

POZITRON EMISSIYA TOMOGRAFIYASINING ILMIY TADQIQOTLARDAGI AHAMIYATI

Azamatova Dilnoza O'ktam qizi¹,

G'uzorova Ozoda Uchqun qizi²,

Elmurotova Dilnoza Baxtiyorovna³,

Qurbonov Jamshid Muyiddinovich⁴,

Xonkulova Yulduz Yuldashovna⁵

*1-son davolash fakulteti 110''A''guruh
talabasi^{1,2}, dotsent³, asistent⁴, metodist⁵*

Toshkent Tibbiyot Akademiyasi

Annotatsiya: Pozitron Emissiya Tomografiyasi radioaktiv izotoplar yordamida tanadagi biologik jarayonlarni vizualizatsiya qilish imkonini beruvchi ilg'or diagnostik metod bo'lib a'anaviy tasvirlash texnologiyalaridan farqli o'laroq, inson tanasidagi fiziologik va biokimyoviy jarayonlarni real vaqt rejimida, aniq va noinvaziv tarzda tahlil qilish imkonini beradi. Bu texnologiyasi shifokorlarga nafaqat kasallikni aniqlash, balki uning bosqichi, tarqalishi va organizmdagi ta'sir doirasini ham baholash imkonini beradi. Ishda mazkur texnologiyasining ishlash prinsipi, uning tibbiy amaliyotdagi qo'llanilishi, ilmiy tadqiqotlardagi o'rni hamda kelajakdagi istiqbollari batafsil yoritilgan.

Kalit so'zlar: Pozitron Emissiya Tomografiyasi, kompyuter tomografiyasi, magnit-rezonans tomografiya, **radiofarmatsevtik vosita, fotonlar, pozitron, 3D tasvir.**

Zamonaviy tibbiyotda aniq va erta tashxis qo'yish uchun yuqori texnologiyalarga asoslangan tasvirlash usullari muhim ahamiyat kasb etadi. Shulardan biri PET texnologiyasidir. PET statik strukturalarni emas, balki tanadagi metabolik jarayonlarni tahlil qilishga imkon beradi, bu esa uni ko'plab kasalliklarni, ayniqsa, saraton, nevrologik va yurak-qon tomir kasalliklarini aniqlashda bebaho vositaga aylantiradi. Pozitron emissiya tomografiyasi (PET) to'qimalar va organlarning metabolik yoki biokimyoviy funksiyasini aniqlashga yordam beradigan ko'rish testidir.

PET skanerlash odatdagi va atipik metabolik faollikni ko'rsatish uchun izlovchi deb ataladigan radioaktiv preparatdan foydalanadi. PET skanerlash ko'pincha kasallik kompyuter tomografiyasi (KT) va magnit-rezonans tomografiya (MRI) kabi boshqa ko'rish testlarida namoyon bo'lgunga qadar kasalliklarda kuzatuvchining atipik metabolizmini aniqlashi mumkin. Traser ko'pincha sizning qo'lingiz yoki qo'lingizdagi vena ichiga yuboriladi. Keyin kuzatuvchi tanangizning metabolik yoki biokimyoviy faolligi yuqori bo'lgan joylariga to'planadi. Bu ko'pincha kasallikning joylashishini

aniq ko'rsatadi. PET tasvirlari odatda KT yoki MRI bilan birlashtiriladi va PET-CT yoki PET-MRI skanerlari deb ataladi.



1-rasm. PET skanerlash jarayoni

PET texnologiyasining ishlash prinsipi - PET tomografiya quyidagicha ishlaydi:

- Maxsus tayyorlangan radioaktiv izotop (masalan, flor-18 bilan belgilangan glyukoza — FDG) bemorga yuboriladi.
- Ushbu radioaktiv moddalar tanadagi faol metabolik faoliyat yuritayotgan joylarga to'planadi.
- Izotoplarning yemirilishi vaqtida pozitronlar ajraladi, ular elektronlar bilan to'qnashganda annigilyatsiya ro'y beradi va 511 keV energiyali ikkita qarama-qarshi gamma nurlanish hosil bo'ladi.
- Detektorlar bu nurlanishlarni qayd etadi va ularning asosida 3D tasvir hosil qilinadi.

