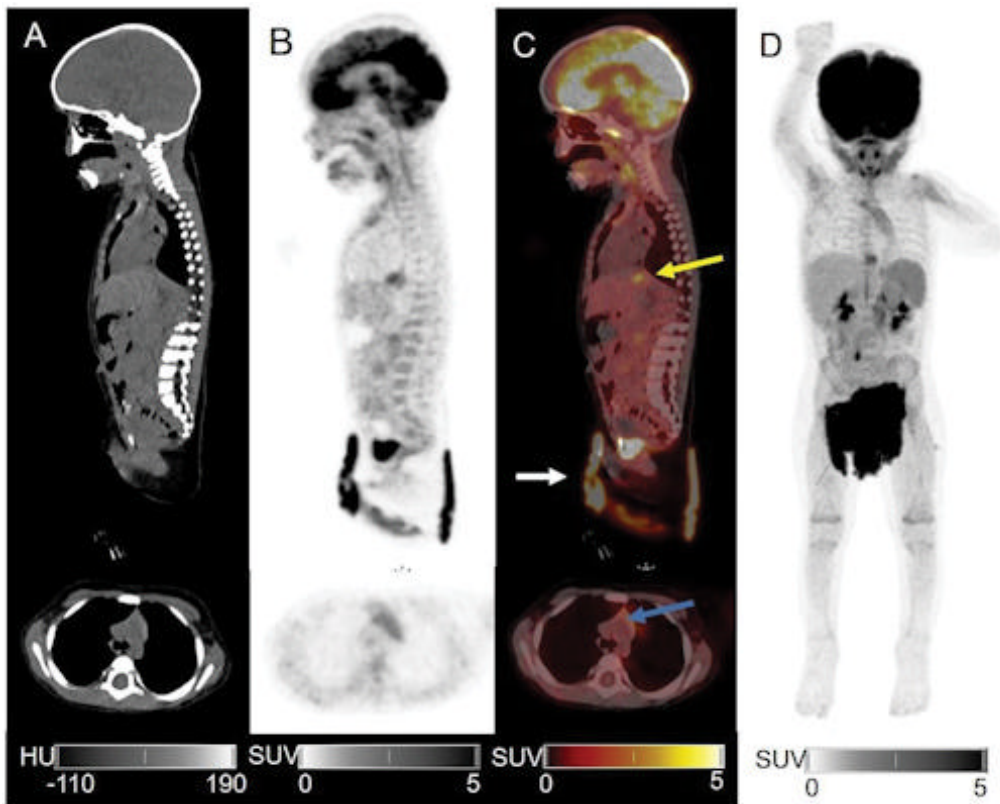




مرکز پزشکی هسته ای و تصویربرداری مولکولی بوشهر

تصویربرداری پت-سی تی در کودکان





پت-سی تی چیست؟

پت-سی تی یک روش تشخیصی دوگانه هیبرید است که در آن طراحی تابش پوزیترون (پت اسکن) با سی تی ادغام شده است. جزء پت این سیستم عملکرد ارگان ها را به تصویر می کشد و جزء سی تی تعیین محل یا جانمایی را انجام می دهد

امروزه شایع ترین کاربرد این روش بررسی **تومورهای بدخیم** می باشد. این روش اطلاعات ارزشمندی از **وضعیت تومورهای بدخیم اولیه، میزان گسترش موضعی و متاستازهای دور دست** در بدن فراهم میکند که میتواند راهنمای درمان خوبی برای پزشک معالج باشد

این روش برای ارزیابی وضعیت بیماری حین درمان، یا پس از پایان درمان، نسبت به روش های معمول تصویربرداری مانند سی تی اسکن و ام آر آی ارجحیت های بسیار بیشتری دارد

در این مرکز علاوه بر رادیوداروی معمول فلورو-دی اکسی-گلوکز از **رادیوداروهای اختصاصی** تر به منظور تشخیص سرطان هایی مانند پروستات، غدد نوراندوکراین، پستان و مغز نیز استفاده می شود. بنابراین در جاهایی که بافت زمینه ای مصرف گلوکز بالایی دارد و یا در تومورهای سر و گردن که استفاده از رادیوداروی معمول فلورو-دی اکسی-گلوکز محدودیت هایی دارد، به کارگیری رادیوداروهای جدید کمک شایانی به تشخیص و متعاقبا **درمان دقیق تر و فردی** را فراهم می آورد



