

## PEMERIKSAAN PET DAN SPECT SCAN PADA BEDAH EPILEPSI

Anna Marita Gelgel, Tommy Sarongku

Departemen Neurologi, FK Universitas Udayana/ RSUP Sanglah, Denpasar, Bali, Indonesia

Diterima 14 September 2020  
Disetujui 2 November 2020  
Publikasi 25 November 2020  
Korespondensi: anna\_marita@unud.ac.id

Cara merujuk artikel ini: Gelgel (et al). 2020.  
Pemeriksaan pet dan spect scan pada bedah epilepsi.  
Callosum Neurology Journal 3(3): 97-101.  
DOI:<https://doi.org/10.29342/cnj.v3i3.128>

### ABSTRAK

**Latar Belakang:** Epilepsi merupakan penyakit sistem saraf pusat yang ditandai dengan bangkitan berulang karena terganggunya aktivitas sel di otak. Sekitar 1% populasi didunia menderita epilepsi. Penderita epilepsi yang masih mengalami suatu bangkitan, meski sudah mendapatkan 2 jenis obat anti epilepsi, perlu dipertimbangkan untuk dilakukan suatu tindakan bedah epilepsi.

**Tujuan:** Untuk mengetahui lebih lanjut mengenai pemeriksaan PET dan SPECT Scan pada bedah epilepsi.

**Diskusi:** PET Scan merupakan suatu alat pencitraan yang

dapatn membantu menentukan lokasi fokal epileptogenik berdasarkan area yang mengalami hipometabolisme sementara SPECT pada fase iktal mampu melokalisir area epileptogenik.

**Kesimpulan:** PET dan SPECT Scan merupakan salah satu pencitraan yang perlu dilakukan untuk mengevaluasi lokasi fokus epileptogenik pada pasien sebelum dilakukan tindakan bedah epilepsi.

**Kata Kunci:** PET, SPECT scan, bedah epilepsi

### ABSTRACT

**Background:** Epilepsy is a central nervous system disease characterized by repeated seizures due to epilepsy surgery.

**Purpose:** To understand more about PET and SPECT Scan in epilepsy surgery.

**Discussion:** PET Scan is an imaging tool that helps determine epileptogenic focal locations based on hypometabolic areas while SPECT in the ictal phase is able to localize epileptogenic areas.

**Conclusion:** PET and SPECT Scan are one of the images that need to be done to evaluate the epileptogenic focus location in a patient before epilepsy surgery is performed.

**Keywords:** PET, SPECT scan, epilepsy surgery

### Pendahuluan

Epilepsi merupakan suatu penyakit yang diderita hampir dari 1% dari populasi didunia, sepertiga dari seluruh penderita epilepsi tidak bisa dikontrol hanya dengan obat-obatan saja.<sup>1,2</sup> Beberapa penderita dengan fokal epilepsi bisa dilakukan suatu tindakan pembedahan jika ada fokus lesi yang terbukti merupakan penyebab terjadinya epilepsi.<sup>3</sup> Bedah epilepsi (*Epilepsy surgery*) merupakan suatu bidang yang sedang berkembang pesat dalam beberapa tahun terakhir. Kecanggihan teknologi menjadikan bidang ini sebagai suatu prosedur untuk menegakkan diagnostik maupun terapetik.<sup>2</sup>

Pencitraan otak (*brain imaging*) memiliki peran penting dalam menegakkan diagnosis dan tatalaksana epilepsi, terlebih lagi dalam suatu tindakan bedah epilepsi. Pencitraan otak yang diterapkan dalam tatalaksana epilepsi berkembang pesat dalam 20 tahun terakhir. *Positron Emission Tomography* (PET) Scan merupakan pencitraan yang paling sering digunakan untuk melihat area fokus hipometabolik yang berhubungan dengan onset bangkitan.<sup>4</sup>

Pada tulisan ini, akan dibahas mengenai pemeriksaan PET dan SPECT Scan terhadap Bedah Epilepsi.