Pozitron Emissiya Tomografiyasi (PET) — bu organizmda sodir bo'layotgan metabolik jarayonlarni aniqlash va ularni fazoviy tasvirga aylantirish imkonini beruvchi yadro tibbiyotining ilg'or diagnostik usulidir. PETning asosiy ustunligi shundaki, u tanadagi kimyoviy o'zgarishlarni aniqlay oladi, bu esa an'anaviy rentgen yoki kompyuter tomografiyasidan farq qiladi.

PET tekshiruvining boshlanishida bemorga **radiofarmatsevtik vosita** yuboriladi. Eng ko'p qo'llaniladigani bu:

- **18F-FDG (fluorodeoksiglyukoza)** — glyukozaning analogi bo'lib, u organizmda energiya iste'moli yuqori bo'lgan to'qimalarga (ayniqsa, o'smalarga) tezda yetib boradi.

- Boshqa izotoplar: ^{11}C , ^{13}N , ^{15}O va boshqalar, turli tadqiqot maqsadlarida tanlanadi (masalan, miya, yurak yoki dopamin faolligi).

Pozitron emissiyasi va annigilyatsiya jarayoni - organizmga kiritilgan izotoplarning radioaktiv yemirilishi (decay) natijasida **pozitronlar** (e^+) ajraladi. Ushbu pozitronlar qisqa masofada yaqin atrofdagi **elektronlar** (e^-) bilan to'qnashadi. Bu to'qnashuv **annigilyatsiya deb ataladi**, va uning natijasida ikkita 511 keV energiyaga ega bo'lgan **gamma fotonlar** qarama-qarshi yo'nalishda ajralib chiqadi. Bu gamma fotonlar PET skanerni tashkil qiluvchi detektorlar tomonidan bir vaqtning o'zida aniqlanadi.

Coincidence Detection (Uyg'un signallarni aniqlash) - PET tizimi yuqori sezuvchanlikka ega **halqa shaklidagi detektorlar** bilan jihozlangan bo'lib, ular **coincidence detection** tamoyiliga asoslanadi: ya'ni ikki gamma foton ayni vaqtda (bir necha nanosekund oralig'ida) qarama-qarshi detektorlarga yetib kelganda, bu hodisa **bir annigilyatsiya hodisasi** sifatida qayd etiladi.

Bunday o'lchashlar juda ko'p sonli holatlarda amalga oshiriladi va ular asosida to'liq tasvir hosil qilinadi.

3D tasvirni rekonstruksiya qilish - Qayd etilgan gamma nurlari asosida, zamonaviy rekonstruksiya algoritmlari (masalan, **Filtered Back Projection**, **OSEM – Ordered Subsets Expectation Maximization**) yordamida bemorning tanasining metabolik faoliyati aks ettirilgan **uch o'lchamli tasvir (3D)** shakllantiriladi.

PET/CT va PET/MRI tizimlari Yuqoridagi PET texnologiyasi hozirda tez-tez **PET/CT** yoki **PET/MRI** qurilmalari bilan integratsiyalanadi. Bu orqali PET tasvirlari:

- CT yoki MRI orqali aniqlangan anatomik tuzilmalar bilan solishtiriladi;
- Bemor tanasining aniq tuzilishi va biologik faolligi birlashtirilgan tarzda aks ettiriladi. PETning tibbiyotdagi qo'llanilishi

3.1. Onkologiyada

PET saratonni aniqlash, uning darajasini baholash, metastazlarni aniqlash va davolashga bo'lgan javobni kuzatishda keng qo'llaniladi.

[1-jadval: PET yordamida aniqlanadigan saraton turlari va aniqlik darajasi]

Saraton turi	PET aniqlik darajasi (%)	Izotop turi
O'pka saratoni	90–95	FDG
Miya o'simalari	80–90	C-11 Methionine
Ko'krak bezi saratoni	85–92	FDG

Kardiologiya - Yurak mushaklarining tirikligini aniqlash, miokard perfuziyasini baholashda PET juda muhimdir PET tekshiruvi yurakdagi qon oqimining kamaygan joylarini aniqlashi mumkin. Ushbu ma'lumot sizga va sizning sog'liqni saqlash provayderingizga, masalan, koronar arteriyaning aylanib o'tish jarrohligi yoki

angioplastika deb ataladigan tiqilib qolgan yurak tomirlarini ochish protsedurasidan foyda olishingiz mumkinmi, degan qarorga kelishingizga yordam beradi.

