فيزيولوجيا النشاط اللغوي

الجمعي بولعراس

قسم اللغة العربية وآدابها

جامعة تبسه ـ الجزائر

البحث في مسألة أجهزة اللغة واكتسابها يقودنا إلى التساؤل عن الأسس البيولوجية للتواصل اللغوي التي تسمح بالقيام بالوظيفة اللغوية، وأن هذه الوظيفة مرتبطة بمدى الاستعداد الفيزيولوجي والعصبي والجسمي والعقلي للمتكلم؛ فإذا كانت هذه الوظائف تعاني عيوبا أو نقصا في النمو فإنها ستؤثر سلبا على تكامل الوظيفة اللغوية وتسجل بذلك أنماطا مختلفة منها في فهم اللغة أو إنتاجها إذا فما هذه التجهيزات التي تسيطر على اللغة فهما وإنتاجا؟ وما هي العمليات البيولوجية التي تؤمن النشاط اللغوي؟. وللإجابة على ذلك كان لابد علينا من الوقوف على الحقائق البيولوجية والفيزيولوجية للإنسان.

قبل الإجابة عن التساؤل المطروح سلفا، كان علينا أن نقرر حقيقة اكتساب اللغة بيولوجيا والتي عدت سلوكا كغيرها من السلوكات التي يمتلكها الإنسان في البدء ثم يتقنها ويقوده هذا إلى الاختراع والابتكار، فما هي المنطلقات البيولوجية لإرساء قواعد السلوك اللغوي عند الإنسان؟

المبحث الأول: المفاهيم الأساسية لدراسة السلوك اللغوي

إن أول هذه المنطلقات هي ما يطلق عليه مصطلح التعلم أو التدرب على السلوكات المختلفة التي تقوم على الغريزة والانطباع والتبعية الفطرية، ومع ذلك فإن هناك بعض السلوكات تعد أفعالا منعكسة أو موروثة، فهناك إذا أفعال إرادية وأخرى غير إرادية وأخرى تحتاج إلى التعلم وأخرى قائمة سلفا تتكون لدى النوع المعين فطريا وإن كانت تعتمد على مثيرات خارجية التي تعمل على دفعها إلى النضج، وهذا لا يعتمد على التعلم؛ فالتعلم ينتج عنه تغير في السلوك ويحدث نتيجة للممارسة والخبرة وإن كان الأداء مظهره الأول، فهو يقوم عليه وعلى الاستجابة التي تلي الأداء التي يتعلمها الفرد إجمالا فيما بعد أيا كانت أولا بأول، يختارها مطلقا وذلك حسب المنطلقات الفكرية والتدعيمات والتعزيزات التي

يمكن أن تحدث بعد ظهور الاستجابة مباشرة، كما قد تقترن الاستجابة بالزمن والانتباه والدافع(١).

إن التعلم أو التدرب أو التكيّف يقوم على أسس الدراسة الإشراطية التي أرساها العالم الروسي "بافلوف" انطلاقا من مفاهيم علم النفس الحديث(٢):

أ- الفعل المنعكس: وهي الأفعال غير الإرادية البسيطة وهي فطرية عند الكائنات. فعند تلقي المثير تتنبه الأعصاب الحسية وتمر إشارة كهربية (message) أو تيار عصبي إلى المراكز العصبية(٣).

ب- العصبونات والتيار العصبي: هناك نوعان من العصبونات أعصاب واردة حسية وهي تنقل الإحساسات من أعضاء الحس إلى مركز التوزيع، وهناك أعصاب مصدّره حركية وظيفتها حمل الإحساسات من مركز التوزيع إلى العضلات، وتوجد هناك إلى جانب هذين النوعين ملايين الأعصاب تسمى بالأعصاب الراسلة أو الرابطة، وتقع كلها في الحبل الشوكي، فهي تمكن من أداء وظيفة الحبل الشوكي، والذي يعد مركز توزيع أو لوحة أزرار مركزية تسمح بمرور العديد من الاتصالات المتباينة المستمرة بين الإحساسات الواردة والصادرة، وكل عصبونة سواء الحركية والحسية أو الرسيلة منها إنما هي وحدة تامة قائمة بذاتها ولا اتصال هناك بين عصبونين قط، لكن نهاية إحدى الأعصاب تتصل بوشائج أو بجسم خلية أخرى، وباستطاعة التيار العصبي أن يقفز عبر الفجوة أو الوصلة (synapse) الكائنة بينهما(٤).

---

(١) سار نوف ميدنيك و آخرون - التعلم - ترجمة محمد عماد الدين إسماعيل - ديوان المطبوعات الجامعية والمؤسسة الوطنية للكتاب ١٩٨٥ص ٣٢

(2) Pavlov (J P) -Typologie et pathologie de l'activité nerveux supérieure - traduit du Russe par: N Heissler-Baumstein PUF- Paris 1965

(٣) ركس نابت ومرجريت بايت - المدخل إلى علم النفس الحديث - تعريب: عبد علي الجسماني، مكتبة النهضة بغداد . ط١/ ١٩٦٥ ص ٢

(٤) نفسه ص ٣٠

ج – المقاومة الحاصلة في الوصلات والتعلم: تشير الأدلة إلى أن مرور السيالة العصبية المتكررة خلال ممر معين ينزع إل تقليل المقاومة الحصيلة في الوصلات إذ تسلك المسالك العصبية نتيجة استعمالها المتواصل هذا، ولهذا تأثير مهم على ما يسمى بالذاكرة الآلية أو التعودية(١).

د– تطور الدماغ: إن أقسام الدماغ القديم هي المخيخ (cervelet) والنخاع والبصلة (bulb) والقنطرة (Pons) والجذر العصبي أو ما يسمى بـ (thalamus) وغيرها من الأنوية المخططة، يختص المخيخ بوضع الجسم وبالتكيف العضلي وحفظ التوازن ويهيمن على الحركات العضلية الدقيقة التي لا نؤديها لا شعوريا ,أما النخاع فإنه يتحكم في الكثير من فعالياتنا المتواصلة غير الشعورية كالتنفس ونبض القلب وتقلص الشرايين(٢)، أما التلاموس فإنه يعد موضع الخبرة الحسية عند الحيوانات الدنيا ويساعد عمل النخاع عند الرأسيات. وإن الإحساسات الأولية والعامة كالألم مثلا فيمكن إدراكه في مستوى الجذر العصبي، لكن التمييز الحسي (discrimination sensorial) والضروب المعقدة جدا من الخبرة الحسية يمكن حدوثها والتعرف عليها بوساطة المخيخ فقط على أن جميع الإحساسات العصبية الحسية التي تمتد من القشرة الدماغية (الدماغ الجديد) لابد لها من المرور خلال التلاموس (الجذر العصبي)، ولعله يقوم بمهمة مركز توزيع متوسط توجه منه السيالات العصبية إلى الأجزاء المناسبة من المخيخ(٣). كما أن الهيبوتلاموس هي الموطن الرئيسي للانفعالات وهي بتعاونها مع ما يجاورها من المناطق المسماة بالعقد القاعدية (Ganglions) تتحكم بإرجاع حركات الجسم غير الإرادية التي تعبر عن

(١) عباس محمود عوض – مدخل إلى الأسس النفسية والفيزيولوجية للسلوك – دار المعرفة الجامعية الإسكندرية – ١٩٨٧ ص ٥٢

(2) Gambier .J- propédeutique de neurologie - Masson ed, Paris 1982.

(3) Ibid - p 64.

الانفعالات[١]؛ وينقل الهيبوتلاموس الإحساسات العصبية إلى مناطق المخ المجاورة المعروفة بالخصوص الطرفية اللمفية (lobes lemphique)، وتتناول هذه المناطق الخبرة باعتبارها شيئا متميزا عن التعبير الانفعالي[٢].

هـ – وظائف الحبل الشوكي: يهيمن الحبل الشوكي على معظم الأفعال المنعكسة البسيطة، ويستثنى منها انعكاسات الرأس ولا تتطلب الأفعال المنعكسة تعاون المخ[٣].

و– الدماغ والفعل المنعكس: يؤثر الدماغ على الفعل المنعكس تأثيرا غير مباشر، ويستطيع الدماغ أن يتحكم في الأفعال المنعكسة وذلك بإثارة عضلات متباينة، وكذلك باستطاعته أن يكبح مرور التيار العصبي بوساطة زيادة المقاومة الحاصلة في الوصلات[٤].

ز – الجهاز العصبي المستقل (الإعاشي): إن أجسام الخلايا في الجهاز المستقل تتجمع على صورة عقدة، ويقع معظمها في سلسلتين تتصلان من الأسفل وتمتدان على جانبي الحبل الشوكي، وأن القسم الأوسط أو الصدري – القطني من الحبل الشوكي يرتبط مع هذه السلاسل العقدية ارتباطا مباشرا بألياف عصبية[٥]. وتتصل جميع عقد الجهاز المستقر بالنخاع وبالجذر العصبي إما رأسا وإما بصورة غير مباشرة من طريق الحبل الشوكي، ومهمة هذه العقد الرئيسة هي تخفيف مقدار الضغط الذي تفرضه أقسام الدماغ القديم على عمليات الجسم الداخلية غير الإرادية. وتتصل أعصاب الجهاز المستقل بالقلب وبالعضلات غير الإرادية للرئتين

(1) Bnser .P & Imbert .M - Neuro-physiologie fonctionnelle - Hermen collection méthodes Paris 1975 - P 172.

(٢) ركس نابت و مرجريت بايت – المرجع السابق – ص ٣٩ وما بعدها .

(٣) عباس محمود عوض – السابق ص ١٧ و ١٨

(٤) ركس نابت و مرجريت بايت – السابق – ص ٤٦

(5) Bnser & Imbert. M- Neuro-physiologie fonctionnelle - P 170 et les suites .

وبالمعدة والأمعاء وبالحشويات الأخرى وهي تتصل كذلك بالغدد القنوية كالغدد الدمعية واللعابية والعرقية، وهي ترتبط ببعض الغدد الصم ولاسيما الأدرينالية منها(١). وتتوقف كثير من التغيرات الطارئة في نشاط هذه الأعضاء؛ كالتغيرات الناشئة عن الانفعالات والضغط الشديد والظروف البيئية كتغير درجة الحرارة مثلا، وكلها تتوقف على نقل الإحساسات من طريق الجهاز العصبي(٢).

ينقسم الجهاز العصبي المستقل من حيث الوظيفة قسما وديا (سمبتاوي) وقسما شبه ودي (باراسمبتاوي) ويتألف هذا الأخير من قسمين حقفي وعجزي، وأن الاتصال بين القسمين جد معقد، ويهيمن على كل من القسمين الجذع العصبي والنخاعي؛ فيسيطر النخاع والجذع العصبي على القسم السمبتاوي بوساطة القسم الصدري ـ القطني من الحبل الشوكي وهما يعملان في القسم البارسيمبتاوي إما بوساطة التفرعات الشجرية العصبية التي تصلهما مباشرة بأعضاء القسم الحقفي أو من طريق الأقسام السفلي للحبل الشوكي أي القسم العجزي والجهاز الأول يتولى حشد الطاقة في سبيل استخدامها عند الحاجة أوفي حالة الانفعال والجزء الثاني يختص بالحفاظ على حيوية الجسم والإبقاء عليها وتجديدها(٣).

ح – الدماغ الجديد: يتركب المخ من اللحاء (cortex) أو ما يسمى بالمادة السنجابية ويتألف من ملايين الخلايا العصبية التي تمتد أليافها نزلا إلى المادة البيضاء في الأسفل، ويقسم الدماغ نصفين متناظرين متماثلين يضبط الجانب الأيمن منهما الجانب الأيسر من الجسم والعكس بالعكس وتربط جنبي الشق الكائن بين نصفين أجسام جاسية ويقسم المخ فصوصا أربعة تسمى بالفصوص الجبهية والجدارية والقفائية والصدغية، وإن كل من الدماغ والحبل الشوكي محاط

(1) Ibid -p 177.

(2) Ibid - p 198.

(3) Ibid - p 204 et les suites .

بسائل مخي نخاعي الذي يملأ في الوقت نفسه فراغات معينة كائنة داخل الدماغ تعرف بالبطينيات (Ventricles) .

ط – مناطق الارتباط : إن المناطق الحسية والحركية والانفعالية تفصل بينهما مناطق معترضة يطلق عليها اسم المناطق الإرتباطية، والوظيفة الأساسية لها هي تمكيننا من الاستجابة إلى الرموز وإلى الانطباعات الحسية المباشرة كذلك؛ فالرموز التي تعد العمليات الرمزية جزء منها تنطوي على الصور العقلية والذاكرات والتأملات أو ما يعبر عنه بالفكرة . إن خبرتنا الحسية المباشرة لا تتأدى إلينا على صورة إحساسات منفردة وإنما هي تتوافد من طريق الوظيفة الرمزية الناشئة عن المشاهد المختلفة والأصوات التي نختبرها وندركها فنرد ما نستقبله من إحساسات مختلفة في أوقات متفاوتة إلى أصل واحد من أصول الأشياء .

إن إحساساتنا ليست مفككة ومنفصلة، بل إننا نصل إحساسا بإحساس وندرك الأشياء كما نراها، ونرد المعاني إلى أصولها ونتذكر وندرك[1] . إن الإحساسات المتجمعة الرئيسة والرموز المثارة بوساطة تكوين الارتباطات تؤلف الخبرة التي نسميها "التعرف على الصوت مثلا" ، والخلايا العصبية في الدماغ نوعان : منها تلك التي يجري تنبيهها من طريق أعضاء الحس مباشرة وهي التي تثير الإحساسات، ومنها تلك التي يتم تنبيهها بوساطة نشاط الخلايا العصبية المخية الأخرى بصورة غير مباشرة وهي التي تثير الرموز . وحول كل منطقة توجد منطقة ارتباطيه تختص بالذاكرات وبالصور العقلية وغيرها، فترتبط هذه كلها بذلك الإحساس الخاص وكذلك الحال مع المناطق الحركية، وهناك إلى جانب ذلك مناطق ارتباطية كبيرة غير متخصصة وظيفتها الأساسية تتصل بالعمليات الفكرية المجردة كثيرا[2] .

(١) محمد عماد الدين إسماعيل – المنهج العلمي و التفسير السلوكي – مكتبة النهضة المصرية ط٣ / ١٩٨٧ ص ١٦ و ما بعدها .

(٢) ركس نابت و مرجريت بايت – السابق – ص ٥٧ و ٥٨ .

ي – أنماط التنبيه: يستجيب الدماغ لأنماط تنبيه النشاط العصبي وليس لمحله، وذلك لأن الإنسان يستطيع أن يتعلم من جديد حتى وإن أتلفت أجزاء من مخه إذ باستطاعة الأقسام السليمة من اللحاء أداء وظيفة الأجزاء التالفة(١).