اندیکاسیون های پت-سی تی

الف- اندیکاسیونهای کلی ^{18}F -FDG PET/CT در کانسره های مختلف

1. کارسینوم آنال (staging, radiotherapy planning)
2. کوردوما (staging)
3. سارکوم یوئینگ (staging, restaging after chemotherapy, surveillance)
4. استئوسارکوم (staging, restaging after chemotherapy, surveillance)
5. آدنوکارسینوم پستان (staging, restaging, suspected recurrence)
6. تومورهای مغزی (گلیوم آناپلاستیک در افتراق عود از رادیونکروز، متاستاز مغز یا نخاع با منشا ناشناخته، staging لنفوم مغز)
7. کانسر سرویکس (staging, suspected recurrence, radiotherapy planning)
8. آدنوکارسینوم کولورکتال (بررسی تعداد سایت های متاستاز قبل از درمان، افزایش CEA بعد از درمان)
9. کانسر مری (restaging after chemotherapy, radiotherapy planning)
10. کانسر معده (staging, restaging, radiotherapy planning)
11. کانسره های سر و گردن (تعیین منشا اولیه متاستاز، staging اولیه در موارد شک به پیشرفته بودن بیماری و ملانوم مخاطی، (radiotherapy planning, restaging after therapy)
12. آدنوکارسینوم هیپاتوبیلیاری (staging, suspected recurrence)
13. لنفوم هوچکین (staging, interim, restaging, radiation planning)
14. لنفوم غیر هوچکین (لازم در staging اولیه DLBL و مفید در staging اولیه MALToma، لنفوم فولیکولار گرید ۱ و ۲، لنفوم بورکیت، Mantel cell lymphoma و برخی موارد نادر دیگر، تشخیص ترانسفورماسیون)
15. کانسر کلیه (suspected recurrence)
16. مزوتلیوم (staging, radiotherapy planning)
17. ملانوم (staging) در موارد با برسو بالا، شک به عود یا متاستاز در موارد stage بالا)
18. میلوم و پلاسموسیتوم (یافتن کانون های فعال اولیه، پس از درمان اولیه جراحی یا پرتودرمانی بر

19. کانسر ریه Non-small cell: (بررسی ندول ریوی منفرد غیرکلسیفیه بالای ۸ میلیمتر، staging اولیه تمام بیماران، بررسی پاسخ به درمان، تعیین پلن رادیوتراپی)
20. کانسر ریه (small cell staging) اولیه و تعیین پلن رادیوتراپی
21. کانسر تخمدان (بررسی ضایعات لگنی بینابینی، بررسی پاسخ به درمان، افزایش تومور مارکر و شک به عود یا متاستاز)
22. کانسر پانکراس (بررسی متاستاز دوردست)
23. سارکوم بافت نرم (بر حسب موارد بالینی برای staging، بررسی پاسخ به درمان، شک به عود یا تعیین پلن رادیوتراپی)
24. GIST (بررسی تومور اولیه و متاستاز احتمالی، بررسی پاسخ به ایماتینیب و نیاز به تغییر درمان به خط بعدی درمان)
25. تومور ژرم سل بیضه سمینوم: بررسی بعد از کموتراپی در توده باقی مانده رتروپریتونن بخصوص اگر بالای ۳ سانتی متر باشد و تومور مارکر ها منفی باشد.

(ب) کاردیولوژی

1. بررسی Viability میوکارد پس از انفارکتوس
2. بررسی بیماری های التهابی میوکارد (سارکوئیدوز)

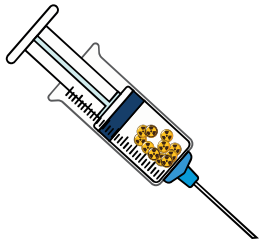
(ج) نورولوژی

1. بررسی بیماری های شناختی (آلزایمر، پیک)
2. بررسی تومورهای مغزی
3. بررسی منشأ صرع
4. بررسی بیماری های حرکتی

(د) بیماری های عفونی و التهابی

1. استئومیلیت
2. بررسی تب با منشأ ناشناخته
3. بررسی عفونت در پروتزهای قلبی، عروقی و استخوانی





انواع رادیو داروها

¹⁸F-Fluorodeoxyglucose

یکی از شایع ترین رادیو داروهای که به این منظور استفاده می شود F-FDG (فلئورودئوکسی گلوکز) است که طول عمر نسبتاً کوتاهی، معادل حدود ۰۱۱ دقیقه دارد.

⁶⁸Ga-DOTA-peptides (TOC, TATE and NOC)

رادیو داروهای فوق، گروهی از مواد مخصوص PET هستند که به صورت اختصاصی به گیرنده های سوماتواستاتین (SST) که به شدت در تومورهای نوراندوکراین (NET) نمایان می شوند، متصل می گردند و اسکن PET/CT برای نشان دادن تومورهای نوراندوکراین بسیار کارآمدتر از CT اسکن می باشند.