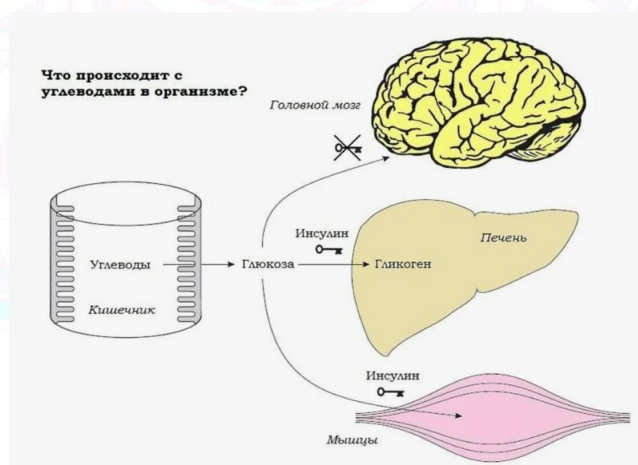


2-rasm. Yurakning PET (Pozitron emission tomografikasi) tasviri.

Nevrologiyada - PET asosan Altsgeymer kasalligi, Parkinson kasalligi va epilepsiyani erta aniqlashda qo'llaniladi. Ayniqsa, glyukoza metabolizmi o'zgarishlarini aniqlashda samaralidir.

Ilmiy tadqiqotlardagi roli - PET texnologiyasi faqat klinik amaliyotda emas, balki ilmiy izlanishlarda ham keng qo'llaniladi:

- Biomarkerlar va dorilarni sinovdan o'tkazishda.
- Neyrobiologik tadqiqotlarda miya faoliyatini o'rganishda.
- Yangi izotoplar va kontrast vositalarni yaratishda.
- Biologik moddalarning tanadagi harakatini o'rganishda.



3-rasm: PET orqali miyadagi glyukoza metabolizmi

PET texnologiyasining afzalliklari va cheklovlari –

Afzalliklari:

- ◆ Yuqori sezuvchanlik

PET tizimlari juda kichik o'zgarishlarni ham aniqlashga qodir. Ayniqsa, o'simtalar yoki yallig'lanish joylarida glyukozaning yuqori iste'molini aniqlash orqali kasallikni hali klinik belgilar paydo bo'lmastan turib aniqlash imkonini beradi.

◆ Erta tashxis qo'yish imkoniyati

PET yordamida kasallikning dastlabki bosqichida metabolik faollikdagi o'zgarishlar kuzatiladi. Masalan, saraton kasalligida hujayralar energiyaga talabni oshiradi, bu esa FDG moddasining ko'proq to'planishiga olib keladi. Shu tariqa ancha oldin aniqlash mumkin.

◆ Biologik jarayonlarni real vaqt rejimida baholash

PET orqali tirik to'qimalardagi **metabolizm, qon aylanish, kislorod iste'moli, retseptorlar faolligi** kabi jarayonlar vizualizatsiya qilinadi. Bu, ayniqsa, dorilarni sinash, terapiya samaradorligini baholashda juda foydali.

◆ Anatomik tasvir bilan integratsiya qilish imkoniyati (PET/CT, PET/MRI)

PET CT yoki MRI bilan birgalikda ishlatilganda, faqat biologik emas, balki anatomic joylashuv ham aniq aniqlanadi. Bu esa shifokor uchun muhim diagnostik ko'rsatkichlar beradi.

◆ Ko'p sohalarda qo'llanilishi

Onkologiya, nevrologiya, kardiologiya, endokrinologiya, farmakologiya, neyrobiologiya va hatto psixiatriyada keng qo'llaniladi. Bu PETning universalligini ko'rsatadi.