ك – الارتباط والانعكاس الشرطي: إنه في حالة حدوث خبرتين معا فإن وقوع إحداهما تنزع إلى مناطق أخرى أي أن حدثا متماثلا يقع متوافقا لعمليتين عقليتين أو عصبيتين "أ" و"ب" ينشأ عنهما حدثا أو عملية "أَ" وتكون هذه العملية مماثلة كذلك للعملية "أ" أو ترمز إليها(٢)، وتثير بدورها عملية أخرى هي "بْ" التي تكون مماثلة كذلك للعملية "ب" أو ترمز إليها. إن الانفعالات والأفكار والذكريات وسواها قد تنتعش في أذهاننا من طريق إحياء بعض أو كل الظروف التي أثيرت فيها الخبرة الأصلية.

ك– التداعي الحر: أو ما يطلق عليه بالإستفكار؛ فعندما يكون تفكيرنا غير موجه إزاء موضوع معين أو غاية معينة خاصة بالذات فأننا نتبع في العادة سلسلة من التداعي تتلو فيها الأفكار الواحدة تلو الأخرى مع أقل ما يمكن من النظام المنطقي وغالبا ما تتوقف في منتصف إحدى سلاسل التداعي هذه. ومن ثم نتأثر بها في موطنها ومصدرها وهذا مران نافع في الاستبطان (Introspection)، ولعل العمليات العقلية المماثلة للتداعي الحر تجرى دون انقطاع تحت مستوى الشعور مباشرة. إن قوة الارتباط بين فكرتين إنما هي وظيفة يعبر عنها بالتكرار والجدة والشدة والتي اقترنت بها تلك الفكرتين في الماضي(٣).

ل – مبدأ التكيف الشرطي: إذا تقدم باستمرار منبه على منبه طبيعي في

(١) نفسه ص ٥٨

(٢) نفسه – ص ٧٣

(3) Lindsay Norman - Traitement de l'information et le comportement humain - traduit en Anglais par Jobin et autres - Montréal et Paris 2ème Ed 1977 p 208 .

استجابة معينة فإن المنبه الأول يثير في النهاية الاستجابة التي كان قد أثارها أول مرة المنبه غير الشرطي(١) وبذلك تقوى الاستجابة الشرطية أو ما يسمى بالتعزيز. إن "بافلوف" يذهب إلى أن مثل هذا التكيف إنما يعزى إلى ضرب من الصلة تربط بين المؤثرات العصبية وبين المنبهات الطبيعية والشرطية(٢) ويذهب المحدثون إلى أنه يمكن أن تتكون في مختلف الظروف ضروب بسيطة من ضروب التكيف في المناطق تحت اللحاء.

م – حقائق تتصل نالتكيف الشرطي: ومن هذه الحقائق ما يلي(٣):

١– حيادية المنبه الشرطي: فالإنسان لا يستجيب إلى أصوات حادة تثير الألم مثلا.

٢– شمول المنبه: فإذا ما تكيفت استجابة معينة تكيفا شرطيا إلى منبه معين فإنها تنزع إلى أن يمتد تكيفها هذا إلى منبهات أخرى مماثلة.

٣–التمييز: باستطاعة الإنسان التمييز بين أنواع المنبهات.

٤–الانطفاء: في حالة ترسيخ استجابة شرطية معينة فيمكن إطفائها ولو إطفاء مؤقتا ويتم هذا بتكرار المنبه الشرطي دون تدعيمه.

٥– التعزيز والمكافأة.

ن – الدماغ والعقل: إن العمليات العقلية كالذاكرة والتخيل والإرادة تعتمد على ما يجري في الدماغ من عمليات(٤).

س – الغدد الصم: وهي نوعان غدد قنوية مثل الغدد اللعابية والعرقية وغدد صم وتفرز الهرمونات في الدم وأهمها:

(1) Ibid p 210 et les suite .

(2) Pavlov - JP- typologie et pathologie de l'activité nerveux supérieure - p 16 et les suites.

(٣) ركس نابت و مرجريت بايت– المرجع السابق –ص ٨٠.

(٤) هارولد ريجالند بيتش – تعديل السلوك البشري – تعريب فيصل محمد الزراد – دار المريخ – الرياض ١٩٩٨ ص ٨٦ وما بعدها.

١-الغدة الدرقية (thyroïde) : وتقع في قاعدة العنق تحت الحنجرة مباشرة وتفرز هرمونين هما الدرقين (thyroxine) والتريدوثرين (thridothyronine) وكلاهما يحتوي على جزء كبير من الأيودين وإذا ما توقف نمو الدرقية أيام الطفولة فإن الطفل سيصبح قزما أبلها وتؤدي إلى حالة تسمى بالزراغ (Myxoedemie) وهي حالة يصحبها إبطاء في ضربات القلب وهبوط عام في البناء الجسمي ويتضخم الوجه واليدان وينتفخان ويصبح الجلد جافا خشنا ويتساقط الشعر ويكون المريض بطيئا خاملا لا يستطيع التركيز ويكون شديد الحساسية للبرد(١)، والزيادة في إفراز الدرقية يضخم الغدة تضخما مرضيا وتسمى الأدرة الجحظمية (Exophtalmique goitre) أو مرض "جريف" والذي يعرف بتورم أسفل الرقبة وجحوظ العينين الدائم والعكس بالعكس(٢).

٢- الغدد الأدرينالية : هناك غدتان كظريتان تعتلي إحدى الكليتين، وتتألف كل غدة أدريالينية من جزئين هما الطبقة الخارجية (اللحاء) واللباب (الحشوة)، ويفرز اللحاء الأدرينالين عددا من الهرمونات الالدوستيرون (Aldostérone) والكورتسون (cortisone) والكوتكوستيرون (corticosterone) التي لها دور في بناء الجسم وتزداد كميتها في حالة التوتر والضغط وأن تحطيم اللحاء الأدرينالين - كالذي يحدث في حالة التدرن - يؤدي إلى مرض "إديسون" وتؤدي الزيادة في هذه الغدة إلى تجسيم سمات الجنس الذكريه، ولهرمون الكورسترول تأثير ملحوظ في كبح وإرجاع التهيج. وأن هذا الهرمون ومصاحبه الكيماوي "الكورتسون" يستخدمان في تخفيف ألم النقرس الروماتزمي(٣)، وهناك أدلة تشير إلى أن

(1) Illingu Worth RS - l'enfant normal - Masson - Paris 1981 p 135.

(2) Cabanne .F & Bonenfant JL- anatomie et pathologie, principes pathologiques - PUL Québec Maloïne - Paris 1982, p 1119 et les autres chapitres correspondants.

(3) Borel . J & coll - Comment prescrire et interpréter un examen de biochimie - Maloine- Paris -1981 -p 313.

المرض العقلي المعروف بالشيزوفرينيا إنما يقرن بالنقص الحاصل في بعض الهرمونات اللحائية[١]، وتفرز الحشوة هرمون الأدرينالين. إن غدة الأدرينالين تتصل بالجهاز السمبتاوي الذي يهيمن على الإرجاع الجسمي الذي يثيره الانفعال والخاصة كالخوف والقلق والغضب وهذا ما يؤدي إلى جعل مجرى الدم غني بالأدرينالين الذي يزيد من ضربات القلب ويقويها ويرفع ضغط الدم ويضعف من فعل التعب في العضلات ويوسع المجاري الهوائية في الرئتين[٢].

٣-الغدة النخامية (hypophyses) : وتفرض هيمنة على كثير من الغدد الأخرى فهي واقعة في منخفض عميق داخل الجمجمة عند قاعدة الدماغ ويتحكم في إفرازاتها إلى حد بعيد الهيبوتلاموس الذي يرتبط وإياها بأصل واحد؛ وهي مؤلفة من فصين أمامي وخلفي، والمعروف عن الفص الأمامي أنه يفرز ستة هرمونات مختلفة منها: الثيريوتروبين والكورتكوتروبين اللذين ينبهان نشاط الدرقية واللحاء الأدرينالييني على التوالي ومن هذه الهرمونات هرمونان منسليان يؤثران في وظيفة الغدد الجنسية، وتفرز هرمونين آخرين هما "بروﻻكتين" الذي ينشط الإرغاث (Lactation)[٣] وهرمون النماء الذي يؤثر في نمو الجسم[٤]؛ والنقص في هرمون النماء أيام الطفولة ينشأ عنه أطفال بائلون (Indigestes) أي أقزام وينجم عن إفراطه نموا غير عادي وتضخم في المفاصل والأطراف وتورم التقاطيع وتخشنها أو ما يعرف بالأكروميجاليا (Acromégalie) وتورم الغدة النخامية يؤدي إلى مرض "سيموند" وهي حالة تشبه مرض الزراغ وينخفض حينها نمو الجسم ونقص في الوظيفة الجنسية ويطرأ في بعض الحالات الهزال والهرم المبكر وأما فص النخامية الخلفي

(1) Cabanne .F & Bonenfant JL- OP.Cit - P 1143.

(2) Ibid - p 1146.

(٣) أي إفراز الحليب .

(4) Cabanne .F & Bonenfant JL- anatomie et pathologie, principes pathologiques- p 1145.

فوظيفته الأولى تنظيم إفراز البول وينتج كذلك تنبه تقلصات العضلات غير الإرادية وخاصة منها الأوعية الدموية وعضلات الرحم(١).

وهناك غدد أخرى مثل الغدد التناسلية والبنكرياس والغدد الجنبية الدرقية والغدد الصنوبرية والغدة الصعترية، وتقوم الغدد الجنسية أو التناسلية بدور الغدد الفنوية والصماء وتنتج الخلايا الإنسالية وبوصفها صماء فإنها تفرز هرمونات تنمي الأعضاء التناسلية وغيرها أما الإفرازات الداخلية لأعضاء التناسل فترتبط ارتباطا مباشرا بخبرة الرغبة الجنسية. وغدة البنكرياس تفرز هرمون الأنسولين، والغدد الجنبية الدرقية هي غدد أربعة تقع ملاصقة للدرقية وتؤثر إفرازاتها في بناء مادة الكلسيوم وتؤثر في الجهاز العصبي المركزي وكذلك على نحو يمنع التهيج الشديد وأن مرضها يؤدي إلى حالة من التوتر أو الاختلاج المصحوب بالتشنجات العضلية المؤلمة والإفراط فيها يؤدي إلى حالة من الرخاوة العامة والخدار. والغدة الصنوبرية الملتصقة بالجزء الخلفي من الدماغ هي من مخلفات عين ثالثة قفلوفية (cyclopéen) ويبدو أن أهميتها ضئيلة والغدة الصعترية تفرز مادة الكورار (Curare) التي تؤدي إلى الوهن(٢).

ش- الإدراك الحسي: تتنبه الخلايا العصبية الخاصة والكائنة في المناطق السمعية تنبها مباشرا وأن الألياف الممتدة من هذه الخلايا تنبه خلايا أخرى،وتحدث عمليات رمزية تثير صورا عقلية وذاكرات وأشياء أخرى تتصل بمظهر ووجه صادر الصوت وسماع صوت اسمه يلفظ(٣).

ص - الفرق بين الإحساس (Sensation) والإدراك الحسي (Perception): إن الصوت المسموع هو الإحساس ومجموع الإحساسات السمعية والرموز من مختلف الضروب هي الإدراك الحسي وبتعبير أعم فإن الإحساس يكون في إحدى المناطق

(1) Ibid - p 1148.

(2) Ibid - p 1150.

(٣) ركس نابت ومرجريت بايت - المدخل إلى علم النفس الحديث - ص ٤٨ وما بعدها .

الدماغية الحسية في حين يكون الإدراك الحسي هو الإحساس مضافا إليه شيئا أكثر من ذلك أي تضاف إليه الخبرة الناجمة عن تنبيه الخلايا العصبية الموجودة في المناطق الارتباطية والإدراك الحسي هو الإحساس المعزز بالذكريات وبالصور العقلية المستمدة من الخبرة الماضية والناشئة عن التداعي(١).

ض – الأفكار والصور الضمنية: حينما ندرك شيئا معينا فإن نمطا معقدا من أنماط الخلايا العصبية اللحائية يتنبه، وأنه إذا تنبه عدد من الخلايا العصبية معا فلا يشترط أن يكون التأثير الكلي لها مساويا لمجموع تأثيراتها المنفصلة لكن هذه الخلايا إذا نبهت بوصفها جزء من منظومة أكبر فإن ما ينشأ عن تنبيهها من رد فعل شعوري لا يكون محدودا؛ إذ أنه يتألف في الغالب من مجرد صور عقلية ضمنية أو كامنة(٢).

ط – العوامل الذاتية في الإدراك الحسي: يتأثر الإدراك الحسي بما يكون عليه انتباهنا (Attention) وتأملنا (Expectation) ورغبتنا (Désire) في اتجاه أولي، وتصدق هذه الحقائق في كثير من الحالات الخطأ في الإدراك الحسي وذلك لأن أنماطا معينة من الدماغ تكون قبل حصول الإدراك في حالة تشبه تنبه من جراء الألفة والتأمل والاهتمام؛ فهي مهيأة على أن تتأثر بسهولة حتى إذا كان المنبه غير ملائم.

ظ – تنظيم المجال الحسي: يعتمد التنظيم على الدماغ، وأن هناك عوامل تؤدي بنا إلى إجمال عناصر المجال الحسي معا هي: المتاخمة (proximité) والمماثلة (similarité) والاستمرارية (continuité) والتكامل (comploteuse) والتناظر (symétrie)(٣).

ع– نظرية الجشتالطت: إن الإدراك الأنموذج أو التكوين المتضمن في المجال

(١) نفسه – ص ٥٠

(٢) نفسه – ص ٥٨

(3) Lindsay & Norman - traitement de l'information et comportement Humain .Traduit en Anglais par Jobin et autres . Montréal et Paris p 208

الحسي إنما هو إدراك فطري يلزمنا أن نتعلم بالخبرة التعرف على الأشياء وتمييزها لكن الشيء العام غير المألوف يبدو للطفل على صورة الجشتالطت أي لا يراه خليطا من العناصر الحسية المتناثرة بل يراه وكأنه صورة أو شكل منفصل ثم يحطم بعد ذلك التكوين الداخلي للصورة، وباستطاعتنا أن نتعلم عناصر الجشتالطت (الصورة) بدراسة عناصره متفردة(١).

