مجلة وادى النيل للدراسات والبحوث ـ العدد السابع ـ يوليو 2015م

هل تنتج الخلايا العصبية الوعي؟

د . شيماء محمد جاد الله (*)

تمهيد:

يرى "فارسينج" أن الوعي عبارة عن مرحلة موضوعية لكونه إدراك عام للأشياء والموضوعات والأحداث التي تقع خارج وداخل الذات. ويتضمن الوعي نمطين وظيفيين منفصلين موحدين معاً في نفس الوقت أحداهما خارجي والأخر داخلي كل منهما ضروري لتشكيل الإدراك الحسي. ويحدث الوعي كما يشير له كل من Baars, 1997 a,b على هيئة حركة بين داخل وخارج الجسم:

أولا: تستخدم معالجة البيانات للمنبهات البيئية و/ أَو المحفّزات الداخلية لجَلْب فكر جديد إلى الوعي.

ثانياً: تعالج المعلومات المصنّعةً ويَحْدثُ التفكّر والاستنتاج واستخدام الأفكارِ الذي يعيها الشخصِ فوراً وتخَزنَ في الذكريات والتجاربَ الموجودة في الذاكرة لاستخدامها مرة أخرى للوُصُول للهدّفُ، وبمعنى آخر: فإن تركيز الانتباه، في نفس الوقت ملائم أكثر لمعالجه هذه المكونات.

ثالثاً: هذه الأفكارِ الجديدةِ نفسهِا تخزن في الخلفيةِ حتى تَتطلب عملية تفكّير جديدةِ وبمعنى آخر: يتَعَلّم أن يحل مكانه.

رابعاً: يُوجّهُ الوعي الإنسانيَ الانتباه نحو العمليات ذات الأولوية والأهمية التي تنتج توقف محتمل وإعاقة لأداء الحَدَث المعالج بشكل آني.

خامساً: تبلغ حالات الوعي بشكل مستمر إلى كُلّ مناطق المخ الوظيفيةِ وبمعنى آخر"تعميم حالة الوعي على كل أجزاء المخ".

وأخيرا، امتلاك الخبرة والتعبير عنها وتكرارها في مواقف مشابهه.

(*) مدرس علم النفس الإكلينيكي العصبي بكلية الآداب بالوادي الجديد– جامعة أسيوط.

وافترض Kouider et al., 2010 أن مستوى الوعي يرتبط ارتباطا وثيقا بالإستثارة، والتي تعبر عن مراحل تدرج الوعي علي متصل النوم– اليقظة وتحدث الاستثارة نتيجة نشاط تراكيب جذع المخ، وقاعده المخ المقدمي. وافترض Mhuircheartaigh et al., 2010 أن محتوي المخ (ما نعي به) يرتبط بالشبكة المهادية– اللحائية. وأشار Raichle (1998 a,b) أن التعرف أكثر على العمليات المتضمنة فيه وتحديد مكوناته من استثارة (مستوى الوعي) وإدراك (محتوي الوعي) ويساهم فهم ارتباط التراكيب المخية بالعمليات السيكولوجية وتوضيح دورها بالمعالجة الواعية وبذلك يستطيع الباحثون تمييز الوعي بشكل تدريجي (Roth, 2003). وبالرغم انقسام معظم الدراسات والأبحاث المهتمة بدراسة الآليات العصبية للوعي إلا أن دراسة مسارين للوعى المترابطين مستوى ومحتوي الوعي (Kouider et al., 2010) ولكن لم يوضح كيفية ترابطهما حتي الآن (Overgaard & Overgaad, 2010, 164) رغم أن التمييز بين مستوى ومحتوي الوعي متفق عليه (Hohwy, 2009). وفيما يلى مكونات الدوائر الرئيسية من المناطق المخية لانتاج الوعى البصري وهى:

1) دائرة ضبط مستوى الوعي بالمنبه البصري: التكوين الشبكي.
2) دائرة تجهيز وتوزيع معلومات المنبه البصري: المهاد.
3) دائرة ضبط إدراك محتوى المنبه البصرى: اجزاء القشرة المخية.
4) دائرة التعبير الحركي عن هذا المنبه البصري: ساق المخ والمخيخ والعقد القاعدية واللحاء الحركي الأولى والثانوي. ونشرح ذلك تفصيلا فيما يلي:

التكوين الشبكي "ترموستات مستوى الوعى"

