الأسس التشريحية العصبية للقراءة

د.بومعراف آسيا - جامعة الجزائر 2- الجزائر

د. قاسمي أمال - جامعة الجزائر 2 - الجزائر

الملخص :

على الرغم من أن الدراسات التي تعتمد على التصوير الوظيفي تبرز المساحات المنشطة أثناء مهمة ما ،وأن الدراسات التي تربط بين الإصابات المخية وبين الاضطرابات الملاحظة توضح المساحات المهمة في مهمة ما، إلا أن جميع هذه الدراسات قد أجمعت على أن نشاط القراءة نشاط معقد يتطلب تدخل شبكة واسعة من المناطق العصبية الموزعة على مساحات كبيرة من المخ، وبصورة خاصة أبرزت هذه الدراسات أهمية المناطق الواقعة على مستوى التلفيف المغزلي والفصيص الجداري الأسفل الأيسر والذي يضم التلفيف الزاوي والتلفيف فوق الهامشي و التلفيف الجبهي الأسفل الأيسر في القراءة فيما يخص اللغات الأجنبية. أما الدراسة التي قام بها حموري وزملاءه والخاصة باللغة العربية فقد بينت الدور الذي يلعبه النصف الكروي الأيمن في قراءة الكلمات العربية.

Abstruct:

Despite the studies based on functional illustration show the stimulating areas during a given task which relate affected brain and the noticeable disturbances explains the important areas in a certain task. Infact, all these studies agreed on the fact that reading activity is so complicated and requires the interference a wide net of nerves areas dispatched widely in the brain. The studies focused mainly on the importance of areas at the level of the fusiform gyrus and the lower left of parietal lobule that includes the angular gyrus and the ultra-marginal gyrus And lower left frontal gyrus in reading as foreign languages are concerned. The studies conducted by Al-Hamouri and his collegues about Arabic language show the role of the right globular part in reading Arabic words.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

مقدمة :

بعد أن ظهرت نماذج عديدة حاولت تفسير سيرورة القراءة والكتابة واضطراباتهما، انتهجت الدراسات الحديثة منحا جديدا، حيث أصبحت هذه الأخيرة تبحث عن الدعائم التشريحية والعصبية القاعدية لاضطرابات القراءة والكتابة، وانقسمت هذه البحوث إلى قسمين: القسم الأول يهتم بربط الإصابات المخية بالاضطرابات الملاحظة أو ما يعرف بالتناول التشريحي العيادي، والقسم الآخر يختص بالتصوير الوظيفي.

التناول التشريحي العيادي:

منذ منتصف القرن التاسع عشر على الأقل، ساد الاعتقاد القائل بأنه إذا تسببت إصابة عصبية مخية في ظهور اضطراب يمس معالجة اللغة، فهذا يعني أن لهذه المنطقة المصابة دورا في معالجة اللغة. وكما ذكرنا آنفا فقد أدت الدراسات التي قام بها دجرين **(Dejerine, 1891;1892)** إلى تحديد منطقتين من المخ مسؤولتين عن ظهور عمه القراءة وعمه الكتابة، وهما الفص القفوي الأيسر والمنطقة الواقعة بين الفصين الصدغي والجداري بما في ذلك التلفيف الزاوي، ولكن أوضحت الدراسات اللاحقة بأن حتى الإصابات الجبهية يمكن أن تؤدي هي الأخرى إلى ظهور عمه القراءة، وفي الوقت نفسه وجدت حالات لأشخاص مصابين بإصابات جبهية لكنهم لم يكونوا يعانون من اضطرابات على مستوى القراءة ولهذا السبب رفض بعض الباحثين التناول الذي يهدف إلى تحديد المناطق المخية المركزية للغة . ونتيجة لذلك قدم مناصروا التناول التشريحي العيادي حججا عديدة لتفسير هذه النتائج المتضاربة، منها أن القراءة سيرورة معقدة تتطلب تدخل آليات مختلفة وتمثيلات متنوعة، والتي يمكن أن تحتل من الناحية التشريحية مناطق مختلفة من المخ، وبالتالي فإن إصابة أي من هذه المناطق من شأنها أن تؤدي إلى ظهور اضطرابات عديدة على مستوى القراءة. كما رأى باحثون آخرون بأن أغلب الدراسات المنجزة جرت بعد مرور شهور أو سنوات من الإصابة المخية ومنه هناك احتمال كبير لأن يكون حدث نوع من إعادة تنظيم العلاقات الرابطة بين البنية المخية والوظيفة المرتبطة بها . وبالتالي حتى وإن أدت الإصابة المخية الأولية إلى ظهور اضطراب على مستوى القراءة في مرحلة أولية فإنه يمكن استعادة القراءة نتيجة إعادة التنظيم الحاصلة قبل إجراء الدراسات من قبل الباحثين، وهذا سواء تم التكفل بهذه الاضطرابات أو لا**(Hillis &Tuffiash, 2002)**..

ولتفادي هذه المشاكل حاول الباحثون حصر المناطق المخية المسؤولة عن القراءة من خلال إحداث إصابات مخية عارضة عن طريق تنبيه كهربائي معين، قد تتسبب في ظهور اضطرابات القراءة لدى الأشخاص المصابين بالصرع. ولقد أشار أوجمان **(Ojemann ; 1994)** إلى أن مناطق مخية عديدة تقع في كل من الفص الجداري والفص الصدغي يمكنها أن تؤدي إلى ظهور اضطرابات على مستوى القراءة لدى هؤلاء الأشخاص، ولكن ما يجب التنويه إليه هو أن هذه الدراسات

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

قد اهتمت فقط بفحص المناطق الجدارية والمناطق الصدغية أو المناطق القريبة منها، بعيدا عن المناطق الجبهية والقفوية التي يمكن أن يكون لها دور كبير في عملية القراءة.

بعد ذلك ونتيجة التطور التكنولوجي الكبير استفاد التناول التشريحي العيادي من تقنيات التصوير الحديثة، تلغي جميع المشاكل المتعلقة بإعادة تنظيم المخ بعد الإصابة وكذا المشاكل المرتبطة بانتقاء مناطق معينة من المخ للدراسة.

عمل الباحثون بواسطة التقنيات الحديثة على تطوير التناول التشريحي العيادي والذي كان يربط بين الإصابات المخية والاضطرابات الملاحظة في سلوك المريض بعد مرور زمن طويل من الإصابة. استطاع الباحثون من خلال هذه التقنيات القيام بفحص معمق لسيرورة القراءة وكذا مهام معجمية أخرى لدى المرضى بهدف تحديد الأعراض والمراحل المضطربة لعملية القراءة، وذلك خلال الدقائق أو الساعات الأولى من الإصابة، كما أصبح باستطاعتهم تحديد الإصابات الوظيفية الحادة أي الأنسجة المخية المصابة بنيويا والأنسجة السليمة بنيويا والمضطربة وظيفيا وذلك خلال 24 ساعة الأولى من بداية أعراض الحادث الوعائي المخي، بغية تحديد المناطق المخية المسؤولة عن مرحلة معينة من مراحل سيرورة القراءة أو الكتابة قبل أن تتم عملية إعادة تنظيم المخ أو الاسترجاع.

يعتمد الباحثون على تقنيتي التصوير بالرنين المغناطسي (imagerie parrésonance magnétique) (IRM) وتصوير الانتشار (PWI)(imagerie de diffusion pondéré) في الكشف عن الأنسجة المسدودة تماما أو المنكمشة بشكل كبير، كما أنهم يستخدمون تقنية تصوير النضح (imagerie de perfusion) (DWI) لتحديد المناطق المخية ذات التدفق الدموي الضعيف، المحيطة بموقع الإصابة الأساسية، والتي تساهم هي الأخرى في ظهور اضطرابات لدى المريض (**Hillis, 2010**).

تجدر الإشارة إلى أن أغلب الدراسات التي تمت في إطار التناول التشريحي العيادي المطور قد اعتمدت على أشخاص مصابين بإصابات وعائية تتمثل في حوادث وعائية مخية انكماشية تمس المناطق الواقعة فوق الخيمة (AVC ischémique supratentoriel)، كما تشترط بعض الدراسات أن تكون الإصابة واقعة على النصف الكروي المخي الأيسر.