غ-الانتباه: وهو نشاط انتقائي يتم في الشعور والعوامل التي تؤدي إلى ذلك عوامل موضوعية، وتعتمد على طبيعة الشيء الذي يثير الانتباه وعوامل ذاتية تتوقف على اهتمامات الفرد وأدواته وحالته النفسية، فالإعلانات تتوقف في نجاحها الكبير على قوتها في اجتذاب الانتباه. وتتألف العوامل الموضعية من: الشدة والحجم؛ فالمنبه الشديد يستأثر بانتباه أكثر وكذلك على الحجم، والتغير والحركة، فنحن سرعان ما نكف الانتباه إلى صوت متواصل ولكن إذا توقف أو أصبح أعلى أو أخفض مما كان عليه أو إذا تغير في طبقته فإن الانتباه ينشط في الحال. وكلك من التكرار الذي يسمح لأي منبه أن يكتسب أي قيمة من طريقه، وكذلك الشكل المنسق فالإعلان المؤلف من حروف صغيرة مشوهة لا شكل لها سيكون حظه ضئيلا في إثارة الانتباه ولا يستطيع منافسة إعلان آخر مبوب تبويبا منتظما ومعدا إعدادا محكما، وكذلك الجدة فالانتباه يستثار دائما بشيء غير مألوف أو أنه يحدث على شكل غير اعتيادي. والعوامل الذاتية هي ما يستهوي الغريزة أو الذوق والاهتمام المكتسب من تأكيد الذات وحب الاستطلاع وغريزة الخوف والأمومة والجنس.

إن الانتباه يتوزع بين الأشياء وفعاليات مختلفة، ومدى الإدراك العقلي هي القدرة على تمييز وحداتها المنفصلة والجهاز المستعمل هو المسراع (Tachistoscopie)،

(١) بول فريس - علم النفس التجريبي - ترجمة موريس ميشال أبي الفضل - منشورات عويدات بيروت - ط٢/١٩٨٣ ص ٤٦

وتعرض بوساطته وبمقدار جزء من الثانية بطاقات تحمل عدد معين من النقاط أو الأشكال البسيطة الأخرى وخلال عرض البطاقة يحاول الفرد أن يتذكر عدد الوحدات التي يحملها وأقصى عدد يستطيع استبانته يدعى باسم مدى الانتباه أو المدى العقلي، وفي حالة ما إذا كانت الوحدات مرتبة ترتيبا اعتباطيا فإن المدى الإدراكي الاعتيادي لا يتجاوز أربعة أو خمسة وحدات وفي حالة تجاوز هذا العدد يغلب تكرار وقوع الأخطاء(١).

ف –التصور: تكون لدينا صور عقلية عن الأشياء الغائبة والأحداث الماضية إلى جانب الأشياء التي لم تبلغ بعد حين الوجود فعلا وتتوقف هذه الصور العقلية على العمليات الرمزية التي تجرى في المناطق الارتباطية والصور العقلية هذه يمكن تصنيفها بطريقتين مختلفتين فهناك: التميز بين صور الذاكرة والصور المركبة، وهناك ثانيا بين مختلف الصور المرتبطة بالحواس المختلفة. وتفترق صور الذاكرة عن الصور المركبة بأن صورة الذاكرة هي ما كوناه من صور عقلية مختلفة عن منبه معين أما الصور المركبة فهي خلق جديد في جشتالطت جديد.

والصور العقلية المتصلة بالحواس المختلفة هي التي باستطاعتنا أن نرى الصور من خلالها بعين العقل وبأذنه... وغيرها.

والصور العقلية اللفظية تحصل عندما نقرأ أو حين نفكر أي الحصول على صورة عقلية للكلمة والصور العقلية والإحساسات.

والفروق الفردية في التصور تحصل عندما يبلغ التصور البصري تطورا يليه التطور السمعي ثم إذا ما أصبح التفكير مجردا فإن الصور اللفظية تصبح وغيرها من الرموز الأخرى أكثر أهمية من الصور العقلية للأشياء أو الأحداث(٢).

(1) Lindsay & Norman - traitement de l'information et comportement Humain .p 220 à 261.

(2) Ibid - p 278 .

وإذا كنا قد تطرقنا إلى المنطلقات البيولوجية في إرساء قواعد السلوك اللغوي فإنه بالمقابل يفترض أن نبحث في الأسس الفيزيولوجية التي تجسد هذه المنطلقات وتقوم بوظائفها المتمثلة هنا في السلوك اللغوي انطلاقا من أعضاء النشاط اللغوي. فما هي هذه الأعضاء التي تؤدي الوظيفة اللغوية؟

المبحث الثاني: تشريح الجهاز التخاطبي:

إن العملية التخاطبية تنتقل عبر أجهزة الإدراك المختلفة المتوفرة عند الإنسان، أي جميع الحواس التي تعطينا إحساسات (لغات) متنوعة فبوساطتها يمكن أن نتصل ونتواصل مع العالم الخارجي غير أننا سنقتصر هنا على الوظيفة المهيمنة عند الإنسان وهي اللغة التي تعتمد الكلام وتمثلاته المختلفة ومن ثم يمكن أن نقسم الجهاز التخاطبي إلى:

١- أجهزة استقبال ونقصر هنا على دراسة جهازي الإدراك المتمثلين في الأذن والعين فالأذن تستقبل الرسائل الشفوية والعين تقوم بالقراءة.

٢- أجهزة تنفيذ للأوامر المخية المجسدة للغة الكلامية ونقتصر هنا على ذكر جهازي التصويت والنطق المتدخلين في عملية الكلام وجهاز الكتابة المتمثل في اليد.

٣- جهاز الإدراك والتنفيذ ويتمثل في الدماغ.

١- أجهزة الاستقبال:

وهي أجهزة الإدراك التي بواسطتها يمكن أن نتواصل مع الآخرين وكذلك ندرك حقائق الأشياء المحيطة بنا لغويا، وللأذن والعين الدور الكبير والمهم في ذلك فما هي مركباتهما؟ وكيف تعمل هذه الأجهزة على نقل وترجمة الظواهر الفيزيائية والبيولوجية فيزيولوجية؟

أ- الأذن:

تعتبر الأذن جهاز استقبال الأصوات الخارجية، يقوم بالتقاط الذبذبات الصوتية

وتحويلها إلى إشارات سمعية تنتقل إلى الدماغ حيث تدرك، وتعطى لها معان، وتتكون الأذن من ثلاثة أقسام(١) وهي الأذن الخارجية والأذن الوسطى والأذن الداخلية.

١- الأذن الخارجية:

وتتكون بدورها من أعضاء لكل منها دور وهي على التوالي:

* صوان الأذن: وهو تكوين غضروفي محدب يقوم بتوجيه الموجات الصوتية إلى الصماخ الخارجي للأذن.

* الصماخ الخارجي للسمع: ويمتد من صوان الأذن إلى غشاء الطبلة، ويحتوي على غضروف متصل بغضروف الصوان، وشعيرات تحمي طبلة الأذن بالاشتراك مع المنطقة الصمغية التي تفرزها غدد معينة، ويقوم الصماخ بتوصيل الاهتزازات السمعية إلى طبلة الأذن، كما يتولى تضخيم الموجات الصوتية عند الترددات القريبة من ترددها الطبيعي.

- طبلة الأذن: وهو غشاء يأتي مباشرة بعد الصماخ يتكون من ثلاث طبقات سمكها لا يتجاوز ١ر٠مم ويبلغ بعدا ٨ مم عرضا و٩٠ مم ارتفاعا وهو محدب من ناحية الأذن الخارجية "... ويدعم الغشاء من ناحية محيطه حلقات عظمية تشكل دائرة حول المحيط بها قصور طفيف من الأعلى. ويسمى الجزء العلوي من الغشاء بالجزء الرخو وهو رقيق ولا يشتمل على أي نسيج ضام على عكس الأجزاء الأخرى من الطبلة التي يشكل النسيج الضام إحدى طبقاتها الثلاث"(٢).

يهتز غشاء الطبلة عند تلقيه الاهتزازات السمعية ويترجمها إلى اهتزازات ميكانيكية بنقلها إلى العظيمات الثلاث (المطرقة، السندان، الركاب).

(١) وهي التي تناولتها كتب علم التشريح والفيزيولوجيا الإنسانية وغيرهما ونحيل القارئ المهتم إلى :
-lindsay & Norman - traitement de l'information et comportement humain - p 122 à 187.
- René - Hould - Histologie descriptive et élément d'histo-pathologie - Decarie éditeur Montréal et Maloine Ed Paris 1982 - p 256 à 262.

(٢) انظر : د سعد مصلوح : دراسة السمع والكلام / عالم الكتب ، القاهرة ١٩٨٠ ص ٢٨٧.

٢- الأذن الوسطى:

وهنا تتحول الموجات الصوتية إلى اهتزازات ميكانيكية بوساطة العظيمات الموجودة خلف غشاء الطبلة. إذ ترتكز يد المطرقة على طبلة الأذن، وتنقل اهتزازات الطبلة إلى السندان الذي يتصل بدوره بعظمة الركاب التي تغطي بصفيحتها العظمية السفلية النافذة البيضوية، وتشكل هذه النافذة مدخل مرقاة الدهليز في الأذن الداخلية. وحتى يتم ترجمة الموجات الصوتية فإنه يستلزم ضغطا هوائيا متعادلا مع وجهي غشاء الطبلة، إذ تعمل قناة "أوستاش" التي تصل فراغ الأذن الوسطى بفراغي البلعوم الأنفي على إعطاء ضغطا هوائي داخليا معادلا للخارجي بالنسبة للطبلة(١). وتشتمل الأذن الوسطى على عضلتين: العضلة الطبلية الموترة والعضلة الركابية فالأولى تكون في حالة ارتخاء أثناء الصمت وأثناء استقبال الصوت تقوم بجذب يد المطرقة إلى الداخل ومعها غشاء الطبلة وبذلك تزيد من توتر الغشاء، مما يزيد من حساسية غشاء الطبلة للذبذبات الصوتية العالية،و أما العضلة الركابية فتعمل على دفع عظمة الركاب في اتجاه هابط وخارج وتوتير النافذة البيضاوية.

وتساعد الأذن الوسطى هاتين العضلتين على حماية الأذن الداخلية من الأصوات المرتفعة إذ تقوم العضلة الطبلية بإيقاف الطبلة والعضلة الركابية تحرك عظمة الركاب بعيداً عن النافذة البيضوية، كما يصاحب هده العملية تغير لمحور الدوران الذي يدور حوله الركاب(٢).

وتزيد الأذن الوسطى في كمية الطاقة السمعية التي تنقل إلى الأذن الداخلية بزيادة الضغوط المتنوعة على النافذة البيضاوية وذلك بأن تركيبة العظيمات الثلاث تسمح للقوة الناتجة عند الركاب بأن تكون أكبر من القوة المحركة للمطرقة،

(1) René Hould - Histologie descriptive et élément de histo-pathologie - p 257.

(2) Ibid - p 258.

وتساوي النسبة بين القوتين النسبة بين إزاحة طبلة الأذن وإزاحة الركاب حيث تساوي الثانية ١,٥ بالنسبة للأولى، ثم إن مجموع القوة المحركة للركاب تستخدم للضغط على النافذة البيضوية التي هي اصغر مساحة من طبلة الأذن(١).

٣-الأذن الداخلية:

وهنا يتم تحويل الاهتزازات الميكانيكية إلى موجات هيدرولوجية، ثم تحويلها إلى إشارات كهربائية تنبه العصب السمعي ثم تأخذ طريقها إلى المخ، وتشمل الأذن الداخلية القنوات الهلالية التي تحفظ توازن الجسم والقوقعة الحلزونية التي هي دهليز مغلق تماما وذي جدران صلبة مملوء بسائل يسمى بالبلغم المحيطي، وتبلغ لزوجته ضعف لزوجة الماء تقريبا(٢)، وعدد لفات القوقعة الحلزونية لفتان ونصف تقريبا وتنقسم إلى قسمين بوساطة حاجز غشائي يسمى بالفاصل القوقعي، ويكوّن هذا الفاصل حاجزاً ما بين القسم العلوي من القوقعة ويسمى بمرقاة الدهليز وتبدأ من النافذة البيضاوية وما بين القسم السفلي الذي يسمى بمرقاة الطبلة وتنتهي عند القوقعة بالنافذة المستديرة(٣).

إن الفاصل القوقعي لا يفصل مرقاة الدهليز عن مرقاة الطبلة فصلا تاما وإنما يترك فتحة بينهما تسمى بالممر الحلزوني، وتسمح هذه الفتحة للسائل البلغمي المحيطي بالتحرك نتيجة ضغط الركاب على النافذة البيضاوية(٤)، ويتكون الفاصل القوقعي من قناة القوقعة، ومن عضو كورتي، وهو العضو الذي يقوم بتوصيل المثيرات السمعية إلى المخ، والقناة القوقعية هي فراغ أجوف يمتلئ بسائل هلامي ذي لزوجة

(١) د سعد مصلوح: - السابق، ص ٢٨٢.

(2) Rondal JA - troubles du langage - diagnostic et rééducation - Pierre Mardaga Brexelles 2eme Ed 1985 p 112.

(3) Ibid - p 112.

(4) Ibid - p 112.

عالية يسمى بسائل التيه الغشائي لا يتصل بالسائل البلغمي المحيطي الذي تمتلئ به قناتا الدهليز والطبلة(١)؛ إذ أن هناك تركيب غشائي يسمى بغشاء "ريسنر" يفصل الفاصل القوقعي عن قناة مرقاة الدهليز، كما يفصل الفاصل القوقعي عن مرقاة الطبلة تركيب عظمي يسمى بالرف العظمي يحتل نصف الدورة الحلزونية ويمتد في النصف الباقي على هيئة غشاء يسمى بالغشاء القاعدي، ويرتبط هذا الغشاء بدوره بالرباط الحلزوني الذي يلتف بطول الجدار الخارجي للقوقعة(٢). أما عضو كورتي فيقع فوق الغشاء القاعدي مباشرة وهو مغمور بسائل التيه الغشائي الموجود في قناة القوقعة، ويتكون من سلسلة الأقواس تتواجد بالترتيب على طول الغشاء القاعدي وبينهما توجد الخلايا الهدبية (الشعرية) التي تحتوي في أطرافها على شعرات، وهناك خلايا شعرية داخلية وأخرى خارجية ويصل عدد الخلايا الشعرية إلى حوالي: ٣١,٠٠٠ خلية منها حوالي ٧٠٠٠ خلية شعرية داخلية و٢٤٠٠٠ خلية شعرية خارجية(٣). ويوجد فوق الخلايا الشعرية غشاء سقف كورتي، وهو غشاء هلامي مرتبط من أحد طرفيه بالصفيحة الحلزونية وحر من الناحية الأخرى حيث تتصل به أهداب الخلايا الشعرية. أما نهاية الخلايا الشعرية من ناحية الغشاء القاعدي فترتبط بالألياف العصبية التي تتجمع لتشكل الحزمة الأساسية للعصب السمعي(٤).

أما فيزيولوجية عملية السمع في الأذن الوسطى فتتمثل في ترجمة الاهتزازات الميكانيكية التي تولدها عظيمات (المطرقة والسندان، والركاب) من طريق ضغط الركاب على النافذة البيضوية ضغوطا تولد اهتزازات موجية سائلية (هيدرولية)

(١) د/ سعد مصلوح – المرجع السابق – ص ٢٩٦

(٢) نفسه – ص ٢٩٦

(٣) نفسه – ص ٢٩٧

(4) Cambier J & all - propédeutique neurologique - Masson éditeur - Paris 1982 - p 112.