### Epilepsi Lobus Temporal

*Temporal Lobe Epilepsy* atau TLE (Epilepsi Lobus Temporal) merupakan sindrom epilepsi paling sering dijumpai, dan berhubungan dengan kematian. Sebanyak 80% pasien dengan TLE juga memiliki sklerosis hipokampus. Usia penderita bisa bervariasi, dari anak-anak sampai dewasa. Pasien dengan riwayat kejang demam 60% bisa berkembang menjadi TLE, 35% nya berasal dari kejang demam kompleks. Kejang demam berkepanjangan berkaitan dengan epilepsi lobus temporal. Kelainan genetik mungkin berhubungan dengan epilepsi lobus temporal.<sup>1</sup>

### Bedah Epilepsi

Bedah epilepsi sudah diawali sejak tahun 1886 di Inggris oleh Sir Victor Horsley yang melakukan trepanasi pada pasien epilepsi Jacksonian dengan fraktur tengkorak. Pada saat trepanasi, dia mengangkat jaringan otak yang membatasi korteks ke sulkus frontalis superior, yang kemudian menyebabkan pasien bebas dari bangkitan.<sup>5</sup> Kemudian pada tahun 1950 Murray Falconer memulai departemen bedah saraf di London, dimana bedah epilepsi menjadi fokus utamanya. Dia bersama Profesor Meyer mengembangkan

teknik reseksi total aspek medial dari lobus temporal.<sup>5</sup>

Perkembangan teknologi dalam bidang diagnostik dan terapi meningkatkan pemahaman yang mendalam terhadap pertimbangan untuk dilakukannya suatu tindakan bedah epilepsi. Tiap center epilepsi memiliki algoritme yang berbeda-beda tergantung referensi pasien, dan juga kesediaan alat penunjang.

Penderita epilepsi yang masih kejang meskipun sudah mendapatkan 2 jenis obat anti epilepsi harus dirujuk ke center epilepsi untuk Evaluasi Pre-Bedah Noninvasif. Keputusan untuk dilakukannya tindakan bedah epilepsi melibatkan multidisiplin dari neurologis, bedah saraf, neurofisiologis, neuroradiologis, dan cabang ilmu lainnya. Tujuan dari evaluasi prabedah adalah mengidentifikasi lokasi epileptogenik sehingga hasil luaran operasi lebih baik.

### Pemeriksaan Penunjang

EEG (elektroensefalografi) interiktal dan video-EEG diperlukan untuk menegakkan diagnosis dan lokasi epilepsi, namun sensitivitas EEG hanya 25-56%.<sup>2,6</sup> MRI 3T juga sensitif mengidentifikasi fokal lesi epileptogenik, namun hampir 20% tidak mampu menunjukkan kelainan struktural ringan.<sup>2,6</sup> Beberapa teknik *Magnetic Resonance Imaging* (MRI) canggih seperti *Magnetic Resonance* (MR) spektroskopi, MR volumetri, MR perfusi dan fungsional MR bisa menjadi tambahan untuk menegakkan diagnosa, namun teknik ini membutuhkan peralatan yang sangat canggih dan belum tersedia di kebanyakan tempat.<sup>5</sup>

*Positron Emission Tomography* (PET) scan merupakan suatu pencitraan bermakna yang membantu menentukan lokasi fokal epileptogenik berdasarkan area yang mengalami hipometabolisme. Selain itu ada juga fungsional MRI (fMRI) yang merupakan teknik noninvasif yang dapat menentukan lokasi dari korteks eloquent (area korteks yang menjadi suatu fokus epileptogenik) untuk rencana pembedahan dan risikonya, termasuk motorik, sensorik, dan pusat bahasa.<sup>7</sup>

### PET Scan pada Bedah Epilepsi

*Positron Emission Tomography* (PET) merupakan salah satu pencitraan yang menggunakan bahan radioaktif yang dapat menilai akitivitas biologik dan fisiologi pada level molekular dari suatu organ.<sup>6</sup> PET pertama kali dikenalkan di *University of Pittsburgh Medical Center* tahun 1998, dan pada

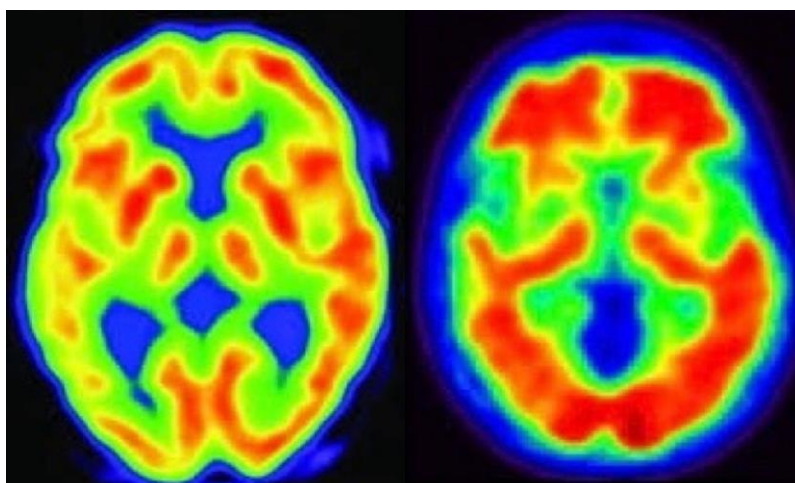
tahun 2010 kurang lebih ada 2000 PET Scan yang sudah tersedia di Amerika Serikat.<sup>8</sup>