يأتي مستوى الوعي LOC كوضع طبيعي لوجود الكائن الحي وسط بيئة من المنبهات(Kandel, Schwartz & Jessell, 2000) ويحدد باستثارة

الفرد للمنبهات التى يستقبل منها المعلومات بشكل متصل والتى يعتمد فيها على الارتباط بين التكوين الشبكي واللحاء (Scheld, Whitley & Marra, 2004, 219) ويعد الإحساس جهاز الاستقبال حيث يقوم بتوصيل المنبهات الحسية من خلال الحواس المختلفة إلى الجهاز العصبي (Arbib, 2003) حيث تعمل على تحويل الطاقة الفيزيائية المتعلقة بالمنبهات البيئية إلى طاقة عصبية داخل الجهاز العصبي، ويتم استقبال الرسائل والإشارات عن المنبهات الخارجية من خلال الحواس الخمس، ومثل تلك الإشارات تكون بمثابة معلومات خاصة بسيطة تتم معالجتها في الجهاز العصبي عن طريق العمليات العقلية المعقدة (الريماوي، 2004). وتتميز أعضاء الجهاز الحسي ومنها العين أنها في يقظة دائمة وقدرة على الاستجابة لكافة التغيرات اللحظية في مجال الطاقة الفيزيقية المحيط بها، ورغم ذلك فإن حساسية هذه الأعضاء للطاقة الفيزيقية تكون محددة. فقدرة العين على الاستجابة للتغيرات اللحظية في مجال الطاقة الفيزيقية تكون خاضعة لما أطلق عليه "العتبة الحسية" فعندما تكون كمية الطاقة الفيزيقية للمنبه البصري تقع فوق عتبه الإحساس السمعي والبصري، فإنها تكون كافية لاستثارة النشاط العصبي في الخلايا الحسية للعين. ويرتبط الإحساس في نظريه الالتقاط الإشاري[1] ليس بشدة الإشارة وطاقتها وحسب، ولكن بطبيعة المهمة ومعرفه الفرد بالنتائج. فعندما يلتقط عضو الحس إشارة المنبه البصري فإنه يحوله إلي طاقة كهروكيميائية ليتمكن الجهاز العصبي من التعامل معها حيث تنتقل هذه الطاقة على هيئة نبضات كهروكيميائيه خلال الأعصاب البصرية إلى مراكز معالجة المدخلات البصرية في المخ لتعالج بصفه مبدئية وتجهز لمرحله أعمق واشمل من المعالجة (الفرماوي، 2007).

ويتحكم جهاز التكوين الشبكي (♦)[2] في النوم واليقظة، وذلك لإبقاء مستوى معين من"الاستثاره العامه" أو "الوعي" فيقوم بتنظيم الحالة العامة من النشاط والوعي بالقشرة اللحائية لاستقباله الإشارات من المسارات العصبية المتنوعة لارتباطه بالمناطق اللحائية الخلفية والتي تكون مسئولة عن تسجيل المعلومات المدخلة، وكذلك المناطق الوسطى بالفصوص الأمامية والتي تشترك بشكل أساسي في تشكيل الأهداف والميول، وبرامج الأفعال يكون له دوراً جوهرياً في النظام الواعي للهدف الموجه للسلوك (Buskist & Gerbing, 1990) وبدوره المركز المشرف على بث الوعي، أو كصمام لمستوى الوعي يتحكم في الشدة فيزيد أو ينقص من كمية التنبيه المندفعة في الممرات الحسية، وكذلك من التوجيهات الصادرة من اللحاء إلى العضلات (تايلور، 1999، 221) مما يعمل على تدرج مستوى الوعي من الانخفاض كما في حالات النعاس، النوم، وفي الحالات المرضية مثل الغيبوبة، وحالة الإهمال (Machado & Korein, 2009) وحالة قصور الوعي (Schiff et al., 2005) ويرتفع في حالات التركيز وتوجيه الانتباه (Overgaard & Overgaard, 2010) وذلك من خلال شقيه: التكوين الشبكي المنشط، والتكوين الشبكي المثبط دورًا في الحفاظ على اليقظة والتنبيه أو يؤدي إلى النوم. فيساهم التكوين الشبكي المنشط فى حالة اليقظة والتنبيه بفعالية علي رفع مستوى تنشيط الجهاز العصبي مما يسهل عمليات معالجة المعلومات واكتسابها وبالتالي تسهيل وظائف التذكر والذاكرة. أما بالنسبة للتكوين الشبكي المثبط ومشاركته في وظائف النوم والحلم فإن له دورًا فعالاً في ميكانيزمات ترسيخ المعلومات المكتسبة خلال النهار (Ribeiro, Zuardi & Hetem, 2005).

