

CAPÍTULO 12: ACALCULIA: TIPOS Y SIGNIFICACIÓN CLÍNICA

Autor: José L. Dobato Ayuso

INTRODUCCIÓN

Acalculia es un término originariamente debido a Henschen, acuñado para designar un trastorno adquirido de la habilidad de cálculo [1].

Es evidente que la habilidad de cálculo está muy influida por factores socioculturales: la que hasta hace unas décadas era una habilidad aprendida limitada a las clases socioeconómicas más altas, se ha ampliado considerablemente en la población general desde la universalización de la escolarización obligatoria, al menos en la mayoría de las sociedades de nuestro entorno. Sin embargo, es posible que en un futuro próximo, debido a la amplia difusión de máquinas calculadoras de escaso precio y reducido tamaño, la habilidad de cálculo en la población occidental se deteriore paulatinamente [2]. Sin embargo, en el momento actual, un defecto en la capacidad de cálculo interferiría funcionalmente de un modo importante en las actividades de la vida diaria (sobre todo en las actividades relacionadas con aspectos económicos).

De todo ello se deduce que la habilidad de cálculo es una función cognitiva que permanece en la población general con unos niveles de eficiencia muy variables, influida por factores socioculturales [3], lo que presenta un problema añadido a la hora de baremar y validar tareas encaminadas a su evaluación neuropsicológica.

En realidad, la pérdida de la habilidad de calcular rara vez es total, por lo que algunos autores prefieren hablar de discalculia [4]. No obstante, el término acalculia se ha venido usando habitualmente en la literatura para referirse a este trastorno, por lo que en general, a lo largo de esta revisión, se usará dicho término. Asimismo, dado el contexto de un curso de Neuropsicología Clínica en que se desarrolla el tema, en él se tratará la pérdida de la habilidad de calcular previamente adquirida, secundaria a lesiones estructurales, dejando aparte las alteraciones en el aprendizaje de capacidades aritméticas (para el que algunos

autores prefieren reservar el término discalculia, de forma similar al uso del término "dislexia" para las alteraciones en el aprendizaje de la lectura, frente a "alexia" para la pérdida adquirida de esta habilidad).

DESARROLLO HISTÓRICO DEL CONCEPTO DE ACALCULIA

Aunque el término acalculia ("akalkulia") fue acuñado por Henschen en 1919 [5], ya desde hacía un siglo, y dentro de la corriente frenológica, se había mostrado interés por la relación existente entre el cerebro humano y la capacidad de calcular; así, Gall y Spurzheim, frenólogos de principios del XIX, postularon en 1808 la existencia de un "centro del cálculo" cerebral, localizado en la región orbitofrontal [6].

Hacia finales del siglo pasado, el interés por las alteraciones patológicas en la capacidad de calcular secundarias a lesiones cerebrales es retomado por los afasiólogos, que usualmente atribuyen las alteraciones en cálculo a alteraciones más amplias en el lenguaje. Sin embargo, Lewandosky y Stadelman, en 1908, ya proponen la posibilidad de que los trastornos del cálculo no sean secundarios siempre a problemas afásicos, a raíz de la publicación de un caso de alexia-agrafia numérica no asociado a afasia ni a alexia-agrafia de material no numérico [6].

Henschen, en 1919, aparte de acuñar el término acalculia, también infiere la existencia de un sistema cerebral específicamente encargado del cálculo, independiente, aunque relacionado, del sistema del lenguaje. Hans Berger, en 1926 [7], propone ya una distinción entre acalculia primaria, cuando el problema de cálculo aparece de una forma más o menos aislada, y acalculia secundaria, cuando ésta es debida a la alteración de otras funciones neuropsicológicas.

Hecaen, a principio de los años 60 [8], introduce la ya tradicional clasificación de la acalculia: alexia-agrafia numérica, acalculia visoespacial y anaritmetia. Esta clasificación se sigue utilizando universalmente, al ser una clasificación práctica, académica y de alguna manera "localizacionista", por lo que es la

tradicionalmente utilizada en neuropsicología clínica, y en la que se basará la mayor parte del tema.

Sin embargo, esta clasificación tiene sus problemas: se ha comprobado que no es tan fácil y unívoca la localización de las lesiones que producen las distintas variedades como suponía Hécaen, no incluye las alteraciones en cálculo secundarias a problemas del desarrollo o a alteraciones en la función cerebral global (p. ej., traumatismos o demencias), y las categorías no son mutuamente excluyentes, por lo que, en los últimos años, y desde el campo de la psicología cognitiva, se elaboran varios modelos, dentro de los cuales, el que más aceptación parece haber conseguido es el de McCloskey y Caramazza [9], que también se expondrá más adelante.

CLASIFICACIÓN DE LA ACALCULIA Y SUS VARIEDADES

En la función de cálculo, intervienen un gran número de sistemas cognitivos; por lo tanto, las funciones aritméticas se verán lógicamente afectadas en alteraciones cerebrales globales, como en demencias, cuadros confusionales, negligencia espacial, afasias, alexia y agrafia, y como parte integrante del síndrome de Gerstmann [1, 3, 10, 11]. Sin embargo, aunque con menos frecuencia, se encuentra que, debido a una lesión cerebral, existe una alteración más o menos selectiva de la capacidad de calcular, con respecto de otras funciones neurocognitivas, lo que sienta el principio de la primera clasificación de acalculia, enunciada por Berger ya en 1926: existiría una acalculia primaria (no debida a otros déficits neuropsicológicos, aunque se podría asociar a mínimos defectos afásicos, si bien no lo suficientemente importante de intensidad como para justificarla) y una acalculia secundaria debida a trastornos del lenguaje, memoria, atención o cognición en general [3, 6].

Como se ha mencionado, Hécaen [8] clasifica las acalculias en tres tipos (tabla I):

Alexia y agrafia numérica

Aunque algunos autores [12] denominan a este tipo de acalculia "acalculia afásica", la afasia no es condición necesaria ni suficiente para la aparición de este déficit, si bien la afasia es el trastorno que con mayor frecuencia se asocia a la alexia-agrafia numérica: el 83% de los pacientes con alexia y agrafia numérica de la serie de Hecaen (8) presentaban afasia. Otros déficit asociados fueron alexia verbal (79%), apraxia ideatoria e ideomotora (36%) y asomatognosia (26%); todos ellos déficit tradicionalmente considerados hemisféricos izquierdos...

Básicamente, habría tres tipos de alexia-agrafia numérica, que se podrían combinar entre sí [6, 13]:

1 Incapacidad de leer-escribir dígitos individuales (similar a la agrafia-alexia literal).

2 Incapacidad de leer-escribir correctamente cifras de varios dígitos, asignando a cada uno su valor de acuerdo con el lugar que ocupan en la cifra, según las normas del sistema arabigodecimal (p. ej. ante la cifra 205678, leer "dos millones, quinientos sesenta mil setenta y ocho"). En este tipo de alteración, con mucha frecuencia se presentan trastornos cualitativamente distintos dependiendo del tipo de afasia asociada: así, si es de tipo motor, se suelen producir errores de tipo gramatical (p. ej., 50 por 500), mientras que si la afasia es de tipo sensorial, los errores producidos suelen ser de tipo secuencial (p. ej., 3.004 por 4.003).

3 Incapacidad de leer, escribir y comprender signos aritméticos (+, -, x, etc.) independientemente de la capacidad de leer o escribir dígitos y cifras.

Estos tres tipos de alteraciones se pueden dar combinadas o aisladas. El hecho de que ocasionalmente se vean de forma aislada, indicaría, según McCloskey y Caramazza [9], la existencia de un sistema léxico y otro sintáctico para números (cuyo daño selectivo produciría la primera y segunda variedades) separado de un sistema semántico para símbolos-operaciones matemáticas, que se podrían lesionar conjunta o independientemente para ocasionar las alteraciones observadas en la clínica.

Acalculia espacial

Este defecto consistiría, bien en la incorrecta alineación de los números en la cifra, en las fases iniciales del proceso computacional (p. ej., 31 por 13), bien en la inadecuada colocación en el espacio de los resultados parciales de las multiplicaciones por más de un dígito, de los restos en las divisiones, etc., mientras se mantienen las capacidades básicas de cálculo simple en operaciones presentadas verbalmente [6].

Los déficit asociados a este tipo de alteración, en la serie de Hecaen [8] eran alteraciones visuoconstructivas (95%), confusión direccional (78%), trastornos oculomotores (70%), agnosia espacial unilateral –usualmente izquierda– (69%), agnosia espacial global (62%), alteraciones campimétricas usualmente izquierdas (56%), apraxia del vestido (41%) y deterioro cognitivo global (56%): es decir, la mayoría de los déficit sensoriales y cognitivos, correspondientes a una disfunción hemisférica derecha; no obstante, y al igual que la alexia-agrafia numérica, la acalculia espacial se puede dar aisladamente, sin ningún otro déficit neuropsicológico.

Hay que hacer notar, de acuerdo con Dahmen y cols. [14], la similitud entre la alexia y la agrafia numérica de tipo sintáctico, en especial la que se ve usualmente asociada a la afasia de tipo sensorial, y la primera variedad de acalculia espacial (la incorrecta alineación de dígitos en un cifra multinumérica); dicho de otra manera, la transcripción de "mil cinco" en sistema arabigodecimal como 1.500, ¿es acalculia espacial o agrafia numérica de tipo sintáctico?... Evidentemente, si se asociara a agnosia visual, nos inclinaríamos por la primera posibilidad, y si la asociación fuera con afasia de Wernicke, por la segunda, pero el déficit en sí mismo podría corresponder a cualquiera de las dos categorías.

Anaritmia

Aunque según la definición de Hecaen se excluyen específicamente de esta variedad las alexia-agrafia numérica y la acalculia espacial, se pueden ver otros déficit neuropsicológicos y neurológicos asociados: en la serie de Hecaen [8] se asociaban afasia (62,5%), alteración visuoconstructiva (61%), déficit cognitivo

global (50%), alexia verbal (39%), confusión direccional (37%), déficit visuales (37,5%), trastornos oculomotores (33%) y déficit somatosensitivos (37%).

Posteriormente, dentro del concepto de anaritmia, se describen casos con incapacidad selectiva para recordar valores tabulados de operaciones aritméticas simples, pero conservando el concepto de la operación matemática concreta, con lo que la operación se puede realizar, a costa de aumentar el tiempo y la posibilidad de error [1, 3, 15, 16, 17]; casos con déficit selectivos de determinadas operaciones matemáticas (p. ej., suma o resta), con conservación de otras (multiplicación o división) [10, 11, 17, 18]; y casos con desproporcionada alteración en funciones que pudiéramos llamar "ejecutivas" en el cálculo (por ej., "llevar" cantidades, sumar la cantidad "llevada" en una resta, etc.), bien por un problema atencional, al ser estas tareas "duales", o por un problema en secuenciación de operaciones matemáticas simples en el contexto de una operación compleja [1, 16, 17, 19] en la que intervendría tanto la capacidad de planificación como la memoria de trabajo [20], y que, por lo tanto, con frecuencia se asocian a alteraciones ejecutivas evidenciables en tareas de planificación o fluidez verbal [21].

EL PROBLEMA DE LA LOCALIZACIÓN

Dada la complejidad de los mecanismos neurocognitivos implicados en las funciones aritméticas, es lógico que lesiones encefálicas extensas, produciendo demencia, afasia o alteraciones en el nivel de alerta y atención, afecten a la capacidad de cálculo, en las llamadas acalculias secundarias.

En el caso de las acalculias primarias, la lesión cerebral puede ser mucho más discreta: así, Hecaen describe casos de alexia y agrafia numéricas fundamentalmente en lesiones (temporo)parietales izquierdas o bilaterales (a diferencia de la alexia—agrafia de letras y palabras, de localización lesional temporooccipital), de acalculia visoespacial en lesiones parietales derechas o bilaterales [8, 22], y de anaritmia por lesiones parietotemporales derechas o izquierdas, con predominio de estas últimas (6% versus 23% [21]) [1, 8, 11, 19, 23]; para algunos autores [3], el papel del girus angularis izquierdo sería

fundamental para las labores de cálculo más elaboradas, llegándose incluso a sugerir que la memoria de trabajo para las operaciones aritméticas "se encontraría localizada en el lóbulo parietal izquierdo" [1]. De hecho, la acalculia es un déficit típicamente asociado al síndrome de Gerstmann; sin embargo, no se ha podido describir una variedad concreta de acalculia entre las tres anteriores, asociada específicamente a este síndrome [6].

Sin embargo, posteriormente se describen componentes de acalculia visoespacial en lesiones parietotemporales izquierdas [23, 24], así como anaritmia en lesiones frontales [16, 17] y subcorticales (núcleo caudado, putamen y cápsula interna) [25], con alteración en recuerdo de hechos matemáticos y capacidades ariméticas ejecutivas fundamentalmente, con usual conservación de la lectoescritura de números, de su adecuada colocación y de los conceptos de las operaciones matemáticas en sí (que curiosamente no suelen verse afectadas por estas lesiones localizadas, aunque sí en el caso de lesiones más extensas, como en las demencias [10]), independientemente de que la la lesión sea parietal, frontal o subcortical izquierda [1, 11, 16, 17, 25].

En general, parece que existiría un gran "network" relacionado con las capacidades aritméticas [1], en el que estarían implicadas tanto estructuras corticales como subcorticales a nivel frontal, parietal, temporal y ganglios de la base, en especial a nivel parietal posterior en el hemisferio dominante, aunque con influencia bihemisférica, como demuestran estudios de flujo cerebral [26], EEG [27], o potenciales evocados [28] (salvo quizá el procesamiento espacial de operaciones complejas y cifras multidígito largas, que se localizaría fundamentalmente a nivel parietal posterior derecho, y cuya lesión ocasionaría la acalculia espacial).

OTRAS TEORÍAS Y MODELOS

La clasificación anterior, aunque útil y académica, plantea varios problemas, ya apuntados: las categorías no son mutuamente excluyentes entre sí, incluso llegan a solaparse algunas variedades (p. ej., la agrafia-alexia numérica sintáctica y la acalculia visoespacial), no incluye trastornos del cálculo secundarios a la alteración cerebral global (como demencias o traumatismos

craneoencefálicos) y, si bien es groseramente localizacionista, tampoco permite la localización exacta de una variedad concreta de acalculia.

Todo ello lleva a la elaboración, desde la perspectiva de la psicología cognitiva, de nuevos modelos y teorías, que consideran que el cálculo, desde el punto de vista neuropsicológico es una función muy compleja: en una simple operación aritmética interviene una gran cantidad de mecanismos neurocognitivos: mecanismos de procesamiento verbal y/o gráfico de la información; percepción, reconocimiento y en su caso producción de la caligrafía y ortografía numérica y algebraica; representación número/símbolo; discriminación visoespacial (alineamiento de los dígitos y colocación de estos adecuadamente en el espacio), memoria a corto y largo plazo, razonamiento sintáctico y mantenimiento atencional [3]. Algunos procesos cognitivos relacionados con el cálculo probablemente sean innatos y no requerirían aprendizaje, como la capacidad de estimar cantidades pequeñas sin contar formalmente los elementos, o la estimación rápida de cuál es el mayor entre varios conjuntos de elementos, mientras que otros procesos (p. ej., el resultado de tablas aritméticas) es evidente que requieren un aprendizaje formal [21].

Por otro lado, se ha de tener en cuenta que, si la operación de cálculo se hace mentalmente, la información numérica y de las reglas de cálculo se ha de mantener durante un tiempo en un almacén (o memoria) de trabajo, mientras que, si la operación se hace con apoyo gráfico, el soporte de papel puede desempeñar las funciones de esta memoria de trabajo que ha de actuar en operaciones aritméticas mentales [20].

La memoria a largo plazo, por su parte, intervendría en las funciones de cálculo de dos formas distintas: por un lado, aportando información acerca de las reglas generales de cálculo de una operación concreta, y por otro, recordando los resultados de operaciones elementales (tablas aritméticas), que usualmente se han aprendido en la infancia. Si este último mecanismo falla, siempre se podría acudir a las reglas generales de la operación, a costa de aumentar el tiempo y la posibilidad de error (p. ej., si no se recuerda el valor tabulado de $7+4$, pero sí el principio matemático de la suma, se podría realizar la operación contando de unidad en unidad, cuatro veces desde 7: 8, 9, 10, 11) [3].

Así, Mazzoli [6], por ejemplo, propone una jerarquía en las operaciones matemáticas, de forma que en el nivel más bajo se encontrarían la capacidad de contar y el conocimiento de las tablas aritméticas; en un escalón más alto, se encontrarían las 4 operaciones matemáticas elementales, subdivididas a su vez en dos niveles: suma y resta por un lado, y multiplicación y división por otro. Más arriba jerárquicamente se encontrarían las reglas algebraicas y geométricas, y, por último, en el nivel más elevado, se encontraría la habilidad de analizar los datos matemáticos para resolver problemas reales.

Collignon et al. [29] postulan que la acalculia es siempre un problema secundario a tres problemas básicos:

- acalculia secundaria a problemas instrumentales. Afasia, trastornos visoespaciales o apraxia constructiva;
- acalculia secundaria a la combinación de varios de los factores anteriores;
- acalculia secundaria a deterioro cognitivo general.

Por último, para Mc Closkey et al. [9], todas las funciones cognitivas mencionadas se agruparían en dos grandes sistemas (tabla II).

Sistema de procesamiento numérico

El sistema de procesamiento numérico sería el encargado de la comprensión y producción de números gráficos y verbales, junto con las reglas de valoración de cantidades y de dígitos en función de su situación en una cifra de varios números, según el sistema arabigodecimal usado en nuestra cultura, subdivido a su vez en dos subsistemas, uno para la expresión/comprensión verbal, y otro para la arábica de las cifras a su vez compartimentados en sistemas de procesamiento sintáctico (valor de los dígitos dependiendo del lugar que ocupan en una cifra, por ej.) y léxico (conocimiento de los valores numéricos en sí).

Sistema de cálculo

El sistema de cálculo es el encargado de:

- Comprensión y recuerdo de símbolos y principios de las operaciones matemáticas.
- Recuerdo de "hechos" matemáticos (p. ej., resultado de tablas aritméticas).
- Ejecución de los procesos matemáticos (p. ej., "llevarse" cantidades a la siguiente columna, alineación correcta de las cantidades parciales en las multiplicaciones "por más de un dígito", o de los "restos" en las divisiones).

De esta forma, las alteraciones en cualquiera de estos sistemas explicarían las disociaciones encontradas en la clínica.

Una propuesta de clasificación ecléctica, asociando el modelo de Mc Closkey (el más aceptado en general en psicología cognitiva) y la clasificación de Hecaen (la más usada en neuropsicología clínica), podría ser la siguiente:

Déficit en el sistema de procesamiento numérico y de símbolos aritméticos

- Alexia y agrafia numérica.
- Alexia y agrafia de símbolos aritméticos.
- Acalculia visoespacial.

Déficit en el sistema de cálculo o anaritmética

- Alteración en la comprensión de conceptos de las operaciones matemáticas.
- Alteración en el recuerdo de los "hechos" matemáticos.
- Alteración en la ejecución de tareas matemáticas.

VALORACIÓN NEUROPSICOLÓGICA

Para la valoración neuropsicológica de las capacidades de cálculo, haría falta, en primer lugar, una valoración neuropsicológica global, al objeto de descartar problemas neurocognitivos más amplios, como demencia, afasia, alexia, agrafia, cuadros confusionales o heminegligencia, que, en caso de existir, nos llevarían al diagnóstico de una acalculia secundaria, debida a estas alteraciones.

Cuando, tras esta valoración inicial, se sospeche u objective una alteración específica en las capacidades aritméticas, y teniendo en cuenta las variables socioculturales, se pasará a explorar específicamente las capacidades numéricas y de cálculo.

En primer lugar, habría que explorar la capacidad de leer y escribir números, tanto al dictado como a la copia, tanto en sistema arábigo como en transcripción gráfica verbal (p. ej., 1005 y mil cinco), transcripción recíproca entre sistemas arábigo-verbal, capacidad de comprender cuál de varias cifras es mayor o menor, estimación rápida sin contaje formal de conjuntos de elementos, y conocimiento general de hechos numéricos (p. ej., cuántos días tiene una semana, o aproximadamente cuántas personas pueden caber sentadas en un autobús), capacidad de transcribir a una numeración arábigo verbal un número de elementos concretos (p. ej., fichas del "token test"), y capacidad de contar una serie de números, en sentido directo e inverso, todo ello con el fin de objetivar problemas de alexia y agrafia numérica. Además, se ha de hacer especial énfasis en la lectoescritura de cantidades de varios dígitos, en especial aquellas que lleven el valor cero como "representante" de una determinada cantidad decimal (p. ej., 10050, contra 15000), con el fin de descubrir posibles alteraciones en el terreno de la acalculia visoespacial, y/o alexia-agrafia numérica sintáctica. Con este tipo de tareas, se pretende explorar el sistema de procesamiento numérico postulado por Mc Closkey [9], y las capacidades "innatas" de cálculo elemental.

Una vez comprobada la supuesta integridad del sistema anterior, la exploración de las capacidades de cálculo se debería centrar en el estudio de las anaritmias primarias, es decir, del sistema de cálculo del modelo de Mc Closkey. Por una parte, habría que evaluar, sobre el papel, el conocimiento de los símbolos matemáticos, tanto en lectura como en escritura, así como la alineación correcta de varios dígitos en operaciones matemáticas comunes (sumas, restas, multiplicaciones y divisiones), con lo que se estaría explorando simultáneamente el conocimiento de los símbolos matemáticos (primer subsistema del sistema de cálculo de McCloskey) y la correcta alineación de

los dígitos en el espacio (del sistema numérico "visoespacial"). Posteriormente, se pasaría a la resolución de problemas matemáticos simples, con operaciones de un sólo dígito (recuerdo de resultados de tablas algebraicas) y de varios dígitos, que conlleven habilidades ejecutivas (llevar y sumar cantidades y restos), tanto mentalmente como sobre el papel, con especial énfasis en el análisis cualitativo de los "fallos", para evaluar problemas en la comprensión del concepto de las operaciones matemáticas, en el recuerdo de "hechos" aritméticos simples (p. ej., resultados de tablas aritméticas), y en la memoria de trabajo y capacidades ejecutivas y atencionales encargadas del manejo de operaciones simples sucesivas para resolver otras más complejas, tanto mentalmente cómo sobre el papel.

Por último, no estaría de más explorar la capacidad de resolución de problemas aritméticos complejos, enunciados verbalmente, aun a sabiendas de que en la resolución de dichos problemas intervendrían, con enorme peso específico, funciones neurocognitivas distintas de las estrictamente numéricas y aritméticas, como lenguaje y capacidad de abstracción. Se podría, asimismo, explorar conceptos y rendimientos en operaciones matemáticas más complejas, como fracciones, potencias o raíces, si el nivel cultural del sujeto lo permite, pero tendríamos el problema añadido en estos casos de la dificultad en validación de estas tareas, ya que lógicamente de validar el nivel de eficiencia estaría mucho más influido por factores socioculturales y de actividad profesional, que en las operaciones aritméticas más simples.

Todas estas tareas, dada la enorme variabilidad en eficiencia secundaria al nivel sociocultural, necesitarían ser estrictamente validadas por edad y nivel de escolaridad.

En la mayoría de las baterías neuropsicológicas globales validadas para nuestro medio cultural, existen tareas encaminadas a detectar alteraciones en el cálculo, aunque no baremadas y validadas como subtests específicos (Miniexamen cognoscitivo, CAMDEX, ADAS) [30, 31, 32], con lo que, mientras no se realicen grupos de control y se baremen y validen los rendimientos, no son operativos para explorar específicamente funciones numéricas y aritméticas. Si bien existen algunos tests encaminados a evaluar capacidades

aritméticas, baremados y validados [12, 33, 39], para nuestro medio sólo tenemos, en nuestro conocimiento, las subescalas correspondientes al WAIS [40] y los subtests de cálculo del test Barcelona [41] (sumas, restas, multiplicaciones y divisiones, de uno y varios dígitos, mentalmente y sobre papel, así como problemas aritméticos complejos), que combinados con los subtests de lectoescritura de números, en el apartado de lectura y escritura, cubren de una manera bastante global todos los aspectos mencionados que constituirían una exploración "ideal" de las capacidades numéricas y aritméticas de un sujeto, si bien existen algunas carencias, como la falta de transcripción numérica de conjuntos de elementos (que en otras baterías se realizan con fichas del "Token test"), transcripciones recíprocas del sistema arábigo al verbal, transcripción a papel de cifras de varios dígitos con complejidad de elementos decimales (incluyendo "ceros" en distintos lugares de las cifras), comprensión de cuál de varias cantidades es la mayor, estimación rápida de tamaños de conjuntos y análisis estandarizado de los fallos en operaciones aritméticas. Todo ello, constituye un reto para los investigadores neurocognitivos en lengua castellana, que consistiría en desarrollar, baremar y validar un test estandarizado para la investigación de problemas de cálculo en nuestros pacientes.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Takayama Y, Sugishita M, Akiguchi Y, Kimura J. Isolated acalculia due to left parietal lesion. Arch Neurol 1994; 51: 286-291.
- [2] Estes WK. Is human memory obsolete? Am Sci 1980; 68: 62-69.
- [3] Boller F, Grafman J. Acalculia. En: Friedericks JAM, editor. Handbook of clinical neurology. Clinical neuropsychology... Nueva York. Elsevier, 1985; 473-481.
- [4] Barbizet J, Bindefeld N, Moaty F, Le Goff P. Persistances de possibilité de calcul élémentaire au cours des aphasies massives. Rev Neurol 1967; 116: 170-178.

[5] Henschen SE. Clinical and anatomical contributions on brain pathology. WF Schaller (trans). Arch. Neurol Psychiatry 1919; 13: 226-249.

[6] Levin HS, C Goldstein FC, Spiers PA. Acalculia. En: KM Heilmann y E Valenstein, editores. Clinical Neuropsychology (3rd. Ed.). Oxford: Oxford University Press. 1993: 91-122.

[7] Berger H. Heber rechstorungen bei herderkrankengen des grosshirns. Arch Psychiatr Nerven 1926; 78: 238-263.

[8] Hecaen H, Angelerges R, Houllier S. Les varietes cliniques des acalculies au cours des lesions retrorrolandiques: approche statistique du problème. Rev Neurol (Paris) 1962; 105: 85-103.

[9] Mc Closkey M, Caramazza A, Bailia A. Cognitive mechanism in number processing and calculation: evidence from dyscalculia... Brain Cogn 1985; 4: 171-196.

[10] Grafman J, Kampen D, Rosenberg J, Salazar AM, Boller F. The progressive breakdown of mental processing and calculation ability: a case study. Cortex 1989; 25: 121-133.

[11] Lampl Y, Eshel Y, Gilad R, Sarova-Pinhas I. Selective acalculia with sparing of the subtraction process in a patient with left parietotemporal hemorrhage. Neurology 1994; 44: 1759-1761.

[12] Benson DF, Weir WF, Acalculia: acquired anarithmetia. Cortex 1972; 8: 465-472.

[13] Ferro JM, Botelho MAS. Alexia for arithmetical signs. A cause of disturbed calculations. Cortex 1980; 16: 175-180.

[14] Dahmen W, Hartje W, Bussing A, Sturm W. Disorders of calculation in aphasic patientes-spatial and verbal components. Neuropsychologia 1982; 20: 145-153.

- [15] Hittmair-Delazer M, Sailer U, Benke T. Impaired arithmetic facts but intact conceptual knowledge -a single case study of dyscalculia. *Cortex* 1995; 31 (1): 139-147.
- [16] Luchelli F, De Renzi E. Primary dyscalculia after a medial frontal lesion of the left hemisphere. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1993; 56: 304-307.
- [17] Tohgi H, Saitoh K, Takashashi S, Utsugisawa K, Yonezawa H, Hatano K, Sasaki T. Agraphia and acalculia after a left prefrontal (F1 F2) infarction. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1995; 58: 629-632.
- [18] Mc Neil JE, Warrington EK. A dissociation between addition and subtraction with written calculation. *Neuropsychologia* 1994; 32 (6): 717-728.
- [19] Benson DF, Weir W. Acalculia: Acquired anarithmetia. *Cortex* 1972; 8: 465-474.
- [20] Hitch JG. The role of short term working memory in mental arithmetic. *Cogn Psychol* 1978; 10: 302-323.
- [21] Graffman J, Rickard T. Acalculia. En: Feinberg TE y Farah MJ, editores. *Behavioral Neurology and Neuropsychology*. Nueva York: Mc Graw-Hill, 1997: 219-225.
- [22] Ceccaldi M, Poncet M, Gambarelli D, Guinot H, Bille J. Progressive severity of left unilateral apraxia in 2 cases of Alzheimer disease. *Rev Neurol (Paris)* 1995; 151 (4): 240-246.
- [23] Shalev RS, Manor O, Amir R, Wertman Elad R, Gross Tsur V. Developmental dyscalculia and brain laterality. *Cortex* 1995; 31 (2): 357-365.
- [24] Graffman J, Passafiume D, Faglioni P, Boller F. Calculation disturbances in adults with focal hemispheric damage. *Cortex* 1982; 18: 37-50.
- [25] Corbett AJ, McCusker EA, Davidsson OR. Acalculia following a dominant hemisphere subcortical infarct. *Arch. Neurol* 1986; 43: 964-966.

- [26] Roland PE, Friberg L. Localization in cortical areas activated by thinking. *J Neurophysiol* 1985; 53: 1219-1243.
- [27] Shepherd R, Gale A. EEG correlates of hemisphere differences during rapid calculation task. *J Psychol* 1982; 73: 73-84.
- [28] Papanicolau AC, Schmidt AL, Moore BD, Eisenberg HJ. Cerebral activation patterns in an arithmetic and a visoespatial processing task. *Int J Neurosci* 1983; 20: 283-288.
- [29] Collignon R, Lecier QC, Mahy J. Etude de la semiologie des troubles du calcul observés au cours des lésions corticales. *Acta Neurol Belg* 1977; 77: 257-275.
- [30] Lobo A, Ezquerro J, Gómez FB, Sala JM, Seva A. El miniexamen cognoscitivo. Un test sencillo y práctico para detectar alteraciones intelectuales en pacientes médicos. *Actas Luso Esp Neurol Psiquiatr* 1979; 7: 189-202.
- [31] Llinás-Reglá J, Vilalta -Franch J, López-Pousa S. CAMDEX. Examen Cambridge para trastornos mentales en la vejez (Roth-Huppert-Tym-Mountjoy). Adaptación y validación españolas. Ancora. Barcelona. 1991.
- [32] Rosen WG, Mohs RC, Davis KL. A New rating scale for Alzheimer's Disease. *Am J Psych* 1984; 141: 1356-1364.
- [33] Luria AR. The working brain: an introduction to neuropsychology. Basic books. Nueva York. 1973: 336-337.
- [34] Jackson M, Warrington EK. Arithmetic skills in patients with unilateral cerebral lesions. *Cortex* 1986; 22: 611-620.
- [35] Woodcock RW, Johnson MB. Woodcock-Johnson psychoeducational battery revised. Manual. Allen TX. DLM Teaching Resources. 1989.
- [36] Fassoti L. Arithmetical word problem solving after frontal lobe damage. A cognitive neuropsychological approach. Swets & Zeitlinger, Amsterdam. 1992.

[37] Marckardt FC. Peabody individual achievement test —Revised. Circle Pines, Minn. American Guidance Service 1989.

[38] Jastak SR, Wilkinson GS. Wide range achievement test revised. Wilmington del. Jastak associates. 1984.

[39] Connolly AS, Nachtman W, Pritchett MF. Key Math diagnostic arithmetic test. Circle Pines Minn. American Guidance Service. 1976.

[40] Wechsler D. WAIS-R manual. The psychological corporation. Nueva York. 1981.

[41] Peña-Casanova J. Programa integrado de exploración neuropsicológica "test Barcelona". Masson. Barcelona. 1990.

Tablas

Tabla I

VARIEDADES DE ACALCULIA

1 Alexia-Agrafia numérica

- Alexia-agrafia digital (de números individuales)
- Alexia-agrafia sintáctica (de cifras)
- Alexia-agrafia de símbolos matemáticos

2 Alcalculia especial

- Alteración en la colocación de dígitos en la cifra
- Alteración en la colocación de resultados parciales en computación

3 Anaritmia

- Amnesia de hechos matemáticos (valores tabulados)
- Amnesia del concepto de operaciones matemáticas
- Alteraciones ejecutivas en el cálculo matemático

Tabla II

SISTEMAS NEUROCOGNITIVOS IMPLICADOS EN EL CÁLCULO

1 Sistema de procesamiento numérico

- Sistema numérico verbal (con subsistemas léxico y sintáctico)
- Sistema numérico arábico (con subsistemas léxico y sintáctico)

2 Sistema de cálculo

- Símbolos y principios matemáticos
- "Hechos" matemáticos
- Ejecución de procesos matemáticos