Cheklovlar:

- Yuqori narx va murakkab texnologik talablar

PET uskunalari qimmat, ularni o'rnatish va ishlatish uchun maxsus muhofazalangan binolar, yuqori malakali kadrlar va doimiy texnik xizmat talab etiladi. Shuningdek, radiofarmatsevtik moddalarning ishlab chiqarilishi va yetkazib berilishi katta xarajatni talab qiladi.

- Radioaktiv izotoplar bilan ishlash xavfi

PET tekshiruvlarida ishlatiladigan moddalarda radioaktivlik mavjud bo'lgani sababli, bemorlar va tibbiyot xodimlari uchun muayyan dozalash va himoya choralari zarur. Izotoplar qisqa yarim yemirilish vaqtiga ega bo'lgani uchun vaqtga nisbatan juda sezgirlik mavjud.

- Kam joylarda mavjudligi (ayniqsa, rivojlanayotgan mamlakatlarda)

PET markazlari, ayniqsa rivojlanayotgan hududlarda, juda cheklangan. Bunga uskunalarining narxi, zarur infratuzilmaning yo'qligi va malakali mutaxassislarning kamligi sabab bo'lmoqda. Bu esa PET tekshiruvlarini keng joriy etishda to'siq bo'lib qolmoqda.

- Tayyorlanish va skanerlash uchun vaqt

Radioaktiv moddalar ishlab chiqarilishi uchun ko‘pincha **siklotron** talab qilinadi, bu esa logistika va vaqt bo‘yicha cheklovlarni yuzaga keltiradi. Shuningdek, bemorni skanerlash jarayoni boshqa usullarga nisbatan uzoqroq davom etadi.

Kelajakdagi istiqbollari:

- PET/MRI va PET/CT kombinatsiyalangan tizimlar orqali tasvir aniqligini oshirish.
- Kamroq radioaktiv yuklama beruvchi izotoplar.
- Sun‘iy intellekt orqali PET tasvirlarini tahlil qilish.
- Personalizatsiyalangan tibbiyotda qo‘llanilishi.

Xulosa. Pozitron Emissiya Tomografiyasi (PET) zamonaviy tibbiyot va fundamental ilmiy izlanishlar uchun o‘ziga xos burilish nuqtasidir. An‘anaviy tasvirlash texnologiyalaridan farqli o‘laroq, PET inson tanasidagi fiziologik va biokimyoviy jarayonlarni real vaqt rejimida, aniq va noinvaziv tarzda tahlil qilish imkonini beradi. Ayniqsa, metabolik faollikni ko‘rsatishi uning onkologik, yurak-qon tomir va asab tizimi kasalliklarini erta aniqlashdagi o‘rni beqiyos bo‘lishiga sabab bo‘lmoqda. PET texnologiyasi shifokorlarga nafaqat kasallikni aniqlash, balki uning bosqichi, tarqalishi va organizmdagi ta‘sir doirasini ham baholash imkonini beradi. Shu bilan birga, bu usul dorilarning ta‘sirini monitoring qilish, yangi farmatsevtik vositalarni sinovdan o‘tkazish va fundamental biologik tadqiqotlarda ham keng qo‘llanilmoqda. Shuningdek, PET texnologiyasi boshqa yuqori aniqlikdagi vizualizatsiya usullari (masalan, KT yoki MRT) bilan birgalikda ishlatilganda, aniqroq diagnostika va shaxsiylashtirilgan davolash strategiyalarini ishlab chiqish imkoniyatini beradi. Biroq PETning to‘liq salohiyatidan foydalanish uchun uni kengroq hududlarga joriy etish, texnologiyani arzonlashtirish, va malakali mutaxassislar tayyorlash dolzarb masalalardan biri bo‘lib qolmoqda. Pozitron Emissiya Tomografiyasi nafaqat diagnostikaning keyingi bosqichi, balki zamonaviy tibbiyotning yangi davriga olib kiruvchi muhim ilmiy va amaliy vosita sifatida e‘tirof etiladi. U inson salomatligi yo‘lida ilg‘or, aniqlikka asoslangan va istiqbolli yondashuvlarni taqdim etmoqda.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Cherry, S. R., Sorenson, J. A., & Phelps, M. E. (2012). *Physics in Nuclear Medicine* (4th ed.). Philadelphia: Elsevier Saunders.
2. Wahl, R. L., et al. (2017). *Principles and Practice of PET and PET/CT* (3rd ed.). Lippincott Williams & Wilkins.
3. Bailey, D. L., Townsend, D. W., Valk, P. E., & Maisey, M. N. (2005). *Positron Emission Tomography: Basic Sciences*. Springer.
4. Slomka, P. J. (2004). Software approach to merging molecular with anatomic information. *Journal of Nuclear Medicine*, 45(Suppl 1), 36S-45S.
5. Townsend, D. W. (2008). Multimodality imaging of structure and function. *Physics in Medicine & Biology*, 53(4), R1–R39.