المهاد "بوابة توزيع وتجهيز المعلومات الخاصه بالمنبهات".

ويعتبر المهاد مركزا أو بوابة معالجة للمعلومات الأساسية لكل الخبرات الحسية (كوزيو وستوت،2002) حيث تعتمد الحالات المختلفة للوعي على لحظة "التجهيز[3]" الشبكات العصبية باللحاء التي تترابط الخلايا العصبية بها بشكل كثيف ويمكن أن تقوي أو تضعف الوصلات العصبية ارتباطها لفترة قصيرة، والتي تعدل أسلوب معالجه المعلومة ومن خلال ذلك تشكل الخلايا العصبية في أقسام معينه تشترك في نفس حالة الاستثارة. فمثلا عندما يحاول المخ إدراك جسم ما بين العديد من الأجسام أو فهم معني جملة معينة تتزامن مجموعه من الخلايا العصبية لتشكيل وحده للمعني. فتنشط الوظائف المعرفية العليا عندما يكون هناك مثير مبتكر أو دائم ويسلط أليات علي نحو واسع بالمخ، أكثرها خلال المهاد (الذي يعتبر المدخل إلى القشرة اللحائية). فمجموعة الارتباطات بين المهاد[4] (مركز التحويل المهم) واللحاء (الذي يعمل على تحديد المنطقة ومستوى نشر الرسالة) يفترض Roth, 2003 أنها تلعب دورا رئيسيًا في ظهور النشاطات المتزامنة[5] لنواة المهاد التي تلعب دورا في الاستثارة الانتقائية للمناطق اللحائية بتلك الوسيلة في ميكانيزم الانتباه(Libet, 1996; Parvizi & Damasio, 2001).

القشرة المخية ومحتوى الوعى:

يرتبط محتوي النشاط العقلي الواعي بالقشرة المخية التي تلعب دورا حاسما في العمليات العقلية العليا متضمنة اللغة ومعالجة وتنظيم المعلومات

والإدراك المكاني (التوجيه والتخيل والتصور المكانية) تمهيدا لاتخاذ القرار والتخطيط للحركة من ترابط المناطق اللحائية وتكوين الوظائف الحسية والحركية (الفرماوي، 2007). وتشمل القشرة الحديثة أربع فصوص (القفوى، والجداري، والصدغي والأمامي) وهذه الفصوص يحددها شقان رئيسان هما الشفق المركزي والذي يمثل فاصل بارز بين النصف الأمامي لكل من نصفى المخ عن نصفها الخلفي، وبذلك فإن الشق المركزي يفصل الفصوص الجبهية عن الفصوص الجدارية. ويفصل الشق الجانبي الفصوص الصدغية عن الفصوص الجدارية والجبهية (تمبل، 2002، 25).

اللحاء القفوى"موظف الاستقبال وجمع البيانات".

تقوم القشرة البصرية باختيار المعلومات وجمعها لمعالجتها بالتواصل مع المناطق المخية الأخرى ليحدث الإدراك الجزئي لتلك المنبهات البصرية وفقا للمعلومات المختلفة التي جمعها الجهاز البصري عن هذه المنبهات فيما بعد (Shapley, 1990). فتقوم بتحليل الملامح الرئيسية للمنبه مثل الشكل واللون والحركة التي تحتاجها الكثير من العمليات النفسية الأخرى من ذاكرة بصرية للجسم، وتوجيه الحركات البصرية، وكلها تحتاج إلى جمع المعلومات البصرية (Kolb & Whishaw, 2003, 236).

