

Broca, prisionero de su tiempo

A. García-Molina^{1,2}, T. Roig-Rovira²

¹ Institut Guttmann, Institut Universitari de Neurorehabilitació, UAB. Barcelona. España.

² Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona. España.

RESUMEN

El 18 de abril de 1861 el médico francés Paul Broca presenta a la Sociedad Antropológica de París el caso de un paciente que pierde el habla tras una lesión en la tercera circunvolución frontal izquierda. Este hallazgo constituirá la primera evidencia de la relación entre la organización funcional del cerebro y el lenguaje. Por otro lado, el hallazgo de Broca cuestionará la creencia, ampliamente aceptada por la comunidad científica de la época, que el cerebro es un órgano simétrico. Sus contemporáneos serán reacios a admitir que las dos mitades de un órgano, que tienen la misma organización, y aparentemente la misma estructura, pueden ser diferentes en su modo de actuar. A pesar de las evidencias, Broca no estará preparado para desafiar la 'ley' de la dualidad orgánica, lo cual se traducirá en una intensa lucha consigo mismo, confrontando sus observaciones clínicas con el cuerpo de conocimiento existente. Al igual que sus contemporáneos, Broca será prisionero de su tiempo.

PALABRAS CLAVE

Lóbulo frontal, daño cerebral, localización cerebral, afasia, historia del siglo XIX, Neurociencias

Introducción

El 18 de abril de 1861, Paul Broca (1824-1880) presenta una breve comunicación a la Société Anthropologique de París que revolucionará el mundo de la neurociencia¹. En ella describe el caso de un paciente de 51 años, fallecido pocos días antes, que había perdido la capacidad de hablar. El estudio post-mortem revelará la presencia de una lesión localizada en la tercera circunvolución frontal izquierda, la cual explicaría el déficit lingüístico del paciente^a. Ese mismo año, presenta un segundo caso, de similares características, con una lesión localizada en la misma ubicación³. Posteriormente, Broca tendrá la oportunidad de estudiar a diversos pacientes con trastornos similares que confirmarán la relación entre la capacidad para articular el lenguaje con la tercera circunvolución frontal izquierda^{4,5}. Broca concluye dos años después, en 1865, "nous parlons avec l'hémisphère gauche" (hablamos con el hemisferio izquierdo)⁶. Ésta es, a grandes rasgos, la reconstrucción que muchos manuales hacen de los hallazgos descritos por Broca. Sin embargo, tal reconstrucción omite aspectos de gran relevancia, claves para comprender la realidad científica en la que se hallaban inmersos Paul Broca y sus coetáneos.

Actualmente nadie cuestiona la existencia de una especialización hemisférica; sin embargo, en la Francia de

mediados del siglo XIX, la comunidad científica aceptará como verdad irrefutable que ambos hemisferios cerebrales son idénticos, uno duplicado del otro. Uno de los principales valedores de este principio será el padre de la histología moderna: François Xavier Bichat (1771-1802). En su obra *Recherches physiologiques sur la vie et la mort* (1800) Bichat divide la vida en dos partes: vida orgánica (*vie végétative*) y vida animal (*vie de relation*)⁷. Según este autor, los órganos que regulan la vida orgánica son asimétricos (p. ej. corazón e intestinos). La vida orgánica estaría asociada con las pasiones y el funcionamiento metabólico del cuerpo. La vida animal, relacionada con la memoria y el intelecto, se sitúa en un plano superior, y sus órganos se caracterizan por su simetría y armonía (p. ej. ojos u orejas). La vida orgánica y la animal interactuarían a través de la relación de tres órganos: corazón, pulmones y cerebro. El cerebro, indispensable para la vida animal, es un órgano simétrico. Cualquier cambio en su simetría empujaría al organismo al caos. Bichat plantea que la simetría en la estructura comporta la

^a Paul Broca realizará un examen visual del cerebro del paciente, observando una lesión superficial en el lóbulo frontal izquierdo. En 2007 Dronkers et al² reexaminaron el cerebro utilizando resonancia magnética de alta resolución. El examen reveló lesiones en la circunvolución frontal inferior izquierda, lóbulo parietal inferior y la región anterior del lóbulo temporal superior. Además, observaron lesiones en putamen, globo pálido, cabeza del núcleo caudado y cápsulas externa e interna; la ínsula estaba completamente destruida. El hemisferio derecho no mostraba lesiones.

simetría, o la armonía, en la función. Esta idea devendrá en la denominada ley de la simetría: dos partes esencialmente iguales en su estructura no pueden ser diferentes en su modo de actuar. Entre los primeros intelectuales que reconocerán la ley de la simetría como una verdad categórica, un hombre que revolucionará el conocimiento sobre la organización funcional del cerebro: Franz Joseph Gall.