6. Rahbar, K., et al. (2013). Current status of PET/CT in oncology. *European Radiology*, 23(11), 2819–2831.
7. World Health Organization (WHO). (2021). *Medical Imaging – Nuclear Medicine*. <https://www.who.int>.
8. International Atomic Energy Agency (IAEA). (2014). *Cyclotron Produced Radionuclides: Principles and Practice*.
9. Elmurotova D.B., Bozorov E.X., Isroilova Sh.A., Uzoqova G.S. “Qaytar aloqa” usulidan foydalanib “skanerlovchi roentgen apparatlari nosozliklari” mavzusida dars-ma’ruza o’tkazish // International Journal of Education, Social Science & Humanities. FARS Publishers, SJIF-6.786, Finland, V.11, Issue-1, 2023, P.571-576 <https://doi.org/10.5281/zenodo.7542747>
10. Elmurotova D.B., Meyliyev L.O., Abdullayeva N.U., Bozorov E.X. Maintenance and use of medical devices // Galaxy international interdisciplinary research journal (GIIRJ) ISSN (E): 2347-6915, V.11, Issue 1, Jan. 2023, P.192-195.
11. Elmurotova D.B., Ixrorova S.I., Ergashev A.A. Technical parameters of x-ray equipment // European international journal of multidisciplinary research and management studies ISSN: 2750-8587, V.03, Issue 01, Jan. 2023, P.78-83.
12. Elmurotova D.B., Tursunboyev Q.N., Yusupova N.S., Odilova N.J., Jumanov Sh.E. Main technical characteristics of radiation kilovoltmeter // International Journal of Studies in Natural and Medical Sciences, Amstradam, Niderlandiya, V02 Issue 06, June, 2023 ISSN (E): 2949-8848 Scholarsdigest.org, P.1-5.
13. Elmurotova D.B., Ibragimova M.N., Tashev B.J. Historical X-Ray Tubes // Scholastic: Journal of Natural and Medical Education. 2023, V.1, P.209-213.
14. Elmurotova D.B., Abdullayev I.N., Yunusxodjaeva M.Z. Medical Computers for Measuring Glucose and Blood Gas Levels in the Human Body // International Journal of Studies in Natural and Medical Sciences V. 02 Is.05, May, 2023. P. 121-124, ISSN (E): 2949-8848 Scholarsdigest.org
15. Элмуротова Д. Б., Рахимов И. Т., Шакаров Ф. К., Эсонова М. Д., Ялгашева Э. Б., Жураева Н. Ж. Влияние роста ZnO на электрооптические свойства ZnSe // Белорусско-Узбекский инновационный форум, Минск, БНТУ, 2023, 14–15 марта С.191-193.
16. Элмуротова Д. Б., Рахимберганава З. М., Юсупова Н. С. Распознавание фибрилляции предсердий на основе нейронных сетей // Белорусско-Узбекский инновационный форум, Минск, БНТУ, 2023, 14–15 марта С.255-257.
17. Yursinov O’H., Elmurotova D.B., Bozorov E.X. Ko’krak bezi saratoninig hosil bo’lish omillari // Proceedings of International Conference on Modern Science and Scientific Studies Hosted online from Paris, France. Date: 19th May, 2023 ISSN: 2835-3730, P.106-109 Website: econferenceseries.com.

- 18.Ахмедов А.Х., Элмуротова Д.Б., Бозоров Э.Х. Перспективы развития биоматериалов в сфере биомедицине // Interdisciplinary innovation and scientific research conference British International Science Conference. London 2023, P.74-76.