همچنین مطالعات بالینی، برتری این نوع PET را بر اسکن pentetreotide-SPECT جهت بررسی متاستازهای NET و یافتن تومورهای اولیه، به اثبات رسانده است. ⁶⁸Ga-DOTA-TATE همچنین در یافتن محل های تومورهای تیغه عصبی همچون پاراگانگلیوما، نسبت به MIBG ارجحیت دارد.

⁶⁸Ga-DOTA-PSMA

آنتی ژن غشائی اختصاصی پروستات (PSMA) گلیکو پروتئین اختصاصی دیواره ای است که در سطح سلولهای پروستات به شدت افزایش می یابد. درسالهای اخیر، از نشاندار کردن این آنتی ژن با ⁶⁸Ga برای تشخیص و ¹⁷⁷Lu برای درمان استفاده شده است. در سطح PSA>2.2 به میزان کشف توده های پروستات توسط این اسکن، حدود ۰۰۱٪ تعیین شده است .

⁶⁸Ga-FAPI

ریزمحیط پیرامون ضایعات بدخیم علاوه بر خود سلول های توموری ، توسط چندین نوع دیگرسلول دیگر احاطه شده اند که بر رشد، تهاجم و پیش آگهی آنها تأثیر می گذارد. فیبروبلاست های مرتبط با سرطان (CAFs) یکی از عوامل ضروری در اکثر کارسینوم های سلول های اپیتلیال هستند. این سلول ها پروتئین فعال کننده فیبروبلاست (FAP)، یک گلیکوپروتئین متصل به غشاء را بیش از حد بیان می کنند. FAP از دیرباز هدفی برای تصویربرداری و درمان بوده است. اخیراً، مهارکننده مولکول کوچک (FAP) که به تازگی توسعه یافته است، توجه قابل توجهی را برای تصویربرداری مولکولی و درمان در پزشکی هسته ای به خود جلب کرده است. FAPI با رادیونوکلیدهای مورد استفاده برای توموگرافی گسیل پوزیترون (PET)، مانند گالیوم-۸۶ و فلوراید-۱۸، و همچنین رادیو ایزوتوپ های مورد استفاده برای درمان، از جمله لوتتیوم-۷۷۱ نشاندار شده است و در بحث PET نتایج بسیار امیدوار کننده ای داشته است و در مواردی که FDG PET نقصان دارد ، می تواند بسیار مفید باشد.

⁶⁸Ga-pentixafor

در این نوع پت اسکن، از گیرنده کموکاین ساب تایپ ۴ (chemokine receptor subtype 4) که در بسیاری از بدخیمی های خونی و تومورهای جامد موجود است ، تصویربرداری میشود و به نوعی محدودیت های FDG PET در مواردی مثل مالتیپل مایلوما ، بعضی از لنفویهای غیرجاذب FDG و نیز تومورهای مغز برطرف میگردد.



PET-CT IN PEDIATRICS

Oncological applications

Hodgkin's lymphoma

- Baseline staging (routine)
- Interim response assessment after two cycles of OEPA (routine).
- End of treatment assessment (consider).
- Clinical suspicion of relapse (consider).

Non-Hodgkin's lymphoma

- Staging.
- Response assessment in selected cases.
- Suspicion of relapse.

Leukaemia

Cross-sectional imaging performed in case of suspected extra-medullary disease (EMD); 20%-40% of patients with acute myeloid leukaemia have EMD at diagnosis; this is associated with high relapse rates. FDG PET-CT aids in detecting EMD, especially in the case of subclinical multifocal disease.

Osteosarcoma

- FDG PET/CT is the most accurate imaging technique for staging apart from the lungs (superior accuracy for bone metastases). Thin slice chest CT in full inspiration required for lung metastases.
- Possible role of FDG PET-CT in relapse to define extent of disease (probably more accurate than CT, especially in peri-prosthetic recurrence).



Germ cell tumor

- As a problem-solving tool at staging, biopsy guidance, assessment of residual metabolic activity and recurrence detection.

Hepatoblastoma

- Currently limited role for FDG PET-CT in the detection of suspected tumor relapse with negative conventional imaging and rising blood serum alpha-fetoprotein.
- Non FDG tracer such as FAPI PET could be helpful.

Soft tissue sarcoma

- Rhabdomyosarcoma (RMS, four histological subtypes) includes over 50% of soft tissue sarcomas.
- Sites of metastatic disease: lungs, loco-regional lymph nodes, bone marrow and cortical bone.
- Outcome linked to site and number of metastases - routine FDG PET-CT at staging (lymph nodes, bone marrow and cortical bone) recommended, more sensitive than CT; dedicated thin slice chest CT for assessment of possible lung disease required.