Pada saat kejang, terjadi perubahan perfusi serebral, metabolisme glukosa dan status neuroreseptor. *Fluoro-2-deoxyglucose Positron Emission Tomography* (FDG PET) merupakan suatu alat penting untuk menentukan area iktal. Metabolisme glukosa berhubungan dengan aktivitas neuron. FDG masuk ke dalam sel melalui glukosa transporter, terutama GLUT 1. Saat masuk ke dalam sel, FDG difosforilasi oleh heksokinase membentuk FDG-6-fosfat.<sup>6</sup> FDG merupakan suatu marker aktivitas neuron dan membantu dalam menentukan lokasi fokus epileptogenik, juga menggambarkan perubahan sel yang diakibatkan oleh suatu bangkitan.<sup>9</sup>

Pencitraan dengan FDGPET dapat menunjukan area hipometabolisme saat pada fase interiktal dari epilepsi lobus temporal sebanyak lebih dari

85% kasus. Area hipometabolik lebih besar daripada yang ditunjukkan oleh EEG fase iktal. Namun analisa visual dari FDG PET kurang sensitif pada epilepsi lobus frontal, karena hanya 50% dari kasus yang menunjukkan area yang abnormal.<sup>4</sup>

Kemudian dilakukan analisa jumlah ambilan FDG di otak dengan cara membandingkannya dengan area lain di otak. Biasanya pada fase interiktal gambaran PET berupa hipometabolisme fokal, namun sangat sulit dilakukan karena kebanyakan bangkitan tidak dapat diprediksi. Pada otak normal, uptake FDG di substansia grisea korteks dan serebelum berjumlah besar. Seiring dengan bertambahnya usia, terdapat penurunan aktivitas metabolisme FDG, terutama di lateral dan medial korteks frontalis dan anterior korteks singulatum. Pada area yang mengalami gangguan, terjadi peningkatan, penurunan atau bahkan hilangnya aktivitas metabolisme dari FDG. (Gambar 1.)



**Gambar 1.** Salah satu contoh FDG-PET, area hipermetabolisme ditandai dengan warna merah, sementara area yang hipometabolisme ditandai dengan warna kebiruan.<sup>12</sup>

#### Tata Cara Pemeriksaan dan Persiapan Pasien PET Scan

Pasien diharuskan untuk puasa terlebih dahulu selama 4-6 jam sebelum pemeriksaan dilakukan, dan hindari konsumsi bahan-bahan yang mengandung kafein, alkohol atau obat-obatan yang mempengaruhi metabolisme glukosa di otak seperti obat sedasi, amfetamin, kokain, narkotika, antipsikotik dan kortikosteroid.

Ruangan tenang, dengan cahaya redup harus disiapkan minimal 30 menit sebelum FDG disuntikkan. Gula darah harus diperiksa sebelum disuntikkan FDG, jika kadar gula darah diatas 150-200mg/dL, pemeriksaan harus ditunda sebab keadaan hiperglikemia menyebabkan peningkatan level insulin sehingga FDG justru masuk ke otak,

dan jumlah FDG yang ke otak berkurang. Pada pasien dengan diabetes, pencitraan akan menunjukan hasil yang baik bila dilakukan pada gula darah yang normal.

Setelah itu FDG dimasukan sesuai dosis, pada dewasa 185-740 MBq (5-20mCi) dan pada anak-anak 5,18 – 7,4 MBq (0,14 – 0,20 mCi). Pencitraan dilakukan dengan teknik statis, 30 menit setelah FDG diinjeksi.