وقد تم تناول ارتباط مناطق القشرة البصرية بالانتباه، وبالتالي في تشكيل الوعي، وفى إطار ذلك بحث Fink et al., 1997 الانتباه من خلال تصميم مهمتين لانتباه مباشر وآخر موزع، وقياس النشاط المخي بتقنية تصوير انبعاث البوزيترون PET والتي وجد فيها تأثيرا لحجم المنبه في تنشيط القشرة المخططة ليمتد إلى أمام القشرة المخططة، ووجد أن التغير في

الشكل أيضا يرتبط بنشاط التلفيف اللساني الأيمن[6] أما في مهمة الانتباه الموزع ارتبطت بنشاط اللحاء القفوى السفلي الأيسر[7] ممتد إلى منطقة V2[•] مع زيادة بؤرية في التلفيف اللساني الأيمن بالقرب من حد الفاصل بين منطقتي V2/V3 والذي قد يعكس تعديل الانتباه. وقد لاحظ Stokesa, Thompsonb, Nobrea & Duncanb, 2009 نشاط انتقائي لمعالجة الشكل باللحاء البصري في المركب القفوي الجانبي[8] من خلال تعديل النشاط في مده محاوله الانتباه ودرجة تحديد الهدف، والذي استخلص منها أن نشاطات الانتقاء الانتباهي أعلي– أسفل للترميز العصبي للهدف من تحيز التنافس يحدث باللحاء البصري. وأشارت دراسات التصوير العصبي Bar et al., 2001; Beck, Rees, Frith & Lavie, 2001; Moutoussis & Zeki, 2002a,b; Pins & ffytche, 2003 أن المسار البصري البطني من منطقة V1 إلي اللحاء الصدغي يكون مهما في التعرف على الجسم البصري، ويرتبط في التغيرات في الإدراك البصري. وبذلك يعمل كلا من الانتباه المكاني على المعالجة عن طريق التكبير الانتقائي للإشارات العصبية باللحاء البصري (Reynolds & Chelazzi, 2004; Womelsdorf & Fries, 2007) والتعرف علي الجسم البصري (Moutoussis & Zeki, 2002a; Pins & ffytche, 2003) ويتضح أن تشكيل الوعي بالمثير البصري في هذه المرحلة يعتمد علي المعلومات الحسية المجمعة بالمناطق البصرية (Lamme, 2006) لضمان أن تتوفر تلك المعلومات إلي باقي أجزاء المخ (Haynes, Driver & Rees, 2005; Melloni, Molina, Pena et al., 2007).

اللحاء الجدارى "التلسكوب محدد المكان".

يقع الفص الجداري بين الفص القفوي والفص الأمامي تحت العظم الجداري بسقف الجمجمة. وتحدد تلك المنطقة من الأمام بالشق المركزي وبطنيا بالشق الجانبي([9]) وظهريا التلفيف الحزامي([10]) وخلفيا بالثلم الجداري– القفوى([11]) (Kolb & Whishaw, 2003). ويختص المسار الجداري بتفسير المعالم الفيزيائية للعالم البصري مثل الحركة والموضع، وتأتي الوظيفة الرئيسية للفص الجداري في تحويل المعلومات البصرية داخل التنسيق الحركي حيث يحتوي على أعصاب تختص بحركة الأجسام، وأخري لوصف العالم البصري والحركات المقصودة (الحركات المفهومة) والتحولات البصرحركية (تمبل، 2002).

اللحاء الصدغى "اله العزف".

يوجد الفص الصدغي في أسفل العظم الصدغي بالجمجمة، ويفصل عن الفص الأمامي بالشق الجانبي (الخميس، 2000). وتمتد الفصوص الصدغية لتشمل الأنسجة التي تقع بتلم سلفيان[12] للأمام إلي اللحاء القفوى، فيضم تراكيب تحت قشريه تمثل في اللحاء الحافي من تشكيل اللوزة والحصين لتمتد ارتباطات من وإلى اللحاء الصدغي إلى كافه أنحاء المخ (Schacter & Wagner, 1999). وتصنف معظم مناطق اللحاء الصدغي على أنها مناطق ارتباطيه[13] باستثناء المنطقة السمعية الأولية وتختفي معظم مناطق الإحساس السمعي الأولي والمناطق المجاورة من الترابط السمعي في ثنايا الشق الجانبي (أبو شعيشع، 1998، 182). وتشمل أتلام الفص الصدغي على شق سلفيان[14] الذي يشكله نسيج

الجزيرة[15] والذي يتضمن اللحاء الذوقي[16] والقشرة السمعية الترابطية (Zatorre, 2001). ويمكن أن تقسم مناطق الصدغي على السطح الجانبي إلى سمعية (مناطق برودمان 41، 24 و22) وأخري تشكل التيار البصري البطني بالفص الصدغي الجانبي (مناطق برودمان 20، 21، 37 و38) فنشير إلي المناطق البصرية باللحاء الصدغي السفلي[17] (Kolb & Whishaw, 2003). ويقسم التلم الصدغي العلوي[18] إلي التلفيف الصدغي العلوي والمتوسط وجزء من اللحاء الحديث الذي يقسم إلى العديد من المناطق الفرعية. وتعدد وظائف الفص الصدغي لاشتماله على اللحاء السمعي الأولي والثانوي والبصري واللحاء الحافي والحصين واللوزة (Gloor, 1997).