Ewing's sarcoma

- At staging, FDG PET-CT more sensitive to detect metastatic disease, apart from the lungs (chest CT required).



Malignant peripheral nerve sheath tumours (MPNST)

- Malignant transformation in previously benign plexiform neurofibromata in neurofibromatosis type 1 patients.
- High NPV of FDG PET-CT.
- Strong reliance on histological sampling when malignant transformation based on clinical symptoms is suspected.
- Possible role of FDG PET-CT in predicting malignant change in asymptomatic patients or in children with difficulty in verbally expressing symptomatology, for earlier diagnosis and improved overall survival.

Brain tumours

- FDG PET-CT currently used as a problem-solving tool.
 - To improve diagnostic yield from biopsy to assess the histological grade
 - Glioblastomas and medulloblastomas show high grade FDG uptake
 - Brain stem gliomas have low-grade uptake
 - Ependymomas have low-grade uptake
- FDG PET can improve tumor delineation when co-registered with MRI
- To distinguish between residual disease or recurrence
- Superior accuracy of amino-acid analogue PET with a higher tumor-to-background ratio than FDG.

Neuroblastoma

- Valuable role of FDG PET-CT in mIBG negative neuroblastoma.
- FDG PET-CT: higher sensitivity but lower specificity than mIBG: biopsy may be needed for soft tissue lesions.
- Small volume bone marrow involvement may be missed with both FDG PET-CT and mIBG SPECT-CT: bone marrow biopsy needed.
- FDG PET-CT may be a better predictor of PFS than mIBG.
- ¹²³I-mIBG still gold standard after chemotherapy (FDG PET-CT less sensitive and specific for bone/bone marrow disease).
- mIBG positive neuroblastomas can become mIBG negative; problem-solving role of FDG PET-CT in these cases.
- [¹⁸F]F-fluorophenyl-alanine (F-DOPA) and [⁶⁸Ga]Ga-DOTATATE (SSR) analogues are alternative PET tracers, with higher sensitivity compared to FDG PET-CT and ¹²³I-mIBG SPECT-CT.

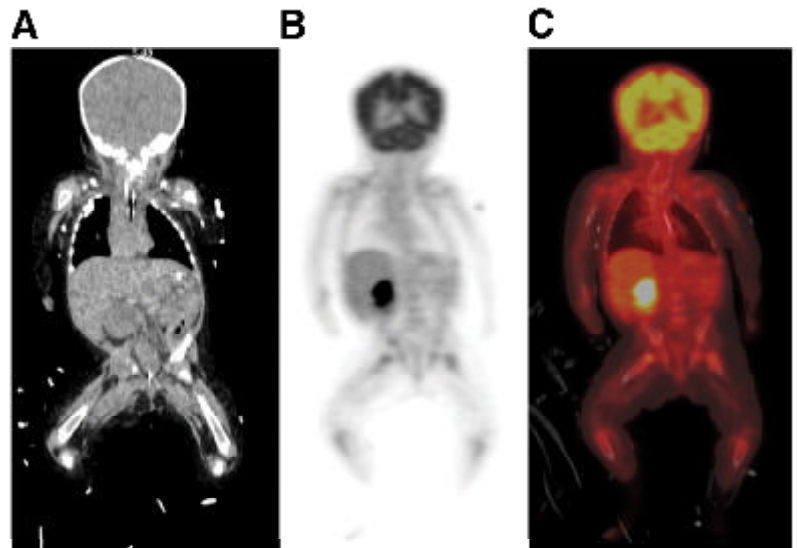
Wilms' tumor

- Limited data on FDG PET-CT
 - May predict tumor viability after neoadjuvant chemotherapy
 - May detect more sites of disease at relapse versus MRI
- Current, problem-solving role for restaging relapsed patients.

