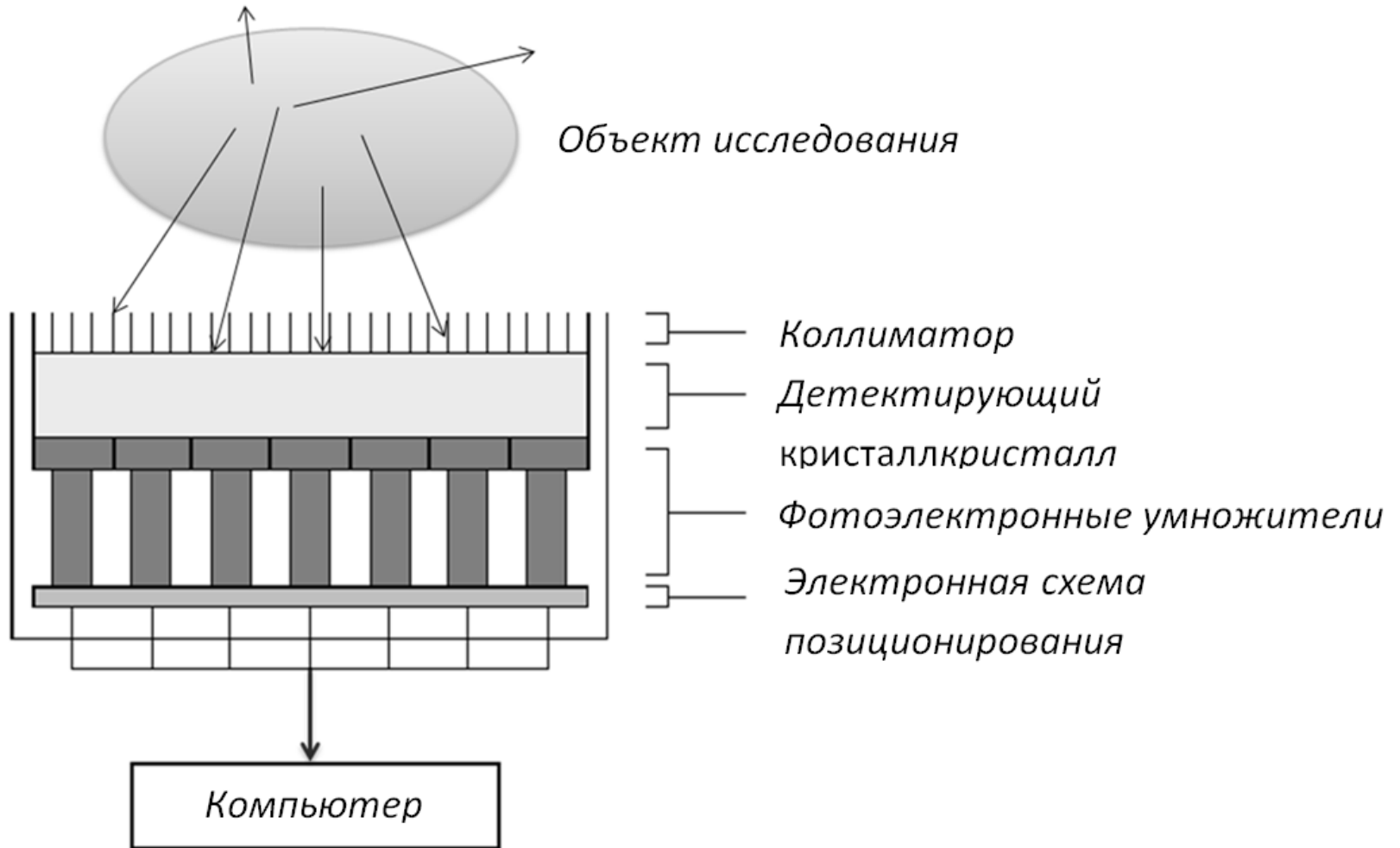


Գամբա - խցիկներ

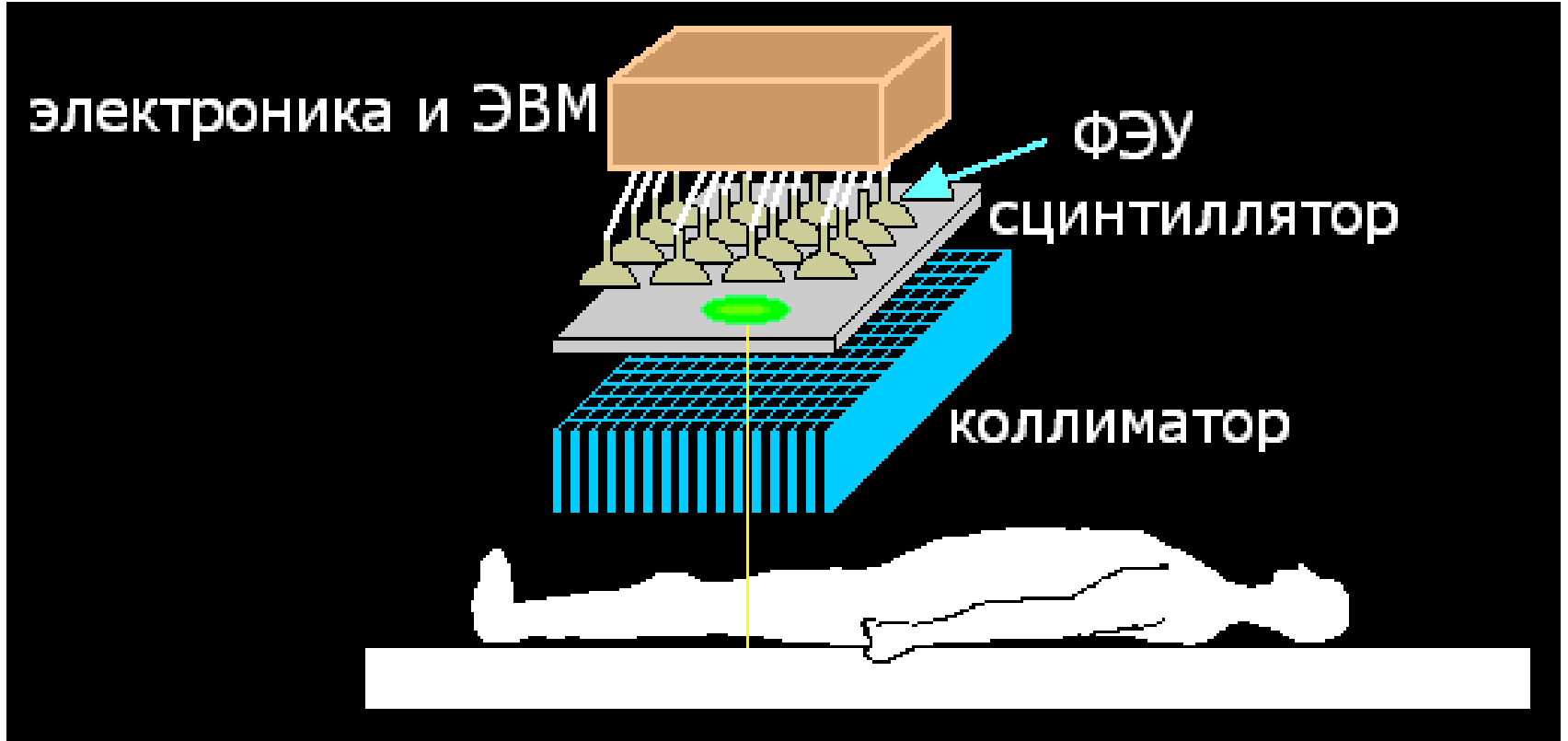
Գամմա – խցիկի կառուցվածքը



Սցինտիգրաֆիա

Սցինտիգրաֆիա – ֆունկցիոնալ հետազոտման մեթոդ է, որի ընթացքում հետազոտվող օրգանիզմին **ներարկվում է ռադիոակտիվ իզոտոպ** և նրա ճառագայթումը գրանցվում է գամմա-խցիկի միջոցով, վերարտադրելով երկչափ պատկեր:

Հետագոտավորին ներարկում են
ռադիոֆարմապատրաստուկ, որը
բաղկացած է վեկտոր-մոլեկուլից և
ռադիոնուկլիդից: Վեկտոր մոլեկուլը
կլանվում է օրգանիզմի որոշակի
կառուցվածքում՝ օրգան, հյուսվածք,
հեղուկ – իր հետ տանելով
ռադիոնուկլիդին: Ռ-ադիոնուկլիդի
ճառագայթումը գրանցվում է
դետեկտորի միջոցով (գամմա-խցիկով):



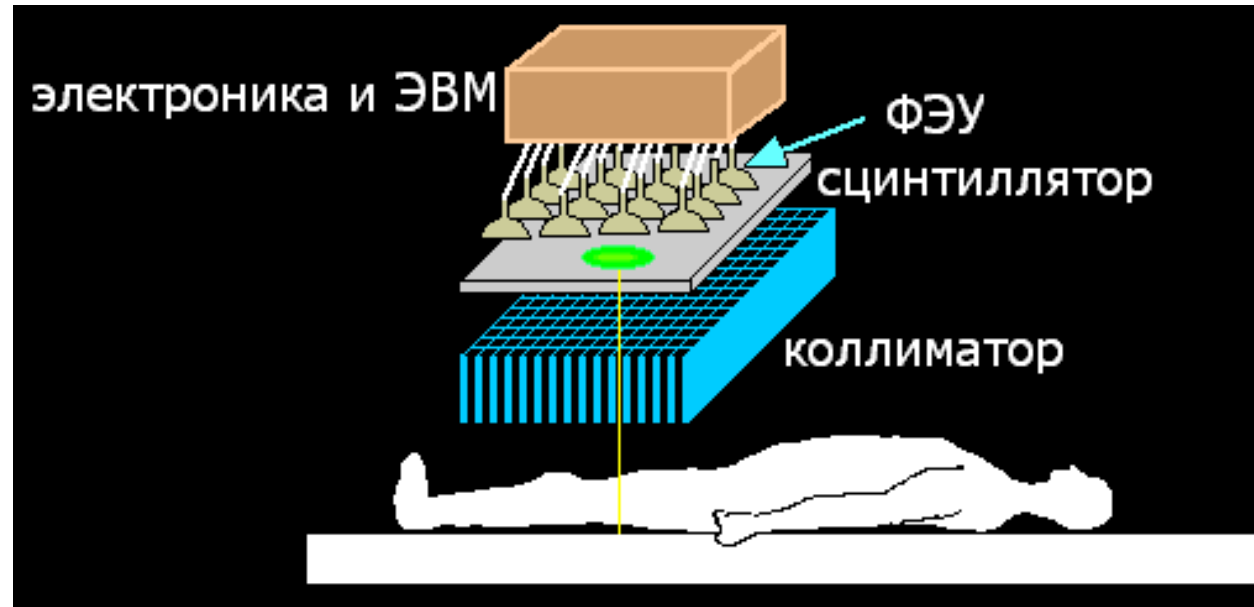
Ժամանակակից գամմա-խցիկի կառուցվածքը

Ժամանակակից գամմա-խցիկը պարունակում է՝
Բազմականալանոց կոլիմատոր, որն ընտրում է
գամմա-քվանտների ուղղությունը.

Մեծ մակերեսով առկայծիչ – սցինտիլյատոր
Ֆոտոէլեկտրոնային բազմապատկիչների ՏԷԲ
հավաքածու.

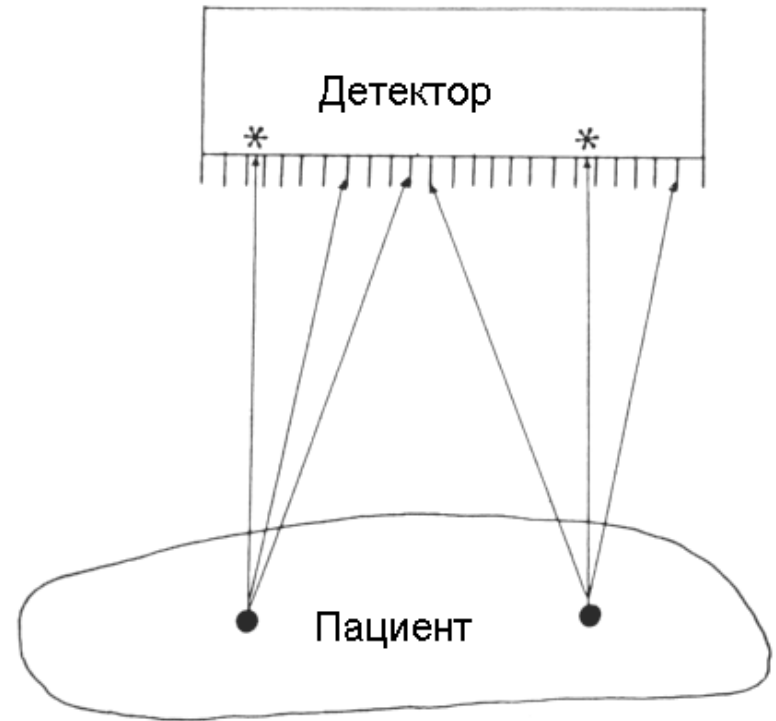
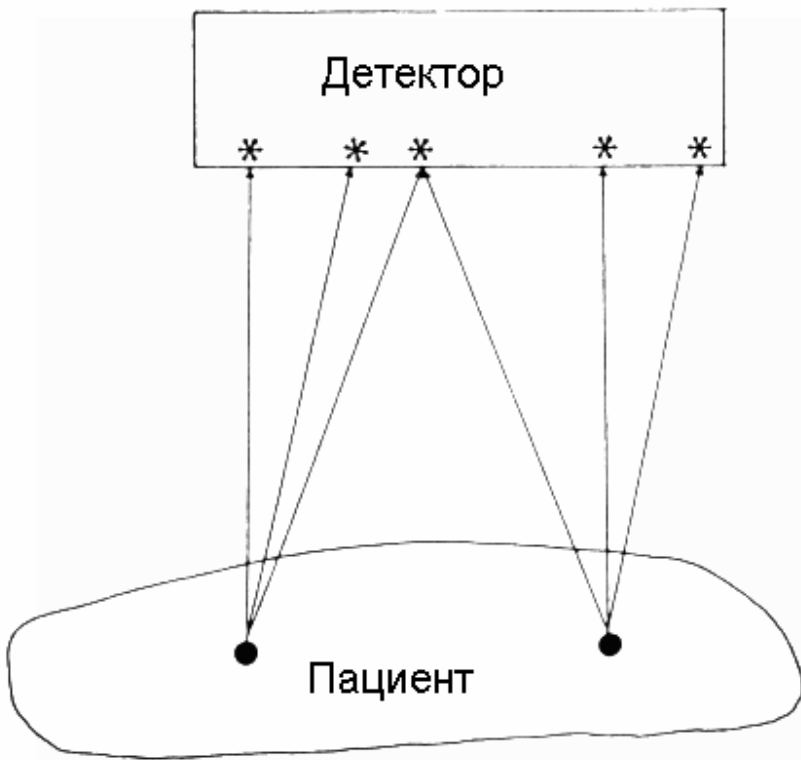
Առկայծման տեղի և ինտենսիվության մասին վկայող
էլեկտրոնիկա.

Համակարգիչ, որը
մշակում է այդ
տեղեկությունները
և կառուցում
հետազոտվող
օրգանի
երկչափ պատկեր:



Հետազոտվող օբյեկտից
ճառագայթվող գամմա-քվանտների
դուրս թռչելու ուղղությունը ֆիքսելու
համար կատարվում է նրանց
կոլիմացիան բազմականալանոց
կոլիմատորում:

Մցինտիլյացիոն դետեկտորի վրա զամմա-
քվանտների անկման սխեման զուգահեռ
կոլիմատորի **բացակայության** և **առկայության**
դեպքում



Ռեստեկտորի առկայծիչը դիտվում է ՏԷԲ հավաքածուի միջոցով: Նրանցից ստացված լուսային առկայծման կոորդինատի այսպես կոչված “ճանրության կենտրոնը” իրենից ներկայացնում է հենց առկայծման կոորդինատի մաթեմատիկական արտահայտումը: Այսպիսով որոշվում է գամմա-քվանտի դեստեկտորին գալու ուղղությունը, որը թույլ է տալիս վերականգնել նրա ճառագայթման կետի կոորդինատը:

ՄԻԱՖՈՏՈՆԱՅԻՆ ԷՄԻՍՍԻՈՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳՉԱՅԻՆ ՏՈՄՈԳՐԱՖԻԱ

Ռադիոիզոտոպային ախտորոշման հետագա
զարգացումը բերեց Միաֆոտոնային Էմիսիոն
Համակարգչային Տոմոգրաֆների ՄՖԷՀՏ
ստեղծմանը: **S**ingle **P**hoton **E**mission
Computer **T**omography – **SPECT**:
Одно**Ф**отонная **Э**миссионная
Компьютерная **Т**омография – **ОФЭКТ**.