ويمكن أن نقسم وظائف اللحاء الصدغي إلي: العمليات السمعية (التلفيف الصدغي العلوي)، والعمليات البصرية (باللحاء الصدغي السفلي IT) يشترك في كلا من المعالجة المدخل السمعي وفي التعرف البصري (Allison, Puce & McCarthy, 2000; Belin et al., 2000). وتكامل تلك العمليات مع الانفعال لوضع التأثير الانفعالي للمدخل الحسي والذكريات (اللوزة) بجانب القيادة المكانية من تنظيم ذاكره الأجسام في الفراغ والذاكرة المكانية وذاكره الأجسام والتعرف البصري (الحصين والقشرة الترابطية) (Milner, Squire & Kandel, 1998).

اللحاء الامامى "متخذ القرار".

يشمل اللحاء الأمامي كل النسيج الذي يتواجد أمام (قبل) الشق المركزي وهي منطقة واسعة وتشكل 20٪ من القشرة الحديثة محتويا على اللحاء

الحركي (منطقة 4) بالإضافة إلي مساحه أكبر إلي الأمام من المنطقة الحركية تسمي منطقة الترابط ومنطقة القبحركي (منطقة 6 و8) والمنطقة الجبهية (أبو شعيشع، 1998، 179) ويقسم اللحاء القبحركي إلي المنطقة (6) الجانبية التي تمثل اللحاء القبحركي. ويمثل وسط المنطقة (6) اللحاء الحركي الإضافي. وتمثل المنطقة (8) مجال العين الأمامية، المنطقة (8أ) مجال العين الإضافي. وفي البشر تمتد منطقة قبحركية الجانبية إلي منطقة بروكا (منطقة 44) (Kolb & Whishaw, 2003, 392).

ويعد اللحاء الأمامي متعدد الارتباطات حيث تتلقي خلاياه مجموعات من المثيرات الجسمية السمعية والبصرية والتي تجمع في اللحاء القبحركي الجانبي (منطقة 6) وفي منطقة 46. وتستجيب خلاياه لتذوق والشم (منطقة 13) التي تنتج إدراك نكهة الطعام. وتمثل المناطق الجبهية PFC الجزء الأمامي من الفص الأمامي بالمخ في جبهة المناطق الحركية والقبحركيه (Miller & Cohen, 2001) ويمثل نهايات التيارات الظهرية التعرف علي الأجسام (Frey & Petrides, 2000) والبطنية (الأداء المكاني) والبصري (Doyon et al,, 1996). وقد أشار (Felleman & van Essen, 1991) تضمن اللحاء الجبهي كجزء من النظام البصري. وقد افترض Rose & Woolsey تسميه اللحاء الجبهي حيث لاحظا منطقة تستقبل العديد من الإسقاطات من النواة المتوسطة البطنية للمهاد بالثدييات التي تم فحصها. حيث رأوا أنها ترتبط المهاد يبدأ من النوي الركبية الوسطي والجانبية إلى اللحاء البصري والسمعي على التوالي (Miller & Cohen, 2001). وتتمركز وظائف الفص الأمامي في التخطيط مقدما والاختيار من المتعدد وتجاهل المثيرات الدخيلة (Shimamura, 2000) وإبقاء مسارات

التخزين للمثيرات مستعدة للمهمة لاستدعاء المتطلبات السلوكية لأدائها (Jonides & Nee, 2006) والتي يمكن أن توصف بالتنظيم الزمني للسلوك، فهذا التنظيم هو الوظيفة العامة للفص الأمامي (Miller, Freedman & Wallis, 2002). لذا، يحتوي الفص الأمامي على أنظمة تطبق العديد من الاستراتيجيات السلوكية المختلفة كاستجابة للنماذج الداخلية والخارجية بجانب مساهمة كلا المناطق القبحركية والجبهية في ضبط الأنظمة الزمنية كوظائف تنفيذية (Fuster, 2008).

هوامش الدراسة:

(1) Signal detection theory.

