

Neurocirugía Radioguiada en tumores cerebrales de alto grado. Experiencia en el Instituto Nacional de Cancerología Bogotá

*Radioguided Neurosurgery in high-grade brain tumors. Experience in the National Cancer Institute Bogotá*

Autor: Meneses García, Carlos Alberto Residente de Neurocirugía Universidad del Rosario [euroclin@hotmail.com](mailto:euroclin@hotmail.com)

Dr. Pedro Penagos\* Dr. Camilo Zubieta\*\*, Dra. Carmen Amelia de los Reyes\*\*\* , Dr. Alejandro Martí\*\*\*\*, Dr. Jorge López\*\*\*\*\*

\* Neurocirujano Jefe del servicio de Neurocirugía Instituto Nacional de Cancerología (INC) Bogotá, Colombia

\*\* Neurocirujano INC

\*\*\* Jefe del servicio Medicina Nuclear INC

\*\*\*\* Especialista en Medicina Nuclear INC

\*\*\*\*\* Residente de Neurocirugía Universidad Juan N Corpas

\*\*\*\*\* Dr. Edgar Gómez Residente de Neurocirugía Universidad Militar

Resumen:

Introducción: La cirugía radioguiada es una rama de la medicina nuclear con la cual se marca el tejido tumoral con un radiotrazador (MIBI) y mediante el uso de una gamasonda o gamacámara poder diferenciarlo del tejido cerebral sano in vivo en la sala de cirugía. Esta técnica se ha aplicado con éxito en tumores del SNC (Gliomas de alto grado, metástasis, meningiomas). Los tumores del SNC representan el 1% de todos los tumores pero son la tercera causa de mortalidad por cáncer en el mundo. Hay un mejor pronóstico de los pacientes con mayor extensión de la resección.

Objetivos: Evaluar la factibilidad de la técnica y optimizar los procesos en el INC con la finalidad de desarrollar un protocolo de línea de investigación en esta materia.

Materiales y métodos: se realiza un reporte de casos de pacientes con diagnóstico de tumor cerebral supratentorial. Se realizó SPECT cerebral con MIBI para confirmar captación del radiotrazador. En los pacientes que marcaron positivo se programó cirugía radioguiada con gamacámara portátil Sentinel

Resultados: En 5 pacientes con tumores supratentoriales se realizó SPECT cerebral con MIBI: 3 de ellos fueron positivos los cuales fueron programados para cirugía radioguiada y los 2 restantes con cirugía convencional. Dos de los casos positivos correspondieron a Tumor de alto grado y un caso de tumor abscedado.

En quienes se practicó la cirugía radioguiada se consiguió resección tumoral completa tumoral por imagen de gammacámara intraquirúrgica.

*Radioguided surgery is a branch of nuclear medicine which marks the tumor tissue with a radiotracer (MIBI) and using one gammacamera or gammaprobe to differentiate from healthy brain tissue in vivo in the operating room. This technique has been successfully implemented in CNS tumors (9-14) (high grade gliomas, metastases, meningiomas). CNS tumors represent 1% of all tumors but they are the third leading cause of cancer mortality in the world. There is a better prognosis for patients with more extensive resection.*

*Objectives: To evaluate the feasibility of the technique and optimize processes in the INC in order to develop a line of research protocol in this matter.*

*Materials and methods: Patients diagnosed with supratentorial brain tumor. Brain SPECT was performed to confirm MIBI uptake of the radiotracer. In patients who tested positive radioguided surgery was scheduled with portable gammacámara Sentinel*

*Results: In 5 patients with supratentorial tumors SPECT was performed with MIBI: 3 with SPECT positive were scheduled for surgery radioguided and the remaining 2 with conventional surgery. Two positive cases were for high-grade tumor and a case of abscessed tumor.*

*At surgery, complete resection is achieved radioguided tumor by intraoperative gammacámara image*

*PALABRAS CLAVE: Neoplasias Encefálicas, Procedimientos neuroquirúrgicos, craneotomía, Neoplasias cerebrales malignas, Glioma, 99mTc-Sestamibi, Cintigrafía, Gamma cámaras, Sonda Geiger-Mueller, Guía intraoperatoria*

*Keywords: Neurosurgical Procedures, Craniotomy, 99mTc-Sestamibi, Brain Neoplasms Malignant, glioma, SPECT, Radionuclide Imaging, Gamma Cameras , Scintillation Counting, Geiger-Mueller Probe, intraoperative guidance*

## INTRODUCCIÓN

Los tumores primarios del sistema nervioso central representan la tercera causa de mortalidad por cáncer. La incidencia de los tumores del Sistema Nervioso Central en Colombia está entre 2 y 19 casos por 100.000 habitantes por año, con tres periodos de edad de mayor incidencia: 0-4 años, 15- 24 años y 65-79 años (3).

Los tumores más frecuentes son los derivados de precursores gliales: astrocitos (astrocitomas), ependimocitos (ependimomas), oligodendrocitos (oligodendrogliomas). Estos tumores corresponden aproximadamente al 1% de los tumores malignos en los adultos y es la tercera causa de muerte con relación a

cáncer en adolescentes y en adultos entre los 15 y 34 años de edad (1). Más de la mitad de estos tumores son gliomas de alto grado que son extremadamente agresivos y la mayoría de los pacientes invariablemente tienen recurrencia tumoral. Los pacientes con Glioblastoma tienen tasas de supervivencia media de 12.2 a 18.2 meses, mientras que aquellos con astrocitomas anaplásicos pueden esperar una supervivencia de 41 meses, aunque la mayoría eventualmente muere de su enfermedad (1, 5, 7).

Se ha realizado múltiples estudios en los cuales se demuestra la relación directa que existe entre la extensión de la resección tumoral y el pronóstico clínico a mediano y largo plazo (1-8). Actualmente es ampliamente aceptado que no se puede localizar áreas funcionales cerebrales, especialmente centros del lenguaje, únicamente basándose en referencias anatómicas. Además una resección máxima con riesgos mínimos requiere algún tipo de localización funcional individual extra o intraoperatorio.

La resección radical de los gliomas conlleva el riesgo de lesionar las áreas funcionales elocuentes debido a la naturaleza infiltrativa de las lesiones. El principal papel de la cirugía es extirpar el tumor así como sus límites macroscópicos lo más completamente posible. Aunque se ha podido demostrar la presencia de células tumorales centímetros más allá del presunto margen imaginológico de ahí la importancia con los estudios funcionales (MR espectroscopia, PET, SPECT) en el planeamiento y guía quirúrgica.

Con una reducción significativa del efecto de masa del tumor el paciente puede tolerar mejor la radioterapia y experimenta menores efectos colaterales.

Se han hecho múltiples intentos para distinguir intraoperatoriamente los tumores del tejido cerebral normal: Uso de fotosensibilizadores tisulares (chloro-aluminum phthalocyanine Tetrasulphonate), inyección de tintes que cruzan la barrera hematoencefalica, cirugía guiada por fluorescencia (Acido 5-aminolevulinico), biopsias seriadas por congelación para descubrir el margen, guía doppler y RNM intraoperatoria. La mayoría de estas técnicas carecen de la combinación de facilidad de uso, costo efectividad.(14)

La neurocirugía radioguiada es una técnica derivada de la medicina nuclear usada para la identificación intraoperatoria detectando la emisión por los tumores cerebrales radio marcados con la administración sistémica de un radioisótopo, esto se puede realizar con una gama sonda o una gama cámara portátil. Fue introducida en 1985 por Martin en un intento por facilitar la detección tumoral intraquirúrgica y su remoción completa (9).

Esta técnica ya se ha usado con éxito en tumores primarios de mama, próstata, testículo, gastrointestinales, tiroides, paratiroides, melanoma y cerebral, así como en la identificación de ganglios centinela y metástasis (17).

## Materiales y Métodos

Se presenta un reporte de casos con pacientes diagnosticados con tumor cerebral supratentorial por imágenes de Resonancia Magnética (MR) o Tomografía Axial Computarizada (TAC). Se realizó Single-Photon Emission Computed

Tomography (SPECT) cerebral con 20mCi de MIBI confirmándose la presencia de captación coincidente (única) con la lesión descrita en la RM o TAC contrastado, presentando una alta relación lesión/fondo ( $>2$ ), índice funcional de Karnofsky mayor al 70%. Se consideró candidatos a cirugía radiodirigida quienes cumplieron con los criterios de inclusión definidos.

En cada paciente posterior al SPECT se programó el respectivo procedimiento quirúrgico. Antes de la intervención se administró 10 mCi de Tc99 MIBI por vía endovenosa, se procedió a la realización de craneotomía la cual fue guiada mediante el uso de la gamasonda y gamacámara. El tiempo aproximado del abordaje quirúrgico fue de 40 minutos. Se realizó una tumorectomía mediante procedimiento radioguiado y, una vez concluida ésta, se exploró el lecho quirúrgico con la sonda detectora y gamacámara, cuando se encontró actividad tumoral de intensidad superior a la del fondo (2:1) se procedió a su resección total.

A continuación se comprobó la disminución del contaje regional, hasta igualarse con la del parénquima cerebral normal en la gamacámara.

Dado que el principal sitio de concentración del MIBI es corazón e hígado se implementó medios de aislamiento mediante el uso de chaleco plomado sobre el paciente para disminuir radiación al personal médico proveniente de estos órganos.

### Descripción de casos:

Caso 1: Paciente femenina de 59 años con diagnóstico de Glioblastoma Multiforme (Grado IV WHO) temporal derecho intervenida quirúrgicamente con resección parcial en septiembre de 2009 y recibió tratamiento complementario de radioterapia y 10 ciclos de quimioterapia con Temozolamida. Consultó al INC por 1 semana de evolución de deterioro clínico con somnolencia, episodios de desorientación, marcha funcional con lateropulsión y hemiparesia izquierda.

En la RM Cerebral contrastada se observó masa heterogénea, con centro hipointenso en T1 e hiperintenso en T2, con captación periférica del contraste en forma irregular con diámetros mayores de 4 x 6 x 4 cm., nódulo sólido basal de 1.8 x 2.7 x 1.8 cm. localizada en el aspecto basal del lóbulo temporal derecho y en relación directa con el ventrículo lateral (Figura 1)

Se realizó SPECT cerebral de viabilidad tumoral con 20 mCi de <sup>99m</sup>Tc MIBI que mostró retención heterogénea del trazador en región temporal derecha, con elevada intensidad en la base del lóbulo en cercanía con el peñasco, presenta área de hipo captación central rodeada de halo hipercaptante sin cruzar la línea media, sin embargo parece entrar en contacto con el ventrículo lateral y/o plejo coroideo. Viabilidad tumoral temporal derecha, el área central hipocaptante corresponde a necrosis. (Figura 2) De acuerdo a estos hallazgos se programó para cirugía de resección tumoral con radioguía.

El día siguiente, en la sala quirúrgica se procedió a la gammagrafía con gamacámara portátil demarcando la lesión tumoral (17 horas después de la aplicación inicial) por lo cual se decidió no aplicar nueva dosis de MIBI (Figura 3). Se realizó resección tumoral radioguiada observándose escisión completa en la gamacámara, la paciente cursó con adecuada evolución postoperatoria (Figura 4).

SPECT cerebral control postquirúrgico: Existe un ligero incremento hacia la tabla ósea temporal en relación con cambios por craneotomía sin evidencia de tumor cerebral viable, lo cual indica resección completa comparativamente con el SPECT prequirúrgico (Figura 5).

En seguimiento clínico paciente en aceptable condición general, con mejoría de su estatus funcional respecto a consulta previa. Refiere sentirse mejor; hay mejor relación con el medio, logró control voluntario de esfínteres. Se reinició Temozolamida 300mg/día los días 1 a 5, en ciclos cada 28 días. Se envió a nuevo concepto de radioterapia sobre la posibilidad de re- irradiación.

Caso 2: Paciente femenino de 55 años con antecedente de intervención quirúrgica por tumor frontal derecho, que en reporte de patología diagnosticó astrocitoma anaplásico de tipo gemistocítico (WHO III) con focos sospechosos de progresión a Glioblastoma multiforme (WHO IV). Asistió al instituto para manejo complementario, con clínica de desorientación y somnolencia sin focalización motora ni déficit de pares craneanos. Se realizó estudio de TAC cerebral contrastado que muestra cambios postquirúrgicos de craneotomía frontal derecha, lesión hipodensa adyacente con periferia hipercaptante.

SPECT cerebral con MIBI el estudio mostró retención del trazador en región frontal derecha en relación con la calota (área de craneotomía).se evidencia concentración anormal a nivel parenquimatoso cerebral frontal derecho que se proyecta hacia el área tumoral vista en la TAC por posible recidiva tumoral (Figura 6). Fue llevada a cirugía radioguiada con impresión diagnóstica de recidiva tumoral, en salas de cirugía durante el proceso anestésico previo al inicio de la craneotomía se aplicó

una dosis de 10mCi de MIBI obteniendo imagen por gamacámara que muestra lesión activa a nivel frontal derecho. Al retirar el colgajo óseo y apertura dural se encuentra capsula membranosa y contenido purulento de absceso adyacente al lecho quirúrgico tumoral. Se realiza drenaje y resección guiada de la capsula con desaparición de la actividad en gamacámara (figura 7). Se retira colgajo óseo

RNM de control POP muestra craniectomía frontal derecha. Colección extra-axial que mide 53 x 24 x 64 mm frontal derecha con anillo central hiperintenso de paredes gruesas y centro hipointenso en T1 e hiperintenso en T2 y FLAIR con engrosamiento difuso de las meninges adyacentes. Realce del cuerpo calloso en su aspecto inferior de la rodilla, con edema vasogénico en el hemisferio cerebral izquierdo, hallazgo compatible con residuo-recidiva.

Recibe tratamiento antibiótico durante 6 semanas con buena evolución clínica, SPECT de control desaparición del radiotrazador en región frontal der. Sin evidencia de actividad tumoral.

Caso 3: Paciente masculino de 61 años con cuadro de 1 año de evolución de alteración del estado de conciencia desorientación hemiparesia derecha. Por imágenes se evidencia lesión tumoral frontal izquierda (Figura 8) se realizó lobectomía frontal extrahospitalaria.

Control POP Lobectomía frontal izquierda sin evidencia de residuo. Quiste porencefálico frontal izq. Sin mayor efecto de masa (Figura 9). Clínicamente asintomático

Se presentó en INC 5 meses postquirúrgico con cefalea y desorientación realizándose tomografía que muestra masa heterogénea, en la región frontal izquierda, con cambios quísticos, áreas hiperdensas y efecto de masa, la lesión mide en sus diámetros mayores 82 x 73 mm, sin realce después de la administración del contraste, línea media desviada a la derecha e hipodensidad de la rodilla del cuerpo calloso. Comparado con el estudio previo, la cavidad postlobectomía está ocupada de la lesión (Figura 10).

#### SPECT CEREBRAL DE VIABILIDAD TUMORAL (MIBI, 20 mCi IV)

Se observa hipercaptación focal (masa) anormal en la región frontal izquierda, heterogénea con área fotopénica central con halo hipercaptante que la rodea, de intensidad moderada que se extiende en sentido posterior entrando en contacto con el cuerno frontal del ventrículo lateral izquierdo y en proyección anterior hacia la calota en la región de la craneotomía (Figura 11)

Se realizó cirugía radioguiada con aplicación intraquirúrgica de MIBI 10mCi. Presentando captación del radiotrazador en región frontal izquierda. Resección tumoral guiada con gamacámara (Figura 12).

Fué trasladado a UCI para manejo postquirúrgico, con evolución clínica inicial adecuada, 15 días después presentó deterioro neurológico con dilatación pupilar izquierda, en imágenes se encuentra quiste porencefálico izquierdo a tensión con efecto compresivo sobre el tallo cerebral. Fue llevado a descompresión urgente sin mejoría clínica y 2 días después se diagnosticó muerte encefálica.

#### DISCUSION:

El MIBI (99mTc MIBI hexakis-2-methoxy-isobutyl-isonitrile, methoxyisobutylisonitrile, MIBI, o sestamibi): Debido a sus propiedades físicas, es un mejor radiotrazador para la cirugía radioguiada que el thallium-201 chloride debido a su disponibilidad al rico "flujo de fotones" que mejora la detección de la captación patológica con la gamacámara y gama sonda (9) la toma por parte de las células neoplásicas depende de diversos factores tales como el flujo regional de sangre, los potenciales de membrana plasmática y mitocondrial, la angiogénesis, y el metabolismo tisular, aproximadamente el 90% de la actividad del trazador se concentra en la mitocondria. Sin embargo la captación fisiológica de MIBI por los plejos coroideos es una desventaja en la evaluación de lesiones localizadas profundamente en las regiones paraventriculares (16).

La relación lesión/fondo con este trazador es alta en los tumores y, en principio, adecuada para los fines de la técnica. Además, el tejido cicatricial no presenta captación activa, por lo que es muy útil para distinguirlo del tejido tumoral durante el acto quirúrgico. (9-18)

Los Tumores cerebrales de alto grado tienen una absorción de TC-99 m con MIBI aumentada en comparación con la de los tumores de bajo grado. La absorción de Tc-99m MIBI está relacionada con el porcentaje de células en fase S y el nivel de aneuploidía del tumor cerebral (12)

Los estudios que se ha realizado con Neurocirugía radioguiada son limitados en el mundo pero con buenos resultados utilizando diversos radiotrazadores. Se ha encontrado hasta el momento solo estudios descriptivos de reportes de casos, en pacientes donde se reporta la experiencia del uso de esta técnica quirúrgica en resección de tumores cerebrales supratentoriales: metástasis cerebrales, gliomas de alto grado de novo y recidivas y meningiomas. (7, 9,11-15)

Trabajos en Neurocirugía radioguiada

En 2002, Vilela Filho y Carneiro Filho por primera vez describieron el uso de  $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI, en una dosis de mCi (1110 MBq), para la resección asistida por gama sonda de una metástasis de carcinoma de células renales del lóbulo parietal derecho (13)

En 2004, Kojima et al reportaron el uso de  $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI, en una dosis desconocida, para una resección asistidas con gama sonda en 13 pacientes tanto con astrocitomas primarios o recurrentes como lesiones cerebrales metastásicas (14)

En 2005, Gay et al reportaron el uso de  $^{111}\text{In}$ -(DTPA)-D-Phe<sup>1</sup> pentetreótido, un análogo de la somatostatina, en una dosis de 3 mCi (111 MBq), para la resección radioguiada en 10 pacientes con meningiomas en placa. (15)

En 2006, Serrano et al reportaron el uso de  $^{201}\text{Tl}$ , en una dosis de 1.4 mCi (50 MBq), para la resección radioguiada de un astrocitoma de la región temporoparietal derecha (11)

Finalmente, en 2007, Bhanot et al reportaron el uso de  $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI, en una dosis de 10 mCi (370 MBq), para la resección radio asistida con sonda en 13 pacientes con gliomas supratentoriales (16).

En la gran mayoría de casos descritos por los diferentes grupos se realizó una resección completa con la ayuda de la gamasonda, sin efectos adversos ni complicación postquirúrgica. En los pocos casos de residuo tumoral confirmados por SPECT postoperatorio, explican los autores, el cirujano prefirió dejar remanente tumoral a pesar que la sonda así lo indicaba, debido a la localización en áreas elocuentes y poca experiencia de la técnica lo cual los hizo dudar en continuar la cirugía (11, 16).

La exposición a la radiación de miembros del personal quirúrgico con  $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI ha sido investigado previamente (14). El tiempo de exposición media fue de 6.1 Horas para todos los miembros del personal quirúrgico. La dosis media de exposición corporal equivalente por caso fue 27.9, 25.8, and 14.9  $\mu\text{Sv}$ , respectivamente, para el cirujano, enfermera, y anestesiólogo. El tiempo de exposición media era de 6,1 horas para todos los miembros de personal quirúrgico. La dosis de cuerpo entero media equivalente por caso fue 27,9 25,8 y 14,9  $\mu\text{Sv}$ , respectivamente, para el cirujano, enfermera y anestesiólogo (15). The United States Nuclear Regulatory Commission (USNRC) (ICRP) ha fijado el límite de exposición ocupacional anual para adultos como dosis total efectiva equivalente en 50,000  $\mu\text{Sv}$  y The International Commission on Radiological Protection (ICRP) ha fijado el límite de exposición ocupacional anual para adultos como dosis total efectiva 20,000  $\mu\text{Sv}$  por año.

En INC se pudo probar la gamacámara y la gamasonda con gran efectividad. Sin presentarse efectos adversos en la administración del radiofármaco MIBI.

La gamacámara cuenta con 2 sistemas de localización 1 por marcación laser sobre el centro del campo quirúrgico y un puntero de gadolinio móvil que se observa en la pantalla. Adicionalmente la gama sonda identifica la localización de actividad mediante sonido y conteo de cuentas. (Figuras 13 y 14)

Las imágenes son obtenidas de una manera relativamente rápida en solo unos minutos (a partir de 3 minutos se obtiene una imagen útil) además de tener una monitoria permanente durante el transcurso de la cirugía sin interferir con el procedimiento.

Las desventajas encontradas en la imagen por medicina nuclear es la baja definición de imágenes, la avidez del radiotrazador por los plejos coroideos y glándulas salivares que limitan su uso en la fosa posterior y áreas periventriculares. Lo cual exige los conocimientos y atención del neurocirujano durante el procedimiento. La grave complicación en el paciente 3 no se considera secundaria a la aplicación de la técnica sino al gran tamaño y agresividad de la lesión tumoral comprometiendo el ventrículo lateral con la consabida consecuencia

Como ya es conocido no hay afinidad por los tumores de bajo grado y el radiotrazador no es captado por algunos tumores cerebrales de alto grado (12, 18) por lo cual se debe realizar SPECT prequirúrgico para poder confirmarlo y realizar la cirugía radioguiada. y en un caso de Oligoastrocitoma anaplásico Grado III marcó negativo.

No es específico de lesiones tumorales ya que en todos los casos se observó cambios inflamatorios postquirúrgicos en sitio de craneotomía y 1 caso de infección del lecho quirúrgico presentándose una adicional aplicación de la técnica en el reconocimiento y guía quirúrgica de los abscesos cerebrales. .

**CONCLUSIONES:** En la búsqueda de una técnica que asegure al cirujano una resección tumoral lo más completa posible que mejore el pronóstico clínico a los pacientes se ha desarrollado los sistemas de neuronavegación con imágenes pre quirúrgicas estáticas que no están disponibles en la mayoría de instituciones. Con la gamacámara portátil y la radiomarcación se asegura la información de la actividad biológica del residuo tumoral en tiempo real, sin aumentar significativamente los tiempos quirúrgicos y sin aumentar el riesgo, por el contrario diferenciando el tumor y la infiltración del tejido cerebral sano se protege las áreas funcionales cerebrales.

La técnica de cirugía radioguiada demuestra su utilidad en la resección tumoral disminuyendo la cantidad de residuo tumoral, no representa mayor aumento en la complejidad de la cirugía ni en los tiempos quirúrgicos. No se evidencian efectos adversos ante la administración del radiofármaco. Como desventajas se encuentra la mínima captación en los tumores de bajo grado lo cual no lo diferencia del cerebro sano. Requiere de los conocimientos anatómicos y la experiencia del cirujano en las lesiones profundas adyacentes a los ventrículos.

Con esta experiencia en el INC se forman las bases para un protocolo de línea de investigación de cirugía radioguiada con el concurso de instructores y residentes rotantes y de esta manera obtener mayores datos acerca de las indicaciones, beneficios y su comparación con el procedimiento convencional, así como la utilización conjunta de neuronavegador.

#### CONFLICTOS DE INTERES

Este trabajo fue financiado con recursos del INC y trabajo de los investigadores. Sin ningún aporte externo directo o indirecto.

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés



Figura 1 RM cerebral contrastada caso 1 Lesión recidivante temporal derecha

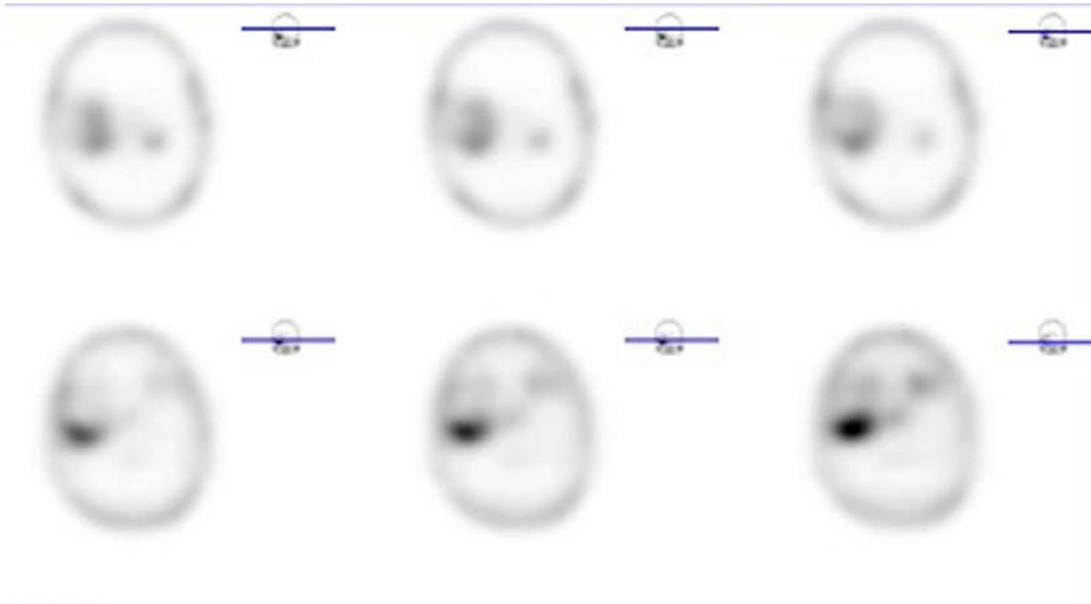


Figura 2 SPECT cerebral con MIBI viabilidad tumoral en region temporal derecha

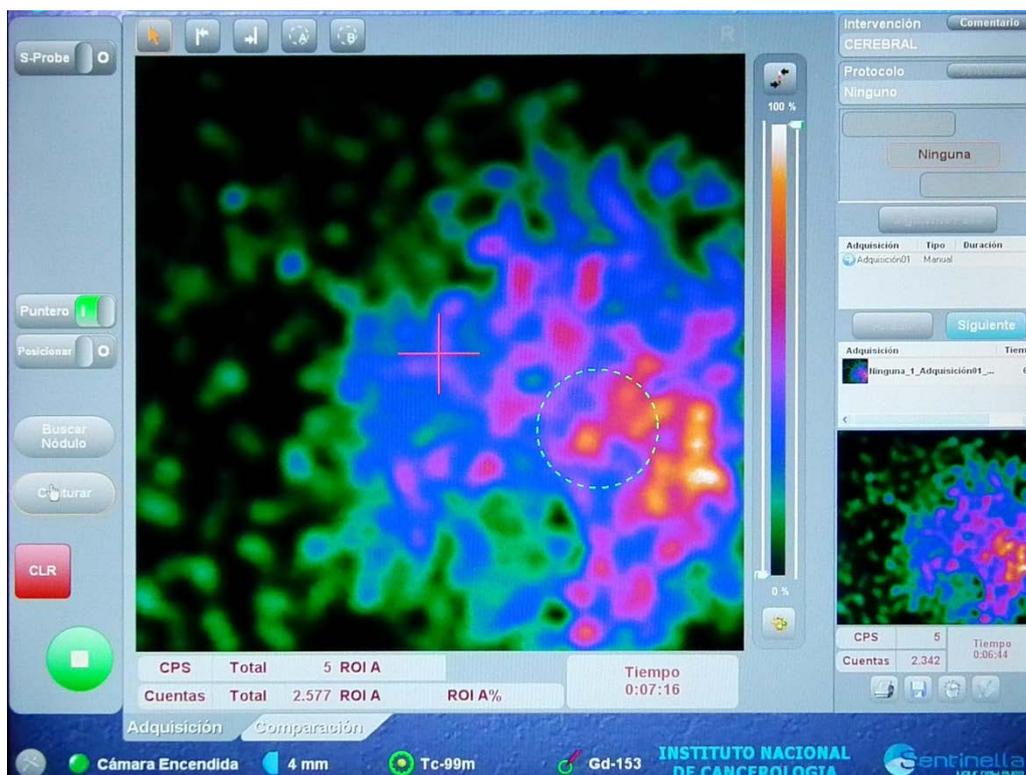


Figura 3 Imagen de gamacamara la cruz demarca el area tumoral



Figura 4 TAC Control postquirúrgico tomográfico se observa lobectomía temporal con área de malacia posterior, sin recidiva tumoral

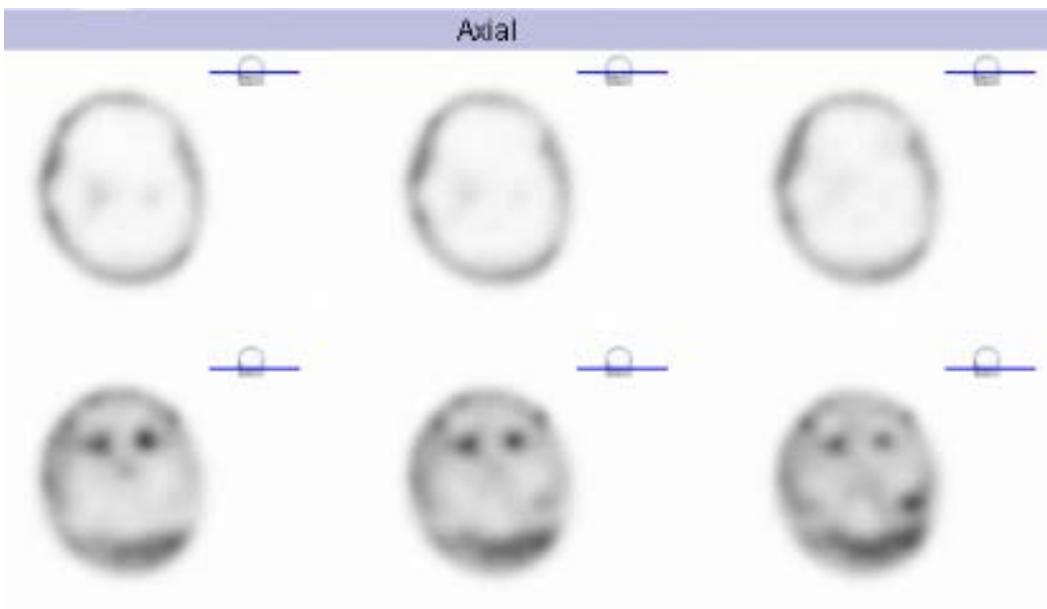


Figura 5 SPECT postquirurgico con desaparicion de la lesion temporal

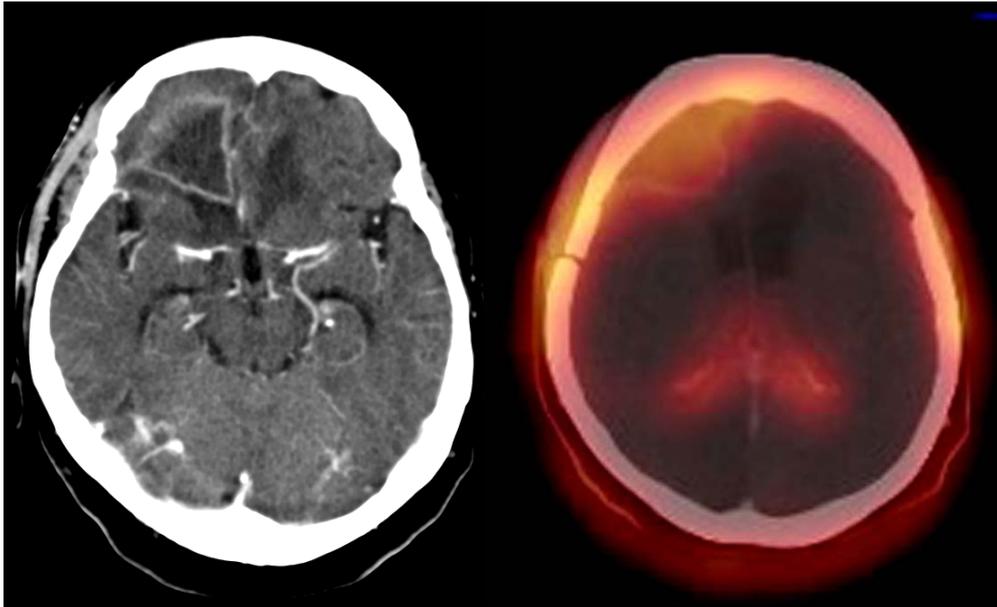


Figura 6 TAC craneo contrastado cambios postquirurgicos, lesion frontal derecha con hipercaptacion periferica, Fusion SPECT CT concentracion del radiotrazador en region frontal dercha y plejos coroideos



Figura 7 Procedimiento de cirugia radioguiada, en a parte superior la camara con monitorizacion permanente in vivo del radiotrazador

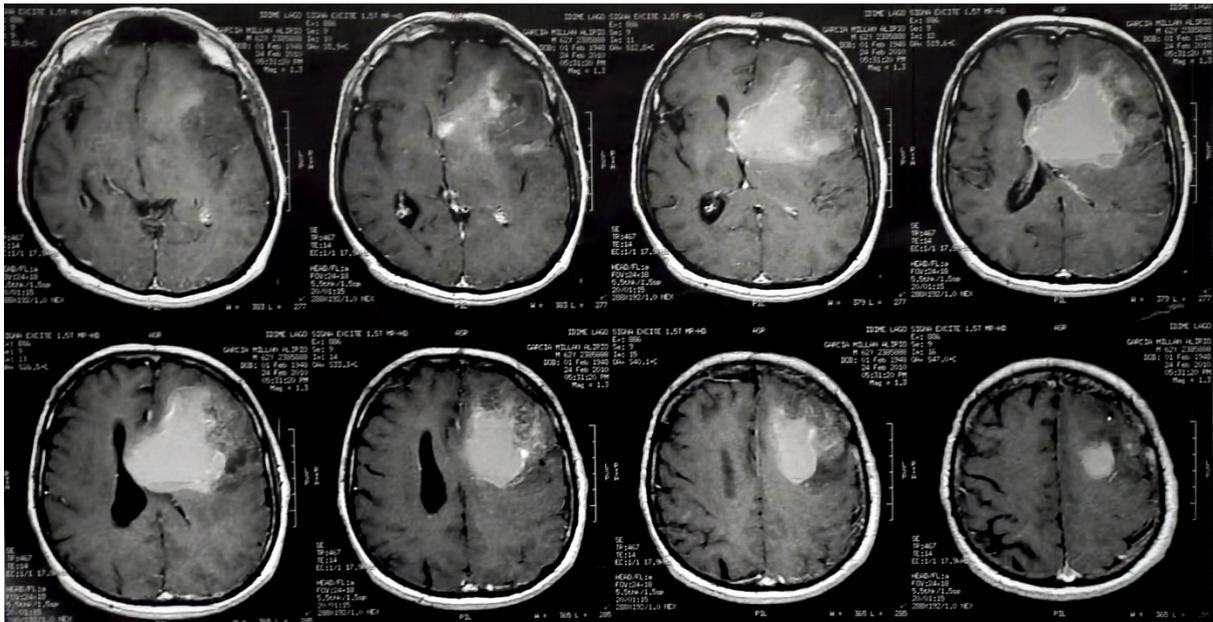


Figura 8 RM cerebral contrastada lesion frontal izquierda

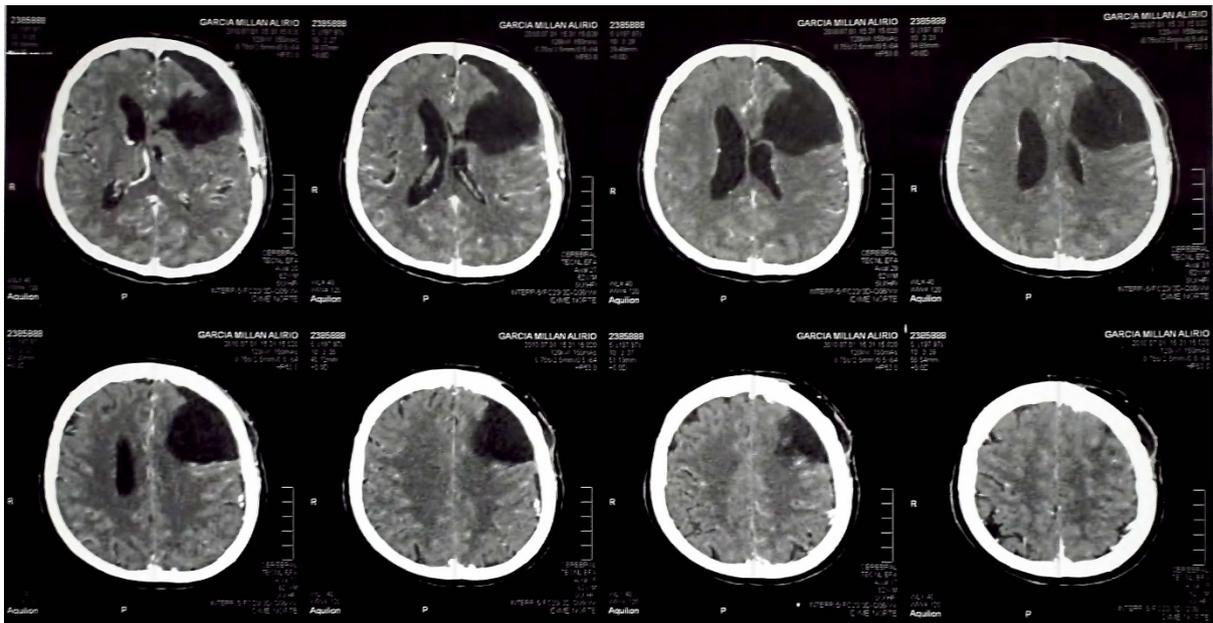


Figura 9 TAC de cráneo contrastado, postquirurgico con adecuada reseccion tumoral

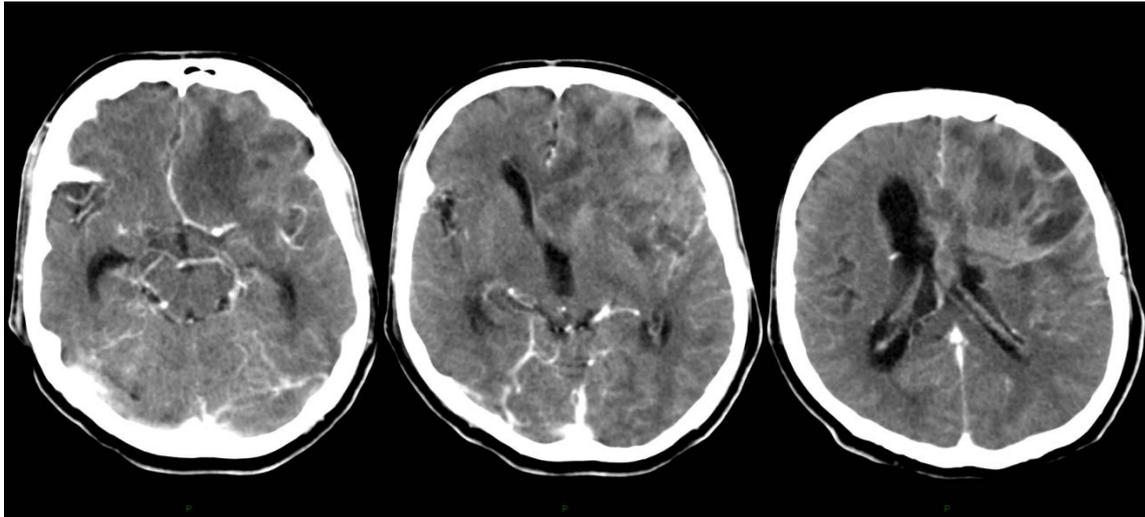


Figura 10 TAC de cráneo contrastado, Recidiva de lesión frontal izquierda, con compromiso del cuerpo caloso, desviación de la línea media a la derecha

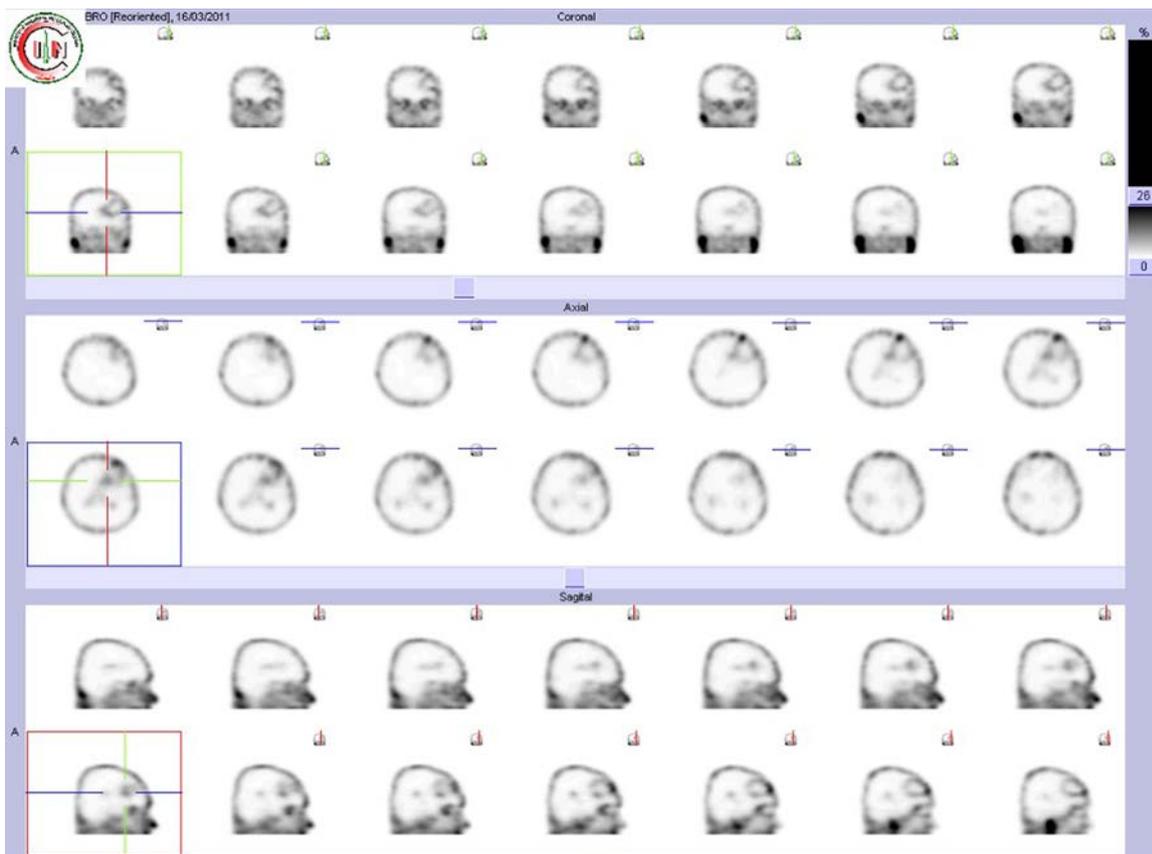


Figura 11 SPECT cerebral se observa actividad frontal izquierda con posible necrosis central

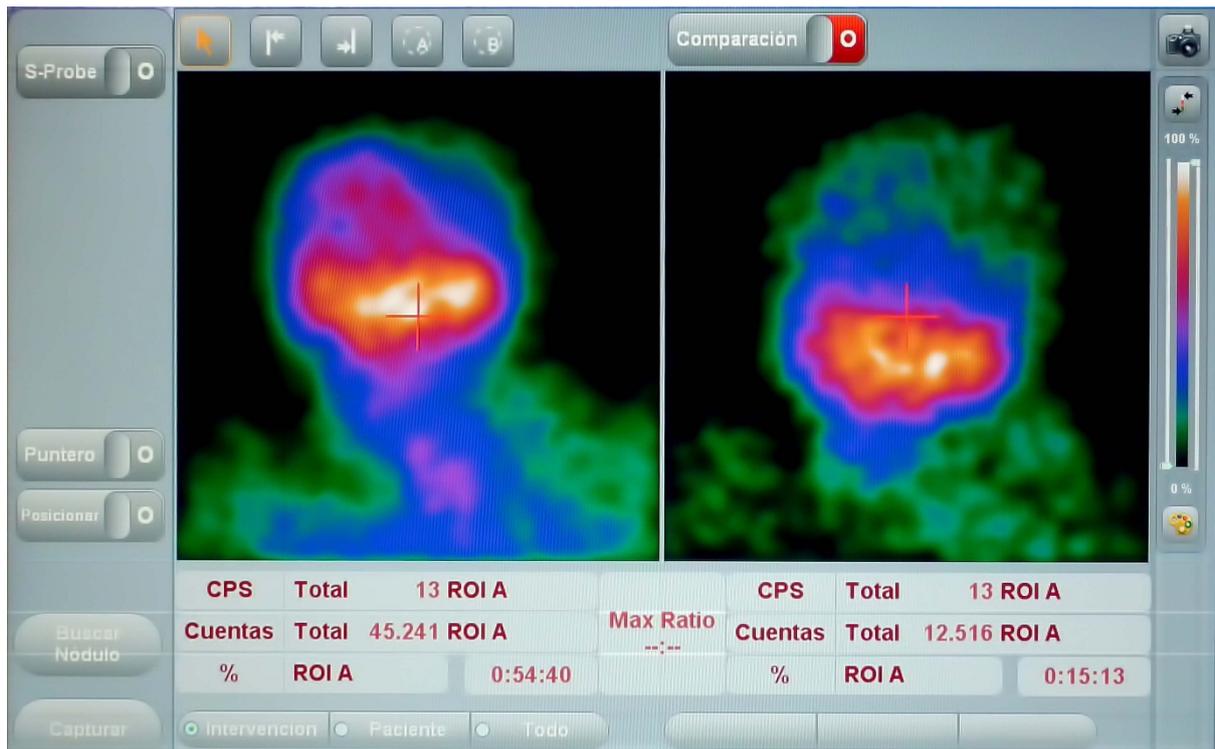


Figura 12 Imagen de gamacamara intraquirurgica del lado izquierdo se observa actividad tumoral frontal, al lado izquierdo actividad cerebral normal al finalizar la reseccion tumoral



Figura 13 minigammacámara portátil (Sentinella®) Onco Vision



Figura 14 a) Localizador laser y Puntero de Gadolinio para optimización en la localización anatómica. b) Gamasonda

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Mitchel S. Berger, Michael D. Prados. Textbook of neuro-oncology 2005. by Elsevier Inc Chap 9 68-69
2. Ordoñez, S., Castro, C. Guías de Práctica Clínica en Enfermedades Neoplásicas. 2001 Instituto Nacional de Cancerología. 2ª Edición. Bogotá: s.n., 2001.
3. Palacio, D. Rada C ., Murillo R. Instituto Nacional de Cancerología Anuario Estadístico Año 2008 vol 6. Bogotá, D.C: s.n., 2009. ISSN: 1909-8995.
4. Muir C, Waterhouse J, Mack T, Powell J, Whelan Cancer incidence in five continents. S . 1987, International Agency for Research on, p. vol V. IARC Scientific
5. Faramarz A., Abbass A., Mohammad R, Morteza A. Evaluating the prognostic factors effective on the outcome of patients with glioblastoma multiformis: does maximal resection of the tumor lengthen the median survival? Surgical Neurology xx (2009) xxx–xxx.
6. KJ, Zulch. Brain tumors their biology and pathology. Berlin Heidelberg New York : Springer, 1986.
7. Jörg-Christian Tonn, Manfred Westphal, James T. Rutka (Eds.). Oncology of CNS Tumors. s.l. : Springer-Verlag Berlin Heidelberg , 2010.
8. N. Sanai and M. S. Berger. Intraoperative stimulation techniques for functional pathway.. February 2010, Neurosurg Focus , p. Volume 28 .
9. J. Serrano, j.i. Rayo, j.r. Infante, m.l. Domínguez, I. Lorenzana, j.l. Porras, j.m. Cabezudo Neurocirugía radiodirigida: una aplicación novedosa.,. 2006, Rev Esp Med Nucl, págs. 25(3):184-7.
10. Christian Cohade, MD, Richard L. Wahl, MD. PET Scanning and Measuring the Impact. 2002, The Cancer Journal, pp. Volume 8 Number 2 March/ April, 119-134.
11. Justo Serrano, PhD, Juan I. Rayo, PhD, Jose R. Infante, PhD, Luz Domínguez, Radioguided Surgery in Brain Tumors With Thallium-201. MD.,. 2008, Clin Nucl Med, pp. 33: 838–840.

12. Ilknur Ak, Zafer Gülbaz, Faruk Altinel, Verkan Vardareli Tc-99m MIBI Uptake and Its Relation to the Proliferative Potential of Brain Tumors.. 2003, CLINICAL NUCLEAR MEDICINE, pp. Volume 28, Number 1, pp 29–33.
13. Vilela Filho O, Carneiro Filho O Gamma probe-assisted brain tumor microsurgical resection: a new technique.. 2002, Arq Neuropsiquiatr , pp. 60:1042-1047.
14. Kojima T, Kumita S, Yamaguchi F, Mizumura S, Kitamura T, Kumazaki Radio-guided brain tumorectomy using a gamma detecting probe and a mobile solid-state gamma camera.. 2004, Surg Neurol, pp. 61:229-238. discussion 238.
15. Gay E, Vuillez JP, Palombi O, Brard PY, Bessou P, Passagia Intraoperative and postoperative gamma detection of somatostatin receptors in bone-invasive en plaque meningiomas. JG. 2005, Neurosurgery, pp. 57(1 Suppl):107-112. discussion 112–113.
16. Bhanot Y, Rao S, Parmeshwaran Radio-guided neurosurgery (RGNS): early experience with its use in brain tumour surgery. RV. 2007, Br J Neurosurg , pp. 21:382-388.
17. Stephen P Povoski\*1, Ryan L Neff1, Cathy M Mojzisek1,2, David M O'Malley. A comprehensive overview of radioguided surgery using gamma detection probe technology.,. 2009, World Journal of Surgical Oncology, pp. 7:11 doi:10.1186/1477-7819-7-11.
18. Orazio Schillaci, MD, PhD, Luca Filippi, MD, Carlo Manni, MD, and Riccardo Santoni, MD: Single-Photon Emission Computed Tomography/Computed Tomography in Brain Tumors. Semin Nucl Med 37:34-47 2007 Elsevier Inc