

Coeficiente intelectual en pacientes con tumor en cerebelo no tratados

Indira Judith Arreguín-González¹, Fructuoso Ayala-Guerrero², Juan Fernández-Ruiz³, Carlos Sabás Cruz-Fuentes⁴, José de Jesús Gutiérrez-Cabrera⁵, Laura Silvia Hernández-Gutiérrez⁶, Rafael Mendizábal Guerra⁷

RESUMEN

Objetivo: se ha descrito que los pacientes con tumores cerebelosos presentan deterioro en su coeficiente intelectual (C.I.). Sin embargo, existen dudas si estos tumores son los causantes directos de estas alteraciones, o bien son las cirugías y tratamientos; por medio de la quimioterapia y radioterapia, se efectuó un estudio en 11 pacientes adultos con tumor en cerebelo, no tratados, con el propósito de aclarar estas dudas y determinar si la localización del tumor influye en los déficits. **Material y métodos:** se estudiaron 11 pacientes con tumor en cerebelo, con rango etáreo de 23 a 58 años; 8 de ellos con válvula ventrículo-peritoneal, pero sin ningún otro tipo de tratamiento. A todos se les aplicó la Escala Wechsler de Inteligencia para Adultos WAIS-III, para determinar su C.I., diferenciando el hemisferio izquierdo del derecho. **Resultados:** no se observaron diferencias significativas en el C.I. Total, relacionadas con la ubicación del tumor, en 5 pacientes que tuvieron el tumor en hemisferio cerebeloso derecho y 6 en el izquierdo, tampoco por la presencia o ausencia de válvula ventriculoperitoneal, la cual se había colocado en 8 de los 11 pacientes. El 18% de los pacientes obtuvo una calificación promedio, el 9% baja, y el 72.7% resultaron límitrofes o extremadamente bajos. El 63% de estos últimos se situó en la escala más baja. Los índices menos afectados fueron comprensión verbal y memoria de trabajo; mientras que los más afectados fueron organización perceptual y velocidad de procesamiento. **Conclusiones:** se comprueba que el cerebelo participa en funciones cognitivas y que la presencia de tumores en ese órgano produce deterioro del C.I. Por otra parte, de acuerdo a la literatura la radioterapia y la quimioterapia agravan las deficiencias cognitivas, pero pueden o no, afectar el C.I. de las personas con tumor en cerebelo.

Palabras clave: tumor, cerebelo, coeficiente intelectual, WAIS-III escala de Wechsler.

IQ in not treated patients with cerebellar tumors

ABSTRACT

Objective: It has been described that not treated patients with cerebellar tumors have a detriment in their Intellectual Quotient (IQ). However, it is not clear whether these tumors are the real responsible for this condition in a direct form or may be caused by surgery, chemotherapy or radiotherapy. The study included 11 not treated adult patients diagnosed with cerebellar tumors, to clarify whether the location may cause the intellectual deficit that is seen in these patients. **Methods:** We used data available from 11 adult patients diagnosed with cerebellar tumors, (23-58 years old) that had not received treatment (surgery, chemotherapy or radiotherapy). Only 8 patients were placed a ventricularperitoneal shunt, with no other treatment. We used the Wechsler Adult Intelligence Scale (WAIS-III) to evaluate their effectiveness in detecting neurocognitive dysfunction and measuring their IQ. Differences between right and left hemisphere were done. **Results:** there was a statistically significant negative correlation between the tumor location and IQ. The tumor was localized in 5 patients in the right

cerebellar hemisphere, and 6 patients in the left cerebellar hemisphere). There was no difference between those patients with ventricularperitoneal shunt either (8 patients). 18% of the patients were diagnosed with an average level of intellectual functioning, 9% had a low level and 72.7% of the patients were diagnosed with an extremely low level. 63% of these were diagnosed in the lowest grade of the scale. The most affected Indexes were Perceptual Organization and Processing Speed, and the least affected were Verbal Comprehension and Working Memory. *Conclusions:* there is evidence for a role of the human cerebellum in cognitive functions and the presence of a tumor in this location may cause substantially lower mean IQ in these patients. According to literature, the use of radiotherapy and chemotherapy. may worsen the cognitive functions, but may or may not affect IQ.

Key words: tumor, cerebellum, Quotient Intellectual (IQ), Wechsler Adult Intelligence Scale (WAIS-III).

El propósito del presente trabajo es determinar; si los pacientes estudiados con tumor en cerebelo presentan alteraciones en C.I., o si se identifican diferencias por su ubicación, quimioterapia, radioterapia o colocación de válvula es determinante para la presencia de esas alteraciones neurocognitivas.