Figura 1. François Xavier Bichat (1771-1802)

A finales del siglo XVIII, Franz Joseph Gall (1758-1828) propone que, al igual que el cuerpo se compone de diferentes órganos asociados a determinadas funciones fisiológicas, el cerebro también está formado por 'órganos mentales', cada uno de los cuales dedicado a una función determinada⁸. Gall identifica 27 órganos mentales, localizados bilateralmente, (simétricamente) en ambos hemisferios cerebrales. En sus escritos, Gall defiende el principio de la organización funcional del córtex cerebral, pero no propone ninguna diferencia funcional interhemisférica. De hecho, argumenta lo contrario. En línea con la ley de la simetría propuesta por Bichat, Gall cree que cada hemisferio cerebral es un duplicado del otro, y que cada uno de ellos es en sí mismo una versión completa de la mente. Si ambos hemisferios son simétricos estructuralmente, también lo son funcionalmente: de tal manera, si un hemisferio sufre una lesión, el otro hemisferio asumirá sus funciones. En aquellos casos en que lesiones unilaterales ocasionan una pérdida funcional, Gall plantea que tal función depende del equilibrio o

simetría de ambos hemisferios y que la lesión altera la armonía hemisférica.

Gall llama inicialmente a su doctrina *Schädellehre* (doctrina del cráneo), posteriormente *Organologie* y finalmente *physiologie de cerveau*. El término frenología, empleado habitualmente para referirse al sistema de conocimiento postulado por Gall, es adoptado por su discípulo y colaborador Johann Kaspar Spurzheim (1776-1832) después de leer el artículo, *Sketch of the phrenology of Gall and Spurzheim*, de Thomas Foster¹¹.

Durante el primer tercio del siglo XIX la frenología gozará de una gran presencia y popularidad en Francia, tanto a nivel social como científico⁹. Entre sus seguidores más ilustres hallamos a Giovanni Antonio Lorenzo Fossati (1786-1874), médico de origen italiano fundador de la *Société Phrénologique* (1831), y François Joseph Victor Broussais (1772-1838), catedrático de Patología General y Terapéutica de la Facultad de Medicina de París y médico personal de Casimir Pierre Périer, primer ministro de Luis Felipe I de Francia. Asimismo, destacar a Jean-Baptiste Bouillaud (1796-1881) por su contribución a la frenología, mostrando la importancia de los estudios anatomopatológicos en el avance del conocimiento sobre la organización funcional del cerebro¹⁰. El 21 de febrero de 1825 Bouillaud presenta, ante l'Académie Royale de Médecine de París, un estudio en el que sostiene (sobre la base de la evidencia clínica) que la facultad del lenguaje articulado reside en los lóbulos frontales del cerebro; lo cual, según Bouillaud, confirmaría la hipótesis de Gall sobre la ubicación del sentido del lenguaje y habla. Pese a los apoyos recibidos, la frenología hallará detractores entre la élite académica francesa, principalmente en las figuras de George Cuvier (1769-1832) y Marie-Jean-Pierre Flourens (1794-1867). Presiones políticas, actitudes de resistencia con un fondo ideológico ultraconservador o la reiterada negación de su reconocimiento académico favorecerán el declive de la frenología y desacreditación de las contribuciones realizadas por Gall y sus seguidores¹¹.

Material y métodos

En la década de 1860 una amplia mayoría de la comunidad científica francesa exhibirá 1) una posición claramente contraria a todo aquello que pueda estar relacionado con la frenología y 2) una aceptación plena del axioma que postula la simetría cerebral, tanto a nivel estructural como funcional. Una comunidad científica de la que formará parte Broca a través de su participación activa en diversas sociedades científicas y sus más de 500

artículos sobre diversas cuestiones médicas y antropológicas. Broca será un extraordinario observador y científico pero, como todo individuo, también es prisionero del momento histórico en el que le toca vivir, así como del conjunto de conceptos y teorías que forman el corpus de conocimiento de su época. Centrándonos en los estudios realizados por Broca sobre la localización neuroanatómica del lenguaje, y partiendo de los documentos que publica entre 1861 y 1865 sobre esta temática, el propósito del artículo es describir la evolución de sus ideas en este campo de la neurociencia.