على السائل البلغمي المحيطي الموجود في مرقاة الدهليز ومرقاة الطبلة، وتضغط هذه الموجات على الفاصل القوقعي فيهتز سائل التيه الغشائي الموجود في القناة القوقعية فيتسبب في مداعبة أهداب الخلايا الشعرية، فيتولد بالتالي من طريق تحريض الخلايا الشعرية كمون كهربائي وتنقله الألياف العصبية المثبة في الغشاء القاعدي التي تتجمع إشارتها في العصب السمعي إلى المخ حيث يتم إدراكها "... وتقوم النافذة المستديرة في هذه العملية بدور تنفيسي للحركة الموجية الحادثة في البلغم المحيطي وذلك باندفاعها في اتجاه الأذن الوسطى أثناء الموجة ثم ترتد بعدها إلى وضعها الطبيعي ليستعاد التوازن"(١). ويتم تشفير الذبذبات الصوتية المختلفة من طريق أن الذبذبات ذات الشدة المنخفضة تصل في حركتها إلى الطرف الأمامي للقوقعة قرب الممر الحلزوني فتضغط على السائل التيه الغشائي الموجود في القناة القوقعية فيثير الخلايا الشعرية القريبة، ذلك أن الموجة التي تحدث في القناة القوقعية تكون قصيرة، وأما الذبذبات ذات الشدة المرتفعة فإن اهتزازاتها تتقارب وتتلامس قرب الطرف القاعدي للقوقعة وتنتقل من مرقاة الدهليز إلى مرقاة الطبلة محدثة موجات في السائل الموجود في القناة القوقعية، فتثير الخلايا الشعرية القريبة والبعيدة، إذ تتسبب قمة الموجة في إحداث إزاحة أكبر للغشاء القاعدي في نقطة ما، مما يؤدي بدوره إلى حدوث مداعبات على طول أهداب الخلايا الشعرية الداخلية والخارجية، فتشفر بذلك شدة الموجة وعلوها(٢).

وهناك نظرية أخرى ترى أن الغشاء القاعدي يهتز اهتزازا جيبيا بحيث تتم إزاحته إلى مسافة متساوية على جانبي وضع الراحة وأن هذه الحركة ينتج عنها إثارة العصب الخاص بكل من الألياف المستجيبة للرنين ومن ثم يقوم لحاء المخ بتفسير كل إشارة عصبية باعتبارها درجة معينة، كما أن الذبذبات ذات الشدة

(١) سعد مصلوح -المرجع السابق - ص ٢٩٧

(2) Rondal JA - troubles du langage - diagnostic et rééducation - p 113.

المنخفضة يتم تشفيرها عند طرف الغشاء وتحليل الذبذبات ذات الشدة العالية يتم عند قاعدته، أما بالنسبة للموجات المركبة فإن منطقة معينة تستجيب لنغمة الأساس على حين تستجيب مناطق أخرى للنغمات التوافقية(١).

وهناك افتراض آخر يرى أن التمييز بين الأصوات يتم في منطقة المخ، وأن الغشاء القاعدي يهتز اهتزازا كليا مثل غشاء سماعة التلفون، والتمييز يعتمد على الترددات المتنوعة للمثيرات التي تنتقل عبر العصب السمعي إلى مراكز السمع في المخ فتقوم الأعصاب بدور يشبه كابلات التلفون التي تحمل الإشارات الكهربائية(٢).

ب – العين:

تمثل العين جهاز القراءة، فبوساطتها يتم ترجمة الكتابة إلى مفاهيم، وتتحول إلى أصوات كلامية من طريق القراءة؛ فالكلمات المكتوبة تعتبر منبهات ضوئية بالنسبة للعين، إذ تنعكس أشعة الضوء الطبيعية على الأحرف فتنعكس بدورها في العين، وتمر الأشعة المنعكسة من الكلمات المكتوبة بوسائط العين وتعمل العين كآلة تصوير تماما، إذ تقوم العين بدور عدسة مجمعة لشكل الخيال الملتقط على شبكة العين، وهذا ما يقودنا إلى معرفة بنية العين.

١–بنية العين:

تتكون العين من أوساط شفافة تتمثل في(٣) الملتحمة وهي غشاء يحمي العين من الخارج والقرنية الشفافة وهي نسيج شفاف يسمح بمرور الضوء وقرينة انكساره هي ١,٣٨ والخلط الزجاجي وهو كتلة هلامية توجد في الكويس الخلفي وقرينة انكساره هي ١,٣٣ والخلط المائي الذي يوجد في الكويس الأمامي بين القزحية والقرنية الشفافة وقرينة انكساره تساوي ١,٣٣.

(١) د/ سعد مصلوح دراسة السمع و الكلام – ص ٢٢٤

(٢) نفسه ص ٢٢٦ .

(3) Escalier .J - Biologie - Fernaud Nattan Paris -1993- p 30.

والجسم البلوري وهو كتلة مرنة قاسية نوعا ما ونصف شفافة قرينة انكساره تساوي ١,٤٢، ويرتبط الجسم البلوري بعدة أربطة مختلفة وعضلات[١] تساعده على تغيير شكله حسب القراءة القريبة للعين، كما أن تغيير شكله يغير من اتجاه أو درجة انكسار الأشعة الضوئية الساقطة على العين كما تتكون العين من الشبكية حيث يتكون الخيال ويتشكل، وهي نسيج عصبي ضام حساس جداً للأشعة الضوئية[٢]، وتتألف من وريقتين[٣] وريقة صباغية (صباغ أسود) تكون على تماس مع المشيمة ووريقة داخلية مؤلفة من ثلاث طبقات من الخلايا العصبية تفصلهما منطقتان من المشابك العصبية، وهذه الطبقات هي[٤]:

١- طبقة خارجية: تحتوي على نمطين من الخلايا العصبية البصرية (عصبونات ثنائية القطب) وهي: الخلايا ذات المخاريط يتراوح عددها من ٠٦ إلى ٠٧ مليون خلية في العين الواحدة وطول الخلية الواحدة ٠,٠٣٥ ملم وقطرها ١,٥ ميكرون في مركز اللطخة الصفراء و٠٤ ميكرون في محيطها[٥]. أما في محيط الشبكية فيبلغ ٠,٨ ميكرون، وهي حساسة للألوان، والخلايا ذات العصي وعددها يتراوح من ١١٠ إلى ١٣٠ مليون في العين وطول الخلية الواحدة ٠,٠٦٥ ملم وقطرها يساوي اثنان إلى خمسة ميكرون[٦]. وتحتوي الخلايا ذات العصي على مادة الأرجوان الأحمر التي تتحلل عندما تتعرض للضوء، ونتائج تحلله هي التي تنبه الأعصاب والعصيات تجعلنا ندرك درجة توهج الضوء وشدته، وهي تعمل في الليل وعندما تتكيف العين للظلام، ويستعيد الأرجوان الشبكي تركيبه سريعا، وتنتشر

(١) عددها ست عضلات.

(2) René Hould - Histologie descriptive et élément de histo-pathologie- p 252.

(3) Ibid - p 253.

(4) Rondal JA - troubles du langage - diagnostic et rééducation - p 114.

(٥) د/زياد القطب- الفيزيولوجيا الحيوانية (وظائف الاتصال) -جامعة دمشق -١٩٧٦- ص ٤٨.

(٦) نفسه - ص ٤٨

العصيات في أطراف الشبكية دون المركز وهي التي تعطي إحساسا بالسواد والبياض وما بينهما من درجات لونية(١).

٢- طبقة وسطى: تحتوي على عدد كبير من العصبونات الواصلة (ثنائية القطب) وتكون على تماس مباشر مع خلايا المخاريط والعصي. وظيفتها الربط والاتصال، ويلاحظ أن كل خلية مخروطية من الطبقة الخارجية تتصل مع عصبون واحد من الطبقة الوسطى أما خلايا العصي فعدد كبير منها يتصل مع عصبون واصل واحد(٢).

٣-الطبقة الداخلية: وتحوي عصبونات متعددة الأقطاب، ولها محاور طويلة تتجمع على الوجه الداخلي للشبكية في النقطة العمياء الخالية من الأعصاب الحسية ومن أجل تكوين العصب البصري (العصب الدماغي الثاني)(٣).

إن خلايا المخاريط كما أسلفنا الذكر خلايا حساسة للضوء وللألوان لذلك فهي تتركز في اللطخة الصفراء ويتصل كل مخروط مع عصبون واحد ثنائي القطب وواحد متعدد الأقطاب والذي يشكل ليّف عصبي بصري واحد، أما خلايا العصي فهي أكثر حساسية للضوء لذا ترتكز في محيط الشبكية ويتصل كل عدد منها بعصبون واحد أو أكثر ثنائي القطب والتي تتصل بدورها بعصبون واحد متعدد الأقطاب الذي يشكل بدوره ليف عصبي واحد(٤).

٢- تشكيل الخيال بالعين:

لما كانت الأوساط الشفافة للعين مختلفة قرائن الانكسار، فإن الشعاع الضوئي عند مروره بهذه الأوساط الشفافة سيعاني ثلاثة انكسارات متتالية حسب اختلاف

(1) René Hould- Op- Cit - P 253. Et aussi : Escalier .J - Biologie - p 31.

(2) Ibid - p 32.

(3) Ibid - p 32.

(4) Ibid - p 33.

قرائن الانكسار وتعتبر الأوساط الشفافة عدسة مقربة (لامة) مركزها البصري يلامس الوجه الخلفي للجسم البلوري والبعد المحرقي لها هو سبعة عشر ميليمتر (١٧ ملم) وهو بعد الشبكية عن المركز الضوئي، وينكسر الضوء حسب القانون الضوئي التالي[١]:

$$\text{ن١ جب a} = \text{ن٢ جب B} \quad \text{أو} \quad \frac{\text{ن١}}{\text{ن٢}} = \frac{\text{جب a}}{\text{جب B}}$$

حيث إن: ن١، ن٢ هما قرينتا انكسار الوسطين المختلفين و a زاوية الورود و b زاوية الانكسار. كما أن نسبة طول الخيال إلى طول الجسم تتشكل طبقاً للقانون التالي[٢]:

$$\frac{\text{طول الخيال}}{\text{طول الجسم}} = \frac{\text{بعد الخيال عن العدسة}}{\text{بعد الجسم عن العدسة}}$$

كما أن تقريب العدسة يقاس بالقانون التالي[٣]:

$$\text{تق (بالكسرة)} = \frac{١}{\text{البعد المحرقي للعدسة (بالمتر)}}$$

أو:

$$\text{تق} = (\text{قرينة انكسار العدسة} - ١) \left[\frac{١}{\text{نصف قطر الانحناء الخيالي للعدسة}} + \frac{١}{\text{نصف قطر الانحناء الجسمي للعدسة}} \right]$$

٣- تكيف العين للرؤية القريبة والبعيدة (المطابقة):

إن الانتقال من الرؤية البعيدة إلى الرؤية القريبة مباشرة يؤدي إلى عدم وقوع

(1) René Hould - Histologie descriptive et élément de histo-pathologie- p 272

(2) Ibid - P 272

(3) Bnser & Imbert. M- Neuro-physiologie fonctionnelle- p 210.

الخيال على الشبكية مباشرة، وإن عملية نقل الخيال وتوضعه على الشبكية يتطلب حوالي ثانية واحدة، وهذه الآلية تتحقق بفضل تغير أبعاد الجسم البلوري وبالتالي تغيير طفيف يحدث في أبعاد مقلة العين وزيادة الضغط داخلها وتضيق قطر الحدقة نتيجة عمل الألياف العضلية للقزحية مما يسمح بدخول الأشعة الضوئية على شكل حزمة ضيقة نحو الوجه الأمامي للجسم البلوري والذي يزداد تحدب وجهه الأمامي أيضاً وبفضل هذه الآلية الرائعة (المطابقة) تقوم العين بنقل الخيال من خلف الشبكية وتسقطه عليها تماماً.إن تقريب الجسم البلوري أثناء المطابقة أكبر من تقريبه قبلها، ودلت الإحصائيات أن تقريب الجسم البلوري قبل المطابقة يبلغ عشرين كسره وبعد المطابقة يصل إلى ثلاثين حتى أربعة وثلاثين كسيرة[١].

يمكن للعين أن تلتقط الكتابة بين ستة متر (٠٦م) وخمسة عشر سنتمتر (١٥سم) أما دونها فتفتقد العين القدرة على المطابقة وتكون الرؤية مشوهة إذ لا يستطاع القراءة من مسافة تقل عن خمسة عشر سنتمتر (١٥) ولا يمكن للعين أن ترى جيداً بعد ستة متر (٠٦م) إذ تنحصر حدود المطابقة الفعلية بين نقطة المدى (٠٦م) ونقطة الكثب (١٥ سم) ودلت الدراسات أن المسافة الحدية للرؤية يمكن أن تزداد مع تقدم السن ولهذا فإن قدرة العين على المطابقة تنخفض مع الزمن وهذا ما يؤدي إلى تناقص تقريبها تدريجيا، فالطفل الذي يبلغ عمره ١٠ سنوات مثلا تكون المسافة الحدية لديه سبعة سنتيمتر (٠٧ سم)[٢]، إن هذه القدرة تقل مع الزمن ويعود ذلك لأن الجسم البلوري يفقد مرونته تدريجيا وبالتالي تقل قدرته على المطابقة[٣].

قد تنجم أمراضا تصيب الجسم البلوري فيؤدي ذلك إلى وجود نمطين من الرؤية[٤]:

(1) Bnser & Imbert. M- Neuro-physiologie fonctionnelle - p 212.

(2) Ibid - p 213.

(3) Ibid - p 215.

(4) René Hould - Histologie descriptive et élément de histo-pathologie- p 255.

* قصر البصر (عين حسيرة): في هذه الحالة يكون الخيال أمام الشبكية لهذا تكون الرؤية مشوهة، فيلجأ الشخص إلى تقريب الجسم المراد رؤيته نحو عينه ويرجع سبب قصر البصر إلى كونه خلقيا حيث يكون المحور الأمامي الخلفي للعين كبيراً (قطر مقلة العين كبير) ويتم إصلاح عيب الرؤية في هذه الحالة باستعمال عدسات مبعدة.

* مد البصر (عين قادعة): وفي هذه الحالة يقع الخيال خلف الشبكية لذا يقوم المصاب بالقدع أي بإبعاد الجسم المراد رؤيته عن العين ليتمكن من الرؤية الصحيحة ويرجع سبب ذلك إما لفقدان العضلات الهدبية للجسم البلوري مرونتها تدريجيا مع الزمن وإما لسبب خلقي يعود إلى صغر قطر العين (قطر مقلة العين صغير) ويتم إصلاح هذا الخلل باستعمال عدسات مقربة.