Այդ տոմոգրաֆներում **եռաչափ պատկերը**
ստացվում է հարթ **սցինտիգրամների շարքի**
համակարգչային մշակման արդյունքում:

ՄՖԷՀՏ մեթոդով պատկեր ստանալու համար
գամմա-խցիկը պտտվում է զննվողի շուրջը:
Պրոյեկցիաները որպես կանոն ֆիքսվում են
ամեն **3-6** աստիճանը մեկ: Լավագույն
վերականգնում ստանալու համար դեպքերի
մեծամասնությամբ կիրառվում է **լրիվ պտույտ**
360 աստիճանով:

Ամեն **պրոեկցիան** ստանալու համար
անհրաժեշտ ժամանակը սովորաբար
կազմում է **15-20 վայրկյան:**
Համապատասխանաբար **սկանավորման**
ընդհանուր ժամանակը կազմում է **15-20**
րոպե:

Սկանավորման տևողությունը
նվազեցնելու համար օգտագործում են
երկու և ավելի գամա-խցիկներ
պարունակող համակարգեր:

ՄԻԱՖՈՏՈՆԱՅԻՆ ԷՄԻՍՍԻՈՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳՉԱՅԻՆ ՏՈՄՈԳՐԱՖ



Սցինտիգրաֆիան

և

ՄՖԷՀՏ

օգտագործում են **միևնույն ռադիոակտիվ իզոտոպները**:

Ախտորոշման գործողությունների մոտ **80%** վերջին 30 տարում օգտագործում են **^{99m}Tc իզոտոպը**.

Սակայն կիրառվում են նաև այլ իզոտոպներ:

Իզոտոպ	$T_{1/2}$	Օրգան
^{201}Tl	73 ժ	Սիրտ
^{99m}Tc	6 ժ	Սիրտ, թոքեր, երիկամներ, ոսկորներ, ոսկրուղեղ
^{67}Ga	78 ժ	Սիրտ, թոքեր, գանգուղեղ
^{131}I	8 օր	Երիկամներ, լյարդ, վահանազեղձ
^{189}Au	28.7 րոպե	Լյարդ, ներզատիչ հանգույց
^{111}In	2.8 օր	Լյարդ

Այսպես օրինակ սրտի
սցինտիգրաֆիայի համար
օգտագործում են **201Tl**, ինչպես նաև
99mTc, **67Ga** պիրոֆոսֆատներ:
Գալիումն օրինակ կուտակվում է
սրտի մկանի բորբոքային
օջախներում, որը լավ պատկերվում է
սցինտիգրամայի վրա:

.

Ոսկրուղեղի պատկերը կարելի է ստանալ **ծծմբային կոլոիդի**

միջոցով, որը նախօրոք պիտակավորվել է **99mTc տեխնեցիումով:**

Վահանագեղձի սցինտիգրաֆիան կատարում են **131I կամ 99mTc**

պատրաստուկներով, որը թույլ է տալիս ախտորոշել հանգուցային գոյացություններ:

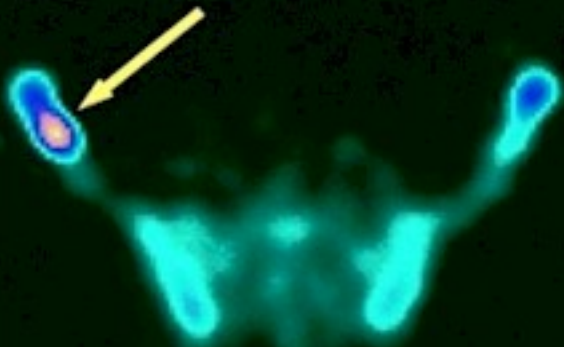
Ռենտգենյան և միաֆոտոնային
Համակարգչային տոմոգրաֆիաների
համատեղում
KT + ՕՓՅՏ

Ռենտգենյան համակարգչային
տոմոգրաֆիայի և Միաֆոտոնային
Էմիսիոն համակարգչային
տոմոգրաֆիաների համատեղումը
բերում է երկու տեսակի
հետազոտումների ճշտության աճ:

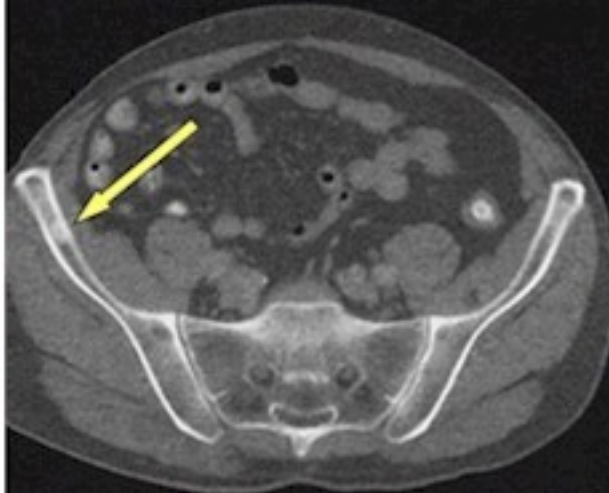
Այսպես օրինակ, հիվանդի մարմնի
խորքից դուրս եկող գամա-
ճառագայթների կլանման հետևանքով
հոսքի թուլացումը կարող է բերել մարմնի
խորքի շերտերից ստացված
ակտիվության թերազնահատմանը: Իսկ
միաֆոտոնային տոմոգրաֆիայի և
ռենտգենյան համակարգչային
տոմոգրաֆիայի պատկերների
համատեղումը թույլ է տալիս
հյուսվածքներում գամա-ճառագայթման
կլանման ճշգրտությունը լավացնել:

Ինտեգրված (համակցված) համակարգը թույլ է տալիս ավելի ճիշտ որոշել վնասված հյուսվածքների դիրքը՝ պատկերները համատեղելով, իրար վրա դնելով, կատարել ուռուցքային հիվանդությունների ժամանակին ախտորոշում, կատարել տարբեր օրգանների և համակարգերի բարորակ և չարորակ նորագոյացությունների տարբերակում, հայտնաբերել կառուցվածքային փոփոխությունների և ֆունկցիոնալ խախտումների առկայությունը վաղ ժամանակաշրջանում:

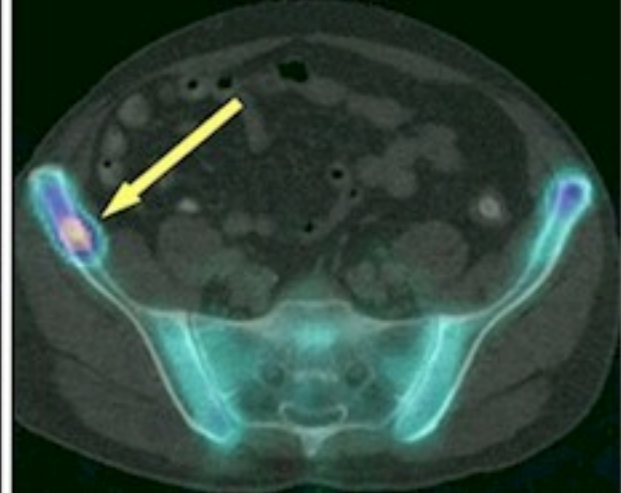
ОФЭКТ



КТ



ОФЭКТ/КТ



ՊՈԶԻՏԻՎՆԵՐՆԵՐ ԷՄՖԱՍԻՈՆ
ՏՈՄՈԳՐԱՏԻԱ

(ԵՐԿՏՈՏՈՆԱՅԻՆ ԷՄՖԱՍԻՈՆ
ՏՈՄՈԳՐԱՏԻԱ)