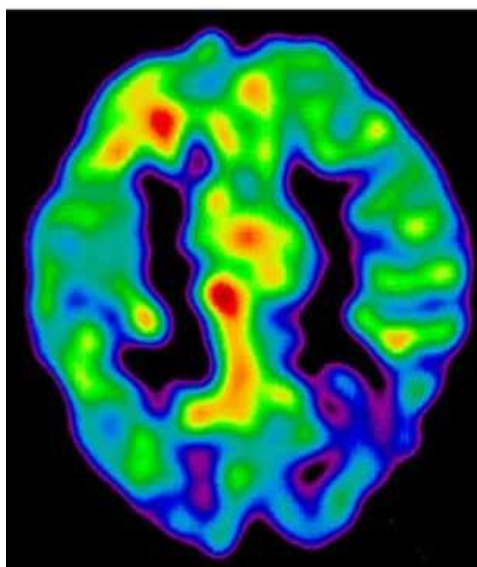
#### Interpretasi

Pada interpretasi PET scan, suatu aktivitas bangkitan akan tampak sebagai suatu area dengan gambaran hipometabolisme FDG. Hal ini disebabkan karena pada orang dewasa normal, uptake glukosa diperlukan dalam aktivitas

metabolisme, namun saat terjadi suatu bangkitan, terjadi penurunan atau bahkan terhentinya metabolisme dari glukosa yang tergambar dalam hasil pencitraan PET scan. (Gambar 2.)

Pada anak, uptake FDG berbeda-beda menurut usia. Pada usia 4 bulan, metabolisme glukosa lebih

tinggi dari orang dewasa normal, hal ini terjadi sampai anak usia 4 tahun. Pada orang lanjut usia, terjadi penurunan metabolisme glukosa sesuai dengan peningkatan umur.



**Gambar 2.** FDG PET menunjukkan area hipometabolisme di lobus oksipital kiri yang ditandai dengan warna kebiruan<sup>12</sup>

### SPECT Scan

*Single Photon Emission Computed Tomography* (SPECT) merupakan salah satu pencitraan yang mentranslasi informasi molekuler dan metabolik menjadi suatu gambaran klinis yang menggambarkan berbagai macam kelainan. SPECT merupakan suatu modalitas pencitraan fungsional dalam evaluasi pre bedah epilepsi. SPECT pada fase iktal mampu melokalisir area epileptogenik secara akurat lebih dari 90%.<sup>9,10</sup>

SPECT memberikan informasi tentang perubahan dinamik pada perfusi serebral sebelum, saat, dan setelah kejang. Waktu penyuntikan dan durasi kejang sangat penting untuk interpretasi SPECT, karena bila terlambat, hasilnya tidak akurat lagi. Pada saat kejang, terjadi peningkatan metabolisme otak dan aliran darah sebanyak 300% di daerah epileptogenik selama periode kejang. Perbedaan di aliran darah otak bisa dibedakan dengan disutikkannya *radiotracer*. Pada periode iktal SPECT menunjukkan gambaran hiperperfusi pada daerah epileptogenik yang dikelilingi oleh area hipoperfusi yang mungkin disebabkan dari perpindahan aliran darah ke area fokus kejang.<sup>11</sup>

Prinsip pemeriksaannya adalah memasukan *gamma-emitting radioisotop (tracer)* pada pasien melalui injeksi intravena, kemudian radioisotop

berikatan pada ligand spesifik pada suatu jaringan, kemudian ikatan ini yang bisa tertangkap oleh kamera gamma. Setelah *tracer* diinjeksikan, butuh waktu sekitar 30 detik untuk sampai ke otak. Daerah yang terlihat seperti hiperperfusi dianggap sebagai daerah onset iktal yang menyebabkan bangkitan.<sup>11</sup>

*Radiotracer* yang diinjeksikan ke tubuh dapat dengan cepat menuju ke otak saat *first pass metabolism* dan setelah menuju sel neural, langsung dikonversikan menjadi substansi hidrofilik yang tertimbun di intraseluler dan menetap selama beberapa jam. Itulah sebabnya pencitraan dengan SPECT mampu menunjukkan gambaran semikuantitatif dari aliran darah otak 30-60 detik sejak penyuntikan *radiotracer*.

Tata Cara Pemeriksaan dan Persiapan SPECT Scan Sebelum dilakukan pemeriksaan, pasien harus menghindari konsumsi kafein, nikotin, dan alkohol. Jika perlu sedasi, sebaiknya diberikan 5 menit setelah *tracer* diinjeksikan. Untuk mengurangi aktivasi korteks, *tracer* diberikan saat pasien tidak distimulasi. Pada pasien yang akan dilakukan evaluasi epilepsi, perlu dimonitor dengan EEG saat penyuntikan *tracer*. Pallet pencitraan otak diletakkan di bed, pastikan luas tepi dari dasar

tidak lebih besar dari meja. Kepala perlu difiksasi supaya tidak bergerak.