Broca y la localización del lenguaje articulado (1861-1865)

En la reunión de la Société Anthropologique de París, celebrada el 18 de abril de 1861, Broca presenta el caso de un hombre de 51 años de edad, atendido en el servicio de cirugía del Hôpital Bicêtre de París, que 21 años antes había perdido la capacidad de hablar¹. Co-fundada por Broca en 1859, la Société Anthropologique de París es la primera sociedad antropológica del mundo y nace con el propósito de estudiar el origen y la diversidad biológica de la especie humana. En su comunicación, Broca describe de forma concisa el caso clínico y los principales hallazgos obtenidos en la autopsia practicada al paciente. Entre estos, destaca el reblandecimiento de la mayoría de las circunvoluciones del lóbulo frontal izquierdo (con una relativa preservación de la región orbitofrontal). Broca concluye su presentación indicando que todo hace pensar que la lesión del lóbulo frontal es la causa de la pérdida del habla. En agosto de ese mismo año, presenta de nuevo el caso, esta vez ante la Société Anatomique de París. Esta sociedad científica es instituida en diciembre de 1803 por Laennec y Dupuytren en la Facultad de Medicina de París con el objetivo de continuar el trabajo anatómico-clínico iniciado por François Xavier Bichat. La presidirá, durante más de cuarenta años, el gran anatomista Jean Cruveilhier (1791-1874), firme detractor de las ideas localizacionistas. Cruveilhier afirmará que la facultad de la articulación del lenguaje no tiene un lugar especial en el cerebro, suprimiéndose ésta cada vez que hay una gran destrucción del tejido cerebral, cualquiera que sea su localización¹².

Frente a los miembros de la Société Anatomique de París, Broca subraya que es difícil saber si la facultad del lenguaje articulado depende del lóbulo frontal, considerado como un todo, o específicamente de una de sus circunvoluciones. Plantea que en el caso presentado, la lesión se localiza en la segunda o tercera circunvolución frontal, más probable-

mente en ésta última y que, por tanto, es posible que la facultad del lenguaje articulado resida en una de estas dos circunvoluciones. Cierra la presentación señalando que basta con comparar sus observaciones con aquellas que le han precedido para rechazar la idea de que la facultad del lenguaje articulado reside en un punto fijo, limitado y situado en la parte más anterior del lóbulo frontal (argumento que refutaría la hipótesis de Gall sobre la ubicación del sentido del lenguaje y habla)¹³.

Consciente que el caso descrito puede convertirse en objeto de críticas (muestra lesiones sifilíticas crónicas y progresivas que dificultan delimitar anatómicamente el origen de la afemia^b), Broca presenta en noviembre de 1861 un segundo caso a la Société Anatomique de París. En esta ocasión, se trata de un paciente de 84 años que, a raíz de un ictus cerebral, ha perdido la facultad de hablar³. A diferencia del primer caso, en este segundo las lesiones halladas en la autopsia están perfectamente delimitadas, afectando segunda y tercera circunvolución frontal izquierda. Tanto en el primer caso como en el segundo, la segunda circunvolución frontal izquierda está menos dañada que la tercera, lo que le llevará a concluir que, con toda probabilidad, la sede principal de la lesión primaria sea esta última. Cauteloso en sus afirmaciones, y sabedor que los dos casos descritos son insuficientes para esclarecer la localización neuroanatómica del lenguaje articulado, Broca señala que la integridad de la tercera circunvolución es indispensable para el ejercicio de esta facultad mental. Asimismo, al igual que Bouillaud, contempla la posibilidad que la pérdida del lenguaje articulado sea causada por lesiones tanto del hemisferio izquierdo como derecho: Broca únicamente está interesado en la localización de la facultad del lenguaje articulado, no en su lateralización.

El 2 de abril de 1863 expone, en la Société Anthropologique de París, los resultados obtenidos tras examinar ocho casos de afemia³. Broca advierte que todos ellos presentan lesiones en el tercio posterior de la tercera circunvolución frontal izquierda. En esta misma presentación, reconoce sentirse ligeramente sorprendido tras saber de la existencia de dos casos de pacientes con afemia por lesiones parietales (casos descritos por Charcot y Duchenne, respectivamente). Broca solicitará examinar personalmente los cerebros de estos pacientes, y en ambos casos constatará la presencia de

^b En sus escritos, Paul Broca utiliza el término afemia (aphémie) para referirse a la alteración aislada del lenguaje articulado, estando preservadas la comprensión, lectura, escritura, memoria e inteligencia. En 1864, Armand Trousseau (1801-1867) sugiere sustituir afemia por afasia (aphasie)¹⁴. A pesar de las objeciones de Broca, el término afasia es aceptado de forma rápida por muchos autores y utilizado profusamente en la literatura especializada.

lesiones en la tercera circunvolución frontal. Ese mismo mes de 1863, describe ante la Société Anatomique de París a un paciente que, estando en vida, no mostrará afemia si bien en el estudio post-mortem se detecta una importante atrofia de la tercera circunvolución frontal derecha, mientras su homónima izquierda estará sana e intacta⁴. Pese a las pruebas acumuladas, Broca no se atreve a concluir que el lenguaje articulado está ubicado en la tercera circunvolución frontal izquierda, permaneciendo a la espera de nuevos datos que le permitan confirmar esta inquietante coincidencia.

Tres meses después, el 17 de julio de 1863, Jean-Martin Charcot (1825-1893) envía una carta al editor de la *Gazette Hebdomadaire de Médecine et de Chirurgie* en la que describe a un paciente afémico sin ninguna alteración aparente de la tercera circunvolución frontal izquierda. Perturbado ante este hallazgo, Broca reconoce su importancia, si bien señala que un hecho negativo no invalida una serie de hechos positivos en patología, y especialmente en patología cerebral¹⁵. Pocos días después de aparecer esta carta, el 31 de julio, Jules Parrot (1829-1883) publica en esta misma revista un caso de destrucción de la tercera circunvolución frontal derecha sin afemia. Esta nueva observación reforzará las hipótesis de Broca. Si continúan recogiendo más observaciones que prueben que ciertas lesiones del hemisferio izquierdo se acompañan de afemia, y que lesiones similares situadas en el hemisferio derecho no producen tal alteración, será inexcusable, señala Broca, reconocer que la facultad del lenguaje articulado se localiza en el hemisferio izquierdo¹⁶. Como respuesta a estas afirmaciones, surgirán voces contrarias que defenderán la validez de la ley de la simetría de Bichat. Jean Baptiste Vincent Laborde (1831-1903) sostendrá sentir repugnancia solo de pensar que las dos partes de un órgano, cuya situación, disposición y estructura son idénticas, no son utilizadas para los mismos fines¹⁰. Laborde expondrá que ubicar el lenguaje articulado en el hemisferio izquierdo implica una excepción grave a la ley de la dualidad orgánica y, por extensión, de la unidad funcional. Para Louis Francisque Lélut (1804-1877) el hemisferio izquierdo no está más o menos dañado que el derecho en los casos de trastornos del habla. Este médico francés defenderá que, al igual que otros órganos duplicados del cuerpo, los hemisferios cerebrales sirven para el mismo propósito. Asimismo, según Lélut, establecer relaciones entre partes concretas del sistema nervioso y facultades mentales supondría una nueva forma de frenología; lo cual constituiría un hecho inaceptable y reprobable¹⁷. El neurólogo británico Henry Charlton Bastian (1837-1915) expresará que los órganos de los sentidos son simétricos bilateralmente y que, por esta razón, se deduce que los hemisferios cerebrales, destinatarios finales de las

impresiones captadas por éstos, también tiene una simetría bilateral¹⁶.

Junio de 1865. Broca propone ante la Société Anthropologique que la afemia (pérdida del lenguaje articulado) está vinculada 'casi siempre' a la destrucción de la tercera circunvolución frontal izquierda⁶. Tales conclusiones le empujaron a pensar en la posible existencia de una diferencia funcional entre las dos mitades del cerebro, lo cual entrañará cuestionar la ley de la simetría y alterar la comprensión de la fisiología tal y como se entiende en ese momento. Aunque en ningún momento de la presentación se menciona a Bichat, Broca refiere una 'ley fisiológica' que contempla que dos órganos que son iguales o simétricos tienen las mismas propiedades o atributos, siendo muy extraño que los hemisferios cerebrales constituyan una excepción a esta ley. Según indica Broca, es bien sabido que, pese a las ligeras variaciones interindividuales observadas en las circunvoluciones cerebrales, éstas no son apreciables entre ambos hemisferios cerebrales. No obstante, refiere Broca, la observación es superior a las teorías, y en ocasiones uno tiene que ceder ante los hechos, aunque estos parezcan paradójicos e inexplicables. Consciente de la necesidad de ofrecer una respuesta a esta controvertida cuestión, Broca recurre a argumentos ontogenéticos, fundamentados en los conocimientos sobre el desarrollo del cerebro aportados por Louis Pierre Gratiolet (1815-1865)¹⁶. Partiendo de las observaciones realizadas por este anatomista, el lóbulo frontal izquierdo se desarrollaría antes que su homónimo derecho, lo cual explicaría que el lenguaje articulado muestre una tendencia natural a vincularse al hemisferio izquierdo. Según Broca no habría diferencias funcionales innatas entre los dos lados del cerebro: ambos lóbulos frontales tendrían la misma potencialidad inicial, siendo la localización asimétrica del lenguaje articulado un artefacto resultante de las diferencias madurativas observadas por Gratiolet. No obstante, señala que esto no quiere decir que el hemisferio izquierdo sea la sede exclusiva del lenguaje, entendida como la capacidad de establecer relaciones entre ideas y signos. Las lesiones localizadas en la parte anterior del hemisferio izquierdo únicamente privarían de la facultad de reproducir el sonido del lenguaje articulado, no alterando la facultad de comprender lo que se dice y, en consecuencia, entender la conexión entre ideas y palabras. Broca propondrá que la capacidad de comprender pertenece a ambos hemisferios, y que estos pueden, en caso de enfermedad, sustituirse entre ellos. Asimismo, reconoce de la existencia de personas que son capaces de hablar con el hemisferio derecho, lo cual explicaría la presencia de casos excepcionales en los que la afemia es el resultado de una lesión en ese hemisferio⁶.



Figura 2. Paul Broca (1824-1880)

Comentarios finales

La comunicación de Broca a la Société Anthropologique de París el 18 de abril de 1861 es el punto de partida de la investigación científica sobre la localización de las capacidades mentales en el cerebro. Si bien casi todas las formas clínicas de afasia ya habían sido descritas con anterioridad, en la mayoría de los casos, tales informes se limitaban a realizar una descripción sintomatológica sin la menor intención de relacionar el trastorno del lenguaje con la localización neuroanatómica de la lesión. Broca ofrecerá la primera prueba empírica de que existe una conexión entre la anatomía cerebral y diferentes actividades mentales, así como la primera constatación científica de la asimetría de la función cerebral hemisférica.

Las observaciones de Broca sobre el funcionamiento cerebral supondrán un cuestionamiento directo a la equipotencialidad del córtex cerebral, propuesta por el eminente fisiólogo Flourens en la década de 1820, y a la ley de la simetría de Bichat. Con toda certeza, la propuesta más radical y transgresora de Broca no será localizar el lenguaje articulado en una región cerebral concreta, sino plantear que tal localización es asimétrica, emplazando el lenguaje articulado en la tercera circunvolución frontal izquierda. No obstante, pese a su posicionamiento claramente opuesto a las teorías vigentes, tal y como se ha descrito en el apartado anterior, Broca mantendrá consigo mismo una intensa lucha interna, confrontando los datos y observaciones clínicas con el corpus de conocimiento que le ha sido transmitido. Con todo, no se desprenderá completamente de la idea que el cerebro es simétrico en estructura y funcionalidad. Tal hecho se constata en sus

ideas respecto al papel del hemisferio derecho en la comprensión del lenguaje. Broca probablemente conocerá de los relatos de personas que, como consecuencia de una lesión cerebral izquierda, presentan alteraciones en la comprensión del lenguaje. No obstante, no será hasta mayo de 1874 que Carl Wernicke (1848-1905) publique, en su monografía *Der Aphasische Symptomenkomplex*, la primera descripción sistemática y detallada de la afectación de la comprensión verbal junto con un modelo de la relación entre síndromes afásicos específicos y lesiones neuroanatómicas focales. En esta monografía Wernicke hipotetizará que la circunvolución superior temporal izquierda es el centro para 'las imágenes auditivas de las palabras', fundamental para la comprensión verbal¹⁸. Desafortunadamente desconocemos la reacción de Broca a las hipótesis formuladas por Wernicke: el último manuscrito publicado por Broca sobre cerebro y lenguaje data de 1869¹⁹.

Paul Broca aportará nuevos datos sobre los procesos vinculados al cerebro, ayudando a comprender mejor las incógnitas que este órgano encierra. Asimismo, sus valiosas contribuciones causarán una profunda transformación en el seno del conocimiento científico de las bases biológicas de la conducta. Empero, como todo cambio, no estará exento de dificultades y Broca deberá enfrentarse al corpus de conocimiento de su época, así como a las 'verdades' irrefutables que le fueron enseñadas por sus mentores. Su comunicación a la Société Anthropologique realizada el 18 de abril de 1861 marcará el inicio de una nueva etapa en el estudio de los procesos cerebrales, forjando las bases metodológicas que serán utilizadas posteriormente por numerosos estudiosos del sistema nervioso central.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Broca P. Perte de la parole; ramollissement chronique et destruction partielle du lobe antérieure gauche du cerveau. *Bulletins de la Société d'Anthropologie de Paris*. 1861; 2:235-38.
2. Dronkers NF, Plaisant O, Iba-Zizen MT, Cabanis EA. Paul Broca's historic cases: high resolution MR imaging of the brains of Leborgne and Lelong. *Brain*. 2007;130:1432-41.
3. Broca P. Nouvelle observation d'aphémie produite par une lésion de la moitié postérieure des deuxième et troisième circonvolutions frontales gauches. *Bulletins de la Société Anatomique de Paris*. 1861;6:398-407.

4. Broca P. Localisation des fonctions cérébrales. Siègne de la faculté du langage articulé. *Bulletins de la Société d'Anthropologie de Paris*. 1863;4:200-2.
5. Broca P. Extraits des procès verbaux: lésions encéphaliques (sur un cas d'altération profonde de la 3e circonvolution frontale droite sans aphémie). *Bulletins de la Société Anatomique de Paris*. 1863;8:168-70.
6. Broca P. Sur le siège de la faculté du langage articulé. *Bulletins de la Société d'Anthropologie de Paris*. 1863; 6:337-93.
7. Sutton G. The physical and chemical path to vitalism: Xavier Bichat's *Physiological Researches on Life and Death*. *Bull Hist Med*. 1984;58:53-71.
8. Finger S. The era of cortical localization. En: *The Origins of Neuroscience: A History of Explorations into Brain Function*. New York: Oxford University Press; 1994. p. 32-50.
9. Domenech E. *La frenología. Análisis histórico de una doctrina psicológico organicista*. Barcelona: Facultad de Medicina; 1977.
10. Stookey B. Jean-Baptiste Bouillaud and Ernest Auburtin. Early studies on cerebral localization and the speech center. *JAMA*. 1963;184:1024-9.
11. Nofre Mateo D. En el centro de todas las miradas: una aproximación a la historiografía de la frenología. *Acta Hisp Med Sci Hist Illus*. 2006;26:93-124.
12. Flamm ES. The neurology of Jean Cruveilhier. *Med Hist*. 1973;17(4):343-55
13. Broca P. Remarques sur le siège de la faculté du langage articulé, suivies d'une observation d'aphémie (perte de la parole). *Bulletins de la Société Anatomique de Paris*. 1861; 6:330-57.
14. Trousseau A. De l'aphasie. Maladie décrite récemment sous le nom impropre d'aphémie. *La Lancette Française. Gazette des Hôpitaux Civils et Militaires*. 1864;37(4):13-4;(7):24-6;(10):37-9;(13):49-50.
15. Broca P. Remarques sur le siège, le diagnostic et la nature de l'aphémie. *Bulletins de la Société Anatomique de Paris*. 1863;8:379-85.
16. Harrington A. *Medicine, Mind, and the Double Brain: A Study in Nineteenth-Century Thought*. New Jersey: Princeton University Press; 1987.
17. Finger S, Roe D. Gustave Dax and the early history of cerebral dominance. *Arch Neurol*. 1996; 53:806-13.
18. Eling P. *Reader in the history of aphasia*. From Franz Gall to Norman Geschwind. Amsterdam/Philadelphia: John Benjamins; 1994.
19. Broca P. Sur le siège de la faculté du langage articulé. *La Tribune Médicale*. 1869;3:254-6, 265-9.