٤- آلية الرؤية:

بعدما يسقط الخيال على الشبكية، وبعدما يكون الجسم البلوري قد قام بعملية المطابقة، فيجعل الخيال متشكلا بالضبط على الشبكية، هنا تتمايز الرؤى إذ أن هناك نمطين من الرؤية: رؤية مركزية وهي التي يرتسم فيها الخيال على اللطخة الصفراء (وهي منطقة من الشبكية) وتنعدم الرؤية في النقطة العمياء، وتكون أفضل ما يمكن في اللطخة الصفراء، إذ يؤدي ذلك إلى رؤية التفاصيل الدقيقة للجسم المراد رؤيته كقراءة خط صغير جداً، فحدة البصر تتحقق في الرؤية المركزية[١].

إن العين السليمة تستطيع أن تميز بين نقطتين المسافة بينهما ثلاثة ملمتر (٠٣ ملم) من مسافة عشرة أمتار إذا وقعت الرؤية على اللطخة الصفراء[٢] أما الرؤية المحيطية فتحدث عند وقوع الخيال على محيط الشبكية (خارج اللطخة الصفراء) لذا فإنها لا تسمح برؤية دقائق الأشياء المرئية وتكون الرؤية غير منفصلة وغير دقيقة

(1) Rondal JA - troubles du langage - diagnostic et rééducation - p 116.

(2) René Hould - Op.Cit - p 254.

للبنية الخارجية للمنبه البصري فحدة البصر تتناقص تدريجيا كلما ابتعدنا في نطاق اللطخة الصفراء لذلك تتناقص دقة الرؤية، وهذا ما يفسر عدم وضوح الأشياء[١]. إن لكل عين ساكنة حقل رؤية يتألف من دمج حقلين الأول شاقولي والثاني أفقي يحدد حقل الرؤية الأفقي للعين بين الصدغ والأنف وتكون الناحية الصدغية أكبر من الأنفية ويحدد حقل الرؤية الشاقولي للعين بين الحاجب والخد، ويكون من الناحية السفلية أكبر من العلوية، وهذا يرجع لوضعية العين عند الإنسان.

إن حقل الرؤية الأفقي عند الإنسان يبلغ ١٦٠° لكل عين ومن ثم فالحقل المشترك للعين اليمنى واليسرى يبلغ ١٢٠° أما حقل الرؤية الأفقي العام فيبلغ ٢٠٠°[٢]؛ ويفسر منطقيا بأن العوامل التي تؤدي إلى حدوث الرؤية المركزية والمحيطية وتحدد حقل الرؤية ترجع إلى جزء العين المسؤول عن استقبال الخيال وهي الشبكية، وبما أن الشبكية تتألف من خلايا بصرية عصبية فحتماً هي قابلة للتنبيه.

إن آلية الرؤية تخضع إلى ظاهرة كيماوية ضوئية[٣] وهذا راجع إلى تدخل الأصبغة الكيماوية الحساسة للضوء كالأرجوان الشبكي (الرودبسين، والأيدوبسين) وقد دلت التجارب أن الأرجوان الشبكي (الرودبسين) يتواجد في العصي ومتكيف للرؤية في الإنارة القوية.

إن صبغة (الأيدوبسين) التي توجد في المخاريط تتحسس بسرعة بتأثير الإنارة القوية (رؤية نهارية) فتتفكك بسرعة ويتولد عن ذلك كمون عمل يترجم إلى إحساس عصبي، كما تمتاز هذه الصبغة بقدرات متفاوتة على تحسس أمواج الأشعة الضوئية المختلفة. أما عندما يسقط الضوء على خلايا العصي فإنها تتحسس مما

(1) Rondal JA- Op.Cit p 116.

(2) Lindsay & Norman - traitement de l'information et comportement Humain .p 208.

(٣) د. زياد القطب – الفيزيولوجية الحيوانية (وظائف الاتصال)، ص ٨٦.

يؤدي إلى تفكك الأرجوان الشبكي، وهذا ما يزيد من استقطاب الخلايا البصرية والذي يؤدي بدوره إلى حدوث كمون عمل (سيالة عصبية) وعند تفكك الأرجوان الشبكي يفقده لونه الأرجواني متحولا إلى لون أصفر، ويعاد تركيب الأرجوان الشبكي بسرعة واستمرار لاستخدامه مرة أخريو يتألف الأرجوان الشبكي من بروتين معقد (الأوبسين) وآخر هو "الريتنين" (ألدهيد فيتامين A). هناك عوامل تتحكم بحدود حساسية الشبكية مثل طول موجة الأشعة الضوئية، فدلت التجارب أن الشبكية لا تتحسس إلا لأطوال أمواج اللون الأبيض التي تتراوح فيما بين ٤٠٠ إلى ٧٠٠ نانومتر وهي ألوان الطيف المعروفة، وشدة التنبيه؛ فيمكن للشبكية أن تتحسس لضوء شمعة موضوعة على مسافة ٢٧ كلم، فشدة الإضاءة هذه كافية لتحسس الشبكية فلهذا تعتبر عتبة للتنبيه، وزمن التنبيه فحساسية الشبكية تجعلها تستجيب للإضاءة الفجائية والتي يقدر زمنها بـ ١٠$^{-٦}$ ثا[١].

٢- جهاز الإدراك والتنفيذ:

يتمثل جهاز الإدراك في نصف كرتي الدماغ، فيمثل جهاز إدراك كما أنه جهاز للتنفيذ في الوقت نفسه، وسنخوض في خضم هذا البحر الذي لا ينتهي آلية الإدراك السمعي للصوت وآلية الإدراك البصري للكتابة أو ما يعرف بالقراءة، وهناك آلية التنفيذ البياني للغة سواء أكانت شفوية أم كتابية.

أ - آلية الإدراك:

ونخص بالبحث هنا آليتا الإدراك السمعي للصوت والإدراك البصري للغة المكتوبة "القراءة".

١- آلية الإدراك السمعي للصوت:

تنتقل السيالة العصبية للذبذبات الصوتية المحرضة للأذن في منطقة جهاز

(١) د. زياد القطب - الفيزيولوجية الحيوانية (وظائف الاتصال)، ص ٩٣.

كورتي والمترجمة إلى إشارات كهربائية من منطقة العصب السمعي الذي تتجمع فيه العصبونات الآتية من الخلايا الشعرية التي يوجد أسفل منها الخلايا العصبية المستقبلة، وتتصل بها من طريق عقد حلزونية تعتبر مشابك عصبية، فغالبا ما تتصل الألياف العصبية بعدة خلايا شعرية، كما أن كل خلية شعرية، تستقبل امتدادات لأكثر من ليفة عصبية واحدة، ثم تتجه الألياف العصبية من النوايا القوقعية في حزمة عصبية إلى الجذع المنجز وهنا تكوّن مشابك جديدة في مستوى النواة .VIII والتي تتكون من نواة حلزونية فقرية ومن هذه النواة فصاعدا أكثرية السيالات العصبية تقطع الخط المتوسط ثم تقطع طريق الزيتونة المحدبة ثم الدائرة المتساوية الأبعاد ثم شريط "راي" ثم تتصل بالحديبة الرباعية التوائم الخلفية، ثم الجسم المفصلي المتحرك الداخلي أو التلاموس ثم تتجه نحو النص الصدغي الأيسر والأيمن حيث توجد مناطق الإسقاط السمعية، وهما المنطقتان أرقام (٤١، ٤٢) في خارطة العالم "برودمان"(١) تقع المنطقة (٤١) في الجزء الخلفي للتلفيف الصدغي الأول والمنطقة رقم (٤٢) في الجزء الخلفي للتلفيف الصدغي الثاني، وتغلق هذه المناطق شق سلفيوس الدماغي وتستقر في التلافيف قرب منطقة الاستقبال السمعي المسماة "تلافيف هيشل" وتسجل المنطقة السمعية الأولى (رقم ٤١) الأصوات بكل صفاتها من حيث الشدة والعلو والطابع، وتفسر هذه الأصوات وتفهم في المنطقة السمعية الثانية (رقم ٤٢) . وتشير الدراسات إلى أن منطقتي رقم (٤١، ٤٢) لا تميزان بين التوترات الصوتية المختلفة، وترجع هذه الوظيفة إلى اتصال شريط من الألياف العصبية بالنوى العصبية تحت القشرة الدماغية التي توجد في الجزء القاعدي للمخ وتربط منطقة التنفيذ الكلامي كذلك (منطقة بروكا ٤٤) . إن هذه النوى العصبية متمايزة وكبيرة وتتوضع في وسط كتلة الدماغ

(1) Rondal JA - troubles du langage - diagnostic et rééducation - p 116.

وتشتمل على مجموعة من الأنوية مثل النواة المذنبة التي تنتهي بالنواة اللوزية، والنواة العدسية وتشتمل على القلنسوة، والكرة الشاحبة، وتحاط النواة العدسية من الخارج بمادة سنجابية تسمى بالحاجز أو الرواق الذي يتوضع أمام فص الجزيرة القشرية حيث يسمح للألياف العصبية المرور من المنطقة السمعية الأولى (٤١) والمنطقة السمعية الثانية (رقم٤٢) . وتتكون من منطقة بروكا (رقم٤٤) أليافاً عصبية تصلها بأسفل القشر الرولاندي الذي يؤمن تعصيب جهاز النطق، ويتم الاتصال بين هذه الألياف العصبية الصادرة عن منطقة بروكا والمنطقتين السمعيتين (٤١ و٤٢) أو تسمى منطقة "فرنيك"(١).

"... ويؤكد فرنيك على مناطق الارتباط أو الوصل بين مناطق استقبال الكلام، ومناطق التنفيذ مثل مناطق ٣٩ و٤٠و٢١ و٢٢ و٥ و٧ . وأن إصابة هذه السبل الواصلة يؤدي أيضا إلى عدد من الاضطرابات سببها قطع السبل الواردة إلى المنطقة المستقلة والطرق الصادرة إلى المنطقة الحركية (المنفذة) والتي تكون تحت القشرة الدماغية . ."(٢).

وتشير الدراسات إلى أن هناك منطقتين حسيتين تستقبلان السيالات العصبية ويعزى إليها فهم وإدراك دلالة الأصوات، فالأولى تقع في القشرة الدماغية في النصف الأيسر للكرة المخية وتؤمن للإنسان وظيفة الحس ويرمز لها بـ (S1) وهذه المنطقة تشارك في تطور القدرة على الكلام والثانية تتلقى السيالات العصبية الآتية من نصفي المخ أو من جانبي الجسم ويرمز لها بـ (S2) . والحساسيات الصوتية تنتقل عبر الهيبوتلاموس والنوى القاعدية السنجابية إلى المنطقة الحسية الأولى في القشرة الدماغية ، وتنتقل منها من طريق الارتباطات إلى المنطقة الحسية الثانية

(1) Cambier J & all - propédeutique neurologique - p 65.

(٢) انظر: د/ فيصل محمد خير الزراد – اللغة واضطرابات النطق والكلام – ص ١٠٢–١٠٣

حيث توجد المنطقة السمعية الأولى رقم (٤١)، وتنتقل كذلك الإحساسات الصوتية من المنطقة رقم (٤١) إلى المنطقة السمعية الثانية الواقعة في القشرة الدماغية رقم (٤٢) والتي تسمى بالمنطقة السمعية الترابطية، ثم تنتقل من المنطقة رقم (٤٢) إلى المنطقة القشرية رقم (٠٥) التي تقوم بتحليل الإحساسات الأولية لتشكل الإدراك السمعي، والاستجابة الصوتية الحركية التي تعزى إلى منطقة بروكا رقم (٤٤) ومن طريق تكامل وظائف هذه المناطق يتم الإحساس بالصوت إدراك الكلمات المسموعة(١).

يتحكم كذلك في الوظيفة اللغوية بعض البنى الدماغية التحتية وكذلك النخاع الشوكي والجذع المخي الذين يتحكمان في رقابة المنكسة الإرادية وغير الإرادية التي يطلق عليها النظام ما بعد الهرمي المتكون من النواة المذنبة و(putumen) و(Globus palliume) والمادة الرمادية وجسم "لويس" والنواة الحمراء والأنوية الحركية للتلاموس، ويشكل الدعامة التي تتحكم في الرقابة الجماعية للفعاليات الحركية الدقيقة للمجموعة البصرية والعضوية (كاليد مثلا) وحركات الحنجرة. كما أن للمخيخ دور جد مهم في مراقبة الفعاليات المخية، فإصابة مختلف مكوناته يترجم في اضطراب اللغة غير انه لا يتدخل في أشكال الحبسة بل يتعلق في أكثر الأحيان بعسر النطق " Dysarthin" واضطراب النشاط النطقي " Trouble d'articulation" .

ويظهر أن لمختلف الأنوية التلاموسية دور كبير في تأطير الفعاليات المخية، إذ أن الأجسام الركيبية أو الأنوية التلاموسية المتخصصة تكون مرابط أو حلقات اتصالية بين المحيط والدماغ الأول وبين المحرك والحسي الخاص في السلوك اللفظي، كما أجرى بعض العلماء دراستهم حول "عدم التناظر لنصفي كرتي المخ" في مستوى التلاموس، وتبينوا أن المرض الذي يصيب هذه الأنوية يعطي في أغلب الأحيان

(١) د/ فيصل محمد الزراد – اللغة واضطرابات النطق والكلام – ص ١٠٢و١٠٣ .

اضطراب من طبيعة الحبسة عندما تكون الإصابات واقعة في اليسار، وكذلك أن إصابة النواة البطنية الجانبية (noyau ventro-latéral) للتلاموس تؤدي إلى اضطراب مختلف الصورة اللفظية كالتسمية والتعداد وذلك عندما تكون الإصابة في مستوى التلاموس الأيسر، ونلاحظ النتائج نفسها في إصابة السرير أو المركز المتوسط للتلاموس نفسه. كما أن التجارب التحريض الكهربائية المطبق للبنى الداخلية الجانبية للتلاموس الأيسر. ونلاحظ النتائج نفسها في إصابة السرير (pulvinar) أو المركز المتوسط للتلامس نفسه. كما أن التجارب (التحريضية الكهربائية المطبقة على للبنى الداخلية الجانبية للتلاموس الأيسر أظهرت اضطرابات مختلف الأنشطة اللفظية مثل: التسمية أو احتباس المثيرات اللفظية، وكانت في أوجها عند تعلق الأمر بالسرير واستُخلص من هذا أن التلاموس يقوم بدور الرابط بين العناصر الدماغية والتلاموسية التي تتحكم في العمليات العليا بوساطة مفاصل دماغية ـ تلاموسية ـ دماغية تجمع مختلف المناطق المكونة لساحة اللغة(١).