Se considera que entre el 50 y 60% de los tumores intracraneales de la infancia, se localizan en la fosa posterior¹⁻³, constituyen el 20% de todos los tumores de la edad adulta⁴. La gran mayoría se desarrollan en el cerebelo¹, y otras regiones que comparten la fosa posterior del cráneo, como el puente y bulbo; están relacionados funcionalmente con diversas funciones cognitivas⁵, pudiendo, en este caso, alterar el desempeño del coeficiente intelectual

El coeficiente o cociente intelectual (C.I.), también representado por sus siglas en inglés como IQ (Intelligence Quotient), indica la capacidad intelectual de una persona, de acuerdo a su edad cronológica y nivel cultural; se obtiene al dividir la edad mental⁶ entre la edad cronológica, multiplicado por 100⁷. El CI puede diferir de un individuo a otro, en razón del grado de su función cerebral, medida a través de un test con el que se obtiene C.I., verbal, ejecución y C.I. total; así como, el índice de comprensión verbal, organización perceptual, el de memoria de trabajo u operativo y el de velocidad de procesamiento.

El C.I.; constituye una forma de medir la inteligencia o potencial académico, no el conocimiento propiamente dicho y puede utilizarse para determinar si existe déficit en pacientes afectados por alguna alteración cerebral o cerebelosa.

ANTECEDENTES

El antiguo concepto que se tenía sobre cerebelo como un órgano únicamente relacionado con aspectos motores, se ha venido modificando siendo considerado en la actualidad como una región de regulación y coordinación de la actividad de diferentes estructuras encefálicas que participan en funciones cognitivas, sensitivas y motoras^{5,8} por medio de circuitos neuronales que intervienen tanto en estas funciones superiores como en la programación cinética⁹.

Aunque se ha ido acumulando un número importante de evidencias a favor de la participación del cerebelo en los procesos cognitivos¹⁰, todavía existen dudas al respecto, por lo que es necesario llevar a cabo investigación adicional, es a pesar de inferir que los tumores intracraneales, desarrollados en cerebelo, lo pueden comprimir o lesionar, ocasionando un daño que, en consecuencia, puede alterar el CI de las personas afectadas.

Algunos estudios¹¹ señalan que los tumores en cerebelo no afectan el CI, ya que este se encuentra dentro de los valores considerados como normales o superiores¹²⁻¹⁴, pero lo que sí existe, es evidencia¹⁵⁻¹⁷ que señala que la mayoría de los tratamientos aplicados para estos tumores, (desde la cirugía, cuando abarca regiones muy profundas o extensas, y de manera particular, cuando se aplica radio o quimioterapia), pueden alterar leve o severamente el CI de las personas tratadas¹⁸⁻²³ dependiendo de la dosis aplicada²⁴, y del tiempo del tratamiento²⁵.

Según Carlonge²⁶, algunas puntuaciones bajas del CI se atribuyen incorrectamente a la radioterapia, ya que no hay deterioro (hablando de niños), sino enlentecimiento en el desarrollo de capacidades. Asimismo, se señala que la radioterapia causa alteraciones en la sustancia blanca²⁷, al igual que algunos agentes quimioterápicos como el metotrexato. Dentro de este contexto, dado que el proceso de mielinización coincide con el desarrollo cognitivo y que la sustancia blanca está relacionada con la transmisión de información de una zona cerebral a otra, su daño puede enlentecer el procesamiento cognitivo y afectar las capacidades intelectuales²⁸. Sin embargo, debido a que no hubo comparaciones con grupos control, se reduce la solidez de estas afirmaciones²⁶. Otros estudios²⁹ también han reportado la relevancia del cerebelo en las funciones cognitivas; así como, una disminución de estas funciones derivadas de la presencia de tumores en fosa posterior, originando déficits aún sin estar contaminados por el uso de la radioterapia o metrothexate³⁰. También se ha resaltado (2006), que la enfermedad por sí misma, así como la cirugía y terapia tienen efectos negativos sobre procesos neurocognitivos³¹, que se hacen más severos cuando las terapias se aplican en edades más tempranas³².

Por último, hay que señalar que en estudios más

recientes (2008)^{33,34} se hace referencia al papel significativo que desempeña el cerebelo en las funciones cognitivas superiores, derivado de las conexiones que tiene con las regiones supratentoriales, por lo que al ser dañado por algún procedimiento, se pueden provocar deficiencias cognitivas diversas, siendo las más frecuentes identificadas la atención sostenida, la velocidad de procesamiento de información y la memoria de trabajo que se agravan con la radioterapia.

