран + Yb^{169} -ДПТА є більш зручною для проведення таких досліджень.

Ми досліджували функціональний стан селезінки з використанням суміші радіоактивних ізотопів — еритроцитів, мічених Cr^{51} , і колоїдного розчину Au^{198} .

Визначення фагоцитарної функції селезінки було запропоновано Франком з спів-авторами [10], які, беручи до уваги, що нагромадження еритроцитів є органоспецифічною функцією селезінки [11], внутрішньо вводили мічені Cr^{51} , термічно оброблені аутоеритроцити і за активністю проб крові судили про фагоцитарну функцію селезінки.

Відомо, що введене в організм колоїдне золото до 90% включається в печінку [2, 12]. Проте, при ураженнях печінки (цирозах, гепатитах) відзначається підвищене нагромадження колоїдного золота в селезінці, що можна розглядати як вікарну функцію ретикуло-ендотелію цього органа при ураженнях печінки.

З допомогою суміші двох ізотопів можна досліджувати органоспецифічну функцію селезінки за швидкістю елімінації нею уражених еритроцитів, мічених Cr^{51} , та вікарну функцію ретикуло-ендотелію селезінки по рівню нагромадження колоїдного розчину Au^{198} .

Експериментальними дослідженнями встановлено, що без ураження селезінки та печінки селезінка активно елімінує уражені еритроцити і не нагромаджує колоїдне золото. При ураженнях селезінки патологічним процесом (лімфогрануломатоз) фагоцитоз еритроцитів різко знижений, зміни нагромадження колоїдного золота не відзначається. При ураженнях печінки (цироз, гепатит) і вторинному збільшенні селезінки реєструється зниження нагромадження еритроцитів у селезінці та виражене підвищення нагромадження колоїдного золота в ній, що характеризує вікарну функцію ретикуло-ендотелію селезінки при ураженнях печінки.

Слід відзначити, що метод дослідження функції селезінки з допомогою двох радіоактивних ізотопів може бути широко застосований в гематологічних і онкологічних експериментах.

Література

1. Голигорский С. Д., Кацыф А. М., Краснопольский Л. В., Френкель В. Х. — Клин. медицина, 1968, 4, 82.
2. Сахибов Я. И., Арипов А. Е. — Мед. радиология, 1967, 5, 32.
3. Славнов В. Н. — В кн.: Радионуклидная диагностика, К., 1968, 116.
4. Спесивцева В. Г., Френкель В. Х., Мамаева Г. Г., Боканева И. А., Маркова Е. Г. — Сов. медицина, 1970, 9, 77.
5. Срибная А. Ф. — В кн.: XX Укр. респ. научно-техн. конф. НТО РЭС им. А. С. Попова, Тез. докл., К., 1970, 18.
6. Фатеева М. Н., Ефимов О. Н., Бойчаров Э. О. — В кн.: Матер. IX Всес. съезда рентг. и радиол., Тбилиси, 1970, 318.
7. Френкель В. Х., Кацыф А. М. — Мед. радиология, 1970, 8, 30.
8. Харатьян А. М., Кац П. С., Гулямов Т. К. — Мед. радиология, 1970, 8, 34.
9. Chambers F. — Atompraxis, 1959, 5, 256.
10. Frank W. — Radiobiologie, radiotherapie, Berlin, 1967, 3, 355.
11. Fischer J. — Radionuclide in der klinischen und experimentellen onkologie, 1964, 10, 22.
12. Kuba J., Charamza O., Wiederman M. — Csl. Rentgenol., 1963, 17, 328.
13. Stokes J., Ter-Pogossian M., Louis St. — JAMA, 1964, 187, 20.

Ндійшла до редакції
9.III 1971 р.