وهناك نظرية أخرى ترى أن الأصوات تتمايز وتدرك في مستوى القوقعة الحلزونية من الأذن، حيث إن حركات السائل التيه الغشائي الموجود في القناة القوقعية يتخذ شكل موجة من طريق ضغط السوائل الخارجية الواقعة في قناتي الطبلة والدهليز، وتمتد هذه الموجة إلى طول اللولبات الحلزونية، وتشكل بذلك طول المسافة المقطوعة شفرة شدة الصوت، ثم أن حركية السوائل الداخلية ومن طريق الانحراف الغشائي وحركات الأهداب تحرض الخلايا الشعرية ثم ينتقل هذا التحريض إلى الخلايا العصبية الثنائية القطب وهنا يتم التشفير الثاني لثابت الشدة؛ إذ كلما كان الصوت أكثر شدة كانت الخلايا الشعرية المتحركة اشد اقترابا من الخط المتوسط حيث توجد الخلايا الداخلية، ويلاحظ أن سعة موجة الضغط

(1) Rondal JA - troubles du langage - diagnostique et rééducation - p 125 et aussi: Cambier J et autres - propédeutique neurologie - p 61 et 82.

هي التي تجعل الصوت حاداً أو غير ذلك، ومن جهة أخرى فالنهاية القصوى لسعة هذه الموجة تصل إلى حد قاعدة القوقعة جاعلة الصدى قويا أي يتم شفر العلو؛ فالأصوات القوية تحرض إذن وبخاصة الخلايا الهدبية البعيدة من القاعدة والأصوات الحادة (المرتفعة) تحرض الخلايا القريبة من القاعدة(١). في هذه النظرية الجديدة إذاً يتم تشفير الصوت أي تمييزه يكون قبل عصبوني، ونلاحظ أن الشدة وتوتر العلو يُكونان تشفير مسبق.

ومن ثم فالخلية العصبية المستقبلة تقدم نشاط كهربائي (إلكتروني) والتي لا يمكن أن تحمل قيمتين كهربائيتين، ومن ثم فتحويل معلومات الصوت (شدة والتوتر) إلى النظام المركزي يؤمن من طريق عدد الخلايا المحرضة وأسلوب عملها ونوعياتها، ولا يمكن أن يكون من طريق التفريغ الكهربائي لكل خلية، فالصوت العالي ـ كما أشرنا سابقا ـ يحرض الخلايا الشعرية الأكثر عمقا (الخلايا الداخلية)، والصوت القاعدي التوتر يحرض الخلايا الشعرية البعيدة عن القاعدة الخارجية ومن ثم فالقوقعة الحلزونية تحقق "إدارة مشتركة" لرموز التوتر؛ فكل عصب يقدم ترجمة لتوتر واحد وكل خلية عصبية تظهر رد فعل واحد بالنسبة للتوتر، ومن طريق التآزر بين الخلايا العصبية المستقبلة والألياف العصبية الناقلة تُكون في المناطق القشرية الدماغية المستقبلة توتر الصوت من طريق شفر توتر التفريغ، ويضاف إلى هذا أن كل خلية عصبية تكون أكثر حساسية للتوتر النوعي للصوت وتكون المناطق الخلفية للمنطقة السمعية الأولى حساسة للتوترات المرتفعة والمناطق الأمامية حساسة للتوترات المنخفضة(٢).

إن الأذن لها القدرة على تمييز الأصوات الآتية من كل جهة (يسار – يمين) من طريق التمييز بين شدة الصوت والتغير الزمني بين الأصوات الملتقطة على التوالي من

(1) Rondal JA - troubles du langage - diagnostique et rééducation - p 109.

(2) Ibid - p 110.

قبل كل أذن. إن التقاط المعلومات الصوتية والموازنة بينها يكون في مستوى الزيتونة المحدبة، كما أن الأذن يمكن أن تميز بين الأصوات المختلفة وأصوات اللسان، إذ أن عدد الوحدات الصوتية القابلة للعزل للسيالة العصبية تتجمع في مجموعات سمعية، ويكون الفصل في الأولى لا يتعلق بأهمية في بدايات أو نهايات الكلمة، وفي الثانية تترابط الصواتم المتبقية من ناحية أن الانفصالات بينها تكون سهلة معروفة، وأخيراً فالبنية السمعية تنتظم بنسبة ثابتة وتخضع لوظيفة السياق الصواتمي. إن الأذن تستطيع تحمل تحليل ما يقل عن ٣٠ وحدة صوتية دنيا في الثانية، والتي يمتلك الإنسان قدرة فهمها. وهذا ما يقودنا إلى تصور وجود آلية خاصة للاستقبال السمعي للإشارات الصوتية للسان(١).

إن الفرضية الكلاسية التي يمثلها ليبرمان (liberman) وجماعته تقرر وجود آلية خاصة لفك الشفرات السمعية للكلام والتي تكون مختصة بأصوات اللسان في الفضاء السمعي الدماغي، فالكلام شفرة معقدة في أي رسالة صوتية مسموعة لا تكون في علاقة تناظرية مع الإشارة السمعية المترجمة لحظة معرفة التفرع بين طريقة نطق الوحدات الصوتية الدنيا التي نفهمها والقدرة التحليلية للنظام السمعي، ويتم إدراكها في مستوى الفضاء السمعي الدماغي بمعالجة الأصوات المدركة تتابعيا، فالصوت يدرك ويفهم مثل ما سيصبح مرسلا من قبل السامع نفسه، فيفهم الشخص الأصوات لأنه يعرف كيف ينتجها(٢).

إن عدداً مهماً من الدراسات يبين أن استقبال أصوات اللسان في النوعية يكون مصنفاً، إذ تقدم المعلومات السمعية إلى الدماغ واحدة بعد واحدة وتجمع داخل فئات متعلقة بأصوات السان والتي تتمكن هذه الآلية التصنيفية بسهولة بتمييز الأصوات المسندة إلى نفس الفئة. من حيث كون هذه الصواتم المصنفة على الأقل

(1) Ibid - p 111.

(2) Rondal JA - troubles du langage - diagnostique et rééducation - p 111 et 112.

واضحة الثوابت (التوتر، الشدة) فهناك مطور خاص لبعض الفئات الصوتية اللسانية الذي يوثق الرسالة الصوتية، ويعيد تحليل الخصوصيات السمعية للإشارة[1]، ينما ترى بحوث أخرى أن استقبال أصوات اللسان وإدراكه يكون مكيف اختياريا فالسامع يميز بين التنبيهات المختلفة للأصوات العنصرية للسان من طريق الطبيعة اللفظية[2].

٢- آلية الإدراك البصري للغة المكتوبة (القراءة):

إن الخلايا العصبية للشبكية لها قابلية استقبال التنبيه والرد عليه باستجابة على شرط أن يكون المنبه ضمن حدود حساسية الشبكية ويعبر عن هذه الاستجابة بظواهر كهربائية تتمثل بفرط (زيادة) استقطاب خلايا العصي والمخاريط، وزوال الاستقطاب للخلايا الأخرى (العصبونات ثنائية الأقطاب، ومتعددة الأقطاب)، ومن ثم تتدخل آلية كيميائية ضوئية متمثلة في عمل الأرجوان الشبكي وتحلله، والخلايا البصرية للشبكية تتحسس الخيال المتشكل عليها نقطة فنقطة وينتج عن ذلك سيالة عصبية حسية تنتقل عبر العصبين البصريين[3].

ويتصالب العصبيان البصريان في مستوى التصالب البصري، حيث يتم تبادل بعض ألياف العصب الأيسر مع بعض ألياف العصب الأيمن لتحقيق الرؤية المجسمة إذ تبرز في مستوى تصالب العصيبات البصرية التي تتركب من محورين منحدرين من النصف الشبكي المتساوي الجانب لكل عين وكل محور يؤمن المعلومات الآتية من نصفي الحقلين البصريين، وتُكون هذه المحاور شريط ينتهي عند الجسم الركبي للتلاموس. وتنتقل المعلومات الشبكية إلى الحدبة الرباعية التوائم الخلفية (أو الرقيبة)، ثم إلى التلاموس ومن هذه ينطلق عصبونان بمحاورهما إلى الفضاء

(1) Ibid - p 112.

(2) Ibid - p 112.

(3) lindsay Norman - traitement de l'information et comportement Humain - p 192.

البصري الأول للدماغ الموجود في الجانب الداخلي للفص الخلفي[1]، أي المنطقة رقم (١٧) وهي المنطقة الحسية البصرية الأولى. ويوجد حولها منطقتان هما المنطقة رقم (١٨) والمنطقة رقم (١٩)، وهذه المناطق تترابط مع المناطق الصدغية والأمامية، والمنطقة رقم (١٧) ترسل أليافها العصبية نحو المناطق الدماغية (١٨-١٩). وهناك ارتباطات عصبية تؤمن الاتصال بين المنطقة رقم (١٩) في النصف الأيسر للقشرة المخية، والمنطقة رقم (١٩) في النصف الأيمن للقشرة المخية، وتختص المناطق (١٨-١٩) بتفسير هذه الإحساسات البصرية وإدراكها، إن إصابة المنطقة رقم (١٧) يؤدي إلى عمى البصري بينما إصابة المنطقة رقم (١٨) يؤدي إلى اضطراب الإدراك البصري، وإصابة المنطقة رقم (١٩) يؤدي إلى عدم انتظام وتشتت بصري[2].

أما آلية الرؤية فسيولوجيا، فالمعلومات الضوئية التي تتكون من متتالية من الشفرات والتي تعالج كليا على طول المسافة (الشبكية الدماغية)، فالشبكية كما ذكرنا سالفا تتكون من خلايا عصبية مستقبلة (الخلايا ذات المخاريط، الخلايا ذات العصي) ويوجد بعدها خلايا ثنائية القطب متصلة بها من طريق اقتران مشبكي، ثم تقترن بالخلايا العقدية ثم تأتي بعد ذلك الخلايا الأفقية والخلايا الهلبية (Amacrines) ففي مستوى الشبكية المعلومات الضوئية تولد كمونا كهربائيا في المستقبلات بفعل الفتونات الضوئية وتحمل في سلسلة من الشفرات حسب التموضع الشبكي للمستقبلات المحرضّة، إذ يحلل الخيال المتشكل تنقيطيا في المكان المحرَّض. ويعاد تركيب هذه النقطة من طريق الاتصال ما بين شبكي. فكل نقطة تدوم حوالي ٣٠ثا، ويشفر كذلك الشدة الضوئية، إذ تقوم بهذا الدور الخلايا

(1) lindsay Norman - traitement de l'information et comportement Humain - p 206.

(٢) د. فيصل محمد خير الزراد – اللغة و اضطرابات النطق الكلام – دار المريخ – المملكة العربية السعودية – ١٩٩٠ص ١٠٧ .

الأفقية، أما الخلايا الثنائية الأقطاب فتحرض مع بداية التحريض، والخلايا الهلبية تستحضر التفعيل الكهربائي من بداية ونهاية التحريض. أما الخلايا العقدية مختلف ثوابت التحريض. فهناك خلايا عقدية تستجيب للإضاءة وتثبطها في لحظة انطفاء الضوء وهناك خلايا عقدية تستجيب للانطفاء وتثبطه من طريق الإضاءة، كما يشفر أيضا في الخلايا العقدية مجال المستقبل الخاص وتركب أخيراً المعلومات الشبكية أي تفرغ الشحنات الكهربائية في المنطقة البصرية الأولى دارات كهربائية أخرى(١).

وفي نشاط القراءة فإن السلوك البصري الحركي لا يتألف من حركات متتابعة؛ وإنما من رجات بصرية (هزات des saccades) ومن ثم فالقراءة تنجز على مدى سلسلة من الرجات البصرية وما يمثل ١٠٪ من زمن القراءة يفصل بالتثبيتات البصرية (les fixations)(٢) والذي سيكون مختصا بنوع من القراءة، وهناك حركات أخرى ملاحظة أثناء القراءة والتي قد تمثل ١٥٪ من زمن القراءة يطلق عليها رجات بصرية رجعية مسؤولة عن حركة تبادل الأسطر والرجوع إلى الخلف وتسمى بالارتدادات (Régressions) التي تظهر في حالة صعوبة فهم النص أو عند تعدي الهدف البصري (Le cible) وكل هذه الحركات البصرية تتقارب عند التثبيتات البصرية ولا تحتاج الرجة البصرية إلى الحركات البصرية المساعدة في حالة وقوعها في منطقة الجوبة (Fovéale) الشبكية ومعدل طول الرجة يكون بين ثمانية أو تسعة أطوار وزمنها حوالي خمس وثلاثون (٣٥) ملي ثانية، والرجة تسبق كمونها بحوالي ٢٠٠ ملي ثانية وتكون أقل من ذلك إذا كان الشخص يأمل في القيام بحركة أخرى أو لو جُذب اهتمامه بطريقة مباغتة(٣).

(1) Rondal JA - troubles du langage - diagnostique et rééducation - p. 112.

(٢) أثنائها تمثل الحركات البصرية الصغيرة، وأن الحركات الرأرئية (الاختلاجية) الصغيرة تسمح بإدراك الاختلاف الحاصل في النماذج المتجاورة.

(3) Rondal JA - troubles du langage - diagnostic et rééducation - p 117 et 118.

وفي المخطط الطيفي العصبي الفسيولوجي الذي يظهره الرسام المسجل لحركات العين تبدو أن الرجات البصرية مبرمجة في مجموعة بطريقة متتالية وتتبع الاتجاه نفسه، ودور التثبيتات هو تعديل القص الواضح في الحدة البصرية التي تنتج أثناء الرجة؛ فتثبيت واحد يستغرق متوسط ٢٢٥ ميلي ثانية، والتثبيت الأول لسطر يكون أكثر طولا من غيره وزمن التثبيتات يسبق ارتدادا يكون أقل من متوسطه فالارتداد يكون عمليا مساويا لكمون رجة بصرية وقد يكون في مكان تواجد المعلومات الملتقطة في رجة بصرية سابقا لزمن هذا التثبيت. إن الحركة البصرية المسجلة عند تبديل الأسطر تكون لها الفرصة في تعديل الهدف البصري بالنظر إلى سعتها، ونستطيع أن نقول أن أضيق تثبيت الذي يتبع هذه الحركة لا يملك وظيفة حمل معلومات حول النص إلا أنها تقتصر على تأمين البرمجة للرجة البصرية الدقيقة، وفي هذه الحالة زمن التثبيت يمثل كمون هذه الرجة البصرية وما يلاحظ هنا أن التثبيتات الأولى والأخيرة لسطر من النص لا يتجاوز خمسة أو ستة أطوار في حده الأقصى؛ إذ أن ٨٠ من النص هو فقط هدف الرؤية الجوبية في أدنى جزء.