La supervivencia de los pacientes con tumores en sistema nervioso, se ha alargado, lo que ha hecho posible una mayor conciencia de los problemas neurocognitivos, caracterizados por deficiencias en la atención, memoria, funciones ejecutivas y disminución del coeficiente de inteligencia (C.I.) y que anteriormente se atribuían a la radioterapia que dañaba las estructuras supratentoriales, responsables del procesamiento cognitivo, pero en la actualidad se reporta que en pacientes no radiados, con tumores en fossa posterior se presentan déficits cognitivos similares a los de pacientes radiados.

Con los antecedentes señalados en el presente estudio, que forma parte de uno más amplio que comprende todas las funciones cognitivas relacionadas con tumores ubicados en las diferentes estructuras de la fossa posterior, se obtuvo el C.I. en 11 pacientes con tumor cerebeloso no tratado.

MATERIAL Y MÉTODOS

El presente estudio se llevó a cabo en 11 pacientes (8 hombres y 3 mujeres) cuyas edades se encontraban entre los 23 a 58 años de edad, (promedio 45, md 51 y moda 56, d.s. 13).

Los pacientes asistían al Servicio de Neurocirugía en los siguientes hospitales: Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía, Hospital General de México, Hospital Regional 1º de Octubre del ISSSTE y Hospital Juárez de México, fueron seleccionados e incluidos bajo los siguientes criterios:

Personales: sexo y edad indistintos, pero comprendidos dentro de un rango etario de 18 a 62 años.

Diagnóstico: presentar algún tipo de tumor en cerebro, independientemente de la estirpe tumoral.

Ubicación: localización del tumor en cualesquiera de los hemisferios del cerebro.

Tratamiento: estar libre de resección quirúrgica de tumor cerebeloso, con o sin aplicación de válvula para liberar hipertensión endocraneana y sin haber recibido ningún ciclo de quimioterapia o radioterapia.

Metodología: se aplicó prueba para coeficiente intelectual Escala de Wechsler de Inteligencia para adultos WAIS-III, procesada por un sólo neuropsicólogo, e interpretada de la siguiente manera tabla 1:

Tabla 1. Puntuación y clasificación cualitativa.

130 y más	muy superior
120 a 129	superior
110 a 119	promedio alto
90 a 109	promedio
80 a 89	promedio bajo
70 a 79	limítrofe
69 o menos	extremadamente bajo

Tabla 2. Presencia de tumores y válvula por hemisferio y sexo.

	Hemisferio cerebeloso				Total
	derecho	izquierdo	Masc.	Fem.	
Con válvula	3	1	4	0	8
Sin válvula	0	1	1	1	3
Total	3	2	5	1	11

RESULTADOS

Como se describe en la tabla 2, de los 11 pacientes estudiados, cinco presentaron tumor en hemisferio derecho (tres masculinos y dos femeninos) y seis en hemisferio izquierdo (cinco masculinos y un femenino), ocho pacientes traían válvula de derivación o se les colocó antes de la evaluación y solamente tres no; prevaleció el sexo masculino a razón de ocho a tres.

Al evaluar C.I., verbal, como se ve en la tabla 3, ninguno de los pacientes obtuvo calificación de promedio alto, superior o muy superior. Uno de los pacientes con tumor en hemisferio derecho y otro en el izquierdo presentaron valores promedio, mientras que dos con tumor en hemisferio derecho y dos con tumor en hemisferio izquierdo presentaron promedio bajo; el resto de pacientes obtuvieron calificaciones limitrofes, una, y dos, extremadamente bajos.

En cuanto el C.I., ejecutivo, sólo un paciente de los 11 presentó valores promedio mientras que el resto, presentó valores inferiores al promedio (columna 3).

Los valores del C.I., total, resulta de la sumatoria de los dominios verbales (vocabulario, semejanzas, aritmética, retención de dígitos, información, comprensión) y dominios

Recibido: 14 enero 2011. Aceptado: 31 enero 2011.

¹Neurociencias, Facultad Psicología UNAM, ²Jefe de Laboratorio de Neurociencias Facultad de Psicología UNAM, ³Laboratorio de Neusopsicología Facultad de Medicina UNAM, ⁴Instituto Nacional de Psiquiatría Juan Ramón de la Fuente, ⁵Servicio de Neurología y Neurocirugía Hospital General de México, S.S. ⁶Servicio de Neurocirugía Hospital Regional 1º de Octubre del ISSSTE. ⁷Servicio de Neurocirugía del Hospital Juárez de México, S.S. Correspondencia: Indira Judith Arreguin-González. E-mail: indira_arreguin@yahoo.com.mx psico_loga@hotmail.com

ejecutivos (figuras incompletas, dígitos y símbolos-claves, diseño con cubos, matrices, ordenamiento de dibujos) muestran que sólo dos de los 11 pacientes (18%) obtuvieron valores promedio; 1 (9%) obtuvo promedio bajo, mientras que los ocho restantes (72.7%) se distribuyeron de la escala límitrofe a extremadamente baja; en esta última se situaron el 63.6% de los pacientes.

Tabla 3. Evaluacion de IQ verbal, IQ ejecutivo e IQ total en pacientes con tumor cerebeloso por hemisferio

	Muy superior	Superior	Promedio alto	Promedio	Promedio bajo	Límitrofe	Extremadamente bajo	Total de Pacientes
Muy superior	0	0	0	0	0	0	0	0
Superior	0	0	0	0	0	0	0	0
Promedio alto	0	0	0	0	0	0	0	0
Promedio	1	1	0	1	1	1	1	2
Promedio bajo	2	2	1	2	0	1	0	2
Límitrofe	0	1	2	1	0	1	0	0
Extremadamente bajo	2	2	2	2	4	3	0	3
Total de pacientes	5	6	5	6	5	6	5	6

Al comparar las puntuaciones expresadas en porcentajes, obtenidas en los pacientes con tumor en cerebelo, con las de la curva normal teórica, obtenida en sujetos sanos, como se aprecia en la tabla 4, se nota una distribución diferente en ambas columnas, observándose que los valores del C.I. son más bajos en los pacientes con tumor que los de la población normal señalados en la curva normal teórica.

Tabla 4. Cuadro comparativo entre la calificación cualitativa de cerebelo y curva normal teórica.

Calificación cualitativa cerebelo % de pacientes curva normal teórica	Muy superior	2.2
Muy superior	0	2.2
Superior	0	6.7
Promedio alto	0	16.1
Promedio	16.7	50.0
Promedio bajo	8.3	16.1
Límitrofe	8.3	6.7
Extremad. am. bajo	66.7	2.2
Total	100	100

Comparación entre los valores de la curva normal teórica y los obtenidos de la evaluación de los pacientes.

Se observa que los pacientes con tumor en cerebelo (barras) presentan mayor déficits en comparación con la curva teórica (lineal).

Los valores de los otros ítems del C.I. que corresponden a 5 pacientes con lesión en el hemisferio derecho y 6 en el izquierdo, se encuentran distribuidos en la tabla 5.

En los ejercicios correspondientes al índice de comprensión verbal, sólo uno resultó superior y otro promedio alto, tres mostraron valores promedio y dos promedio bajo,

Tabla 5. Índices de comprensión verbal, organización perceptual, memoria de trabajo y velocidad de procesamiento.

Escala de evaluación índice de comprensión verbal índice de organización perceptual índice de memoria de trabajo índice de velocidad de procesamiento hemisf. Derecho hemisf. Izquier. Hemisf. Derecho hemisf. Izquier. Hemisf. Derecho hemisf. Izquier. Hemisf. Derecho hemisf. Izquier.

Muy superior	0	0	0	0	0	0	0	0
Superior	0	1	0	0	0	0	0	0
Promedio alto	1	0	0	0	0	0	0	0
Promedio	2	1	1	3	3	0	1	1
Promedio bajo	1	1	0	0	2	3	0	2
Límitrofe	0	1	0	3	0	0	1	0
Extremadamente bajo	1	2	4	2	0	0	4	3
Total de Pacientes	5	6	5	6	5	6	5	6

quedando cuatro de los 11 pacientes (36.3%), con déficit grave; así pues, en el índice de comprensión verbal (relacionado con vocabulario, semejanzas e información), resultaron más afectados los pacientes con tumor en el hemisferio izquierdo que los del derecho (relación 3 a 1).

La organización perceptual, es decir, la capacidad para apreciar, analizar guardar y utilizar la realidad exterior percibida por los órganos de los sentidos a través del manejo de figuras incompletas, y diseño de cubos y matrices, se vio severamente afectada en el 81.8% de los pacientes, independientemente del hemisferio cerebeloso afectado y sólo dos pacientes se encontraron en promedio.

En la memoria de trabajo, que se entiende como la capacidad del manejo de la información en línea, todos los pacientes, cinco en hemisferio derecho y seis en el izquierdo se encontraron en promedio y promedio bajo, es decir ninguno sobresaliente, pero tampoco deficiente.

Al evaluar la velocidad de procesamiento o rapidez mental para realizar confluencia y automáticamente tareas cognitivas, sobre todo bajo presión para mantener la atención y concentración, el 72.7 % (7/11) se vio afectado, sobre todo los pacientes con tumor en hemisferio derecho en los que el 100% (5/5) presentó deterioro importante.

DISCUSIÓN

Una publicación reciente³⁵ (2009), hace mención que se pudo mapear la inteligencia (C.I.) en la corteza cerebral, identificando el índice de comprensión verbal en la corteza frontal inferior izquierda; memoria de trabajo en la corteza parietal frontal izquierda; organización perceptual en la corteza parietal derecha, y velocidad de procesamiento sin área específica, quizás repartida por todo el cerebro; estudio que corrobora una vez más la ubicación de estas funciones en la región supratentorial, sin hacer referencia al cerebelo, en el que nosotros, el índice de comprensión verbal lo vimos afectando más al hemisferio cerebeloso izquierdo; la memoria de trabajo haciendo mayor mella en el izquierdo, la organización perceptual, afectando ambos hemisferios cerebelosos y la velocidad de procesamiento alterando el C.I. en el 100% de los pacientes con tumor en

el hemisferio cerebeloso derecho y 50% en el izquierdo. Con lo anterior hacemos notar la no independencia de ambas regiones

De acuerdo con Darío Riva³⁶, la presencia de tumores en el hemisferio cerebeloso derecho, están correlacionados con alteraciones en el procesamiento de la inteligencia verbal y tareas de lenguaje complejo, mientras que los del hemisferio izquierdo se correlacionan con una disminución en la capacidad para el proceso de tareas no verbales y en algunos casos, con una deficiencia en la entonación prosódica. Asimismo, Arriada, et al⁵, describieron que el hemisferio cerebeloso izquierdo se activa de manera importante durante el aprendizaje de una tarea, reduciéndose la activación tras el aprendizaje de la prueba, mientras que el hemisferio derecho se activa durante el aprendizaje de secuelas motoras, como en la ejecución de dichas tareas una vez que se han aprendido. En relación a nuestros datos podemos comentar que 3/5 pacientes con tumores del hemisferio derecho se ubicaron en los rangos de promedio en C.I., verbal; sin embargo, en relación al C.I., ejecutivo, encontramos que la mitad de nuestra población con el tumor en hemisferio cerebeloso izquierdo obtuvieron puntuaciones ubicadas en los rangos de límitrofe y extremadamente bajo, mientras que los restantes se ubicaron dentro del promedio

Se ha descrito que los tumores situados en el vermix se asocian con déficit del lenguaje y afecto⁴; en este estudio no tuvimos pacientes con tumor en el vermix; sin embargo, se observó que los tumores del hemisferio derecho se asocian con deterioro de la inteligencia verbal; así como, las tareas del lenguaje complejo y memoria verbal secuencial. En tanto que los tumores del hemisferio izquierdo, se correlacionan con una disminución de la capacidad para procesar tareas no verbales; así como, deficiencias de la entonación prosódica y déficits en la memoria visual secuencial. Estos hallazgos sugieren que el cerebro posee una topografía funcional bien definida relacionada con la cognición.

Por otra parte, la hidrocefalia y colocación de la válvula ventriculoperitoneal, podrían dañar la materia gris supratentorial y la materia blanca, originando un deterioro cognitivo en pacientes sometidos a este procedimiento. Sin embargo, en este estudio no pudimos determinar si la hidrocefalia o la colocación de la válvula pudo haber influido en el deterioro neuropsicológico, ya que la sumatoria de todos los ítems de pacientes con válvula, independientemente del hemisferio afectado dieron resultados límitrofes, mientras que de los tres pacientes a los que no se les colocó válvula, uno de ellos afectado del hemisferio derecho, también resultó límitrofe y los otros dos, afectados en el hemisferio izquierdo, obtuvieron un puntaje sumatorio de todos los ítems ubicado en el promedio.

Se ha descrito que la comprensión verbal, también es afectada en pacientes radiados³⁷, afectando más a los niños que habían recibido mayor dosis de radiación²⁴. Sin

embargo, los pacientes participantes en este estudio no fueron tratados con radiación, y 4/11 resultaron muy afectados y ninguno con C.I., muy superior, por lo que la radiación no es determinante para alterar el C.I.

En los once pacientes afectados con tumor en cerebro no se aprecia incapacidad para guardar temporalmente información en línea mientras realizaban sus tareas, es decir su memoria de trabajo con tareas de aritmética, dígitos y claves no se vio deteriorada, obteniendo valores promedio y bajo. Sin embargo, otros autores³⁸ han identificado alteraciones en la memoria de trabajo y memoria visoespacial en pacientes con daño cerebeloso, contrariedad que precisa dilucidarse mayormente.

El deterioro en la velocidad de procesamiento en los escolares da pauta a la aparición de desventajas de los afectados, en relación con el resto de los estudiantes de su mismo nivel que no muestran deterioro, ya que no procesan la información recibida a la misma velocidad. Se han descrito, que pacientes con lesiones localizadas específicamente en el cerebro presentan una velocidad para procesar, de forma significativa menor, a pesar de presentar C.I. normales cercanos a 100⁵. Resultados observamos que el 100% de los pacientes con tumor en hemisferio cerebeloso derecho presentaron déficit y el 83% entre moderado bajo y extremadamente bajo del izquierdo y en este mismo hemisferio izquierdo, el 50% de los pacientes también presentó déficit extremadamente bajo.

Estos hallazgos concuerdan con los obtenidos en estudios más recientes, donde señalan que los tumores situados en el cerebro originan déficit cognitivo, debido a la alteración de la red de comunicación neuronal de cerebro cerebelo y de cerebro cerebelo, resaltando que las anomalías neuropsicológicas en niños que presentan lesiones cerebelosas, son similares a las observadas en niños con lesiones corticales³⁶. Quizás la ausencia de déficits, reportada por algunos autores, se deba a instalación y desarrollo lento de la masa tumoral, que permite cierta adaptabilidad y compensación funcional ante la presencia de un déficit progresivo, ya que incluso daños muy grandes, pueden permanecer prácticamente silenciosos en un proceso cuya instalación se desarrolla de forma progresiva en meses o años³⁹.

CONCLUSIÓN

Podemos señalar que los tumores per se ubicados en el cerebro, originan déficit del C.I. de los individuos afectados; que la radiación como la quimioterapia no son la causa exclusiva del déficit en C.I., tampoco encontramos evidencia de que la colocación de la válvula sea un factor que contribuya con el déficit del C.I., porque nuestros

pacientes, con o sin válvula obtuvieron calificaciones semejantes.

A juzgar por los resultados, la localización del tumor en cualquier hemisferio cerebeloso produce efectos similares sobre el C.I., total, es decir no hay predominio por ninguno de los dos hemisferios. Quizás la intensidad del daño funcional podría estar relacionado con el grado de invasión y destrucción del sistema nervioso y/o y por los efectos secundarios del tumor (presión intracranial, edema, compresión de tejido cerebral, vasos sanguíneos, nervios craneales, etc.)^{40,41}. Además de la alteración del C.I., los tumores en cerebro afectan severamente el índice de organización perceptual y la velocidad de procesamiento; sobre todo, en este caso, cuando el tumor se localiza en el hemisferio derecho.

La memoria de trabajo no se afecta sensiblemente, dado que se mantiene dentro de la media, sin que ninguno de los pacientes presente un promedio alto, superior o muy superior. Similarmente, el índice de comprensión verbal se afecta sólo ligeramente, ya que los pacientes con deterioro selectivo de la memoria a corto plazo no tienen problema con la comprensión del lenguaje⁴².

Estos resultados confirman que además de participar en funciones motoras, el cerebro se relaciona con funciones cognitivas, como lo demuestran hallazgos anatómicos, clínicos y de neuroimagen que han identificado circuitos neuronales donde participa el cerebro para modular dichas funciones⁴³⁻⁴⁵.

Estudios clínicos han corroborado que el daño al cerebro origina disminución de las funciones intelectuales, similares a los observados por daño del lóbulo frontal u otras áreas relacionadas con las funciones cerebrales superiores. Asimismo, información obtenida por medio de estudios de neuroimagen muestran que durante el desarrollo de tareas cognitivas se activan los lóbulos posteriores, mientras que las actividades motoras activan los lóbulos anteriores, confirmándose presencia de un circuito cerebro-cerebeloso que podría participar en estas funciones cognitivas; probablemente los mismos mecanismos que intervienen en el control motor complejo, permiten la regulación de procesos cognitivos y conducta humana⁴⁴.

Por último, coincidimos con Hernández⁴⁶, al considerar que el punto de vista *Corticocéntrico* del cerebro humano, es un punto de vista miópico, que no nos deja ver que las funciones superiores del cerebro dependen de la integridad de las estructuras inferiores, por lo que no hay que descartar la posibilidad de que el deterioro cognoscitivo pueda ser originado no por la lesión cerebelosa del tumor, sino por lesión provocada en las vías nerviosas que transitan por el cerebro y que comunican diferentes regiones cerebrales.

REFERENCIAS

- Sierrasesúmaga Luis, Antillón Klussmann. Tratado de oncología pediátrica enfermedades malignas del niño y el adolescente Pearson Educación S.A. Madrid. 2006.
- Keating Robert F. Tait Goodrich James Packer Roger J. Tumors of the Pediatric Central Nervous System. Thieme, New York- Stuttgart 2001.
- Villarejo F, Martínez Lage JF. Tumores cerebrales en niños. *Pediatr Integral* 2008;(XII):577.
- Cantelmi David, Schweiser Tom A. Cusimano Michael D. Role of cerebellum in the neurocognitive sequelae of treatment of tumours of the posterior fossa: An Update *Lancet Oncol* 2008;(9):569-76.
- Arriada Mendicoa N. Otero Siliceo E, Corona Vázquez T. Conceptos actuales sobre cerebro y cognición. *Rev de Neurol* 1999;29 (11): 1075-82.
- Mora Francisco, Sanguinetti Ana María. Diccionario de neurociencia. Alianza Editorial S.A. Madrid 2004.
- Cerdá Enrique. Psicométrica general. Edit.Herder, S.A. 1984. Barcelona España.
- Delgado García JM. Estructura y función del cerebro. *Rev Neurol* 2001; 33 (7): 635-42.
- P. Paquier, M.van Mourik, H. van Dongen, C. Castman-Berrevoets, A. Brison cerebellar mutism with subsequent disarthria a study of three children and a review of the literature. Masson. *Rev Neurol Paris* 2003; 159:11,1017-27.
- Nieto Barco Antonieta, Wollman Engeby Tone, Barroso Ribal José. Cerebro y procesos cognitivos. *Anales de Psicología* 2004;(20): 2:205-21.
- Karatekin Canan, Lazareff Jorge A, Asamow Robert F. Relevante of the cerebellar hemispheres for executive functions. *Pediatric Neurology* 2000;(22):2:106-12.
- Maja Steinlin, Imfeld Sara, Zulauf Prisca, Boltshauser Eugen, Lövblad Karl-Olaf, Lüthy Ridolfi Anneta. Neuropsychological long-term sequelae after posterior fossa tumour resection. *During Childhood Brain* 2003;(126): 9:1998-2008.
- Prats JM, Velasco M García-Nieto L. Cerebro y cognición. *Rev Neurol Clin* 2000; 1: 62-7.
- Duffner PK, Cohen ME, Thomas P. Late effects of treatment on the intelligence of children with posterior fossa tumours. *Cancer* 1983; 15;51(2)233-7.
- George Amanda P. BA, KuehnSally M. Vassilyadi Michael Md, CM,MSc, Richards POauline MP, MA, Parlow Shelley E. PhD, Keene Daniel L., BSc(med), MD, et al. Cognitive Sequelae in Children with posterior fossa tumours. *Pediatric Neurology* (28)1.
- Copeland Donna R, de Moor Carl, Moore Bartlett D, Ater Joann L. Neurocognitive development of children after a cerebellar tumour in infancy: a longitudinal study. *J Clin Oncology* 1999;(17):11: 3476-86.
- Stargatt R, Rosenfeld JV, Maixner W, Ashley D. Multiple factors contribute to neuropsychological outcome in children with posterior fossa tumours. *Dev. Neuropsychol* 2007, 32(2): 729-48.
- Mabbott DJ, Penkman L, Witol A, Strother D, Bouffet E. Core Neurocognitive functions in children treated for posterior fossa Tumours *Neuropsychology* 2008;22(2):159-68.
- Riva Darío, Giorgi Cesare. The cerebellum contributes to higher functions during development evidence from a series of children surgically treated for posterior fossa. *Brain* 2000; 123:1051-61.
- Chadderton RD, West Cg, Schuller S, Quirk DC, Gattamaneni R, Taylor R. Radiotherapy in the treatment of low-grade astrocytomas II. The physical and cognitive sequelae. *Childs Nerv Syst* 1995; 11(8): 443-8.
- George AP, Kuehn SM, Vassilyadi M, Richards PM, Parlow SE. Cognitive sequelae in children with posterior fossa tumours. *Pediatr Neurol* 2003; 28(1)42-7.
- Bernabeu Jordi, Cañete Adela, Fournier Concepción, López

- Beatriz, Barahona Tina, Grau Claudia. Evaluación y rehabilitación neuropsicológica en oncología. *Pediátrica Psicooncología* (1);1: 117-34.
23. Bernabeu-Verdu J, López Luengo B, Fournier del Castillo C, Cañete Nieto A, Suárez Rodríguez J, Castel Sánchez V. Aplicación del attention process training dentro de un proyecto de intervención en procesos atencionales en niños con cáncer. *Rev Neurol* 2004; 38 (5) 482-6.
 24. Grill J, Renaux VK, Bulteau C, Viguier D, Levy-PPiebois C, Sainte-Rose C, et al. Long-term intellectual outcome in children with posterior fossa tumours according to radiation doses and volumes. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1999;1;45(1): 137-45.
 25. Palmer Shawna L, Laurie Leigh MA. Survivors of pediatric posterior fossa tumours: cognitive outcome, intervention an risk based care fur. *J Oncol Nurs* 2009; 13 (3) 17-178.
 26. Carlonge Isabel. Que medimos y como medimos, la evaluación de las secuelas neurocognitivas. *Psicooncología* (6)29:123,291-309.
 27. Mabbott Donald J, Noseworthy Michael D, Bouffet Eric, Rockel Conrad, Laughlin Suzanne. Diffusion tensor imaging of white matter alter cranial radiation in children for medulloblastoma: Correlation with IQ *Neuro-Oncology* 2006.
 28. Bernabeu Jordi, Cañete Adela, Fournier Concepción, López Beatriz, Barahona Tina, Grau Claudia, et al. *Evaluación y Rehabilitación Neuropsicológica en Oncología Pediátrica* *Psicooncología* 1:117-34.
 29. Cantelmi David, Schweizer Tom A, Cusimano Michael D. Role of the cerebellum in the neurocognitive sequelae of treatment of tumours of the posterior fossa: an update. *Lancet Oncol* 2008; (9): 569-76.
 30. Levinsohn Lisi, Cronin-Golomb Alice, Schmahmann Jeremy D. Neuropsychological consequences of cerebellar tumour resection in children cerebellar cognitive affective syndrome in a pediatric population. *Brain* 2000;123:1041-50.
 31. Stargatt Robyn, Rosenfeld Jeffrey V, Anderson Vicki, Hassall Timothy. Intelligence and adaptative function in children diagnosed with brain tumour during infancy. *J Neurooncol* 2006; 80: 295-303.
 32. Mulhernt Raymond K, Palmer Shawna I, Merchant Thomas E, Wallace Dana. Neurocognitive consequences of risk-adapted therapy for chilhood medulloblastoma. *J Clini Oncol* 2005; (23):24:20.
 33. Mabbott Donald J, Penkman Louise, Witol Adrienne, Strother Douglas. Core neurocognitive functions in children treated for Posterior fossa tumours. *Neuropsychology* 2008; (22):2:159-68.
 34. Cantelmi David, Schweizer Tom A, Cusimano Michael D. Role of cerebellum in the neurocognitive sequelae of treatment of tumours of the posterior fossa: an update. <http://oncology.thelancet.com> 2008; 9.
 35. Gläscher Jan, Tranel Daniel, Paul Linn K, Rudrauf David, Rorden Chris, Hornaday Amanda. *Neuron* 2009; 61:12.
 36. Riva Darío, Giorgi Cesare. The cerebellum contributes to higher functions during development evidence from a series of children surgically treated for posterior fossa posterior. *Op Cit* pág. 1056.
 37. George AP, Kuehn SM, Vassilyadi M, Richards PM, Parlow SE. Cognitive sequelae in children with posterior fossa tumours. *Pediatr Neurol* 2003; 28(1):42-7.
 38. Prats-Viñas J. Ma. Desempeña el cerebelo un papel en los procesos cognitivos. *Rev Neurol* 2000; 31(4): 357-9.
 39. Ardila Alfredo- Ostrosky Solís Peggy. Diagnóstico del daño cerebral enfoque neuropsicológico. Editorial Trillas, México 2007.
 40. Aristu Javier, Zubietta José Luis, Bejarano Bartolé, Narbona Juan, Sierrasésúmaga Luis. Tumores del sistema nervioso central. En Sierrasésúmaga Luis, Antillón Klüssmann. *Tratado de oncología pediátrica enfermedades malignas del niño y el adolescente*. Pearson educación S.A. Madrid.
 41. El manual Merck de diagnóstico y terapéutica neoplasias intracraneales, Mosby/Doyma Libros 9a. edición española 1994.
 42. Rains Dennis G. Principios de neuropsicología humana. Mc Graw Hill. México 2002.
 43. Barrios M, Guárdia J. Relación de cerebelo con las funciones cognitivas: evidencias neuroanatómicas, clínicas y de neuroimagen. *Rev Neurol* 2001;33 (6): 5823-91.
 44. Sans A, Boix C, Colomé R, Campistol J. La contribución del cerebelo en las funciones cognitivas en la edad pediátrica. *Rev Neurol* 2002; 35 (3) 235-7.
 45. Campistol J. Nuevos conocimientos en la fisiopatología del cerebelo. *Rev Neurol* 2002; 35 (3): 231-5.
 46. Hernández-Goñi Pilar, Tirapu-Ustároz Javier, Iglesias-Fernández Lola, Luna-Lario Pilar. Participación del cerebelo en la regulación del afecto, la emoción y la conducta. *Rev Neurol* 2010; 51 (10): 597-609.