Ներկայումս **ՊԷՏ** մեթոդը
ախտորոշման **ամենակատարյալ**
գործիքներից մեկն է:
Ռենտգենյան, միաֆոտոնային և
մագնիսառեզոնանսային
տոմոգրաֆիաները պատկերում են
օրգանի կառուցվածքը նրա
պաթոլոգիական
փոփոխությունների փուլում:

Իսկ ՊԷՏ-ն ի վիճակի է գրանցել
փոխանակման երևույթների
փոփոխությունները, որոնք
նախորդում են այդ պաթոլոգիական
փոփոխություններին:
ՊԷՏ-ն օգնում է գրանցել
պաթոլոգիական շեղումները
մորֆոլոգիական փոփոխություններից
շատ ավելի վաղ:

ՊԷՏ-ը կիրառվում է

ուռուցքաբանության,

սրտաբանության,

նյարդաբանության

բնագավառներում, ուղեղի և այլ

օրգանների մեթաբոլիկ

երևույթներն ուսումնասիրելիս,

դեղամիջոցների ազդեցության

մեխանիզմները հետազոտելիս:

ՊԵՏ հետազոտման մեթոդի
հնարավորությունները
հիմնականում պայմանավորված
են

Պիտակավորված հասանելի
միացությունների

ՌադիոՏարմ Պատրաստուկների
(ՌՏՊ) -

հնարավորություններով:

Դիտարկենք ՊԷՏ աշխատանքի
սկզբունքը:

Զննվողին ներարկում են
ռադիֆարմպատրաստուկ, որը
պարունակում է β^+ ռադիոակտիվ
իզոտոպ:

Ռադիոնուկլիդի արձակած
պոզիտրոնները կենսաբանական
հյուսվածքներում ունեն շատ
կարճ վազանք՝ մի քանի մմ:

Պոզիտրոնների աննիհիլացիայի
հետևանքով առաջանում է երկու
գամա-քվանտ 511 կէՎ

էներգիաներով:

Այսպիսով աննիհիլացիան տեղի է
ունենում այն նույն կետում, որում
գտնվում էր

ռադիոֆարմապատրաստուկի
մոլեկուլը:

Գամմա-քվանտները թռչում են
հակառակ ուղղություններով և
գրանցվում են համընկման մեթոդով:
Զննվողի նկատմամբ հանդիպակաց
ուղղություններով և մի գծի վրա
տեղադրված դետեկտորները
գրանցում են իրենց միաժամանակ
հասած քվանտները և այդպիսով
տարածության մեջ կառուցում
ճառագայթման հնարավոր կետերի
երկրաչափական տեղը:

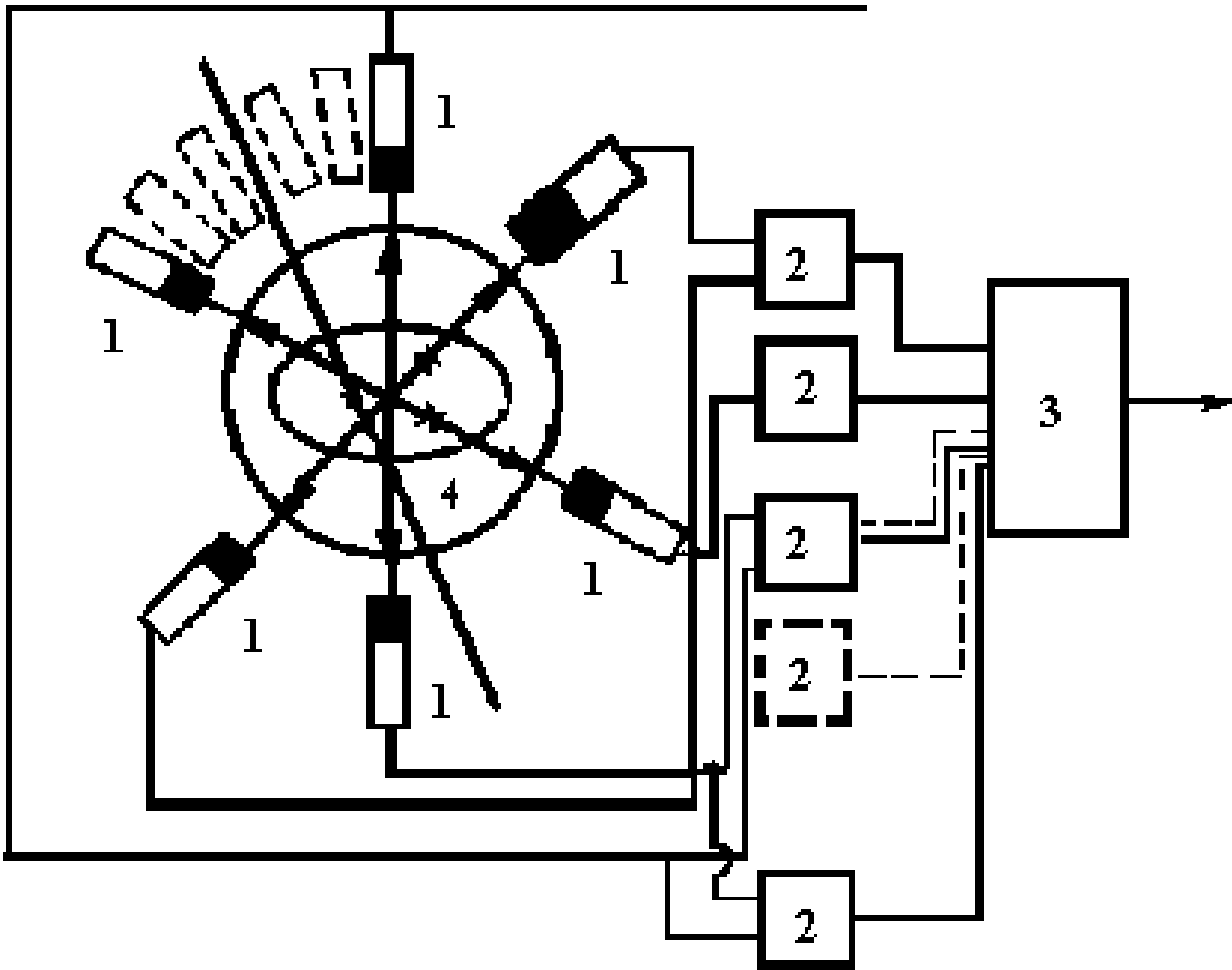
Գրանցելով մեծ քանակով **գամա-
քվանտների զույգեր** և կառուցելով
նրանց **հետագծերի հատման
տիրույթը**, կարելի է ստանալ **ՌՖՊ
բաշխման պատկերը** և հետևաբար
պատկերել զննվող օրգանը:

Պոզիտրոնային

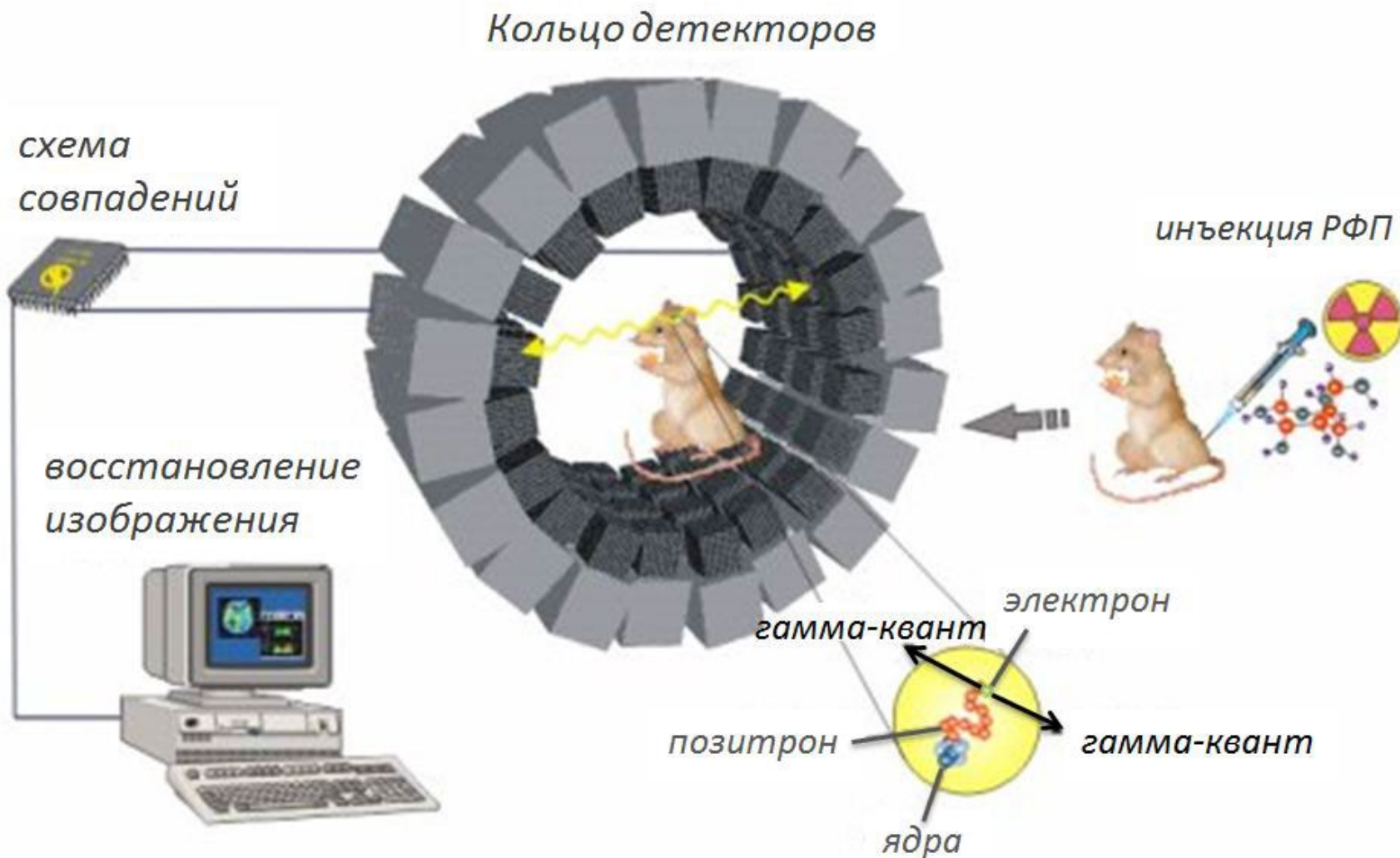
տոմոգրաֆի

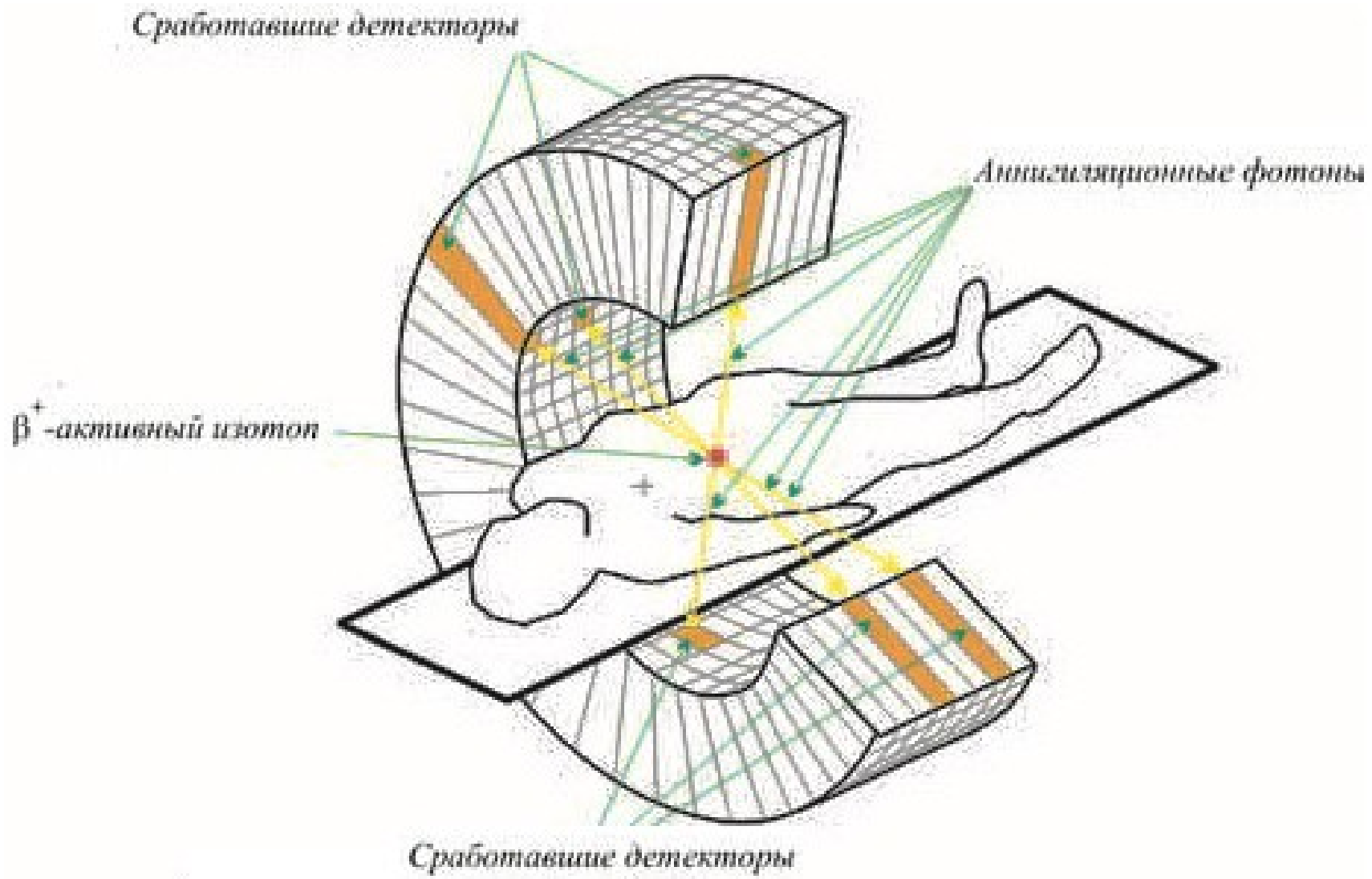
կառուցվածքը:

- 1 – սցինտիլյացիոն (առկայծչային) դետեկտորներ;
- 2 – համընկման սարք,
- 3 – կոդավորման սարք;
- 4 – հետազոտվող օբյեկտ