التناول التشريحي للقراءة:

في هذا الصدد نذكر الدراسة التي قامت بها هيليس ومجموعة من الباحثين (Hillis et al,2001)، أين تم فحص 40 حالة مصابة بحادث وعائي مخي حاد على مستوى النصف الكروي المخي المسيطر والذي تمثل في 40/39 في النصف الكروي المخي الأيسر، وتم تقييم القراءة وكذا القدرات المعجمية الأخرى كالتكرار والتسمية خلال 24 ساعة من الإصابة هذا من جهة ومن جهة أخرى تم إخضاع هؤلاء المرضى إلى تقنيتي (PWI)و(DWI) وذلك بهدف التعرف على الأسس العصبية للاضطرابات الملاحظة على مستوى القراءة. توصل الباحثون في هذه الدراسة إلى ربط بين

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

مناطق ذات تدفق دمي ضعيف وبين مراحل مختلفة من مراحل القراءة (ما عدا حركية الكلام) على الشكل التالي:

- اضطراب في الوصول إلى التمثيلات الإملائية المخزنة على مستوى المعجم الإملائي المدخلي مرتبط بصورة دالة بضعف تدفق الدم على مستوى التلفيف الزاوي(BA39)والتلفيف الصدغي الأيسر و الموصل القفوي الصدغي الأيسر. تتوافق هذه النتيجة مع نتائج دراسات سابقة تجزم بوجود علاقة بين المناطق الصدغية الجدارية وخاصة التلفيف الزاوي واضطرابات التعرف على الكلمة **(Benson,1979 ; Black &Behrmann, 1994).**

- الاضطرابات الدلالية المعجمية مرتبطة بصورة كبيرة بضعف تدفق الدم على مساحة فرنيك (BA22)، وبصورة أقل بالمناطق المحيطة بها والتي تتضمن التلفيف فوق الهامشي (BA40)والفص الصدغي الأوسط (BA37, BA21) والتلفيف الزاوي (BA 39) والمساحة الترابطية البصرية (BA19)، في حين أنه لم يرتبط ضعف تدفق الدم الملاحظ على مستوى منطقة فرنيك بأية مرحلة أخرى من مراحل القراءة، ويرى هؤلاء الباحثون بأن لهذه المنطقة دورا كبيرا في ربط التمثيلات المعجمية الدلالية بالكلمات الشفاهية والكلمات المكتوبة. بصورة مماثلة بينت بحوث أخرى تعتمد على دراسة الإصابات المزمنة بأن الإصابات الواقعة في منطقة فرنيك تؤدي إلى ظهور اضطرابات معجمية دلالية **(Goodglass&Wingfield, 1997 ; Hart & Gordon, 1990).**

- اضطرابات على مستوى المعجم الفونولوجي مرتبطة بصورة كبيرة بضعف التدفق الدمي على مستوى الفص الصدغي الخلفي الأوسط (BA37). تؤيد هذه النتيجة نتائج دراسات التناول التشريحي العيادي الكلاسيكي والتي أشارت إلى أن الإصابات التي تمس هذه المساحة تتسبب في حبسة التسمية والتي تظهر من خلال صعوبة في استرجاع التمثيلات الفونولوجية للكلمات وبصورة خاصة الأسماء دون الأفعال

(Alexander& Benson, 1991 ; Benson, 1994).

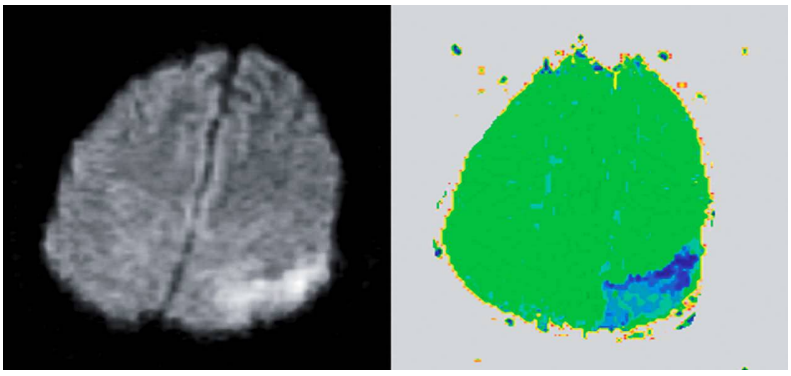
- اضطرابات على مستوى نظام (OPC)مرتبطة بضعف تدفق الدم على مستوى الفصيص الجداري الأسفل الذي يضم التلفيف الزاوي (BA37) والتلفيف فوق الهامشي (BA40). وفي نفس المضمار تشير إحدى الدراسات التي اعتمدت على التصوير الوظيفي بالرنين المغناطسي والتي فحصت آثار إعادة تأهيل عمه القراءة المكتسب إلى أن تدريب نظام (OPC) قد قابله ارتفاع في تنشيط المساحات القفوية اليسرى والمساحات الصدغية والجدارية القريبة منها**(Small, Flores &Noll, 1997).**

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

وفي الأخير توصلت هيليس وزملاءها إلى أن إعطاء المصابين أدوية من شأنها إعادة تدفق الدم في المناطق المتأذية المرتبطة باضطرابات على مستوى القراءة قد ساهم في اختفاء هذه الاضطرابات **(Hillis et al, 2001; Hillis et al, 2002)**.

تشير دراسات أحدث إلى تدخل مناطق أخرى من المخ بالإضافة إلى المناطق المشار إليها من قبل، حيث بينت نتائج دراسة هيليس ومجموعة من **الباحثين(Hillis et al, 2005)** والتي شملت 80 حالة تعاني من حادث وعائي مخي بأن انسداد أو انخفاض تدفق الدم على مستوى التلفيف الزاوي الأيسر كان مرتبطا باضطراب على مستوى فهم الكلمات المكتوبة وعلى مستوى اتخاذ القرار المعجمي، وهذا ما قد يدل على أن التلفيف الزاوي له دور خاص في الوصول إلى التمثيلات الإملائية للكلمات المألوفة. من جهة أخرى سبق وأن ذكرنا بأن الدراسة التي قامت بها هيليس وزملاءها (2001) قد ربطت بين اضطرابات تمس نظام تحويل (OPC) الخاص بالكلمات غير المألوفة وضعف تدفق الدم على مستوى التلفيف الزاوي والتلفيف فوق الهامشي. تقترح نتائج الدراستين بأن للتلفيف الزاوي في قراءة كل من الكلمات المألوفة (اضطراب في الوصول المعجم الإملائي) والكلمات غير المألوفة (اضطراب في نظام تحويل OPC)**(Hillis, 2010)**. ولكن يبقى من غير الواضح ما إذا كانت تعتمد على الأسس المعرفية العصبية نفسها أم أنها تعتمد على سيرورات معرفية منفصلة تتطلب تدخل مساحات متلاصقة موجودة على مستوى الفصيص الجداري الأسفل الأيسر الذي يضم التلفيف الزاوي والتلفيف فوق الهامشي.

الصورة رقم 1: تمثل صورتين باستخدام تقنيتي (DWI) و(PWI)لمخ مريض يعاني من اضطرابات على مستوى قراءة الكلمات الحقيقية وشبه الكلمات لكنه يرتكب أخطاء بصورة أكبر على مستوى شبه الكلمات نتيجة إصابته بحادث وعائي مخي أدى إلى انسداد وضعف تدفق الدم على مستوى التلفيف الزاوي(Hillis, 2010).



كما أثبتت نتائج دراسة هيليس ومجموعة من الباحثين**(Hillis et al, 2005)** بأن هناك ترابط قوي بين الإصابة البنيوية أو الوظيفية لمنطقة التلفيف المغزلي الأوسط الأيسر (gyrus fusiformemedian gauche, BA37) واضطرابات ملاحظة على مستوى القراءة الشفاهية للكلمات والتسمية الشفاهية للصور وتسمية الأشياء عن طريق اللمس والتسمية الكتابية لصور، وبذلك