Begitu kanul sudah dimasukkan, pasien terbaring tenang diruang gelap selama 5 menit sebelum penyuntikan. Saat *tracer* disuntikkan, pasien jangan dibangunkan supaya aktivitas korteks tidak berlebihan. Setelah 5 menit, *tracer* sudah terdistribusi dengan baik. Pencitraan dilakukan selama kurang lebih 40 menit.

#### Perbandingan SPECT dan FDG PET

Pada pasien dengan epilepsi lobus temporal, iktal SPECT lebih sensitif dibandingkan FDGPET, yaitu 89% dibanding 83%. Pada pasien dengan epilepsi neokortikal, FDGPET lebih sensitif dibandingkan dengan SPECT pada fase iktal, 78% dibanding 70%. Pada penelitian lain FDGPET dan SPECT fase iktal memiliki sensitivitas 56%, tapi saling melengkapi satu sama lain. Secara singkat, FDGPET pada fase interiktal dengan SPECT fase iktal memiliki sensitivitas yang sama untuk melokalisir fokus bangkitan, dan saling melengkapi bila salah satu tidak mampu melokalisir fokus epileptogenik.

#### Daftar Pustaka

1. Englot DJ, Chang EF. Rates and predictors of seizure freedom in resective epilepsy surgery: an update. *Neurosurg Rev.* 2014 Jul;37(3):389–404; discussion 404–405.
2. Englot DJ. A Modern Epilepsy Surgery Treatment Algorithm: Incorporating Traditional and Emerging Technologies. *Epilepsy Behav EB.* 2018 Mar;80:68–74.
3. Duncan JS, Winston GP, Koeppe MJ, Ourselin S. Brain imaging in the assessment for epilepsy surgery. *Lancet Neurol.* 2016 Apr;15(4):420–33.
4. Cendes F, Theodore WH, Brinkmann BH, Sulc V, Cascino GD. Neuroimaging of epilepsy. *Handb Clin Neurol.* 2016;136:985–1014.
5. Schijns OEMG, Hoogland G, Kubben PL, Koehler PJ. The start and development of epilepsy surgery in Europe: a historical review. *Neurosurg Rev.* 2015;38(3):447–61.
6. Sarikaya I. PET studies in epilepsy. *Am J Nucl Med Mol Imaging.* 2015 Oct 12;5(5):416–30.
7. Anand S, Singh H, Dash A. Clinical Applications of PET and PET-CT. *Med J Armed Forces India.* 2009 Oct;65(4):353–8.

#### Simpulan

Bedah epilepsi merupakan terapi yang efektif untuk pasien yang resisten terhadap OAE. Untuk menentukan kandidat pasien yang layak dilakukan bedah epilepsi dibutuhkan evaluasi multi disiplin dari berbagai bidang ilmu. Salah satu yang penting adalah pencitraan canggih, untuk menentukan fokus epileptogenik dengan PET Scan dan SPECT.

PET Scan merupakan suatu alat pencitraan yang membantu menentukan lokasi fokal epileptogenik berdasarkan area yang mengalami hipometabolisme sementara SPECT pada fase iktal mampu melokalisir area epileptogenik. Dengan bantuan pemeriksaan penunjang fungsional ini diharapkan akan membantu para klinisi dalam menentukan diagnosa fokal, dengan harapan memberikan hasil luaran operasi yang lebih baik. Meskipun demikian, pemeriksaan PET Scan dan SPECT hanya bisa membantu bila MRI tidak menunjukkan lesi struktural.

8. Shukla AK, Kumar U. Positron emission tomography: An overview. *J Med Phys.* 2006 Jan;31(1):13–21.
9. la Fougère C, Zwergal A, Rominger A, Förster S, Fesl G, Dieterich M, et al. Real versus imagined locomotion: a [18F]-FDG PET-fMRI comparison. *NeuroImage.* 2010 May 1;50(4):1589–98.
10. Correia P, Vollmar C, Rémi J, la Fougere C, Noachtar S. Ictal SPECT reveals different epileptogenic zones in frontal lobe epilepsy. *Epileptic Disord Int Epilepsy J Videotape.* 2018 Oct 1;20(5):447–50.
11. Kumar A, Chugani HT. The Role of Radionuclide Imaging in Epilepsy, Part 2: Epilepsy Syndromes. *J Nucl Med Technol.* 2017;45(1):22–9.
12. Kitson, Sean & Cuccurullo, Vincenzo & Ciarmiello, Andrea & Salvo, Diana & Mansi, Luigi. (2009). *Clinical Applications of Positron Emission Tomography (PET) Imaging in Medicine: Oncology, Brain Diseases and Cardiology.* Current Radiopharmaceuticalse. 2. 10.2174/1874471010902040224