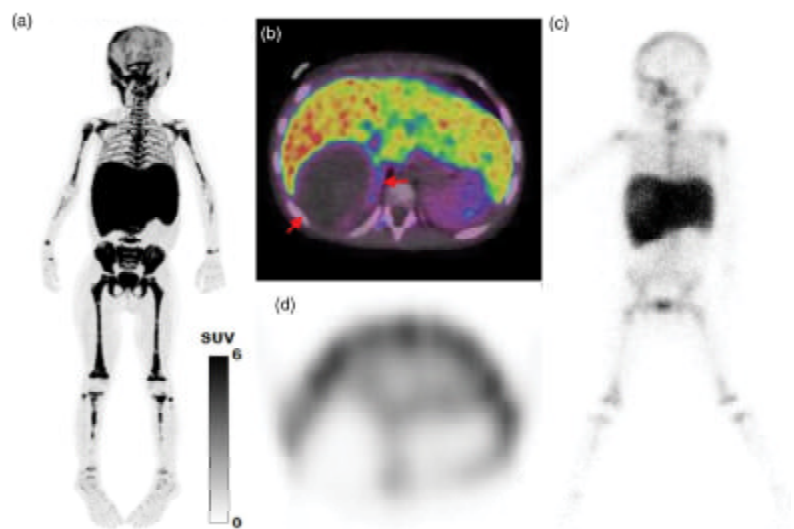
Langerhans cell histiocytosis (LCH)

- Single or several lesions (involving a single or multiple body systems).
- Prognosis determined by organ involvement and treatment response.
- FDG PET-CT appears to be highly sensitive for staging and response assessment with a low false-positive rate.

Coronal view of CT (A), PET (B), and overlaid PET/CT image (C) of 6-kg 4-mo-old. CT was performed with \pm 120 kVp and 10 mAs, leading to image with acceptable anatomic detail.



^{18}F -FDG PET MIP (a). An axial fusion image of PET and CT and arrows indicate the right adrenal tumor (b). ^{123}I -MIBG scintigraphy's anterior planar image (c) and an axial image (d).



Non-oncological applications

Epilepsy

- Localization of epileptogenic focus (especially when co-registered with MRI), both in the pediatric and adult population.

- Pre-surgical assessment of drug resistant focal epilepsy and complex partial seizure.

Pediatric dystonia

- Evaluation of dystonia in children and young adults, particularly secondary dystonias and prior to deep brain stimulation therapy.

Childhood hyperinsulinaemia/insulinoma

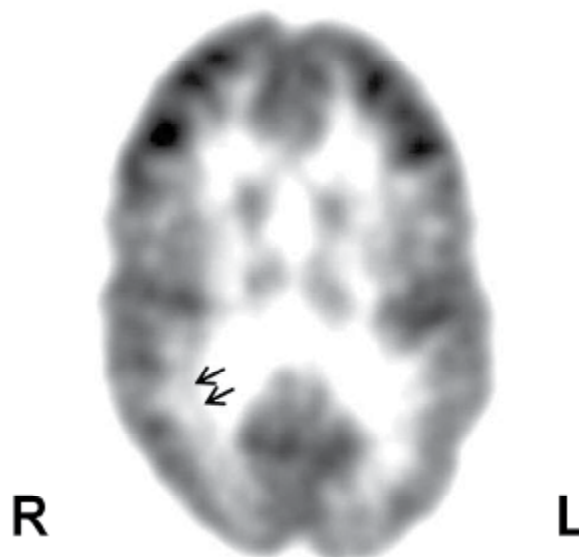
- Insulinoma localization and staging prior to surgery

- [18F]fluorodopa and 68Ga-DOTATATE PET-CT may be used as a complementary diagnostic study for insulinoma localization and staging prior surgery when standard imaging studies are equivocal or suspicious (problem-solving).

- Assessment of the extent of metastatic disease in malignant insulinomas

- Somatostatin receptor imaging can be used as a complementary diagnostic study for assessing the extent of metastatic disease in malignant insulinomas, particularly in cases when PRRT (suitability assessment).

Axial 18F-FDG PET scan in patient with intractable epilepsy, showing hypometabolism in left frontotemporal cortex (solid arrows). Also seen is hypometabolism in ipsilateral thalamus (broken arrow) and contralateral cerebellum (arrowhead), likely representing thalamic and cerebellar diaschisis, respectively.



مرکز پزشکی هسته ای بوشهر به عنوان یکی از جامع ترین و پیشرفته ترین مراکز این حوزه در دنیا مجهز به جدیدترین تکنولوژیهای تشخیصی و روشهای درمانی در زمینه انسانی و حیوانی در دو مکان مجزا آماده ارائه خدمات تخصصی و فوق تخصصی با دستگاهها و روشهای زیر می باشد:

پت سی تی (GE Company)

اسپکت سی تی (Siemens Heathineers Company)

اسپکت دوسر

تراکم سنجی استخوان (DXA Hologic)

پت حیوانی

سی تی اسکن حیوانی

اسپکت حیوانی

تصویربرداری نوری حیوانی

درمان نوین بیماریهای سرطانی و غیرسرطانی :

تیروئید

پروستات

غددی عصبی

نوروبلاستوم (کودکان)

استخوان

روماتیسم

پرکاری تیروئید