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

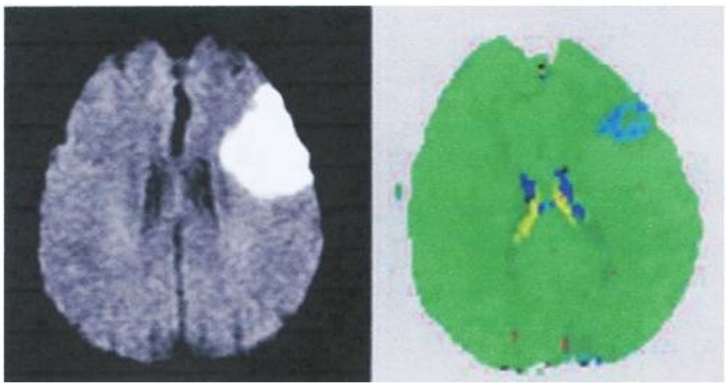
يرى هؤلاء الباحثين بأن الإصابة البنيوية أو الخلل الوظيفي الذي يمس التلفيف المغزلي يؤثر على المعالجة المعجمية بشكل عام (وليس فقط القراءة)، وذلك بغض النظر عن صيغة الدخول أو الخروج. تجدر الإشارة إلى أن الانسداد أو ضعف تدفق الدم الملاحظ علىمستوى التلفيف المغزلي الأيسر قد مس أيضا المناطق القريبة منه، وبالتالي فإنه من المحتمل أن يكون للمساحات القريبة منه كالمساحة متعددة الصيغ الصدغية السفلى الجانبية (aire multimodale temporo-inférieure latérale) دورا خاصا في المعالجة المعجمية غير المرتبطة بمدخل معين: سمعي، بصري..الخ. بالإضافة إلى ذلك قدمت هيليس وزملاءها براهين تدعم دور التلفيف المغزلي في المعالجة المعجمية بشكل عام عندما فحصت حالات كانت تعاني من اضطرابات في التسمية الأشياء عن طريق السمع وعن طريق اللمس أيضا مصحوبة بضعف تدفق الدم على مستوى التلفيف المغزلي. أثبت هؤلاء الباحثون بأن إعطاء أدوية من شأنها إعادة ضخ الدم في المناطق ذات التدفق الدمي الضعيف قد أدى إلى تحسين أداءات المصابين على مستوى القراءة والتسمية **(Hillis et al, 2005 ; Hillis etal, 2002)**. قدمت بحوث أخرى براهين تبرز دور التلفيف المغزلي في سيرورة القراءة، ونذكر على سبيل المثال الدراسة التي قاما بها كل من رابزاك وبيسون واللذان فحصا من خلالها 9 أشخاص مصابين بحادث وعائي مخي أدى إلى تلف المناطق المغزلية الوسطى والأمامية (في منئ عن إصابة التلفيف الزاوي) مما نتج عنه ظهور اضطرابات على مستوى القراءة وحتى الكتابة **(Rapcsak&Beeson, 2004)**. كما توصل كل من فيليبوز ومجموعة من الباحثين إلى نتائج مشابهة عندما درسوا 69 حالة تعاني من حادث وعائي مخي أدى إلى الإصابة الوظيفية للأنسجة الواقعة على مستوى التلفيف المغزلي (BA 40) والتلفيف فوق الهامشي(BA 37)**(Philipose et al, 2007)**. كما ذكر كل من قايار ومجموعة من الباحثين حالات لأشخاص يعانون من اضطرابات القراءة نتيجة إصابة الجهة الخلفية من التلفيف المغزلي الأيسر **(Gaillard et, 2006)**. أما الدراسة التي قام بها كل من تسابكيني وراب فقد بينت بأن الإصابات التي تصيب الجزء الأمامي والأوسط من التلفيف المغزلي هي المسؤولة عن ظهور اضطرابات القراءة والكتابة الملاحظة لدى المصابين بها(**Tsapkini& Rapp , 2010**).

تشير نتائج دراسات أخرى إلى أن تدخل التلفيف الجبهي الأسفل الخلفي الأيسر (مساحة بروكا) ضروري وليس فقط مطلوب عند القراءة دون المعجمية للكلمات النادرة وشبه الكلمات (**Hillis, &Caramzza, 1995**)، حيث تمكنت هذه الدراسات من ربط الإصابة الواقعة على مستوى هذا التلفيف باضطراب قراءة الكلمات الزائفة، وعلى الرغم من أن هذه الإصابة من شأنها إيذاء تأدية النطق بالكلام في جميع المهام اللفظية بعد الإصابة المخية **(Mohr, 1976; Hillis, Work, Breese, Barker, Jacobs, &Maurer, 2004)**فإن أثر الإصابة يكون أكبر على مستوى القراءة دون المعجمية. إذ يعاني الأشخاص المصابون بحبسة بروكا المزمنة من اضطراب على

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

مستوى القراءة المجهورة للكلمات الزائفة حتى وإن كانوا لا يزالون قادرين على تكرارها (Matthews,1991; Schweiger, Zaidel, Field &Dobkin, 1989). يُلاحظ نفس الشيء لدى الأشخاص المصابين بحادث وعائي مخي حاد والذي يتسبب في انسداد أو ضعف تدفق الدم على مستوى منطقة بروكا. وعلى سبيل المثال توضح الصورة رقم صورتين لمخ شخص مصاب بحادث وعائي مخي أدى إلى إصابة منطقة بروكا وإلى ظهور اضطراب على مستوى قراءة الكلمات الزائفة أحادية المقطع (79% من الإجابات الصحيحة على مستوى قراءة الكلمات الزائفة) مقارنة بالكلمات الحقيقية أحادية المقطع(94 % من الإجابات الصحيحة على مستوى قراءة الكلمات الزائفة)، وعلى الرغم من ذلك تمكن هذا المريض من تكرار نفس الكلمات الحقيقية والزائفة التي طُلب منه قراءتها، و ترى هيليس بأن هذه النتائج تعتبر دليلا على الدور الهام الذي تلعبه منطقة بروكا في معالجة الكلمات الزائفة من خلال نظام (OPC)، حتى وإن تعلق الأمر بكلمات أحادية المقطع. ولكن نظرا لاضطراب أدائية النطق بالكلام في جميع المهام اللفظية المرتبطة بكلمات ثنائية أو متعددة المقطع فقد كان من الصعب فحص آثار إصابة منطقة بروكا على عمل آليات نظام (OPC).

الصورة رقم 2: الصورة على اليمين توضح ضعف تدفق الدم لجزء من منطقة بروكا من خلال استخدام تقنية الانتشار (DWI) والصورة على اليسار توضح انسداد يضم منطقة بروكا من خلال استخدام تقنية تصوير النضح(PWI) لدى مريض يعاني من اضطراب على مستوى قراءة الكلمات الزائفة أحادية المقطع بالمقارنة مع الكلمات الحقيقية (Hillis, 2010).



أظهرت الدراسات التي اعتمدت على التناول التشريحي العيادي إلى أن الإصابات المخية التي تؤدي إلى ظهور اضطرابات القراءة المكتسبة تمس شبكة واسعة موزعة على مناطق عديدة من المخ، والتي تضم كل من المناطق الجبهية السفلى والمناطق الصدغية الجدارية والمناطق القفوية(Lambon Ralph,& Graham, 2000 ; Price &Mechelli, 2005). وبصورة خاصة وضحت بعض الدراسات دور المناطق القفوية الصدغية وبشكل أخص التلفيف المغزلي في

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

المعالجة الإملائية للكلمات، ودور المناطق الجبهية السفلى والمناطق الصدغية الجدارية في المعالجة الفونولوجية، والتي تؤدي إلى ظهور عسر القراءة الفونولوجي **(Hamilton &Coslett, 2008 ; Rapcsak et al , 2009)** والمناطق الجبهية الصدغية في المعالجة الدلالية المعجمية **(Laine, Niemi, NiemiKoivuselka-Sallivien, 1990)**. بالإضافة إلى ذلك توصلت الدراسة التي قام بها كل من كلوتمان وزملاءه إلى أن اضطرابات القراءة المكتسبة لم تكن مرتبطة فقط بالمناطق المخية المذكورة سابقا ولكنها كانت مرتبطة أيضا بتلف الارتباطات التي تربطها ببعضها البعض من خلال المادة البيضاء، وبصورة خاصة أظهرت هذه الدراسة أهمية الحزم الطولية العليا (fascicules longitudinaux supérieurs) والحزم الجبهية القفوية العليا (fascicules fronto-occipitaux supérieurs)، واعتبر هؤلاء الباحثون هذه النتيجة بمثابة دليل على أهمية سلامة طرق الألياف في العمل الفاعل للشبكة القراءة. **(Cloutman ,Newhart, Davis, Heidler-Gary & Hillis, 2011)**.

والجدول التالي يلخص اضطرابات السيرورات المرتبطة بالقراءة المجهورة والمناطق المخية المسؤولة عنها حسب التناول التشريحي العيادي.

اضطراب في الوصول إلى التمثيلات الإملائية المخزنة على مستوى المعجم الإملائي	- التلفيف الزاوي الأيسر BA39 - التلفيف الصدغي الأيسر BA37
الاضطرابات الدلالية المعجمية	- مساحة فرنيك BA22 - التلفيف فوق الهامشي BA 40 - الفص الصدغي الأوسط BA37/BA21 - التلفيف الزاوي BA39 - المساحة الترابطية البصرية BA19
اضطرابات على مستوى المعجم الفونولوجي المخرجي	- الفص الصدغي الخلفي الأوسط BA37
اضطرابات على مستوى نظام التحويل الكتابي الفونولوجي	- الفصيص الجداري: يشمل كل من التلفيف الزاوي BA37 والتلفيف فوق الهامشي BA 40
اضطرابات قراءة الكلمات الزائفة	- مساحة بروكا (التلفيف الجبهي الخلفي الأسفل)
اضطرابات القراءة المكتسبة	المادة البيضاء: الحزم الطولية والحزم الجبهية القفوية العليا

جدول رقم 1 : يلخص اضطرابات السيرورات المرتبطة بالقراءة المجهورة والمناطق المخية المسؤولة عنها حسب التناول التشريحي العيادي.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

ذكرنا خلال الجزء السابق دراسات التناول التشريحي العيادي للقراءة، وفي الجزء التالي سنقدم الدراسات التصوير الوظيفي لدى الأشخاص العاديين والتي توصلت إلى نتائج منسجمة مع نتائج التناول السابق ذكره.

التصوير الوظيفي:

يستخدم التصوير الوظيفي في تحديده للمساحات المخية المنشطة أثناء مرحلة معينة من مراحل القراءة وسيلتين أساسيتين هما: التصوير بالرنين المغناطيسي الوظيفي (imagerie de résonance magnétique fonctionnelle,IRM) والتي تعتمد على امتصاص الأوكسجين والماسح الطبقي البوزتيروني (Tomographie parEmission de Positron, PET) والتي تعتمد على امتصاص سكر العنب، وتستعين كل من هاتين الأداتين في عملهما على عملية الطرح (méthode de soustraction)، وعلى حسب هذه الطريقة يتم إخضاع المفحوص لتجربة أولية ثم لتجربة حقيقية، بعد ذلك يتم حذف المناطق المنشطة في كل من التجربة الأولية والتجربة الحقيقية ويحتفظ فقط بالمناطق المنشطة في التجربة الحقيقية، وبهذه الصورة يطمح الباحثون بأن يتوصلوا في الأخير إلى المناطق المنشطة خلال مرحلة معينة من مراحل القراءة.

قارنت العديد من الدراسات بين المناطق المخية المنشطة أثناء رؤية كلمات حقيقية وبين المناطق المنشطة عند رؤية سلسلة من الحروف غير قابلة للنطق، وباستخدام طريقة الطرح توصل الباحثون إلى المناطق المنشطة عند عرض الكلمات الحقيقية. وعلى سبيل المثال نذكر الدراسة التي قام بها بترسون وزملاءه **(Peterson, Fox, Snyder &Raichle, 1990 ; Peterson, Fox, Posner, Mintun&Raiche, 1988)** بالإعتماد على تقنية (PET)حيث إنهم عرضوا على أشخاص عاديين بروتوكولا تجريبيا منظما، يتمثل في عرض منبهات بصورة سلبية، حيث كان على المفحوصين تصويب النظر نحو الشبكية (reticule) وقراءة المنبهات المعروضة بصورة سلبية وصامتة، وتمثلت المنبهات البصرية في أربعة أنواع : النوع(1) عبارة عن سلسلة من الرموز التي تشبه الحروف الأبجدية اللاتينية إلا أنها لا تنتمي إليها. النوع (2) عبارة عن سلسلة من حروف الأبجدية – كلمة زائفة غير قابلة للنطق. النوع (3) عبارة عن كلمة زائفة قابلة للنطق –شبه كلمة. النوع (4) عبارة عن كلمة حقيقية تنتمي إلى اللغة الانجليزية. توصل هؤلاء الباحثون من خلال تطبيق عملية الطرح إلى أنه على عكس سلاسل الرموز وسلاسل الحروف غير قابلة للنطق التي أدت إلى تنشيط ثنائي الجانب على مستوى الباحات البصرية الأولية، فإن الكلمات الحقيقية وشبه الكلمات أدت إلى تنشيط أحادي الجانب لجزء من الباحات البصرية الترابطية ألا وهي المساحة الترابطية خارج الجسم المخطط (aire associative extra-striée) على مستوى الجهة الداخلية من الفص القفوي الأيسر التلفيف اللساني (gyrus lingual) ، وهي منطقة معروفة بتدخلها في معالجة المنبهات البصرية المعقدة. في حين أن الكلمات الحقيقية لوحدها أدت إلى تنشيط منطقة قريبة من

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

المساحة الجبهية السفلى اليسرى وهي المسؤولة حسب هؤلاء الباحثين على المعالجة الدلالية للكلمات. يعتبر تنشيط المنطقة القفوية خارج الجسم المخطط النتيجة الأساسية لهذه الدراسة ويرى الباحثون في هذه النتيجة دليلا على أن عملية الوصول إلى التمثيلات الإملائية المخزنة في المعجم الإملائي تتم في المنطقة القفوية خارج الجسم المخطط. وقد كانت هذه النتيجة بمثابة دعم قوي للنماذج المعرفية للقراءة، والتي تجزم بأن القراءة يمكن أن تتم بدون تدخل الفونولوجيا وفي نفس الوقت قللت من شأن النموذج التشريحي العيادي والذي كان يرى بأن التلفيف الزاوي هو المسؤول عن معالجة الأشكال البصرية للكلمات، وأن للمناطق الصدغية الخارجية اليسرى دورا هاما في المعالجة الفونولوجية أثناء القراءة، حيث لم يلاحظ في هذه الدراسة أي تنشيط على مستوى هاتين المنطقتين.

في حين توصلت فرقة بحث أخرى إلى نتائج مختلفة، حيث عمل هوارد وزملاءه **(Howard et al, 1992)** على تحديد المناطق المنشطة أثناء الوصول إلى المعجم الإملائي باستعمال تقنية (PET)، وبالإعتماد على عملية الطرح قاموا بمقارنة مهمة التجربة الحقيقية والمتمثلة في قراءة كلمات حقيقية انجليزية بصورة مجهورة على عكس التجربة السابقة مع المهمة الأولية والتي تمثلت بنطق بكلمة « crime » عند رؤية سلسلة من الرموز لا تنتمي إلى الأبجدية. توصل الباحثون في هذه الدراسة إلى أن الوصول إلى التمثيلات المخزنة في المعجم الإملائي كان مرتبطا بتنشيط على مستوى المنطقة الخلفية الوسطى والسفلى من التلفيف الصدغي العلوي (المساحة22) (partie postérieurede gyrus temporal supérieur, aire 22)، وهي منطقة تنتمي إلى القشرة المخية السمعية الترابطية والقريبة من الناحية النظرية من التلفيف الزاوي، ولم تظهر هذه الدراسة أي تنشيط على مستوى المنطقة الترابطية خارج الجسم المخطط اليسرى، والتي كان لها أهمية كبيرة في الدراسة التي قام بها بترسون وزملاءه.

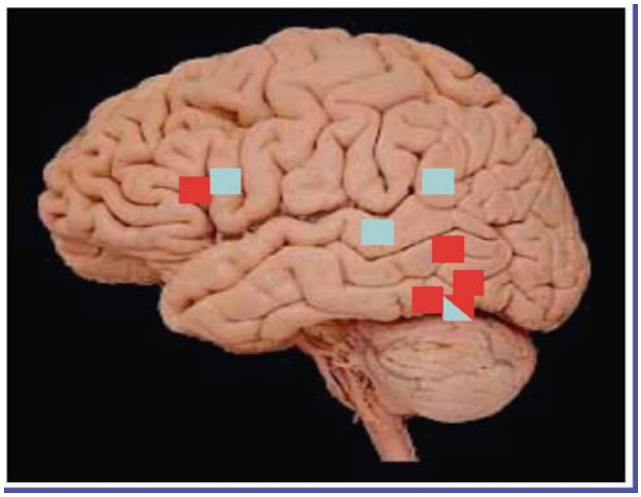
في هذا الصدد لاحظ كل من بريس وزملاءه بأن مدة عرض المنبهات قدرت بـ150 ميلي ثانية في الدراسة التي قام بها بترسون وزملاءه وبـ1000 ميلي ثانية في الدراسة التي قام بها هوارد وزملاءه **(Price et al, 1994)**. وقد فحص برايس وزملاءه ما إذا كانت هذه النتائج المتضاربة تعود إلى تباين زمني العرض لنفس المهمة في الدراستين السابقتين. تشير الدراسة التي قام بها بريس وزملاءه إلى أن الاستجابة اللفظية عند رؤية الكلمات بالمقارنة مع الاستجابة اللفظية عند رؤية كلمات زائفة أو شبه كلمات تُنشط كل من القشرة المخية خارج الجسم المخطط اليسرى والقشرة المخية الصدغية اليسرى عند مدة عرض بـ 150ميلي ثانية، ولكنها لا تنشط أي من المنطقتين عند مدة عرض 1000 ميلي ثانية.بالإضافة إلى ذلك تُنشط الرؤية السلبية للكلمات منطقة BA37 غير أنها لا تُنشط القشرة المخية خارج الجسم المخطط عند أي من مدتي العرض، زيادة على ذلك نُشطت بعض المناطق في إحدى مدتي العرض لكنها لم تُنشط في مدة العرض الأخرى.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

وبالتالي فإن الدراسة التي قام بها برايس وزملاءه لم تتوصل إلى نفس النتائج التي توصلت إليها الدراسة التي قام بها بترسون وزملاءه، ولا إلى النتائج التي توصل إليها هوارد وزملاءه، ولكنها أظهرت كيف يمكن لمدة عرض المنبهات أن تؤثر في النتائج.

تكمن أهمية هذه النتائج في توضيحها للمشكل المتعلق بأن الدراسات التي تعتمد على التصوير الوظيفي حساسة جدا لنوع المهمة المقترحة ولمتغيرات أخرى خاصة بتركيبة التجربة في حد ذاتها (مثل مدة العرض) وهذا مهما كان موضوع الدراسة. يسجل هذا المشكل حتى على الدراسات التي تعتمد على التصوير بالرنين المغناطيسي الوظيفي. كما يرجع حبيب و روبشون **(Habib &Robichon 1996)** هذا التضارب في النتائج إلى كون هذه الدراسات قد اعتمدت على متوسط العديد من المفحوصين يتراوح عددهم بين 6 و8 للحصول على إشارة واضحة، ولعل التطور الحاصل في هذا الميدان من شأنه حل المشكل من خلال دراسة حالات معزولة.

أما في الدراسة قام بها كل من جوبار وزملاءه، والذين حاولوا من خلالها وضع الأسس العصبية لنموذج الطريقين توصل هؤلاء الباحثون من خلال التصوير العصبي لقراءة كلمات حقيقية وأخرى زائفة من قبل راشدين عاديين إلى تحديد المناطق المرتبطة بعمل الطريقين المعجمي ودون المعجمي للقراءة، ووجد جوبار وزملاءه بأن مرحلة المعالجة البصرية للكلمات (وهي مرحلة أولية تشمل الكلمات الحقيقية والكلمات الزائفة) كانت مرتبطة بتنشيط على مستوى المنطقة القفوية الصدغية والواقعة بين التلفيف الصدغي الأسفل والتلفيف المغزلي **(Jobard, Crivello, &Tzourio-Mazoyer, 2003).**



الصورة رقم 3: تمثل المناطق المخية المرتبطة بالطريقين المعجمي ودون المعجمي، والموضحة في الدراسة التي قام بهاجوبار وزملاءه

(Jobard, Crivello, &Tzourio-Mazoyer,2003) ، **تشير المربعات الزرقاء 'إلى المناطق المخية المسؤولة عن الطريق دون المعجمي، أما المربعات الحمراء فتشير إلى المناطق**

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

المخية المرتبطة بالطريق دون المعجمي، وأما المناطق المرتبطة بكل من الطريق المعجمي والطريق دون المعجمي فيُعبر عنها من خلال المربع ذو لونين الأزرق والأحمر (Brunswick,2010).

بعد هذه المرحلة الأولية يفترض وجود طريقين للقراءة، وقد تبين من خلال هذه الدراسة بأن الطريق دون المعجمي الخاص بالكلمات الزائفة يعتمد على المناطق الموجودة في التلفيف الصدغي العلوي، التلفيف فوق الهامشي والجزء الوصادي من مساحة بروكا (أُنظر المربعات الحمراء في الصورة رقم)، ويتطلب التحليل الفونولوجي والذاكرة الناشطة تدخل هذه المناطق، ويعتبر تدخل الذاكرة الناشطة ضروريا جدا في الاحتفاظ بالمعلومات أثناء عملية تحويل الحروف المكتوبة إلى حروف شفاهية.

أما الطريق المعجمي الدلالي الخاص بالكلمات الحقيقية فهو مرتبط بالمناطق الواقعة على مستوى الموصل الصدغي القفوي والقشرة الصدغية القاعدية والجزء الخلفي من التلفيف الصدغي والجزء المثلثي من منطقة بروكا (أُنظر المربعات الزرقاء في الصورة رقم**3**) .

بالإضافة إلى ذلك قدمت الدراسات التي اعتمدت على التصوير الوظيفي بالرنين المغناطسي براهين قوية حول تنشيط كل من التلفيف المغزلي الأيمن والأيسر (الأيسر بصورة أكبر) كاستجابة لرؤية كلمات حقيقية وكلمات زائفة وحروف مكتوبة، وذلك مقارنة بمنبهات بصرية أخرى كالوجوه والمنازل، وكانت منطقة التنشيط هي نفسها عبر مختلف الدراسات والمنبهات المكتوبة، ومهما كانت طريقة عرض المنبهات أو مكانها أوحجمها **(Puce, Allison, Asgari, Gore, & McCarthy1996; Uchida et al., 1999;; Polk & Farah, 2002)** ورأى الباحثون في هذه النتائج دليلا على أن للتلفيف المغزلي الأوسط دورا هاما في القراءة وخاصة في المعالجة البصرية للكلمات بعيدا عن شكلها أو الموضع الذي تظهر فيه من الحقل البصري **(McCandliss, Cohen, & Dehaene., 2003; Cohen et al., 2003)**ولقد أطلق على هذه المساحة من المخ اسم "مساحة الشكل البصري للكلمات" (aire de forme visuelle de mot, AFVM)، غير أن هذه التسمية قد انتقدت بشدة من قبل بعض الباحثين، وذلك عندما لوحظ تنشيط المساحة نفسها أو المناطق القريبة منها أثناء العديد من المهمات المعجمية غير القرائية. كما أن الإصابات التي تمس هذه المساحة تؤدي إلى ظهور العديد من الاضطرابات المعجمية، ويرى منتقدوا هذه التسمية بأن التلفيف المغزلي الأوسط الأيسر يلعب دورا في المعالجة المعجمية بشكل عام وليس في القراءة بشكل خاص (راجع الجزء السابق من هذا المقال) **(eg, Devlin,Jamison, Gonnerman, & Matthews, 2006; Hillis et al., 2005)**

اعتمد كل من بوق وزملاءه على تقنيات التصوير الوظيفي للقراءة لدى أطفال عاديين وأطفال متأخرين من حيث القراءة للبرهنة على دور الفصيص الجداري الأسفل، والذي يضم كل من التلفيف الزاوي والتلفيف فوق الهامشي في القراءة دون المعجمية أو قراءة الكلمات الزائفة **(Pugh et al, 2001).** أوضحت نتائج الدراسة بأن هناك تنشيط أكبر للمساحات الظهرية التي تضم الفصيص

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الجداري الأسفل عند قراءة الكلمات الزائفة مقارنة بقراءة الكلمات الحقيقية، مع ارتفاع حدة التنشيط عند التحليل الفونولوجي وانخفاضه عند العرض السريع للكلمات. كما أظهرت دراسات أخرى للتصوير الوظيفي فحصت راشدين عاديين وجود علاقة بين قراءة الكلمات الزائفة وتنشيط على مستوى التلفيف فوق الهامشي والقشرة المخية الجدارية السفلي الأمامية **(Brunswick,2010).**

بينت العديد من الدراسات بأن للقشرة المخية الجبهية السفلى والقشرة المخية قبل الجبهية دورا في كل من المعالجة الدلالية والمعالجة الفونولوجية للكلمات **(eg, Demb et al., 1995)**

زيادة على ذلك حاول بعض الباحثون الفصل بين المناطق المخية المستدعاة أثناء المعالجة الفونولوجية والمناطق المتدخلة أثناء المعالجة الدلالية، وذلك من خلال عرض مهمات تستدعي تدخل إما المعالجة الفونولوجية وإما المعالجة الدلالية على راشدين عاديين، وتوصلوا إلى تدخل مناطق مختلفة تبعا للمهمة المطلوبة، حيث إن التصنيف الدلالي كان مرتبطا بتنشيط على مستوى المناطق الجبهية الأكثر أمامية من مساحة(BA47). أما المناطق المناطق الجبهية الخلفية أكثر من المساحتين (BA44 / BA45) فكانت مرتبطة بالمعالجة الفونولوجية **(Gabrieli, Poldrack, & Desmond, 1998).**

في حين بين باحثون آخرون بأن لذات المنطقة (أي القشرة المخية الجبهية السفلى) دورا في تجميع التمثيل الفونولوجي للنطق بالكلمة **(Pugh et al., 2001)**. وبصورة مماثلة تؤكد الدراسات الخاصة بالراشدين العاديين مشاركة هذه المنطقة في المهمات التي تتطلب تشفير أو تحويل التمثيلات الفونولوجية إلى حركات نطقية **(Burton & Small, 2002)**، وفي المهمات التي تتطلب إعادة التشفير الفونولوجي من أجل القيام بالحكم على القافية فيما يخص الكلمات المكتوبة **(Burton, Locasto, Krebs-Noble, &Gullapalli, 2005).**

بالإضافة إلى ذلك انتهت دراسات أخرى إلى أن التنشيط الملاحظ على المستوى القشرة الجبهية السفلى الخلفية اليسرى المرتبط بإعادة التشفير الفونولوجي يكون أكبر عندما يتعلق الأمر بكلمات زائفة مقارنة بالكلمات الحقيقية **(Jobard, Crivello, &Tzourio-Mazoyer, 2003).**

النظم الثلاثة للقراءة:

اقترح بوق وزملاءه ثلاثة طرق مخية للقراءة المتقنة والخاصة باللغات الأبجدية، الطريق الأول أمامي أما الطريقان المتبقيان فهما خلفيان(أُنظر الصورة رقم 3) ، يقع الطريق الأمامي في المناطق المخية المحيطة بالتلفيف الجبهي السفلي (بما في ذلك منطقة بروكا)، وينشط النظام الأمامي عند القراءة الصامتة وعند التسمية، كما أن له دورا في الاستجابة للكلمات ذات التواتر المنخفض والكلمات الزائفة. يرى هؤلاء الباحثون بأن لهذا النظام دورا في التعلم العادي للقراءة بالتعاون مع النظام الظهري الخلفي **(Pugh et al, 2001).**

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

أما الطريق الظهري من النظام الخلفي فهو يحوي كل من التلفيف الزاوي والتلفيف فوق الهامشي في القشرة الجدارية السفلى والجزءالخلفي من التلفيف الصدغي العلوي والذي يضم مساحة فرنيكي. بينت نتائج التصوير العصبي بأن الطريق أو النظام الظهري يتدخل بصورة أكبر لدى الراشدين القارئين الماهرين وذلك عند مصادفة كلمات زائفة و الكلمات قليلة التواتر مقارنة بالكلمات المألوفة.

يضم الطريق البطني من النظام الخلفي كل من القشرة المخية خارج جسم المخطط الجانبية والموصل القفوي الصدغي الأيسر، والذي يحوي كل من التلفيف الصدغي الأوسط، وينشط هذا الطريق بصورة أكبر لدى القراء الماهرين عند قراءة الكلمات الزائفة القابلة للنطق مقارنة بالكلمات الزائفة غير قابلة للنطق **(eg, Brunswick et al, 1999)**.

السير الزمني للقراءة :

على الرغم من أن استعمال تقنيات التصوير الوظيفي قد كشف الغطاء عن عدد كبير من المناطق المخية الأساسية والمنشطة أثناء معالجة الكلمات الشفاهية والمكتوبة إلا أنها لم تقدم الكثير فيما يخص الزمن الحقيقي لهذا التنشيط وفي هذا الصدد تمنح التقنيات الكهربائية الفيزيولوجية كـ (MEG, EEG, ERP) معطيات مهمة جدا حول زمن ومدة التنشيط بدقة كبيرة تقدر بالميلي ثانية.

وفي هذا الصدد تشير إحدى الدراسات التي اعتمدت على تقنية (Magnétoencéphalographie,MEG) إلى أن القراءة الصامتة للكلمات الحقيقية والزائفة قد أدت إلى حدوث تنشيط على مستوى القشرة القفوية الصدغية خلال 200 ميلي ثانية الأولى من عرض الكلمات **(Salmelin, Service, Kiesila¨, Uutela, &Salonen, 1996)**

وفي دراسة لاحقة استطاع هؤلاء الباحثون تحديد الحقول الزمنية المرتبطة بالمراحل المختلفة للقراءة **(Salmelin, Schnitzler, Schmitz,&Freund,2000)**حيث توصلوا إلى أنه خلال الفترة الزمنية الممتدة بين 100 و 150 ميلي ثانية من عرض الكلمات، لوحظ تنشيط على مستوى المناطق الموجودة في كل من القشرة القفوية والقشرة القفوية الجدارية، وهي المناطق المسؤولة عن التحليل البصري للكلمات، أما في الفترة الزمنية الممتدة بين 150 و200 ميلي ثانية فيلاحظ تنشيط على مستوى المناطق الموجودة على مستوى القشرة القفوية الصدغية اليمنى و اليسري، وهذه المنطقة معروفة بتدخلها خاصة في تحليل سلاسل الحروف، بعد ذلك أي في الفترة الزمنية الممتدة بين 200 و 600 ميلي ثانية تُنشط المناطق المسؤولة على المعالجة الفونولوجية/ التسميع الذهني، والموجودة في القشرة الصدغية العليا الوسطى اليسرى. أما في الفترة الزمنية الممتدة 200 و 800 ميلي ثانية فإن التنشيط يلاحظ على مستوى كل من القشرة الجدارية الخلفية اليسرى أين تتواجد المناطق المسؤولة عن معالجة الأوجه الفونولوجية من معالجة اللغة، والقشرة الجدارية الخلفية اليمنى المسؤولة عن معالجة الأوجه الانتباهية من المعالجة البصرية. وفي الأخير وبصورة خاصة في حدود

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

1000 ميلي ثانية من عرض المنبهات يلاحظ تنشيط ثنائي الجانب على مستوى كل من القشرة المخية الحركية والمساحة الحركية الإضافية **(Brunswick,2010)**.

تشير هذه المعطيات إلى أنه المعالجة سلسلة الحروف المعروضة بصريا تبتدأ خلال 400 ميلي ثانية الأولى من عرضها في المناطق الخلفية من النصف الكروي المخي الأيسر يليها مباشرة تنشيط مرتبط بالتلفظ بسلسلة من الحروف على مستوى القشرة الجبهية السفلى اليسرى وتنشيط دلالي على مستوى القشرة الصدغية العليا من النصف الكروي المخي الأيسر.

تنسجم نتائج دراسات التي اعتمدت على تقنيات الفيزيولوجية الكهربائية مع نتائج الدراسات التي اعتمدت على التصوير الوظيفي ودراسات التناول التشريحي العيادي، غير أن أغلب هذه الدراسات قد فحصت أشخاص متحدثين باللغة الانجليزية، ومنه قد يتساءل البعض عما إذا كانت المناطق المحددة خلال هذه الدراسات مرتبطة باللغة الانجليزية فقط أما أنها تشمل اللغات الأخرى.

يجيب بولقار وزملاءه على هذا التساؤل من خلال البحث التي قام به سنة 2005 والذي عملوا فيه على مقارنة المساحات المخية المنتظمة أثناء قراءة العديد من اللغات ذات الأنظمة الكتابية المختلفة، حيث شملت هذه المقارنة لغات تملك أنظمة كتابية أبجدية كاللغة الانجليزية واللغات الأوربية الأخرى واللغة الصينية ذات النظام الكتابي الصوري (logographique) (والذي يناسب فيه كل شكل كتابي وحدة دلالية قد تكون مورفيم أو كلمة) واللغة اليابانية بكتابيها: الكانا وهو نظام كتابي مقطعي (يُناسب فيه كل وحدة كتابية مقطعا معينا)، و الكانجي وهو نظام كتابي صوري كالذي تستخدمه اللغة الصينية**(Bolger, Perfetti& Schneider, 2005)**.

تقترح نتائج هؤلاء الباحثون بأن جميع هذه اللغات ذات الأنظمة الكتابية المختلفة تعتمد على نفس الشبكة من المناطق المخية الكبرى، إلا أنه تلاحظ بعض الاختلافات ضمن هذه الشبكة، وذلك على حسب الخصائص المميزة لكل نظام كتابي**(Bolger, Perfetti& Schneider 2005)**..

حالة اللغة العربية:

فيما يخص اللغة العربية قام الحموري وزملاءه سنة 2005 بدراسة كان الهدف منها تحديد المناطق المخية المهمة والمتدخلة أثناء القراءة باللغة العربية مقارنة باللغة الاسبانية باستخدام تقنية (MEG) لتحديد موقع وزمن التنشيط المرتبطان بعملية القراءة باللغة العربية. وقد اعتمدوا في ذلك على مهمة ذاكرة التعرف على الكلمات المعروضة بصريا وشملت هذه الدراسة 11 راشدا قارئا ماهرا وناطقا أصليا للغة العربية و9 راشدين قارئين ماهرين وناطقين أصليين للغة الاسبانية، واستعمل خلال هذه الدراسة 63 اسم عربي مجرد، عرضوا بصريا وبدون وضع حركات بالإضافة إلى 63 اسم اسباني مجرد. وتمثلت المهمة المطلوبة من المفحوصين في مرحلتين: في المرحلة الأولى عُرضت على المفحوصين العرب 33 كلمة الهدف، وطُلب منهم الاحتفاظ بهذه الكلمات في الذاكرة إلى حين استخدامها في المرحلة الثانية الخاصة بالتعرف**(Al-Hamouri et al, 2005)**.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

أما في المرحلة الثانية فقد تم عرض ثلاث قوائم من الكلمات تحتوي كل قائمة على 43 كلمة: 33كلمة هي نفسها في المهمات الثلاث و10 الأخرى هي عبارة عن مشوشات، وطُلب من المفحوصين الضغط على الزر في حالة تعرفهم على الكلمة المطلوبة، وكانت المهمة نفسها بالنسبة للقراء الأسبان باستخدام كلمات اسبانية بالطبع.

توصل الباحثون إلى أن التنشيط المغناطسي للمخ المرتبط بالمهمة المطلوبة قد استدعى تدخل أربعة مناطق واسعة في كلا نصفي الكرة المخية لدى كل من القراء العرب والأسبان، وتتمثل هذه المناطق في :

-1- القشرة المخية الصدغية الجدارية، والتي تتضمن الجزء الخلفي من التلافيف الصدغية العليا والوسطى والتلفيف الزاوي والتلفيف فوق الهامشي.

-2- القشرة الصدغية الإنسية والتي تحوي كل من الحصين والتلفيف المجاور للحصين.

-3- المساحات الصدغية السفلى.

-4- المناطق الجبهية السفلى والمناطق الأنسولية.

والجدير بالذكر هو أن هذه المناطق قد تم الإشارة إليها من قبل في الدراسات الخاصة بمعالجة اللغة، ولكن بعد مرحلة الفحص البصري للكلمات وجدت اختلافات في النماذج الزمانية والمكانية للتنشيط المخي بين المجموعتين. إذ تستلزم قراءة الكلمات العربية نشاط مخي معقد على مستوى كلا نصفي الكرة المخية، حيث لوحظ نشاط مخي على مستوى النصف الكروي المخي الأيسر في الفترة الزمنية الممتدة بين 200 و 500ميلي ثانية، ولكن بعد هذه المدة يُسجل نشاط مخي أكبر على مستوى النصف الكروي المخي الأيمن. في حين أن النشاط المخي الملاحظ لدى القراء الأسبان كان مقتصرا على النصف الكروي الأيسر على طول أزمنة التنشيط.

يرجع الباحثون التدخل المتأخر للنصف الكروي المخي الأيمن الملاحظ على مستوى قراءة الكلمات العربية إلى الدور الذي لعبه هذا الأخير في معالجة الكلمات المبهمة، باعتبار أن الكثير من الكلمات العربية في غياب الحركات، تحتمل أكثر من طريقة نطق وأكثر من معنى، مثال: كتب يمكن أن تقرأ كَتَبَ، كُتِبَ، كُتُبْ، والسياق المرتبط بالجملة التي تظهر فيها هذه الكلمة هو الوحيد الذي يقرر طريقة النطق الصحيحة والمعنى الحقيقي للكلمة. ويعتبر هؤلاء الباحثون هذه النتيجة بمثابة دعم للدراسات السابقة، والتي تقر بأهمية الدور الذي يلعبه النصف الكروي المخي الأيمن في الاحتفاظ بمعاني عديدة مرتبطة بكلمة واحدة إلى أن يتم إزالة اللبس واختيار طريقة النطق والمعنى الصحيحين للكلمة.

ولكن وعلى الرغم من أن هذه الدراسة تعتبر رائدة والوحيدة على حد علمنا في مجال التصوير العصبي لعمليةالقراءة باللغة العربية، إلا أن الباحثين قد استخدموا كلمات معزولة، وبالتالي فإن من غير الممكن الاحتفاظ بطرق نطق عديدة و معاني مختلفة بغرض اختيار طريقة النطق والمعنى

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الصحيحين لغياب الجملة التي يعتمد عليها هذا الاختيار، حيث يمكن أن يخضع هذا الاختيار في حالة الكلمات المعزولة إلى معايير أخرى كدرجة تواتر الكلمات العربية.

كما أننا نعتقد بأنه كان من الأفضل استخدام نوعين من الكلمات العربية: النوع الأول عبارة عن كلمات تحتمل أكثر من طريقة النطق وأكثر من معنى مثال: كتب، والنوع الثاني يتمثل في كلمات لا تحتمل إلا طريقة نطق واحدة ومعنى واحد مثال: ناقة. وفي حالة ما لوحظ تنشيط على مستوى النصف الكروي المخي الأيمن فيما يخص الكلمات من النوع الأول فقط، حينئذ يمكن لنا القول بأن تدخل النصف الكروي المخي الأيمن يعود إلى طرق النطق والمعاني العديدة التي يمكن أن تأخذها هذه الكلمات.

خاتمة :

على الرغم من أن الدراسات التي تعتمد على التصوير الوظيفي تبرز المساحات المنشطة أثناء مهمة ما، وأن الدراسات التي تربط بين الإصابات المخية وبين الاضطرابات الملاحظة توضح المساحات المهمة في مهمة ما، إلا أن جميع هذه الدراسات قد أجمعت على أن نشاط القراءة نشاط معقد يتطلب تدخل شبكة واسعة من المناطق المخية الموزعة على مساحات كبيرة من المخ، وبصورة خاصة أبرزت هذه الدراسات أهمية المناطق الواقعة على مستوى التلفيف المغزلي والفصيص الجداري الأسفل الأيسر والذي يضم من التلفيف الزاوي والتلفيف فوق الهامشي، و التلفيف الجبهي الأسفل الأيسر في القراءة فيما يخص اللغات الأبجدية. أما الدراسة التي قام بها الحموري وزملاءه والخاصة باللغة العربية فقد بينت الدور الذي يلعبه النصف الكروي الأيمن في قراءة الكلمات العربية.

توصلت الدراسات إلى التصوير الوظيفي هي الأخرى (كما هو الحال بالنسبة لدراسة الإصابات المخية) إلى نتائج متضاربة ،بالإضافة إلى ذلك فإن أقوى النتائج المتحصل عليها من خلال التصوير الوظيفي والمتعلقة بالآليات المعرفية للقراءة لا تتوافق مع أقوى النتائج المتحصل عليها من خلال الدراسات الخاصة بالإصابات المخية المقرونة باضطرابات على مستوى القراءة، وكمثال عن ذلك توصل عديد كبير من الدراسات والتي تعتمد على التصوير بالرنين المغناطيسي الوظيفي (IRMf) والماسح الطبقي البوزتيروني(PET) . إلى أن هناك تنشيط على المخيخ الأيمن أثناء مهام القراءة الصامتة، وذلك على رغم من إصابات المخيخ الأيمن لا ترتبط باضطرابات على مستوى القراءة الصامتة، ولعل أحد أسباب هذا التضارب يكمن في أن الدراسات التي تعتمد على التصوير الوظيفي تبرز المساحات المنشطة أثناء مهمة ما، في حين أن الدراسات التي تربط بين الإصابات المخية وبين الاضطرابات الملاحظة توضح المساحات المهمة في مهمة ما.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

***قائمة المراجع:**

1- Al-Hamouri, F., Maestú, F., delRío,D., Fernández,S., Campo,P.,Capillab,A., García, A., González-Marqués, J., &Ortizb, T. (2005). Brain dynamics of Arabic reading: a magnetoencephalographic study. NeuroReport, 16(16), 1861-1864.

2- Alexandre, M.P., & Benson, D.E. (1991). The aphasia and related disturbances. In RJ. Yoynt(Ed.), Clinical neurology,Vol.1(pp. 1-58). Philadelphia. Lippincott.

3-Black, S., &Behrmann, M. (1994). Localization in alexia. In A. Kertesz (Ed.). Localization and Neuroimaging in Neuropsychology. San Diego: AcademicPress.

4-Benson, D.F. (1994). Naming disorders. In S. Kennedy (Ed.), Psychobiology of language. Cambridge. MA: MIT Press.

5- Bolger, D. J., Perfetti, C. A., & Schneider, W. (2005). A cross-cultural effect on the brainrevisited: Universal structures plus writing system variation. Journal of Human BrainMapping, 25(1), 83–91.

6- Brunswick, N. (2010). The functional neuroanatomy. In P.Cornelissen, P. Hansen M.Kringelbach& K. Pugh (eds). The neural basis of reading. Oxford: Oxford

7-Brunswick, N., McCrory, E., Price, C., Frith, C.D.,&Frith, U. (1999). Explicit and implicit processing of words and pseudowords by adult developmental dyslexics: a search forWernicke's Wortschatz? Brain, 122, 1901–1917.

8- Burton, M., & Small, S. (2002).Models of speech processing. In A.E. Hillis (Ed.) Handbookof Adult Language Disorders: Integrating Cognitive Neuropsychology, Neurology, and Rehabilitation, (pp. 253–268). Philadelphia: Psychology Press.

9-Cloutman, L. L., Newhart, M., Davis, C. L., Heidler-Gary, J., & Hillis, A. E. (2011). Neuroanatomical correlates of oral reading in acute left hemispheric stroke. Brain and Language, 116(1), 14-21.

10-Cohen, L., Martinaud, O., Lemer, C., Lehe´ricy, S., Samson, Y., Obadia, M., et al. (2003).Visual word recognition in the left and right hemispheres: Anatomical and functional correlates of peripheral alexias. Cerebral Cortex,13, 1313–1333.

11-Dejerine, J. (1891). Sur un cas de cécité verbale avec agraphie suivi d'autopsie. Mém Soc Biol, 3, 197–201.

12-Dejerine, J. (1892). Contribution à l'étude anatomo- clinique et clinique des différentes variétés de cécité verbale. MémSocBiol, 4, 61–90.

13-Demb, J. B., Desmond, J. E., Wagner, A. D., Vaidya, C. J., Glover, G. H.,&Gabrieli, J. D. E.(1995). Semantic encoding and retrieval in the left inferior prefrontal cortex: a functional MRI study of task difficulty and process specificity. Journal of Neuroscience, 15, 9,5870–5878.

14-Devlin, J.T., Jamison, H.L., Gonnerman, L.M., & Matthews, P.M. (2006). The role of the posterior fusiform gyrus in reading. Journal of Cognitive Neuroscience, 18 (6), 911-922.

15-Gabrieli, J. D. E., Poldrack, R. A., & Desmond, J. E. (1998). The role of left prefrontalcortex in language and memory. Proceedings of the National Academy of Sciences ofthe United States of America, 95, 906–913.

16-Gaillard, R., Naccache, L., Pinel, P., Clémenceau, S., Volle, E.,Hasboun, D., et al. (2006). Direct intracranial, fMRI, andlesion evidence for the causal role of left inferotemporalcortex inreading. Neuron, 50, 191–204.

17-Habib, M., &Robichon, F. (1996). Les mécanismes cérébraux de la lecture: un modèle en neurologiecognitive. Médecine / Sciences, 12, 707-71

18- Hamilton, AC, Coslett HB. (2008). Refractory Access Disorders and the Organization of Concrete and Abstract Semantics: Do they differ?.Neurocase 14(2):131-40,

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

19- Hart, J.,&Gordon, B. (1990).Delineation of single-word semantic comprehension deficits in aphasia, with anatomical correlation . Annals of Neurology, 27, 226-231
20- Hillis, A.E. (2010). Neural correlates of the cognitive processes underlying reading:Evidence from Magnetic Resonance Perfusion Imaging. In P.Cornelissen, P. Hansen M.Kringelbach& K. Pugh (eds). The neural basis of reading. Oxford: Oxford University Press.
21- Hillis, A. E., &Caramazza, A. (1995c). Converging evidence for the interaction ofsemantic and phonological information in accessing lexical information for spokenoutput. CognitiveNeuropsychology, 12, 187–227.
22- Hillis,A. E., Kane, A., Barker, P., Beauchamp, N. J., &Wityk,R. J. (2001). Neural substrates of the cognitive processes underlying reading: Evidence from magnetic resonance perfusion imaging in hyperacute stroke. Aphasiology, 10-11(15), 919-931.
23-Hillis, A. E., Kane, A., Tuffiash, E., Ulatowski, J. A., Barker, P., Beauchamp, N.,&Wityk, R.(2002). Reperfusion of specific brain regions by raising blood pressure restores selective language functions in subacute stroke. Brain and Language, 79, 495–510.
24- Hillis, A.E., Newhart, M., Heidler, J., Barker, P.B., Herskovits, E., &Degaonkar, M. (2005).The roles of the "visual word form area" in reading. NeuroImage, 24, 548-559.
25- Hillis, A. E., Tuffiash, E., &Caramazza, A. (2002). Modality-specific deterioration in naming verbs in nonfluent primary progressive aphasia. Journal of Cognitive Neuroscience, 14(7), 1099–1108. doi:10.1162/089892902320474544
26-Hillis, A. E., Work, M., Breese, E. L., Barker, P. B., Jacobs, M. A., & Maurer, K. (2004).Re-examining the brain regions crucial for orchestrating speech articulation. Brain,127, 1479–1487.
27- Howard, D., Patterson, K., Wise, R., Brown, W.D., Friston, K., Weiller, C., Frackowiak, R. (1992).The Cortical Localization of the Lexicons: Positron Emission Tomography Evidence. Brain,115(6), 1769-1782.
28- Goodglass H., & Wingfield, A. (1997). Word-finding deficits in aphasia: Brain-behavior relations and clinical symptomatology. In H. Goodglass& A. Wingfield (Eds.). Anomia: Neuroanatomical and cognitive correlates. San Diego: Academic Press.
29-Jobard, G., Crivello, F., &Tzourio-Mazoyer, N. (2003). Evaluation of the dual route theory of reading: a metanalysis of 35 neuroimaging studies. Neuroimage, 20(2), 693-712.
30- Laine, M., Niemi, P., Niemi, J., &Koivuselka-Sallinen, P. (1990). Semantic errors indeep dyslexia. Brain and Language, 38, 207–214.
31-Lambon Ralph, M. A., & Graham, N. L. (2000). Acquired phonological and deepdyslexia. NeuroCase, 6, 141–178.
32-Matthews, C. (1991). Serial processing and the ''phonetic route:'' lessons learned in the functional reorganization of deep dyslexia. Journal of Communication Disorders, 24, 1,21–39.
33-McCandliss, B. D., Cohen, L., &Dehaene, S. (2003). The visual word form area: Expertisefor reading in the fusiform gyrus. Trends in Cognitive Science, 7, 293–299.
34-Mohr, J. P. (1976). Broca's area and Broca's aphasia. In H. Whitaker (Ed.). Studies in Neurolinguistics (Vol. 1). New York: Academic Press. pp. 201_35.
35-Ojemann, C.A. (1994). Cortical stimulation and recording in language . London. Academic press.
36-Petersen S. E., Fox P. T., Posner M. I., Mintun M., Raichle M. E. (1988). Positron emission tomographic studies of the cortical anatomy of single word processing, Nature, Vol. 331, pp. 585-589.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

37-Petersen, S., Fox, P. T., Snyder, A. Z. and Raichle, M. E. (1990). Activation of extrastriate andfrontal cortical areas by visual words and word-like stimuli. Science, 249, 1041_4.
38-Philipose, L. E., Gottesman, R. F., Newhart, M., Kleinman,J. T., Herskovits, E. H., Pawlak, M. A., et al. (2007). Neural regions essential for reading and spelling of words and pseudowords. Annals of Neurology, 62, 481–492.
39-Polk, T. A., & Farah, M. J. (2002). Functional MRI evidence for an abstract, not perceptual,
word-form area. Journal of Experimental Psychology, Gen, 131, 1, 65–72.
40-Price, C. J., &Mechelli, A. (2005). Reading and readingdisturbance. Current Opinion in Neurobiology, 15,231–238
41-Price ,C.J., Wise, R.J.S., Watson, J.D.G., Patterson, K., Howard, D., Frackowiak R.S.J. (1994).
*Brain activity during reading: the effects of exposure duration and task. Brain, **117**(6), 1255-1269.*
42-Puce, A., Allison, T., Asgari, M., Gore, J. C., & McCarthy, G. (1996). Differential sensitivity of
human visual cortex to faces, letter strings, and textures: a functionalmagnetic resonance imaging study. Journal of Neuroscience, 16, 5205–5215.
43-Pugh, K. R., Mencl, W. E., Jenner, A. R., Katz, L., Frost, S. J., Lee, J. R., Shaywitz, S. E., &Shaywitz, B. A. (2001). Neurobiological studies of reading and reading disability. Journal of Communication Disorders, 34, 479–402.
44-Rapcsak, S. Z., & Beeson, P. M. (2004). The role of left posterior inferior temporal cortex in spelling. Neurology,62, 2221–2229.
45- Rapcsak, S. Z., Beeson, P. M., Henry, M. L., Leyden, A., Kim, E., Rising, K., et al. (2009).Phonological dyslexia and dysgraphia: Cognitive mechanisms and neuralsubstrates. Cortex, 45, 575–591.
46- Salmelin, R., Schnitzler, A., Schmitz, F., & Freund, H-J. (2000). Single word reading in developmental stutterers and fluent speakers. Brain, 123, 1184–1202.
47- Salmelin, R., Service, E., Kiesila¨, P., Uutela, K., &Salonen, O. (1996). Impaired visual word processing in dyslexia revealed with magnetoencephalography. Annals of Neurology, 40, 157–162.
48-Schweiger, A., Zaidel, E., Field, T., &Dobkin, B. (1989). Right hemisphere contribution to lexical access in an aphasic with deep dyslexia. Brain and Language,37, 1, 73–89.
49- Small, S.L., Flores, D., & Noll, D.C. (1997). Grapheme to phoneme conversion in acquired dyslexia neuro-biological changes accompany therapy. Brain and Language, 60; 127-131.50- Tsapkini, K., & Rapp, B. (2010). The orthography-specificfunctions of the left fusiformgyrus: Evidence of modalityand category specificity. Cortex, 46(2):185-205
51- Uchida, I., Kikyo, H., Nakajima, K., Konishi, S., Sekihara, K., Miyashita, Y. (1999). Activation of lateral extrastriate areas during orthographic processing of Japanese characters studied with fMRI. Neuroimage, 9, 208–215.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com