(♦) تعني شبكة صغيرة من مجموعة نوى تقدر بحوالي (90 نواة) ذات تركيب متشابهة توجد مبعثرة في جذع المخ ولها وظائف إحيائية هامة لعلاقتها بالتنفس والدورة الدموية والنوم لوجود أجزاء منه في النخاع المستطيل والقنطرة والمخ المتوسط (أبو شعيشع، 1998 والخميس، 2000).

(2) Formation Réticulaire or Reticular Formation.
(3) Rewiring.
(4) Thalamus.
(5) Synchronized activities.
(6) Right lingual gyrus.
(7) Left inferior occipital cortex.

(●) ترمز V الى منطقة بصرية اختصار لكلمة visual.

(8) Lateral occipital complex.
(9) Sylvian fissure.
(10) Cingulate gyrus.
(11) Parieto-occipital sulcus.
(12) Sylvian sulcus.
(13) Association areas.
(14) Sylvian fissure.
(15) Insula.
(16) Gustatory cortex.
(17) Inferotemporal cortex, TE.
(18) Superior temporal sulcus.

قائمة المراجع:

- أبو شعيشع، السيد (1998). علم النفس الفسيولوجي. القاهرة: الأنجلو المصرية.
- الخميس، خالد عبد الله (2000). أساسيات علم النفس العصبي. سلسلة فسلجة السلوك. الرياض: مكتبة الملك فهد الوطنية.
- الفرماوي، حمدي علي (2007). علم النفس الفسيولوجي (فسيولوجيا سلوك الإنسان والتعلم). القاهرة: مكتبة الأنجلو المصرية.
- تايلور، جون (1999). عقول المستقبل. ترجمة لطفي فطيم, مكتبة الأسرة: الهيئة المصرية العامة للكتاب.
- تمبل، كريستين (2002). المخ البشري (مدخل إلي دراسة السكولوجيا والسلوك). ترجمة: عاطف أحمد الكويت: سلسلة عالم المعرفة (رقم 287).

- **Allison, Puce & McCarthy (2000). Social perception from visual cues: role of the STS region. Trends Cogn Sci; 4(7):267–278.**
- **Arbib (2003). The Handbook of Brain Theory and Neural Networks. Second Edition. THE MIT PRESS**
- **Baars (1997a). In the theater of consciousness: The workspace of the mind. New York: Oxford University Press.**
- **Baars (1997b). Some essential differences between consciousness and attention, perception, and working memory. Consciousness and Cognition 6, 363–371.**
- **Bar, Tootell, Schacter, et al. (2001). Cortical mechanisms specific to explicit visual object recognition. Neuron 29: 529–535.**
- **Beck, Rees, Frith & Lavie (2001). Neural correlates of change detection and change blindness. Nature Neuroscience 4: 645–650.**
- **Belin, Zatorre, Lafaille, Ahad & Pike (2000). Voice–selective areas in human auditory cortex. Nature; 403: 309–12.**

- Buskist & Garbing (1990). Psychology: Boundaries and frontiers. Scott, Foresman/Little, Brown Higher Education (Glenview, Ill.)
- Dehaene & Changeux (2003). Neural Mechanisms for Access to Consciousness. In Gazzaniga et al., (Ed) The Cognitive Neurosciences, 3 ed. Cambridge, MA: MIT Press
- Doyon, Owen, Petrides, Sziklas & Evans (1996). Functional anatomy of visuomotor skill learning in human subjects examined with positron emission tomography. European Journal of Neuroscience 8:637–648.
- Felleman & Van Essen (1991). Distributed hierarchical processing in primate cerebral cortex. Cerebral Cortex, 1:1–47.
- Fink, Marshall, Halligan, et al. (1997). Hemispheric specialization for global and local processing: the effect of stimulus category. Proc Biol Sci; 264(1381):487–94.
- Frey & Petrides (2000). Orbitofrontal cortex: A key prefrontal region for encoding information. Proceedings of The National Academy Of Sciences Of The United States Of America 97:8723–8727.
- Gloor (1997). The Temporal Lobe and Limbic System. oxford University Press.
- Haynes, Driver & Rees (2005). Visibility reflects dynamic changes of effective connectivity between V1 and fusiform cortex. Neuron; 46(5):811–21.
- Hohwy (2009). The neural correlates of consciousness: new experimental approaches needed? Conscious. Cogn. 18, 428–438
- Jonides & Nee (2006). Brain mechanisms of proactive interference in working memory. Neuroscience; 139(1):181–93.
- Kandel, Schwartz & Jessell (2000). Principles of Neural Science, 4th ed., pp.178–180. McGraw–Hill, New York. ISBN 0–8385–7701–6
- Kouider, Gardelle, Sackur & Dupoux (2010). How rich is consciousness? Trends Cogn. Sci. 14: 301–307.