Получение изображения в ПЭТ



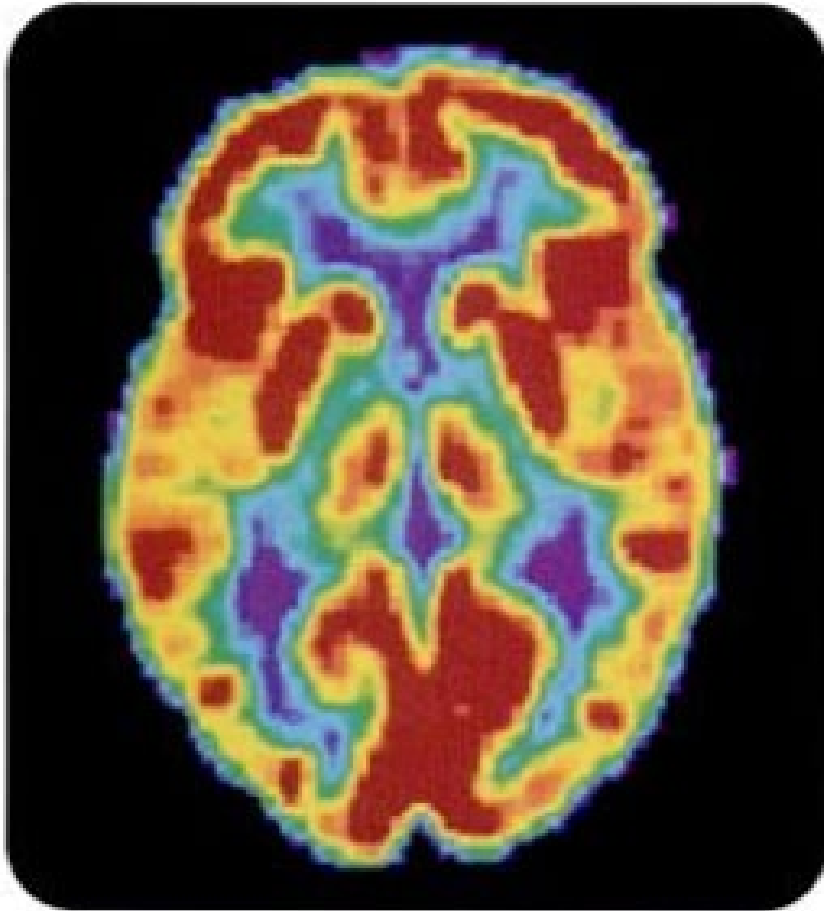


Բաժնեվորված դետեկտորը իրենից ներկայացնում է հիվանդին շրջապատող մի քանի օղակներ:

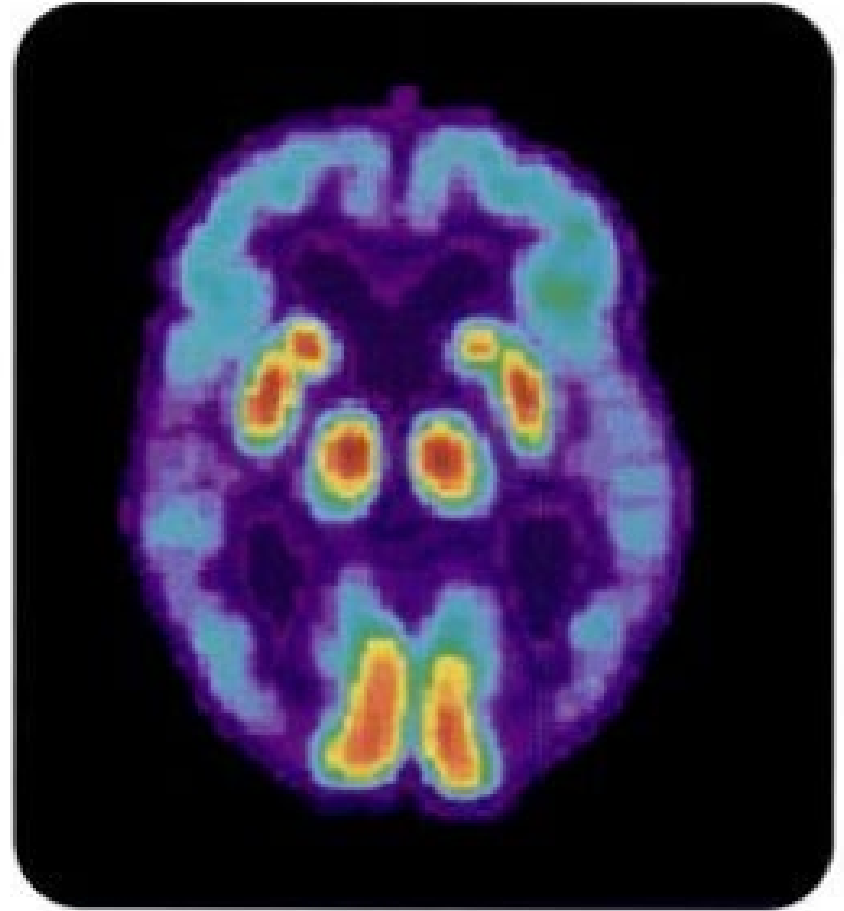
Ժամանակակից համակարգերում,
որոնք ունեն **բարձր ժամանակային
լուծողականություն**, կիրառվում է նաև
“ժամանակաթռիչքային մեթոդ”:
Էությունն այն է, որ չափվում է երկու
դետեկտորներում գամա-քվանտների
**գրանցման ժամանակների
տարբերությունը**, որը թույլ է տալիս
ինչ-որ **ճշտությամբ** որոշել
աննիհիլացիայի կետի **դիրքը**
վերականգնված ուղու վրա:

Այդ կեսի կոորդինատի որոշման
անճշտությունը կազմում է մոտ 10
սանտիմետր: Դա իհարկե բավարար չէ
ՊԷՏ մեթոդի համար, սակայն տալիս է
լրացուցիչ տեղեկություն, որը թույլ է
տալիս պատկերի վերականգնման
ընթացքում զգալիորեն լավացնել
պատկերի որակը, հատկապես
“ազդանշան-աղմուկ”
հարաբերությունը:

PET SCAN ՕՐԻՆԱԿ



PET Scan of Normal Brain



PET Scan of Alzheimer's Disease Brain

ՊԷՏ ՌԱԴԻՈԻԶՈՏՈՊՆԵՐ

ՊԷՏ մերթողի կիրառման համար
օգտագործվում են ^{15}O (տրոհման
կիսապարբերությունն է 2.04 րոպե),
 ^{13}N (9.96 րոպե), ^{11}C (20.4 րոպե), ^{18}F
(110 րոպե) և այլն: ^{18}F կիրառման
հարմարության տեսակետից ունի
օպտիմալ բնութագրեր՝ տրոհման
առավելագույն կիսապարբերություն և β^+
ճառագայթման նվազագույն էներգիա:

Մի կողմից, ¹⁸F տրոհման
համեմատաբար փոքր
կիսապարբերությունը թույլ է տալիս
ստանալ բարձր կոնտրաստով
պատկերներ կիրառելով
համեմատաբար ցածր
ճառագայթային դոզաներ զննվողի
նկատմամբ: Պոզիտրոնային
ճառագայթման ցածր էներգիան
ապահովում է տարածական բարձր
լուծողականություն:

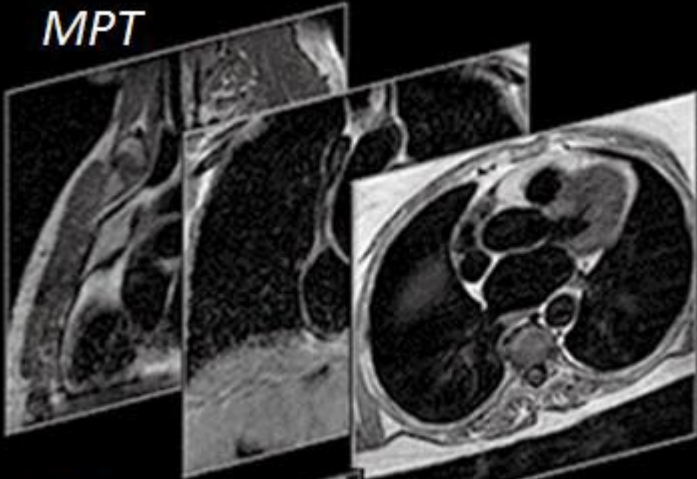
¹⁸F տրոհման համեմատաբար բարձր
կիսապարբերությունը թույլ է տալիս
առանձնացված տեղադրել նրա
արտադրությունը, տեղափոխելով
ստացված ՌՖՊ մոտակա մի քանի
ՊԷՏ կենտրոններ: Ամենատարածված
ՌՊՏ-ն ՊԷՏ-ի համար կոչվում է
ֆտորդեզոքսիգլյուկոզա **FDG**:

Մակայն առավել որակյալ պատկերներ
են ստացվում ^{15}O , ^{13}N և ^{11}C
ռադիոնուկլիդների կիրառումից:

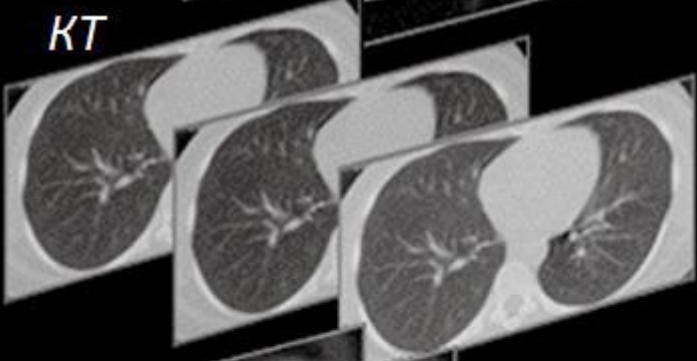
ՊԷՏ տեխնոլոգիան կիրառվում է
գանգուղեղի կառուցվածքի
հետազոտման համար: Գլյուկոզան
առավել ակտիվորեն կլանվում է
ուղեղի այն հատվածներով, որոնք
տվյալ պահին որոշակի ֆունկցիա են
կատարում:

ՊԷՏ մերօրը թույլ է տալիս
ստանալ ռադիոնուկլիդով
պիտակավորված գլյուկոզայի
կլանման տիրույթների
պատկերները: Այդպիսով
բացահայտվում են ուղեղի այն
հատվածները, որոնք կապված են
տարբեր տեսակի մտավոր
գործունեության հետ:

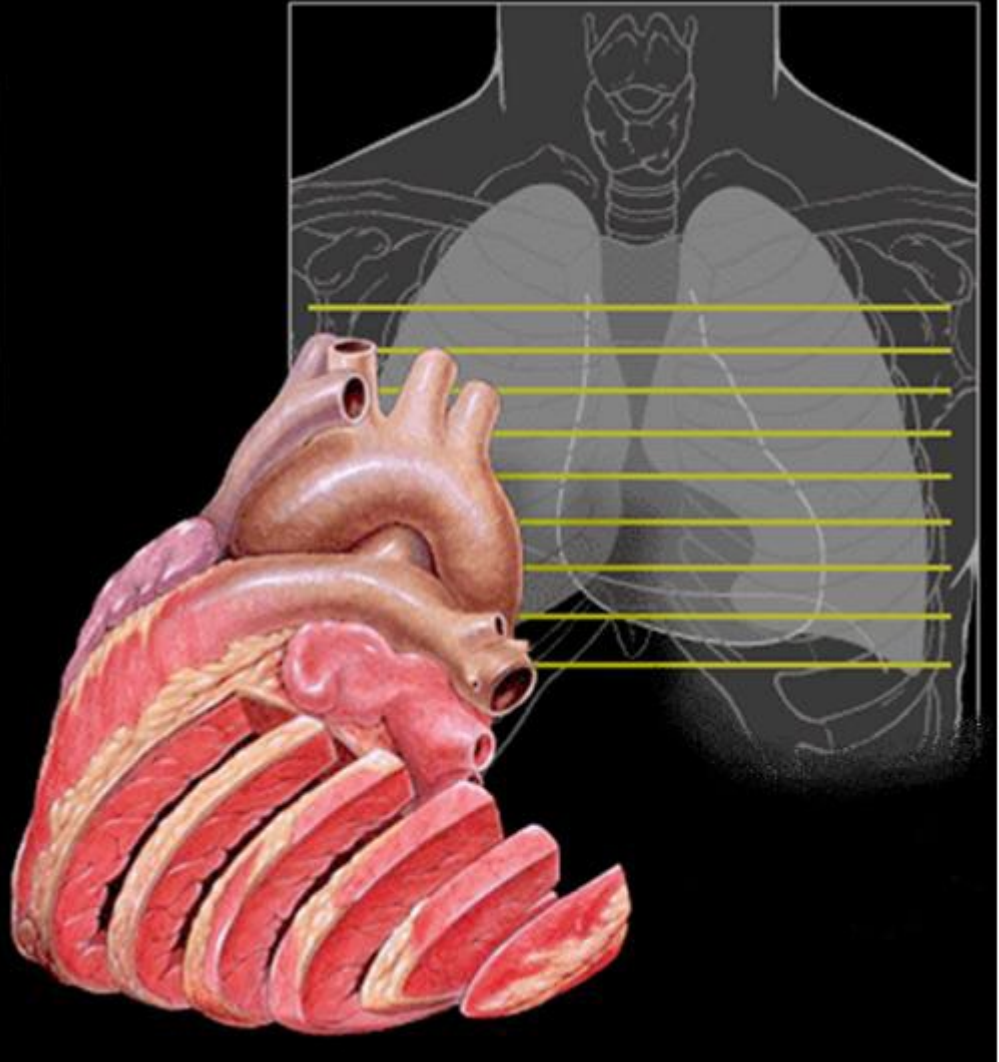
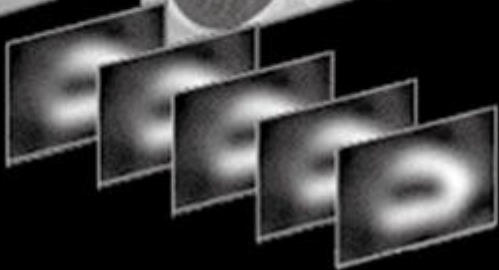
MPT



KT



ΟΦΕΚΤ



ՊԷՏ ավելի ու ավելի հաճախ է
կիրառվում ՌՀՏ կամ ՄՌՏ հետ:
Այսպիսով միաժամանակ ստացվում է
տեղեկություն ինչպես զննվող օբյեկտի
կառուցվածքի, այնպես էլ
կենսաքիմիայի մասին: ՊԷՏ պատկերը
հատկապես օգտակար է անատոմիկ
պատկերավորման հետ համատեղելիս:
Ժամանակակից ՊԷՏ սքաներները
արդեն ինտեգրված են նույն Գանտրիում
տեղադրված ՌՀՏ հետ՝ ՊԷՏ-ՌՀՏ (PET-
CT):

Այս տարբերակով երկու զննում՝
սքան – կարող են կատարվել
հաջորդաբար մեկ սեանսի
ընթացքում: Եվ հիվանդը չի
փոխում իր դիրքը այդ երկու
զննումների միջև:

Այդպիսով **Ֆունկցիոնալ**
պատկերավորումը, որը ստացվում է
ՊԷՏ սքանի միջոցով
և պատկերավորում է մեթաբոլիկ և
քիմիական **ակտիվությունները**
օրգանիզմում, կարող է հարաբերակցվել
ուղղվել, կորեկցիայի ենթարկվել – **ՌՀՏ**
պատկերի միջոցով: **ՊԷՏ-ՌՀՏ**
համակարգը **Ֆունկցիոնալ**
պատկերավորմանը **ավելացնում է**
ճշտություն, որը **բավարար չի**
սովորական ՊԷՏի մոտ:

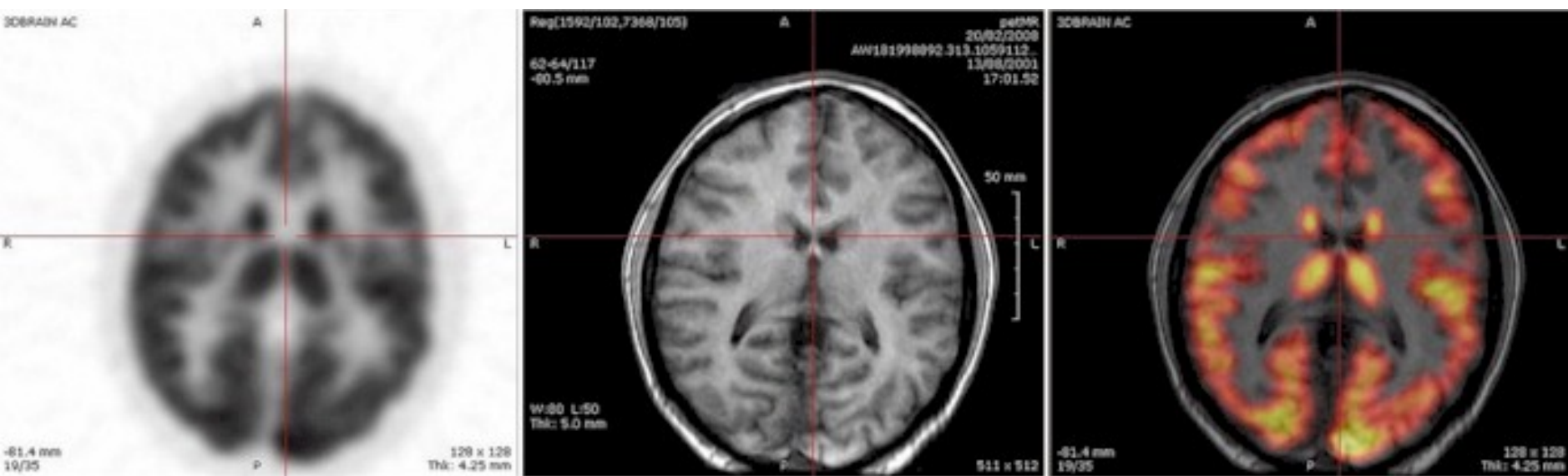
ՊԷՏ ժամանակակից սարքերը
համարյա բացառապես կազմված են
ՊԷՏ-ՌՀՏ համակցված սքաներներից:
Սակայն ՊԷՏ-ՌՀՏ սարքերը ունեն
որոշակի թերություններ, այդ թվում
տվյալների միաժամանակյա
ստացման անհնարինությունը, նաև
ՌՀՏ կողմից զննվողին զգալի
ճառագայթային դոզայի
ազդեցությունը:

Վերջին տարիներին ակտիվորեն
տարվում են աշխատանքներ ՊԷՏ-
ՌՀՏին այլընտրանքային
պատկերավորման տեխնոլոգիաների
վերաբերյալ այն է **ՊԷՏ-ՄՌՏ**

տեխնոլոգիա:

ՌՀՏ համեմատ ՄՌՏ տալիս է
մասնավորապես **ավելի լավ**
կոնտրաստ փափուկ հյուսվածքները
դիտելիս:

Ընդհանուր առմամբ ՊԷՏ-ՄՌՏ
համակցումը ապահովում է շատ
առավելություններ, որոնք դուրս են գալիս
ՊԷՏի ֆունկցիոնալ տեղեկատվության և
ՄՌՏի կառուցվածքային տեղեկատվության
պարզ համակցության շրջանակներից:
ՊԷՏ-ՄՌՏ կլինիկական կիրառման
բնագավառներն են ուռուցքաբանությունը,
սրտաբանությունը և նյարդաբանությունը:



Снимки экрана компьютера. Слева направо изображения ПЭТ, МРТ и комбинированное изображение ПЭТ-МРТ.

Հարկ է նշել որ ՊԷՏ զննման համար իզոտոպները որպես կանոն արտադրվում են զննման տեղի մոտակայքում: Պատճառն այն է որ ՊԷՏ իզոտոպների մեծ մասը գերկարճ ապրող են, տրոհման կիսապարբերությունը կազմում է տասնյակ ընդամենը, որոշ դեպքերում նույնիսկ վայրկյաններ: Այդ իսկ պատճառով ՊԷՏ իզոտոպ արտադրող արագացուցիչները տեղադրվում են տոմոգրաֆի մոտակայքում: ՊԷՏ իզոտոպներ ստանալու համար հարկավոր է ունենալ **10-18 ՄԷՎ էներգիայով պրոտոններ**, դա հարմար է ստանալ կոմպակտ ցիկլոտրոնների միջոցով:

ՄԱԳՆԻՍԱՌԵԶՈՆԱՆՍՄԱՅԻՆ ՏՈՄՈԳՐԱՏԻԱ

Մագնիսառեզոնանսային
տոմոգրաֆիայի մեթոդի
հիմնադրման տարեթիվն է
համարվում **1973** թվականը, երբ
քիմիայի պրոֆեսոր **Պոլ
Լոտերբուրը** **NATURE** ամսագրում
հրատարակեց **ՄՌՏ** սկզբունքը
նկարագրող հոդվածը:

Ավելի ուշ Պիտեր Մենսֆիլդը
կատարելագործեց պատկերը
ստանալու մաթեմատիկական
ալգորիթմը: 2001 թվականին այս երկու
գիտնականները արժանացան
Ֆիզիոլոգիայի և բժշկության
բնագավառում Նոբելյան մրցանակի:
Սակայն ինչպես հաճախ է պատահում՝
հեղինակության հետ կապված
հարցերի պատճառով մրցանակի
հանձնմանը ուղեկցեց սկանդալ:

Մագնիսառեզոնանսային
տոմոգրաֆիայի ստեղծման գործում
հայտնի ներդրում է կատարել
ժազումով հայ ամերիկայի քաղաքացի
Ռեյմոնդ Դամադյանը: Նա
աշխարհում առաջիններից մեկն է, որ
հետազոտել է ՄՌՏ սկզբունքները,
ՄՌՏ արտոնագրի տեր է և առաջին
առևտրային ՄՌՏ սքաների ստեղծողը:

1971 թվականին նա հրատարակեց իր գաղափարը “Միջուկային մագնիսական ռեզոնանսի միջոցով ուռուցքի հայտնաբերման մասին” անվանումով:

Առկա են տվյալներ, որ հենց նա էլ հնարել է մագնիսառեզոնանսային տոմոգրաֆը:

Որոշ ժամանակ շրջանառության
մեջ էր “Միջուկային մագնիսական
ռեզոնանսային տոմոգրաֆիա”
(**ՋՄՔ**) տերմինը, սակայն **1986**
թվականին նա փոխարինվեց **ՄՌՏ**
անվանումով, քանի որ Չերնոբիլի
միջուկային վթարից հետո
մարդկանց մոտ արագացավ
“միջուկային ֆոբիա”:

Նոր անվանման մեջ մերթողի
միջուկային հիմունքի պիտակը
վերացավ, որը թույլ տվեց այս
մերթողին ընդգրկվել առօրյա
բժշկական պրակտիկա, սակայն
նախկին անվանումը նույնպես
հայտնի է և կիրառվում է:

Մագնիսառեզոնանսային Տոմոգրաֆիայի

Ժամանակակից մեթոդները թույլ են տալիս հետազոտել որոշակի օրգանների գործունեությունը՝ արյան հոսքի արագությունը, ողնուղեղային հեղուկի հոսքի արագությունը, հյուսվածքներում դիֆֆուզիայի մակարդակը, տեսնել գանգուղեղի կեղեվի ակտիվացումը, երբ գրծում են այն օրգանները, որոնց գործունեության համար պատասխանատու է կեղեվի տվյալ հատվածը (այսպես կոչված ֆունկցիոնալ ՄՌՏ՝ ՖՄՌՏ)

Մագնիսառեզոնանսային մեթոդը թույլ է տալիս հետազոտել մարդու օրգանիզմը հյուսվածքների ջրածնով հագեցած լինելու հիման վրա, հաշվի առնելով ջրածնի ատոմի մագնիսական դաշտում գտնվելու առանձնահատկությունների փաստը: Ջրածնի միջուկը ունի մեկ պրոտոն, որը ունի մագնիսական մոմենտ՝ սպին, և այն կարող է փոխել իր ուղղությունը հզոր մագնիսական դաշտում:

Եթե կիրառել միաժամանակ **հզոր մագնիսական դաշտ** և **բարձր հաճախության էլեկտրամագնիսական դաշտ**, ապա սպինը կփոդի իր ուղղությունը այդ էլեկտրամագնիսական դաշտի հետ և դրա հետևանքով կճառագայթի **ռեզոնանսային հաճախությամբ իմպուլսներ**: Դրանք գրանցելով հնարավոր է որոշել ճառագայթման կետը և այդպիսով կառուցել **ջրածնի ատոմների խտությունը տարածության մեջ**:

Քիչ ավելի մանրամասն:

Եթե **պրոտոնը** տեղադրենք **արտաքին մագնիսական դաշտում**, ապա իր մագնիսական մոմենտը՝ սպինը – կլինի ուղղված մագնիսական դաշտին **կամ զուգահեռ կամ հակազուգահեռ**:

Իսկ եթե միաժամանակ կիրառվի որոշակի հաճախությամբ **արտաքին**

էլեկտրամագնիսական դաշտ, ապա պրոտոնների մի մասը կփոխի իր սպինի ուղղությունը հակառակի և հետո կվերադառնան նախքին վիճակի: Այդ երևութի ժամանակ պրոտոնը էներգիա է արձակում իմպուլսների տեսքով, որը և գրանցվում է արտաքին դետեկտորներով: