

APROXIMACIÓN DIAGNÓSTICA A LAS LESIONES DEL TALLO CEREBRAL EN NIÑOS Y ADULTOS A TRAVÉS DE BIOPSIA GUIADA POR ESTEREOTAXIA

OSCAR ANDRÉS ESCOBAR VIDARTE, M.D.¹, JAIRO ALBERTO ESPINOZA MARTÍNEZ, M.D.²,
RENÉ JULIÁN VARELA OSORIO, M.D.³

RESUMEN

Introducción: Los tumores del tallo cerebral corresponden al 10 a 15% de las lesiones primarias del SNC en niños y al 2% en adultos. Dada la diversidad etiológica y el excesivo riesgo de una aproximación quirúrgica, el protocolo de manejo y el pronóstico de los pacientes dependen de un eficaz diagnóstico histológico. **Materiales y métodos:** Se realizó un análisis retrospectivo de 17 pacientes con lesiones del tallo cerebral no resecables, sin diagnóstico histopatológico, que fueron llevados a biopsia estereotáctica guiada por imágenes con marco de estereotaxia con un abordaje transfrontal como método de obtención de tejido. **Resultados:** Se encontró en esta serie una posibilidad diagnóstica del 94,1%, con una tasa de complicaciones del 5,8% y 0% de mortalidad. El promedio de edad fue de 31,8 en un rango de 3 a 67 años. El 58,9% fueron mujeres y el 41,1% hombres. La localización más frecuente fue en el mesencéfalo (41,1%). El principal diagnóstico histológico corresponde a gliomas de alto grado, siendo el tumor más frecuente en la población adulta. **Conclusión:** En las lesiones del tallo se hace esencial tener una muestra de tejido para ofrecer un apropiado manejo, teniendo en cuenta que la correlación con las imágenes no es precisa. Se han documentado tasas de diagnóstico histopatológico del 94,8% de los casos con una tasa de complicaciones totales del 8,9%. La biopsia estereotáctica de lesiones en el tallo cerebral es un procedimiento efectivo y seguro, sin embargo, la decisión final debe realizarse individualizando cada caso en un grupo multidisciplinario.

Palabras claves: Tallo cerebral, Biopsia estereotáctica

¹Neurocirujano Funcional. Profesor Auxiliar, Sección de Neurocirugía. Universidad del Valle. Coordinador Servicio de Neurocirugía y Unidad de Clínica del Dolor. Clínica Amiga Comfandi. Cali, Colombia. neuroescobar@yahoo.com

²Neurocirujano Funcional. Jefe Centro Integral De Movimientos Anormales y Dolor (CIMAD). Clínica Marly. Hospital Infantil de San José. Bogotá, Colombia

³Neurocirujano. Servicio Neurocirugía y Unidad de Clínica Del Dolor. Clínica Amiga Comfandi. Cali, Colombia

Recibido para publicación: enero 15, 2015
Aceptado para publicación: agosto 14, 2015

SUMMARY

Introduction: The brain stem tumors correspond to 10-15% of primary CNS lesions in children and 2% in adults. Given the etiological diversity and the excessive risk of surgical approach, the effective histological diagnosis is the cornerstone of the treatment and outcome of patients. **Materials and Methods:** Was performed a retrospective analysis of 17 patients with unresectable lesions brainstem, without histopathologic diagnosis and an image-guided stereotactic biopsy with stereotactic frame with transfrontal approach as a method for acquire tissue. **Results:** It was found in this series a diagnostic possibility of 94.1%, with a complication rate of 5.8% and 0% mortality. The average age was 31.8 in the range of 3-67 years. 58.9% were women and 41.1% men. The most frequent location was in the midbrain (41.1%). The main histological diagnosis corresponds to high-grade gliomas, the most common tumor in adults. **Conclusion:** In brainstem lesions is essential to take a tissue sample to provide appropriate management, taking into account the correlation with the images is not accurate. In recent studies have been documented histopathological diagnosis rates of 94.8% with a total complication rate of 8.9%. Stereotactic biopsy of lesions in the brain stem is an effective and safe procedure, however the final decision should be made individualizing each case in a multidisciplinary group.

Key words: Brain stem, Stereotactic biopsy, Safe

INTRODUCCIÓN

El tallo cerebral, definido como mesencéfalo, puente y médula oblongata, es una de las estructuras más complejas del cuerpo humano, protegido por el clivus anteriormente, la parte petrosa del temporal lateralmente, el diencefalo en la cara superior, el cerebelo posteriormente y la médula espinal caudalmente; y al ser una estructura vital se constituye en paso obligado de extensos sistemas de fibras ascendentes y descendentes, reuniendo todas las

funciones motoras, sensitivas, simpáticas y parasimpáticas implicadas en funciones básicas para el proceso de vida y su homeostasis.

Los tumores del tallo cerebral corresponden aproximadamente al 1,6% de todos los tumores del Sistema Nervioso Central (SNC) y al 10-15% de todos los tumores intracraneales en la población pediátrica, donde la mayor parte corresponden a gliomas del tallo. Estas lesiones pueden presentarse a cualquier edad, pero generalmente se diagnostica entre los 7 y 9 años de edad, así mismo representan muchas entidades histopatológicas, con un amplio espectro clínico, biológico y radiológico.

Antes de la aparición de la Resonancia Nuclear Magnética (RNM), las lesiones tumorales del tallo cerebral eran consideradas como una sola entidad, sin embargo, con la RNM se ha reconocido que estas lesiones son un grupo heterogéneo; donde aproximadamente el 20% son lesiones focales y el 80% son lesiones difusas y con peor pronóstico, el pronóstico de una lesión tumoral intracraneana, además de las características imagenológicas, depende principalmente de su histopatología y del grado de malignidad, y en segundo lugar de la sensibilidad de la lesión a las opciones terapéuticas (grado de resección quirúrgica, radioterapia, quimioterapia, terapias alternas coadyuvantes). Actualmente el pronóstico también varía según las características moleculares del tejido tumoral, abriendo una puerta a las terapias moleculares.

Aunque la RNM es esencial para el diagnóstico de las lesiones en el tallo cerebral, varios estudios han reportado discordancia entre los hallazgos imagenológicos e histopatológicos, con una buena sensibilidad para la RNM pero con baja especificidad para distinguir entre lesiones tumorales y no tumorales tanto en la población pediátrica como adulta. Asociado esto a las características anatómicas y funcionales del tallo, que lo hacen un área elocuente, los abordajes quirúrgicos de estas lesiones se han asociado a altas tasas de morbi-mortalidad, motivo por el cual algunos centros prefieren el manejo no quirúrgico de estas lesiones con tratamientos coadyuvantes o paliativos empíricos con quimioterapia y radioterapia sin tener previamente un estudio histopatológico.

Debido a la dificultad de realizar resecciones lesionales en el tallo y a la dificultad de realizar un diagnóstico

preciso únicamente basado en la imagen; la toma de biopsias de tejido anormal aparece como una opción para realizar un adecuado análisis histo-patológico y terapéutico. Sin embargo, a pesar de las múltiples técnicas quirúrgicas, dada la importancia funcional del tallo, el manejo de las lesiones a este nivel sigue siendo difícil y controversial. En este documento se presentan 17 pacientes con lesiones del tallo cerebral que fueron llevados a biopsia estereotáctica guiada por imágenes para estudio histopatológico, así como el análisis de la literatura sobre la seguridad, eficacia y utilidad de este procedimiento en el enfoque diagnóstico y terapéutico de estas lesiones.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un análisis retrospectivo de 17 pacientes con lesiones a nivel del tallo cerebral que fueron llevados a biopsia estereotáctica guiada por imágenes en varios centros de nivel III o IV de atención. El análisis se llevó a cabo por medio de la revisión de la historia clínica, incluyendo algunas variables demográficas como la edad y el sexo del paciente, categorizando al paciente pediátrico hasta los 15 años; características propias de la lesión como la localización, el manejo quirúrgico, la evolución post operatoria teniendo en cuenta las complicaciones y el diagnóstico histopatológico.

Los criterios de inclusión fueron todos aquellos pacientes que presentaban lesiones difusas o infiltrativas en el tallo cerebral no resecables o con lesiones focales no resecables por ubicación o por condiciones propias del paciente que fueran susceptibles para la realización de una biopsia por estereotaxia de la lesión.

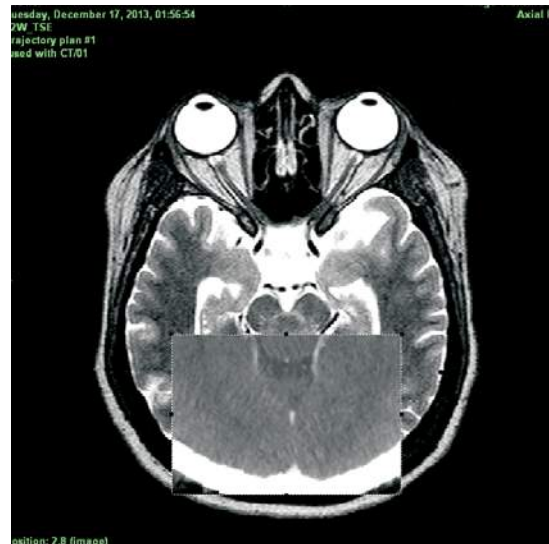
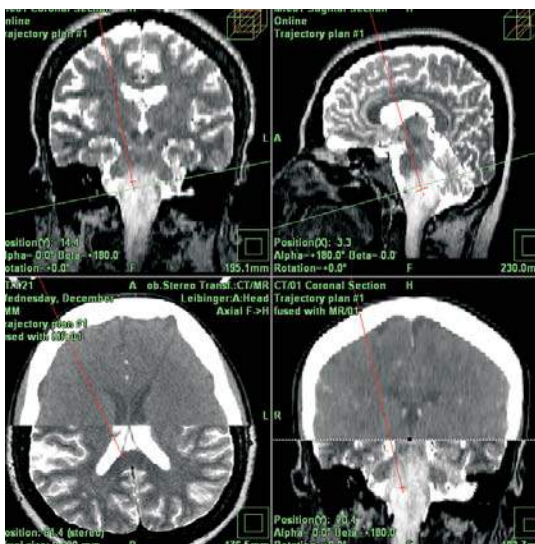
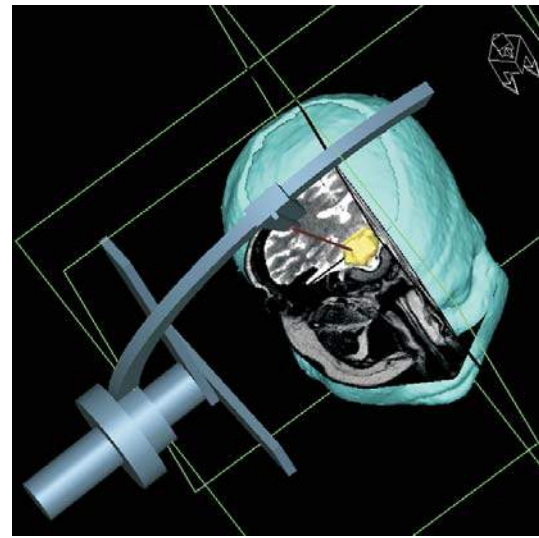
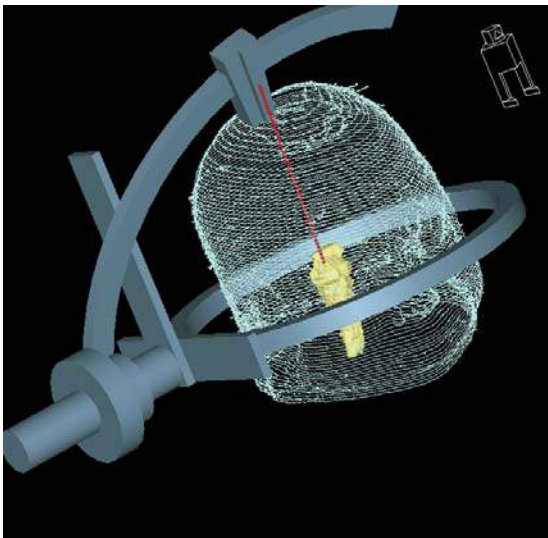
En todos los pacientes se realizó RNM con medio de contraste de cerebro con cortes finos de 2 mm pre-operatoria, el procedimiento se realizó bajo anestesia local y sedación asistida por anestesiología en los pacientes adultos y bajo anestesia general en los niños. Todos los pacientes fueron posicionados en un marco de estereotaxia Leksell[®], CAAT[®] o ZD[®]; y posteriormente llevados a la toma de una tomografía cerebral con medio de contraste para realizar una fusión de imágenes (resonancia y tomografía cerebrales) con un software Praezis[®] y así realizar la planeación de las trayectorias seguras hasta el blanco seleccionado a nivel de la lesión en estudio, todos por vía transfrontal, precoronar y transcortical, evitando el daño a las

estructuras vasculares y neurales elocuentes (Figuras 1-4). Una vez realizada la planeación, todos los pacientes fueron llevados a cirugía para realización de la biopsia. Estas muestras fueron enviadas a análisis histopatológico. En el post operatorio inmediato fueron llevados para observación estricta en la unidad de cuidado intensivo pediátrica o adulta según el caso, recibieron esteroide endovenoso por 24 horas y posteriormente fueron llevados a un control escanográfico. Luego de la vigilancia en cuidado

intensivo los pacientes fueron trasladados a un cuarto de hospitalización y dados de alta dependiendo de las condiciones del paciente.

RESULTADOS

Diecisiete pacientes con lesiones en el tallo cerebral se llevaron a cirugía para toma de biopsia guiada por estereotaxia y software de alta precisión, los cuales tenían un promedio de edad de 31,8 años (rango entre 3



Figuras 1-4. Realización de biopsia de lesiones en el tallo cerebral con posicionamiento de marco de estereotaxia de alta precisión (1, 2) y utilización de software de alta precisión para planeación de trayectorias estereotácticas con fusión de imágenes (3, 4).

y 67 años), de los cuales 4 pacientes eran pediátricos y 13 pacientes adultos con un porcentaje del 23,5 % y 76,5 % respectivamente. El 41,1% (7 pacientes) de los casos fueron hombres y el 58,9 % correspondieron al sexo femenino (Tabla 1).

Las lesiones se localizaron en el mesencéfalo en 7 casos (41,1%), en el puente en 6 casos con un 35,4% y se consideraron bulbo-pontinos 4 casos (23,5%). El diagnóstico histopatológico más común correspondió a lesiones tumorales tipo glioma en 11 pacientes, donde 6 casos fueron astrocitomas de alto grado (WHO III y WHO IV) y 5 casos de bajo grado de malignidad (WHO II). Adicional a las lesiones tumorales se diagnosticaron una encefalitis viral, una enfermedad linfoproliferativa post trasplante renal, una inflamación crónica inespecífica., una histiocitosis de Langerhans y una metástasis (Tabla 1) (Figuras 5-7)

En uno de los casos que presentaba lesión de la lámina cuadrigémina del mesencéfalo no se obtuvo diagnóstico histopatológico. Con estos datos, se pudo establecer una posibilidad diagnóstica en esta serie del 94,1%. Dentro del grupo de pacientes se documentó un caso de sangrado mesencefálico post quirúrgico que presentaba monoparesia densa de la extremidad superior derecha, quien se encuentra actualmente en proceso de rehabilitación, estableciendo una tasa de

complicaciones post operatorias del 5,8%, sin documentar mortalidad asociada.

DISCUSIÓN

Los tumores del tallo cerebral corresponden a un porcentaje pequeño dentro de todas las lesiones tumorales del Sistema Nervioso Central, sin embargo, hacen parte importante de la patología tumoral de la población pediátrica, son lesiones que comprometen esta estructura vital predominantemente de forma difusa. Por otro lado las biopsias estereotácticas de lesiones cerebrales han abierto la puerta a un nuevo enfoque en el diagnóstico y tratamiento de los tumores cerebrales, pues han permitido la obtención de tejido de una forma precisa y segura, lo que es fundamental para establecer un manejo óptimo para una lesión intracraneal.

Antes del advenimiento de los procedimientos estereotácticos modernos, las biopsias eran obtenidas por craneotomías a mano alzada, con importantes tasas de morbi-mortalidad peri-operatoria que oscilaban entre 30 a 40% de los casos, sin embargo, a partir de 1970, se comienzan a refinar estas técnicas y se describe la biopsia estereotáctica, permitiendo altas tasas diagnósticas y bajos niveles de morbi-mortalidad a través de este tipo de procedimientos. Hoy en día las

Tabla 1
Serie de 17 pacientes con lesiones del tallo cerebral que fueron llevados a biopsia estereotáctica guiada por imágenes

| PACIENTE | EDAD | SEXO | POBLACIÓN | LOCALIZACIÓN | DIAGNÓSTICO | COMPLICACIONES |
|----------|------|-----------|------------|---------------|---|--|
| 1 | 28 | Masculino | Adulto | Puente | Inflamación crónica inespecífica | Ninguna |
| 2 | 47 | Femenino | Pediátrico | Bulbo-Pontina | Enfermedad Linfoproliferativa Post-trasplante | Ninguna |
| 3 | 32 | Femenino | Adulto | Puente | Astrocitoma WHO II | Ninguna |
| 4 | 41 | Masculino | Adulto | Mesencéfalo | Astrocitoma WHO II | Ninguna |
| 5 | 6 | Masculino | Pediátrico | Mesencéfalo | Ninguna | Ninguna |
| 6 | 3 | Femenino | Pediátrico | Bulbo-Pontina | Astrocitoma WHO IV | Ninguna |
| 7 | 5 | Femenino | Pediátrico | Bulbo-Pontina | Encefalitis viral | Ninguna |
| 8 | 58 | Femenino | Adulto | Mesencéfalo | Astrocitoma WHO IV | Ninguna |
| 9 | 33 | Masculino | Adulto | Mesencéfalo | Astrocitoma WHO III | Ninguna |
| 10 | 27 | Masculino | Adulto | Puente | Astrocitoma WHO III | Ninguna |
| 11 | 39 | Masculino | Adulto | Puente | Astrocitoma WHO II | Ninguna |
| 12 | 67 | Femenino | Adulto | Mesencéfalo | Metástasis | Ninguna |
| 13 | 51 | Femenino | Adulto | Puente | Astrocitoma WHO III | Ninguna |
| 14 | 28 | Femenino | Adulto | Mesencéfalo | Histiocitosis de Langerhans | Ninguna |
| 15 | 34 | Femenino | Adulto | Bulbo-Pontina | Astrocitoma WHO II | Sangrado mesencefálico - monoparesia extremidad superior |
| 16 | 36 | Femenino | Adulto | Mesencéfalo | Astrocitoma WHO II | Ninguna |
| 17 | 7 | Masculino | Pediátrico | Puente | Astrocitoma WHO IV | Ninguna |

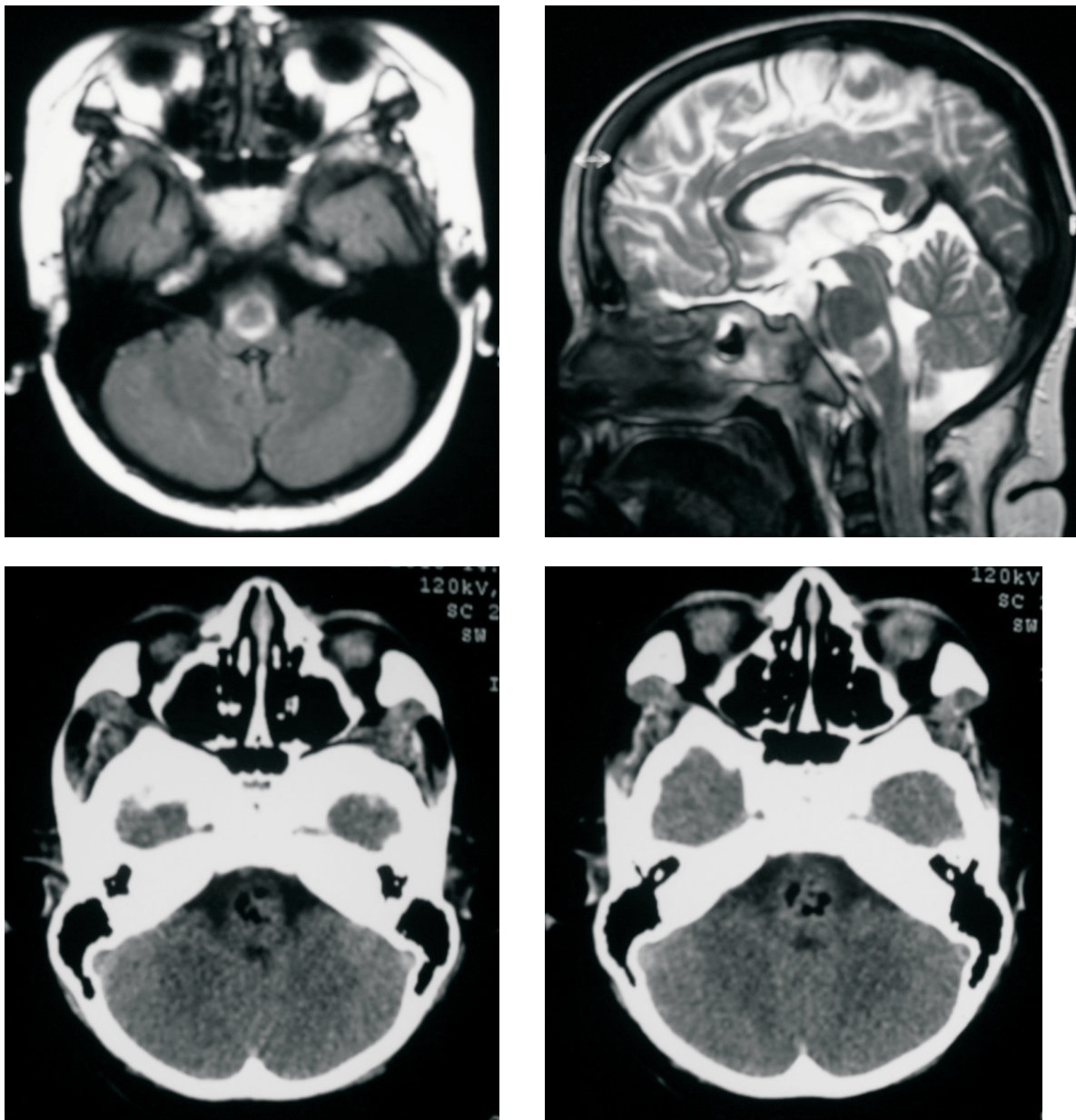


Figura 5. Paciente de 9 años con lesión en la transición bulbo-pontina reportada como Enfermedad Linfoproliferativa post trasplante renal. Figura 5-1. RMN cerebral pre quirúrgica secuencias T1 axial y T2 sagital. Figura 5-2. Tomografía cerebral simple post quirúrgica

biopsias estereotácticas guiadas por imágenes son cirugías seguras en lesiones cerebrales supratentoriales, sin embargo su aplicación en el manejo de las lesiones infratentoriales, principalmente en el tallo cerebral había sido realmente limitada, pero ahora representan aproximadamente entre el 5 y 12% de las biopsias cerebrales, donde su realización por un equipo con

experiencia y con ayuda de imágenes resulta en un procedimiento seguro y efectivo.

Al igual que las técnicas quirúrgicas, las técnicas de neuro-imagen han tenido un avance significativo, y ahora es posible conocer mejor las lesiones del tallo cerebral, como su localización y extensión, sus

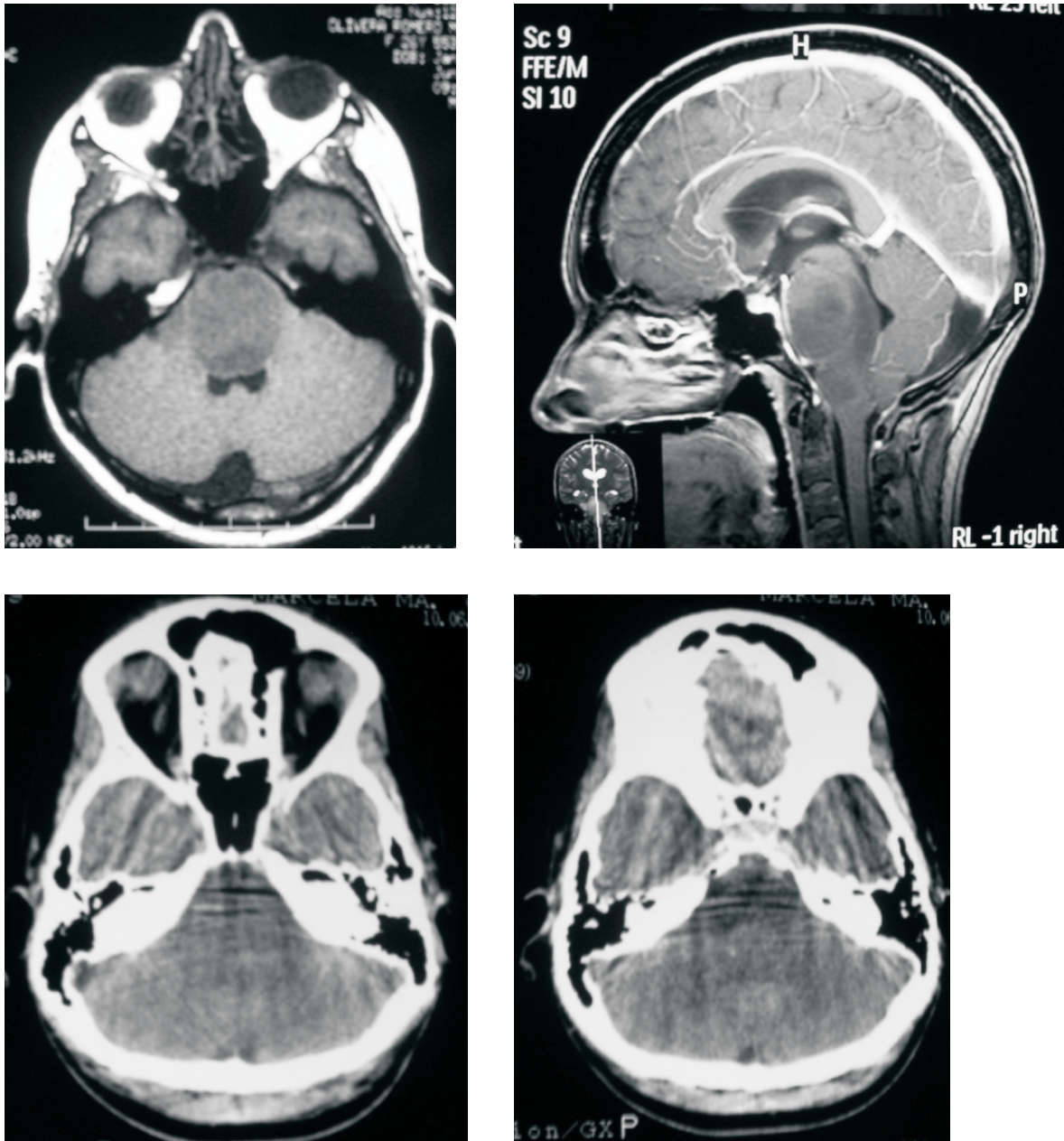


Figura 6. Paciente de 26 años con lesión bulbo-pontina reportada como Astrocitoma de bajo grado WHO II. Figura 6-1. RMN cerebral pre quirúrgica secuencias T1 axial y T1 sagital con medio de contraste. Figura 6-2. Tomografía cerebral post quirúrgica

relaciones anatómicas y hasta algunas características metabólicas de la lesión, permitiendo junto a la historia clínica proponer diagnósticos tentativos con mayor precisión, siendo estos muchas veces el pilar en la toma de decisiones en el manejo de los tumores del tallo, sobre todo en la población pediátrica, donde muchos autores han preferido el manejo conservador. Sin embargo,

actualmente disponemos de estudios que aportan detalles anatómicos finos (tomografía, resonancia, angiografía, tractografía) o información adicional sobre la naturaleza de las lesiones y los aspectos funcionales de los tejidos neurales circundantes (espectroscopia, PET).

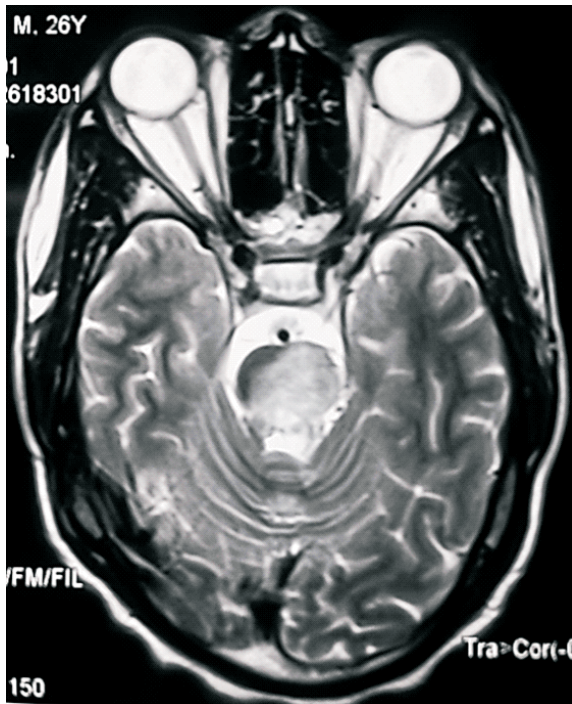


Figura 7. Paciente de 51 años con lesión pontina reportada como Astrocitoma de alto grado WHO III. Figura 7-1. RMN cerebral pre quirúrgica secuencia T2 axial. Figura 7-2. Tomografía cerebral post quirúrgica

A pesar que las técnicas de imagen digitales tiene un valor invaluable en neuro-oncología, su rol en el diagnóstico diferencial de tumores del tallo cerebral sigue siendo controversial y limitado, con una buena sensibilidad para la RNM cercana al 94%, pero con una especificidad tan baja como del 43% con dificultades para diferenciar entre lesiones tumorales y no tumorales e inclusive para diferenciar entre lesiones de alto y bajo grado de malignidad. Rachinger et al., encontraron una discordancia aproximada del 30% entre el diagnóstico prequirúrgicos con imágenes y el resultado histopatológico, con cifras de especificidad tan bajas como del 46,6% para gliomas de bajo grado y del 61,7% para lesiones de alto grado. Debido a que los tumores en tallo cerebral en niños tienen un pobre pronóstico, con una supervivencia de 12 a 15 meses después del diagnóstico, estas lesiones deben ser diagnosticadas usando métodos confiables y seguros que representen el menor estrés para el paciente, como la biopsia estereotáctica, que provee el menor trauma quirúrgico y la mayor precisión diagnóstica que permita ingresar al paciente en un protocolo óptimo de manejo.

Está bien establecido que el diagnóstico histopatológico y la estadificación de una lesión tumoral es un factor

pronóstico importante tanto en la población adulta como pediátrica, inclusive las muestras de tejido tumoral ayudan hoy en día a establecer factores pronóstico más refinados, basados en las características biológicas y genómicas del tejido tumoral. A su vez es claro que más información sobre las características de una lesión tumoral, inflamatoria o infecciosa permite acceder a más posibilidades de tratamiento, principalmente en los adultos, donde la gran heterogeneidad de las lesiones en tallo representan un reto terapéutico con las nuevas terapias dirigidas a un blanco específico. Actualmente en varios centros se considera inaceptable no realizar una biopsia estereotáctica a lesiones en el tallo cerebral, estando indicadas cuando la patología del blanco sea desconocida o cuando una futura terapia será influenciada por la naturaleza histológica de la lesión, procedimiento que presenta una morbi-mortalidad baja y aceptable.

Este procedimiento se puede realizar utilizando un abordaje transfrontal ipsilateral o contralateral, tanstentorial o transcerebeloso suboccipital, definido esto por la localización de la lesión, que se establece con estudios de resonancia prequirúrgicos y su análisis

en el proceso de planeamiento en el software respectivo. El abordaje transfrontal es la única ruta posible para realizar biopsias de lesiones localizadas en el tegmento mesencefálico, además que ofrece una ruta directa a las demás partes del tallo, inclusive el puente y el bulbo, convirtiéndose en una vía de acceso quirúrgico con un buen perfil de seguridad a estructuras vitales y elocuentes. Usualmente se utiliza un punto de entrada coronal anterior y parasagital, con una trayectoria que pasa a través de la corteza frontal, el cuerno frontal del ventrículo lateral (o lateral a él), el tálamo anterior y finalmente el pedúnculo cerebral; antes de llegar al blanco seleccionado en alguna de las secciones del tallo.

El análisis de las imágenes prequirúrgicas en un software para planeamiento de procedimientos estereotácticos permite calcular una trayectoria óptima en las tres dimensiones y ajustar el punto de entrada, evitando lesionar estructuras neuro-vasculares vitales y en especial el espacio subaracnoideo, disminuyendo el riesgo de hemorragia post procedimiento. En nuestra experiencia la mayoría de lesiones del tallo se pueden abordar a través de esta vía (vía transfrontal ipsilateral), realizando previamente un planeamiento de la trayectoria principalmente respetando las estructuras anatómicas críticas y las estructuras vasculares, proceso en el resulta de gran utilidad, en caso de contar con ello, el aporte de la tractografía. En caso de no poder evitar alguna de las estructuras vitales, recomendamos incluso tener en cuenta las maniobras de navegación estereotáctica, los cuales permiten en puntos específicos evitar estas estructuras y minimizar riesgos de sangrado o de déficit neurológico.

El abordaje suboccipital transcerebeloso ha sido descrito como método para obtener muestras de lesiones localizadas en el mesencéfalo inferior, laterales en el puente y médula rostral, utilizando para ello una trayectoria que atraviesa el hemisferio y el pedúnculo cerebeloso medio ipsilaterales a la lesión. Esta trayectoria se planea lo más corta y segura posible gracias al análisis de imágenes en el software de planeamiento, evitando siempre contacto con el tentorio, sin embargo, presenta varios inconvenientes como la necesidad de realizarlo con frecuencia bajo anestesia general por la posición; además del discomfort asociado a la disección muscular.

La complicación más frecuentemente encontrada después de una biopsia por estereotaxia es la

hemorragia, con tasas que oscilan entre el 0 y 59,8%, según algunos estudios con un riesgo ligeramente mayor en pacientes con lesiones tumorales de alto grado, sin encontrar otros factores de riesgo significativos. En la mayoría de los estudios se ha demostrado que las biopsias de lesiones en el tallo cerebral tienen altas tasas de diagnóstico con tasas de complicaciones bajas, situación que se refleja en nuestra serie de 17 pacientes; tal como sucede en los procedimientos realizados para estudiar lesiones intracraneanas supratentoriales, con una posibilidad de diagnóstico histopatológico alrededor del 95 al 98% de los casos, datos que concuerdan con el 94,1% de eficacia diagnóstica en nuestra serie.

Samadani et al., realizan una revisión estructurada de la literatura que recopila 20 publicaciones con 457 pacientes adultos, que fueron llevados a biopsia estereotáctica de lesiones en el tallo cerebral y documentan una tasa de diagnóstico histopatológico del 94.8% de los casos con una tasa de complicaciones totales del 8.9%. Determinaron además que las variables que con mayor fuerza influenciaron la decisión de realizar la biopsia fueron la disposición del médico y del paciente y la probabilidad de que un tratamiento empírico basado en un diagnóstico incorrecto tuviera un impacto negativo en la salud del paciente.

En esta revisión, el análisis de las series encontró que cuando el diagnóstico empírico concuerda entre varios miembros de un grupo multidisciplinario (clínico, neurocirujano, neuroradiólogo) la posibilidad de acertar se acerca al 70%, pudiéndose considerar un tratamiento empírico como primer enfoque terapéutico, pero con una posibilidad de ser subóptimo en un 40%, pero cuando se trata de un paciente con múltiples diagnósticos diferenciales cuyos tratamientos son diferentes, se convierte en un dilema diagnóstico y la posibilidad de acertar se reduce a un 25%, con mayor riesgo de una terapia empírica incorrecta y de consecuencias catastróficas para el paciente; en este caso la biopsia se convierte en el primer enfoque diagnóstico y en la base para una terapia óptima.

Recientemente Kickingreder et al., publican un meta-análisis y una revisión sistemática de 1480 casos de biopsias estereotácticas de lesiones en el tallo cerebral, encontrándose una probabilidad diagnóstica del

96.2%, con una tasa de morbilidad global del 7.8%, de morbilidad permanente del 1.7% y de mortalidad del 0.9%. El análisis regresivo mostró una correlación significativa entre las tasas de éxito diagnóstico y el número de biopsias realizadas anualmente en cada centro, sin afectarse de forma significativa las tasas de morbi-mortalidad. Dentro de las entidades patológicas diagnosticadas, las lesiones tumorales fueron las más representativas y dentro de las lesiones no tumorales, la patología infecciosa fueron las más comúnmente diagnosticadas.

Actualmente ningún tipo de imagen diagnóstica sola ni en combinación con otra imagen (tomografía, RNM, PET, SPECT) han podido reemplazar el análisis histológico para la eficacia diagnóstica en lesiones del tallo cerebral, ni tampoco aportan la información suficiente sobre la estadificación y los marcadores biológicos y genéticos de pronóstico, como lo haría una muestra de tejido tumoral; pieza clave en el manejo de este tipo de lesiones cerebrales.

Concluimos finalmente que las lesiones tumorales del tallo cerebral son una patología con una gran heterogeneidad etiológica, en las que actualmente no existe una herramienta diagnóstica no invasiva que aporte un diagnóstico preciso y la seguridad de una terapia óptima con las menores consecuencias para el paciente. La biopsia estereotáctica guiada por imágenes para el estudio de una lesión en el tallo cerebral es un procedimiento eficaz, preciso y seguro, tanto en la población pediátrica como en los adultos, sin embargo la decisión de realizar una biopsia debe realizarse individualizando cada caso y bajo la orientación de un grupo multidisciplinario.

LECTURAS RECOMENDADAS

1. Albright AL, Packer RJ, Zimmerman R, Rorke LB, Boyett J, Hammond GD. Magnetic resonance scans should replace biopsies for the diagnosis of diffuse brain stem gliomas: a report from the Children's Cancer Group. *Neurosurgery* 1993; 33: 1026-1029
2. Amundson E, Mcgirt M, Olivi A. A contralateral, transfrontal, extraventricular approach to stereotactic brainstem biopsy procedures. *J Neurosurg* 2005; 102: 565-570
3. Biousse V, Newman NJ, Hunter SB. Diffusion weighted imaging in radiation necrosis. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2003; 74: 382-384
4. Cavalheiro S, Yagmurlu K, Silva da Costa M, Mendonça Nicácio J, Pereira RT, Chaddad-Neto F, et al. Surgical approaches for brainstem tumors in pediatric patients. *Childs Nerv Syst* 2015; 31: 1815-1840
5. Chen J, Rabb C, Apuzzo M. Stereotaxis in the diagnosis and management of brain tumors. In: Kaye A, Laws E, editors. *Brain Tumors, an encyclopedic approach*. Londres: Churchill Livingstone 2001: 343-355
6. Coffey RJ, Lunsford LD. Stereotactic surgery for mass lesions of the midbrain and pons. *Neurosurgery* 1985; 17: 12-18
7. Curless RG, Bowen BC, Pattany PM. Magnetic resonance spectroscopy in childhood brainstem tumors. *Pediatr Neurol* 2002; 26: 374-378
8. Dellaretti M, Reyns N, Touzet G, Dubois F, Gusmão S, Pereira J, et al. Diffuse brainstem glioma: prognostic factors. *J Neurosurg* 2012; 117: 810-814
9. Escobar M, Pimienta H. Estructura externa del tallo cerebral. En: Escobar M, Pimienta H, editores. *Sistema Nervioso*. Cali: Programa Editorial de la Universidad del Valle 2012: 189-196
10. Farwell JR, Dohrmann GJ, Flannery JT. Central nervous system tumors in children. *Cancer* 1977; 40: 3123-3132
11. Field M, Witham T, Flickinger J, Kondziolka D, Lunsford D. Comprehensive assessment of hemorrhage risks and outcomes after stereotactic brain biopsy. *J Neurosurg* 2001; 94: 545-551
12. Frank F, Fabrizio AP, Frank-Ricci R. Stereotactic biopsy and treatment of brain stem lesions: combined study of 33 cases (Bologna- Marseille). *Acta Neurochir Suppl* 1988; 42: 177-181
13. Franzini A, Allegranza A, Melcarne A. Serial stereotactic biopsy of brain stem expanding lesions. Considerations on 45 consecutive cases. *Acta Neurochir Suppl* 1988; 42: 170-176
14. Goncalves-Ferreira AJ, Herculano-Carvalho M, Pimentel J. Stereotactic Biopsies of Focal Brainstem Lesions. *Neurol* 2003; 60: 311-320
15. Guillamo JS, Monjour A, Taillandier L. Brainstem gliomas in adults: prognostic factors and classification. *Brain* 2001; 124: 2528-2539
16. Hood TW, Gebarski SS, McKeever PE. Stereotaxic biopsy of intrinsic lesions of the brain stem. *J Neurosurg* 1986; 65: 172-176
17. Kesari S, Kim RS, Markos V, Drappatz J, Wen PY, Pruitt AA. Prognostic factors in adult brainstem gliomas: a multicenter, retrospective analysis of 101 cases. *J Neurooncol* 2008; 88: 175-183
18. Kickingeder P, Willeit P, Simon P, Ruge M. Diagnostic Value and Safety of Stereotactic Biopsy for Brainstem Tumors: A Systematic Review and Meta-analysis of 1480 Cases. *Neurosurgery* 2013; 72: 873-882
19. Kondziolka D, Lunsford LD. Results and expectations with image-integrated brainstem stereotactic biopsy. *Surg Neurol* 1995; 43: 558-562
20. Kratimenos GP, Nouby RM, Bradford R. Image directed stereotactic surgery for brain stem lesions. *Acta Neurochir* 1992; 116: 164-170
21. Kreth FW, Muacevic A, Medele R, Bise K, Meyer T, Reulen H-J. The Risk of Haemorrhage after Image Guided Stereotactic Biopsy of Intra-Axial Brain Tumours -A Prospective Study. *Acta Neurochir* 2001; 143: 539-546
22. Landolfi JC, Thaler HT, DeAngelis LM. Adult brainstem gliomas. *Neurology* 1998; 51: 1136-1139
23. Levivier M, Goldman S, Bidaut LM, Luxen A, Stanus E, Przedborski S, et al. Positron emission tomography-guided stereotaxic brain biopsy. *Neurosurgery* 1992; 31: 792-797
24. Levivier M, Goldman S, Pirotte B, Brucher J-M, Bale'rioux D, Luxen A, et al. Diagnostic yield of stereotactic brain biopsy guided by positron emission tomography with [18F] fluorodeoxyglucose. *J Neurosurg* 1995; 82: 445-452

25. Levivier M. Image-Guided Management of Brain Stem Lesions. In: Lozano A, Gildenberg P, Tasker R, editors. *Textbook of Stereotactic and Functional Neurosurgery*. Berlin: Springer 2009: 778-788
26. Massager N, David P, Goldman S. Combined magnetic resonance imaging- and positron emission tomography-guided stereotactic biopsy in brainstem mass lesions: diagnostic yield in a series of 30 patients. *J Neurosurg* 2000; 93: 951-957
27. Nadvi SS, Ebrahim FS, Corr P. The value of 201thallium-SPECT imaging in childhood brainstem gliomas. *Pediatr Radiol* 1998; 28: 575-579
28. Rachinger W, Grau S, Holtmannspötter M, Herms J, Tonn J-C, Kreth F. Serial stereotactic biopsy of brainstem lesions in adults improves diagnostic accuracy compared with MRI only. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2009; 80: 1134-1139
29. Rajshekhar V, Chandy MJ. Computerized tomography-guided stereotactic surgery for brainstem masses: a risk-benefit analysis in 71 patients. *J Neurosurg* 1995; 82: 976-981
30. Rosenthal MA, Ashley DM, Drummond KJ, Dally M, Murphy M, Cher L, et al. Brain stem gliomas: patterns of care in Victoria from 1998-2000. *J Clin Neurosci* 2008; 15: 237-240
31. Roujeau T, Machado G, Garnett MR, Miquel C, Puget S, Georger B, et al. Stereotactic biopsy of diffuse pontine lesions in children. *J Neurosurg* 2007; 107: 1 Suppl Pediatrics: 1-4
32. Ryken TC, Hitchon PW, Roach RM. Infratentorial stereotactic biopsy. A review of 11 cases. *Stereotact Funct Neurosurg* 1992; 59: 111-114
33. Samadani U, Stein S, Moonis G, Sonnad S, Bonura P, Judy K. Stereotactic biopsy of brain stem masses: decision analysis and literature review. *Surgical Neurology* 2006; 66: 484-491
34. Sanai N, Wachhorst S, Gupta N, McDermott M. Transcerebellar stereotactic biopsy for lesions of the brainstem and peduncles under local anesthesia. *Neurosurgery* 2008; 63: 460-468
35. Schumacher M, Schulte-Mönting J, Stoeter P, Warmuth-metz M, Solymosi I. Magnetic resonance imaging compared with biopsy in the diagnosis of brainstem diseases of childhood: a multicenter review. *J Neurosurg* 2007; (2 Suppl Pediatrics) 106; 111-119
36. Selvapandian S, Rajshekhar V, Chandy MJ. Brainstem glioma: comparative study of clinico-radiological presentation, pathology and outcome in children and adults. *Acta Neurochir* 1999; 141: 721-726
37. Smith JK, Londono A, Castillo M. Proton magnetic resonance spectroscopy of brain-stem lesions. *Neuroradiology* 2002; 44: 825-829
38. St George EJ, Walsh AR, Sgouros S. Stereotactic biopsy of brain tumours in the paediatric population. *Childs Nerv Syst* 2004; 20: 163-167
39. Thomas DG, Bradford R, Gill S. Computer-directed stereotactic biopsy of intrinsic brain stem lesions. *Br J Neurosurg* 1988; 2: 235-240
40. Tilgner J, Herr M, Ostertag C, Volk B. Validation of intraoperative diagnoses using smear preparations from stereotactic brain biopsies: intraoperative versus final diagnosis—influence of clinical factors. *Neurosurgery* 2005; 56: 257-265
41. Weybright P, Maly P, Gomez-Hassan D. MR spectroscopy in the evaluation of recurrent contrast-enhancing lesions in the posterior fossa after tumor treatment. *Neuroradiology* 2004; 46: 541-549
42. White A. Brainstem tumors occurring in adults. *Neurology* 1963; 13: 292-300