- Kouider, Gardelle, Sackur & Dupoux (2010). How rich is consciousness? Trends Cogn. Sci. 14: 301–307.
- Lamme (2006). Towards a true neural stance on consciousness.Trends Cogn. Sci 10: 494 - 501.
- Libet (1996). Conscious mind as a field. J. Theor. Biol.; 178(2):223-6.
- Machado & Korein (2009). Persistant vegetative and minimal conscious states. Rev. Neurosci. 20, 203–220.
- Melloni, Molina, Pena, Torres, Singer & Rodriguez (2007). Synchronization of neural activity across cortical areas correlates with conscious perception. J Neurosci 27: 2858-65
- Mhuircheartaigh, Rosenorn-Lanng, Wise, Jbabdi, Rogers & Tracey (2010). Cortical and Subcortical Connectivity Changes during Decreasing Levels of Consciousness in Humans: A Functional Magnetic Resonance Imaging Study using Propofol. J. Neuroscience, 30(27): 9095-9102.
- Miller & Cohen (2001). An integrative theory of prefrontal cortex function. Annu Rev Neurosci; 24:167-202.
- Miller, Freedman & Wallis (2002). The prefrontal cortex: categories, concepts and cognition. Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci; 357(1424):1123-36.
- Milner, Squire & Kandel (1998). Cognitive neuroscience and the study of memory. Neuron;20(3):445-68.
- Moutoussis & Zeki (2002a). The relationship between cortical activation and perception investigated with invisible stimuli. Proc Natl Acad Sci U S A; 99(14): 9527-32.
- Moutoussis & Zeki (2002b). Responses of spectrally selective cells in macaque area V2 to wavelengths and colors. J Neurophysiol; 87(4): 2104-12.

- Overgaard & Overgaard (2010). Neural correlates of contents and levels of consciousness. Front. Psychology 1:164.
- Parvizi & Damasio (2001). Consciousness and the Brainstem. Cognition 79 (1):135-59.
- Pins & ffytche (2003). The neural correlates of conscious vision. Cereb Cortex, 13: 461-474.
- Raichle (1998a). Imaging the mind. Semin Nucl Med; 28(4):278-89.
- Raichle (1998b). Behind the sences of functional imaging: A historical and physiological perspective. Proc. Natl. Acad. Sci. USA.; 95 (3): 765- 772.
- Reynolds & Chelazzi (2004). Attentional modulation of visual processing. Annu Rev Neurosci; 27:611-47.
- Ribeiro, Zuardi & Hetem (2005). Method for evaluating subjective states of awareness that accompany recognition: adaptation for use in Portuguese-speaking patients with schizophrenia. Rev. Bras. Psiquiatr 27(4):278-84.
- Roth (2003). The quest of find consciousness. Scientific American mind; 14(1): 32-39.
- Schacter & Wagner (1999). Medial temporal lobe activations in fMRI and PET: studies of episodic endocing and retrieval. Hippocampus 9:7–24.
- Scheld, Whitley & Marra (2004). Infections of the Central Nervous System. Hagerstown, MD: Lippincott Williams & Wilkins. pp. 219. ISBN 0-7817-4327-3.
- Schiff, Rodriguez-Moreno, Kamal, Kim, Giacino, Plum & Hirsch (2005). fMRI reveals large-scale network activation in minimally conscious patients. Neurology; 64: 514–523.
- Shapley (1990). Visual sensitivity and parallel retinocortical channels. Annu Rev Psychol.; 41:635-58.

- Shimamura (2000). The role of the prefrontal cortex in dynamic filtering. Psychobiology, 28: 207–218.
- Stokesa,Thompsonb, Nobrea, & Duncan (2009). Shape-specific preparatory activity mediates attention to targets in human visual cortex. PNAS 106, no. 46: 19569–19574.
- Weiskrantz (1997). Consciousness Lost and Found, Oxford University Press
- Womelsdorf & Fries (2007). The role of neuronal synchronization in selective attention. Curr Opin Neurobiol;17(2):154-60.
- Zatorre (2001). Neural specializations for tonal processing. Ann N Y Acad Sci.; 930:193-210.