إن زمن التثبيتات وعدد الارتدادات يتناقص مع تقدم العمر وطول الرجات البصرية يتزايد والمسح البصري ينتظم تدريجيا والشخص يستفيد ثمة من المعلومات غير الجوبية ومن جهة أخرى فالقراء الأقل اتقانا يسجلون رجات بصرية ضيقة جدا وارتدادات عديدة وتثبيت أكثر طولا والأشخاص المصابين بمرض خلل القراءة من جهتهم يستحضرون ارتدادات عديدة ورجات بصرية يتزايد كمونها إذا كانت الحركة متجهة نحو اليسار، وأخيرا فمختلف ثوابت الحركات البصرية الملحوظة أثناء القراءة هي مميزات مهمة بين الأشخاص كالفهم المتساوي للنص المقروء، ومدة التثبيتات وطول الرجات البصرية وعدد الارتدادات كذلك يتغير بوضوح، والشيء نفسه يلحظ عندما يقرأ الشخص نصا لأجل إيجاد جوابا لسؤال

معين، ويلحظ تطويل التثبيتات عند بعض الأشخاص وقصر الرجات البصرية في المنطقة التي تحوي الإجابة عند آخرين[١].

إن عددا من الأعمال القرائية ترتكز على استعمال القارئ للمعلومات الحرة حسب ما تكون عليه، كأن تكون واقع على الجوبة الشبكية[٢] أو المنطقة الشبه جوبية[٣] أو المحيطية[٤]. إن العناصر الواقعة في المنطقة الشبه جوبية والمحيطية يبدو أن دورها هو توجيه الحركات القصرية وتسهيل القراءة، والمؤكد أن شكل الكلمات يؤثر على مدة التثبيت بينما طول الكلمات يؤثر على طول الرجات البصرية، ويلاحظ أنه عند تسجيل رجة بصرية فإن الحدة البصرية تتناقص بفعل التغطية الآتية من التكثيف الضوئي الذي يلي مباشرة الرج البصرية، وهذه التغطية تطغى فيما بعد على المنطقة الشبكية فيكون هناك منع من استقبال أي وحدة بصرية بفعل هذا الصنيع لكن كيف يتم تكامل للوحدات البصرية الملتقطة؟ وللإجابة على هذا التساؤل فإن عدد من الدراسات احتدم النقاش فيها حول هذه المسألة، فهناك من يؤكد على وجود أنموذج يصنعه الشخص ويكيف مع طبيعة المادة المقروءة وآخرون يقترحون سجلا داخليا يمتلأ تدريجيا وفيه تضبط طول الرجة البصرية ومقدار المعلومات التي تؤخذ أثناء القراءة وهناك من يقترح رقابة محرضة إذ أن المعالجة القبلية الدلالية للمحيط تنتهي بإرسال نظرة باتجاه المنطقة التي تحوي اكثر معلومات وحيث تتغير أشكال هذه المعلومات وأدنى المعلومات تلتقط من المحيط ثم تعمل الرجة البصرية على استقراء هذه المعلومات هذا إذا لم يكن معيار اليقين مختل

(1) Georges chapartier Motras - Introductions au fonctionnement du système nerveux - Medsi - Paris 1982 p 85.

(٢) يعني أن مستوى نقطة التثبيت البصري يقع على مدى زاوية قدرها ١° إلى ٢° زاوية.

(٣) من ٢° إلى ١٠° زاوية من نقطة التثبيت البصري.

(٤) أكثر من ١٠° زاوية من نقطة التثبيت البصري.

عند الشخص، وأخيراً الأشكال المعلوماتية تترسخ بفضل الآليات الانتباهية(١).

ب- آلية تنفيذ اللغة:

إن مجمل المعطيات الفيزيولوجية العصبية الموصوفة إلى حد الآن تعطينا حقيقة فحواها أن النشاط اللغوي في كل تعقيداته لا يمكن أن ينتج من مناطق عصبية مركزية أو محيطية منفردة والمتصلة بفضاءات القشرة الدماغية الأولى والأنظمة التحتية كذلك لا تكون وحدها كافية لإدراك الرسائل اللسانية في أشكالها الشفوية أو الكتابية وإرسالها.

لن نتطرق هنا إلى شرح الترابطات الموجودة بين مختلف مركبات النشاط اللغوي بالعودة إلى التشفير الذاكري بل إنه توجد بنى دماغية أخرى وظيفتها هي التحكم في هذه الترابطات الموجودة بين المناطق العصبية المركزية والمحيطية وبين القشرة الدماغية الأولى؛ فالبنى العصبية المركزية تتركب من فضاءات القشرة الدماغية المترابطة، ونميز فيها نمطين جزء منها يستقل بقالبه الحسي ويقع بوضوح في فضاء القشرة الدماغية الأولى المتخصصة لذلك وجزء آخر يتميز بكونه متعدد القوالب الحسية الحركية ويتضح تشريحيا أنه متصل بالفضاءات الأولى المتنوعة أو بالفضاءات الجامعة من النمط الأول، فهناك إذا قشرة دماغية جامعة مشركة للتصرفات اللغوية، وهناك أحزمة دماغية تصل هذه الترابطات(٢).

١- برمجة السلوك:

إن البحث في هذه الترابطات التي تسهم في برمجة السلوك اللغوي وبثه تقودنا إلى إشكاليتين وهي عدم التناظر الوظيفي للقشرة الدماغية فكل نصف كرة مخية يسهم في الوظيفة اللغوية بمقدار معين، غير أن العلماء يقررون سيطرة مخية

(1) Rondal JA- Troubles du langage, diagnostic et rééducation - p 118 et 119. Et bien aussi : Bnser & Imbert. M- Neuro-physiologie fonctionnelle - p 210 et 211.

(٢) نشير هنا إلى وجود فضاءات دماغية جامعة جبهية تقوم بدور برمجة التصرفات اللغوية وغيرها.

لنصف الكرة المخية اليسرى والتوزيعات المتوازية. هذا ما قاد العلماء أن يتبنوا طرقا معينة للإجابة عن الإشكاليتين السابقتين:

أ- عدم التناظر الوظيفي الدماغي وسيطرة نصف الكرة المخية الأيسر:

وذلك للكشف عن الأمراض المترتبة عن أي إصابة مسجلة في كل نصف كرة مخي. إذا كانت فضاءات القشرة الدماغية الأولى تخضع عموما لقاعدة عادة مضبوطة التناظر(١)، فالمناطق الجامعة (المترابطة) تخالف ذلك كونها تخضع لقاعدة تقسيم المهامات التي تنجز بين نصفي كرتي المخ ومع ذلك فالسؤال المطروح هنا هل عدم التناظر آتي من طبيعة المادة المعالجة (لسانيات آتية من محليات مرئية) أو القوالب التي لها المعالجة نفسها (تحليل المتتاليات على شكل جماعي) هذان الافتراضان لا يكونان من جهة أخرى متبادلين ولا منفكين تماما، وهذا هو منطلق تحديد مفهوم السيطرة المخية التي تتجلى في الوظائف اللسانية.

قديما كان المرض العصبي المسجل لدى الأشخاص هو المنطلق في المعالجة والافتراض كما هو الحال في أغلبية مسائل العلوم العصبية والنفسية؛ ففي سنة ١٨٦١ أوضح "بروكا" أن الشخص المصاب بالحبسة يحمل إصابة أمامية في المنطقة الجبهية كما تأكد من ذلك سنة ١٨٦٣ وسنة ١٨٦٥، وقرر أن الحبسة تقع في الجانب الأيسر من الدماغ، وكل من اهتم بعلم الحبسة فيما بعد أكد هذه السيطرة المخية لنصف الكرة المخي الأيسر للغة وإن سجلت بعض الاختلافات القبلية للعوارض المسجلة.

وحاليا فإنه يمكن أن نميز عموما ثلاثة مناطق في وسط القشرة الدماغية البسرى لها علاقة وطيدة بالتصرفات اللغوية وهي منطقة "بروكا" المسؤولة عن إرسال اللغة المنطوقة وتشمل رأس والجزء الأمامي لرجل التلفيف الجبهي الثالث ورجل التلفيف

(١) هناك رقابة حسية حركية تنطلق من نصف الكرة المخي إلى الجانب المعاكس للجسم.

الجبهي الثاني والطِباق الجبهي[١]، ومنطقة "فرنيكي"[٢] مسؤولة عن فك شفرات (décodage) اللغة الشفوية والمسموعة وتحتل الجزء الأمامي للتلفيفين الأوليين الصبغيين، والثنية المحنية أو التجعيد الزاوي[٣] وبالأخص المتضمنة في اللغة المكتوبة وتحتل مع التجعيد فوق الجداري[٤] منطقة تألف ترابط جداري ـ قفائي ـ صدغي بالإضافة إلى هذا فإن مناطق "بروكا" و"فرنيكي" تكون متصلة بالحزمة المقوسة[٥] التي تؤمن الترابط بين الفضاءات المستقبلة للغة والحركية الباثة للغة، كل من هذه المناطق الدماغية الثلاثة تتضح في الفضاء الدماغي الأول[٦].

ب – التوزيعات المتوازية:

إن الاكتشافات التشريحية االعيادية السابقة فد أكدتها بوضوح عددا من الدراسات القائمة على أشخاص العاديين والمرضى الحاملين للإصابات الدماغية على السواء، وكانت بمثابة روافد التطورات التقنية الحديثة وبخاصة تلك التي تتعلق بالسيطرة المخية، سنتطرق هنا إلى أهم التقنيات التي فتحت المجال للأبحاث التطبيقية على غرار الأبحاث النظرية وهذا ما سمح بتجسيد المرض وطبيعته أكثر.

إن مختلف البحوث المعاصرة تبين إشراك أنموذجي للبنى الصدغية في مدرج الاحتفاظ الذاكري وهي التي توصلت إلى عدم التناظر الوظيفي بينها، فاستئصال الصدغ الأيسر وترك الأيمن يؤدي إلى خلل في الاحتفاظ الذاكري للمحرضات اللفظية بينما استئصال الأيمن يؤدي إلى الفعل المعاكس وهكذا استطاع "Milner" أن يطبق تجارب مختلفة للاختبار الذاكري للمرضى قبل الاستئصال الجراحي

(1) Opercule frontal .

(٢) اكتشفها سنة ١٨٧٤.

(3) Gyrus-angulaire

(4) Gyrus supra marginalis .

(5) Faisceau arqué.

(6) Rondal JA- Troubles du langage, diagnostic et rééducation - p 121.

للفص الصدري الذي يستدعي الصرع épilepsie ثم اعاد التجارب نفسا عليهم بمتغيرات معدلة خلال الأشهر التي تلت التدخل الجراحي فالذي كان على نصف الكرة المخي الأيسر أنقص كفاءة الأشخاص عند اختبار مقدرتهم في إعادة قصة تسرد لهم وأما الذي كان على مستوى نصف الكرة المخي الأيمن خفض كفاءة المرضى عند اختبار مقدرة حفظهم لأشكال مجهولة وإعادة معرفتها(١).

إن ملاحظة المرضى خلال تحريض كهربائي للدماغ أدى إلى توقفات للكلام أو إلى ظواهر أخرى من أشكال الحبسة عندما يكون القطبان الكهربائيان في موقع فضاءات اللغة المعروفة(٢) كما أن عددا من المعلومات أتت من الملاحظات المسجلة عند الأشخاص المنفصلي الدماغ "split brain" أي فيما يخص مرضى عندهم نصفي كرتي المخ يكون مفصولة جراحيا، ومن ثم فكل نصف كرة مخي يمكن أن يختبر بطريقة معزولة عن غيره، هذا إذا دققنا الرقابة بعناية كبرى، فمثلا يمكن أن تكون هناك خيارات قائمة على نصف المجال البصري(٣) أو جانبية القناة السمعية(٤) أو استعمال أحد اليدين في رد الفعل(٥). وهذه الاختبارات أجريت على أشخاص لهم إصابات مخية ثم أخرى قائمة على النقص المعرفي وآخرين يمتازون بضعف عقلي،وأجمعت على أن هناك سيطرة نصفية مخية يسرى في معالجة المادة اللفظية فعندما يطلب الفاحص تسمية شيئا معينا يلمس دون النظر إليه يتمكن الشخص المنفصل الدماغ من ذلك عادة إذا استعمل اليد اليمنى(٦) وإذا ما تعلق الآمر باليد اليسرى فالشيء الملموس قد يعرف غير أنه لا يتمكن من تسميته ومثل ذلك

(1) Ibid- p 121.

(2) Ibid - p 122.

(٣) من طريق جهاز المبصار (Tachistoscopie).

(٤) استعمال أحادي أو ثنائي.

(٥) هنا نركز على نصف الكرة المخي الأيمن المسؤول عن الرقابة الجانبية.

(٦) يعني أن المعلومات آتية من نصف الكرة المخي الأيسر.

يلحظ في اختبار تحريض المجال البصري(١).

وكذلك نستطيع أن نلاحظ أن حقن مخدر مثل "أميثيل الصوديوم" داخل الشريان السباتي الداخلي الذي يمول جزء كبير ومهم من الدماغ المخي يؤدي إلى حبسة إذا كان الحقن مطبقاً على مستوى نصف الكرة المخي الأيسر(٢)، وخلال مدة هذه التجربة فالحقن يتبع بمرحلة قصيرة من الارتباك بفالج شقي عابر للجاب الجسمي المسيطر (وهو نصف الكرة المخي الأيسر في أغلب الأحيان)(٣)، ودراسة المجرى الدموي المخي المحلي يثبت كذلك عدم التناظر لنصف كرتي المخ بالنسبة للأنشطة اللفظية، وهذه المنهجية تتألف من حقن مادة مشعة(٤) داخل الدورة الدموية المخية التي تسجل في المستقبلات المتواجدة في أرجاء القحف الدماغي عند مرورها بها. وتعيين المنتج يمكن أن يحد من طريق حقن داخل الشريان السباتي لغاز أو امتصاصه؛ فمبدأ المنهجية يكمن في الفعل الذي يجعل من منطقة دماغية يتطلب بنشاط كبير نقلا أكثر استهلاكا للأكسجين المتواجد في الدم هذا الذي يشهد تزايده آثارا إشعاعية داخل هذه المنطقة، فمثلا لو أن شخصا التزم تصرفا لفظيا فإننا نلاحظ تدفق متزايد للدم في قسم "فضاء اللغة" ويؤدي هذا إلى من جهة أخرى إلى تدفق المجرى الدموي في منطقة الفضاء المحرك الذي يراقب جهاز الحنجرة إذا ما تعلق الأمر بالإنتاج الشفوي(٥).

إن إيضاحات الرسم الطبقي الدماغي الحاسوبي(٦) جاء هو كذلك ليؤيد المعطيات السابقة، وتتألف هذه التقنية من كسح مختلف الكثافات النسيجية

(1) Rondal JA- Troubles du langage, diagnostic et rééducation - P 122

(٢) يعرف باختبار "وادا wada".

(3) Rondal - Op-Cit p 122.

(٤) أكسينون مثلا le xénon.

(5) Rondal - Op-Cit p 122 et 123.

(6) Encéphalotomographie computerisé.

المخية، ثم ومن طريق الحاسوب نتمكن من إعادة بناء صوري تطوري للدماغ؛ فالإصابات الملحوظة في منطقة اللغة وما تحتويه من اختلافات تشريحية ناتجة من طبيعة الحبسة والتي لم تميز طبيعتها المعطيات العيادية ولا التشريحية المرضية تكون جميعها مبينة في هذه المنهجية وهناك كذلك تقنية المبصار الذي يعرض للمصاب تحريضات جانبية(١).

إن هذه الأعمال العديدة أوحت أن نصف الكرة المخي الأيسر يختص بمعالجة المعلومة ذات الطبيعة اللفظية أما فيما يخص الأعمال التي حاولت أن تقرن المادة اللفظية بغيرها فإنها على العموم لاحظت أن هناك انقسامين ناتجين من طبيعة التشريحية لنصفي كرتي المخ والأخرى ناتجة من نمط المعطيات المعالجة، فالتحريض اللفظي يكون معالج أفضل في المجال الجسمي الأيمن(٢) من كونه يوجد في المجال الأيسر، أما التحريض غير اللفظي فإنه يعطي إجابات متعددة إذا كانت مسجلة في المجال الجسمي اليساري مقابلة مع أنها تظهر في المجال الأيمن ومع ذلك نتحفظ بشأن بعض التأويلات من جهة أن عدم التناظر يكون خاضع بدقة للظروف التجريبية خاصة تلك التي تتعلق بالاستخدام المتناسب مع زمن الاستحضار أو بشكل الاستجابة المطلوبة التي قد تؤدي إلى خلط التمايزات الحاصلة بين نصفي كرتي المخ، ومن جهة أخرى فالتساؤل يبقى مطروح بشأن ما إذا كانت نصفا كرتي المخ قادرين على أداء الوظيفة بأحسن ما يكون لكن بسرعات مختلفة ومعالجة النمط نفسه للمعلومة أو أن نصف الكرة المخي الأيسر المسيطر يكون وحده قادرا ووجب إذن إدراك المعلومة بطريق الجسم الثفني والتي يخصص لها موقعا في نصف الكرة المخي الأيسر بعد أن أشركت نصف الكرة المخي الأيمن(٣).

(1) Rondal - Op-Cit P 123.

(٢) أي يتعلق بنصف الكرة المخي الأيسر .

(3) Rondal JA- Troubles du langage, diagnostic et rééducation - p 123.

وإذا كنا قد أسهبنا في ذكر المركبات العليا للقشرة الدماغية وللمراكز المسؤولة عن اللغة سواء أكانت شفوية أم كتابية فإن هناك مركبات تحتية تتمثل في الأنوية الداخلية والتي لها دور مهم في ذلك، ثم يتخصص بعد ذلك رد الفعل المناسب كأن يكون كتابي يتعلق باليد أو شفوي يتعلق بجهاز التصويت والنطق.

٢ – جهاز النطق:

قبل أن تتشكل الأحرف، تستدعى تنبيهات تمثيل الكلام من منطقة الدماغ المحركة للغة الكلامية من المخ إلى عضلات التصويت والنطق فكيف يتم ذلك؟

أ – الجانب العصبي في عملية الكلام:

إن مركز الكلام يتموضع في القشرة المخية كما أن هناك نصفي كرتي مخ، كل نصف كرة مخية يسيطر على وظائف الطرف المعاكس من الجسم، ويربط نصفا كرتي المخ بوساطة الجسم الفني، ومثلث الدماغ والملتقى الأمامي الأبيض وذلك بوساطة مسارات ومسالك للألياف العصبية الصاعدة والهابطة من القشرة المخية نحو الجذع المخي ثم إلى النخاع الشوكي: وبوساطة ألياف عصبية تؤمن الاتصال بين نصفي كرتي المخ ، وهذا ما يدل على أن المراكز الحسية والحركية في القشرة المخية تعمل مع بعض من طريق مناطق الترابط، وبحيث تصبح القشرة شبكة واحدة بالرغم من قيام كل مركز حسي أو حركي بوظيفته الخاصة على حدة، ويتأثر كل مركز دماغي بنشاط المراكز الدماغية الأخرى كما يبينا ذلك مسبقا.

إن المنطقة المسؤولة عن الكلام هي منطقة "بروكا" التي تتموضع في خارطة برودمان الدماغية رقم(٤٤)، كما تنشأ من منطقة "بروكا" أليافا عصبية تصلها بأسفل القشرة الرولاندية الذي يعصب بدوره جهاز الكلام، كما تتصل هذه المناطق الكلام التلاموس والهيبو تلاموس حيث أن التلاموس المكوّن من نوى عصبية مثل الجسم الركبي المتوسط والداخلي والخارجي يعتبر أيضا مركز وصل

وتحويل لجميع المسالك الحسية الصاعدة الواردة إلى القشرة المخية، وكذلك الإشارات العصبية الحركية الهابطة ثم تتصل بعد ذلك بالجذع المخي حيث توجد الأعصاب الدماغية الحسية والحركية التي تتدخل في وظيفة الكلام والنطق. إذ تنتقل السيالات العصبية إلى العضلات المتحكمة في جهاز النطق التي تؤدي إلى تقلص العضلات وارتخائها بوساطة آلية فيزيولوجية عصبية التي سنتطرق إليها فيما بعد، كما أن لها الدور في توقيت الحركات في تزامنها وتتابعها.

إن العضلات تعمل بطريقة متناسقة فحينما تتقلص لتؤدي إلى تحريك عضو ما، يعمل الجهاز العصبي على تثبيط العضلة ذات التأثير المضاد(١)، وقد يقوم كذلك بالنشاط المعاكس، وتتألف الأعصاب المحركة التي تؤمن الحركة من المخ إلى عضلات النطق من(٢):

١- العصب المنثني إلى الوراء أو العصب الحائز (X) ويؤمن حركية الحنجرة بتعصيب عضلات الحنجرة، وكذلك العضلات التابعة للبلعوم مثل العضلة الخلفية الدرقية.

٢- العصب الوجهي (VII) يعصب عضلات الوجه والشفاه والحنكين والجبهة.

٣- العصب تحت اللساني (XII) يسمح بتحريك اللسان، وبعض عضلات العنق.

٤- العصب اللساني البلعومي (IX) ويؤمن حركية عضلات البلعوم والحنك اللين.

٥-العصب الثلاثي التوائم (V) يؤمن حركية الفك السفلي.

ويضاف إلى هذا بعض الأعصاب التي تؤدي في عملية الكلام أيضاً مثل(٣):

١-العصب الحجابي: يتحكم في عضلات الجهاز التنفسي، ويمتد من منطقة الرقبة إلى عضلة الحجاب الحاجز.

٢- العصب الظهري: ينشط العضلات بين الضلعية.

(1) Cambier J & coll - Propédeutique neurologie - p 16.

(2) Rondal JA- Troubles du langage, diagnostic et rééducation - p 104.

(٣) د/ سعد مصلوح - السابق - ص ١٧١.

أما عضلات الزفير وعضلة اللهاة، فتخضع للحركة الإدارية بوساطة الجهاز العصبي المستقل أو الذاتي أي الجهاز السمبتاوي والباراسمبتاوي(١). وتتخذ هذه الأعصاب طريقها إلى الجهاز النطقي، المتكون من أعضاء النطق التي سنشير إليها في اضطرابات النطق، وتنتج من طريق حبس الهواء الزفيري في مخارج الحروف من طريق آلية فسيولوجية معينة.

ب – الجانب الفيزيولوجي لعملية الكلام:

إن الصوت ينتج من طريق تكييف الظاهرة التنفسية وتقسيمها إلى توقفات دورية التي تسبب اهتزازاً للحبال الصوتية، إذ أن دور وكثافة موجات السوائل العصبية للعصب المثني للوراء الذي لا يتوقف أبداً عن الحركية المساعدة للحبلين الصوتيين(٢)، وينتج الصوت من طريق حركة موجية تسبب الرنين(٣)، فالوتران الصوتيان يمثلان أول نقاط الاعتراض وأهمها في طريق تيار الهواء، وإن اهتزازها الناتج عن مرونتها العضلية في وضع التصويب وديناميةالهواء المندفع ينشأ عنه انطلاق الهواء في دفعات متتالية واهتزاز الوتر ين اهتزاز ا منتظماً ينتج عنه الجهر أو النغمة الحنجرية وهي نغمة مركبة شديدة التركيب تتضح فيها جميع خصائص الموجات التوافقية المركبة، كما أن ضخامة عدد التوافقيات المكونة للنغمة الحنجرية، تزيد من فرص تعرضها لعملية الرنين في فراغات ما فوق الحنجرة حيث يهتز الوتران الصوتيان اهتزازا حرا وتستجيب الفراغات بالاهتزاز الاضطراري(٤). وينتج هذا الاهتزاز نتيجة اتفاق تردد الرنين في الفراغ مع عدد من الترددات الطبيعية المكونة لنغمة الحنجرة وذلك لما تتمتع به هذه التجاويف الفمية من قدرة على التغير

(١) المصدر السابق – ص ١٧١.

(2) Rondal JA- Troubles du langage, diagnostic et rééducation - p 105.

(3) Dinville. C . - Les troubles de la voix et leur rééducation - Masson . Paris . 1981 .p 21.

(٤) أي تحمل مباشرة على الاهتزاز بوساطة قوة اهتزاز الحبال الصوتية.

في الشكل والحجم ويؤدي هذا بدوره إلى ترشيح مجموعات من هذه التوافقيات[١] كما تقوى بعضها[٢] وتضمحل بعضها[٣] وهكذا تتكون النغمة الحنجرية[٤].

إن صدور النغمة الحنجرية وغناها بالترددات وضخامة عدد التوافقيات المشاركة في تكوينها يرجع إلى عوامل منها[٥]:

١ – عدم تجانس الوترين الصوتيين في التكوين التشريحي إذ تتكون من أغشية وألياف عضلية وتكوينات غضروفية.

٢ – حساسية الضبط والتحكم التي تقوم بها العضلات أثناء التصويت مما يؤدي إلى التحكم في طول الوترين الصوتيين ومدى توترهما وارتفاع الحنجرة أو انخفاضها ويؤدي ذلك إلى تغيرات مستمرة في الكميات الفيزيائية التي تكوّن النغمة الحنجرية.

٣ – طبيعة الحركة الاهتزازية التي يقوم الوتران الصوتيان إذ يهتز على هيئة حركة موجية متقدمة من الخلف إلى الأمام، كما يهتزان رأسيا أيضا مشكلين بذلك موجة.

٤ – أن الأجزاء السفلى من الوترين الصوتيين تتعرض عادة لتيار الهواء قبل الأجزاء العليا ومن ثم لا تبدأ جميع الأجزاء اهتزازها في وقت واحد ويؤدي هذا الى عدم إتفاق النغمات التوافقية المكونة للنغمة الحنجرية في الطور.

إن النغمة الحنجرية (الموجة الصوتية) قد تتعرض إلى القفل أو التسريح المفاجئ أو التضييق فتنتج بذلك صفات الحروف الجهرية والهمسية ثم إن الأعضاء الموجودة فوق الحنجرة تعترض الهواء بكيفيات مختلفة فينتج عنها تنوعات لا حصر لها من أصوات الكلام ويتم ذلك بطرق منها[٦]:

---

(١) أن أي دمج الموجات الصوتية الحنجرية بالموجات الصوتية الصادرة عن تغير شكل التجاويف الغمية.

(٢) أي طول الموجات الصوتية يزيد اتساعاً.

(٣) أي تحبس.

(٤) د/ سعد مصلوح – المرجع السابق – ص ١٧٣.

(٥) نفسه، ص ١٧٣.

(٦) نفسه، ص ١٧٥.

– تحويل مجرى الهواء إلى الأنف والفم أو الفم فقط فتنتج بذلك الأصوات الغنية والفموية.

– تكييف شكل وحجم الفراغات وتعديلها.

– اعتراض الهواء بالقفل التام والتسريح السريع، فينتج بذلك الأصوات الانفجارية.

– اعتراض الهواء بالقفل التام والتسريح المتباطئ.

– اعتراض العواء على نحو ينتج احتكاكا فتنتج بذلك الأصوات الاحتكاكية.

كما أن الاختلاف الكيفي في طبيعة اعتراض الهواء التي تقوم بها أعضاء قناة الصوت قد يصاحبها اختلاف مكاني من حيث أماكن اعتراض الهواء، وبذلك يمكن أن تنتج أصوات مشتركة الصفات من حيث طبيعة اعتراض الهواء وتختلف في أماكن اعتراض الهواء كما يمكن أن تحدث أصوات تبعاً لطبيعة اعتراض الهواء في مكان واحد أو تزامن أكثر من اعتراض في أكثر من مكان(١)، إن طبيعة وأماكن اعتراض الهواء تولد أمواجا صوتية مختلفة أثناء الكلام من حيث أن الأذن تميز بين خصائص هذه الأصوات(٢).

٢ – جهاز الكتابة:

إن التحكم في آلية حركات الكتابة يكون في منطقة المحرك المخي الأول بعد النظام الصوتي، ولذلك تكون الرسالة العصبية للجهاز الكتابة متزامنا مع إنتاج الرسالة العصبية للنظام النطقي إذ كثيراً ما يحصل نطق الكلمات أثناء الكتابة(٣) تنتقل السيالة العصبية من منطقة الكتابة (القشرة الدماغية الأولى) بطريق هرمي من الألياف العصبية المتقابلة الجانبين من نصفي كرتي المخ، إلى الضفيرة الكتفية النخاعية التي توجد بانخاع الشوكي ثم إلى المناطق الحركية البعيدة (العصب

(١) د. سعد مصلوح، مرجع سابق، ص ١٧٦.

(٢) نفسه ص ١٧٦.

(3) Rondal JA- Troubles du langage, diagnostic et rééducation - p 105. consulter également : Cambier J & coll - Propédeutique neurologie - p 168 et 169.

الإشعاعي، العصب المتوسط، العصب المرفقي)[١]، وتكون الرسالة العصبية منسجمة في الدماغ المحرك الأيسر (القشرة الدماغية) عند الذين يكتبون باليمنى، بينما تكون الرسالة العصبية المنتجة في الدماغ المحرك الأيمن عند الذين يكتبون باليسرى[٢]. كما يلاحظ أن الكتابة تكون ممكنة بوساطة القدم والفم، وبهذا أيضا تشهد إنتاجات الأشخاص المصابين بأعقاب أغلبية الغشاء العلوي[٣]. ومن ثم وفي هذه الحالة تكون المنطقة المسؤولة عن الكتابة هي المنطقة الدماغية الحركية المسؤولة عن حركات الفم ثم تنتقل إلى النخاع القطني من الفقرة الأولى للنخاع الشوكي والتي تتفرع منها الأعصاب الحقوية الأيضية الداخلية والخارجية[٤].

وعموماً فإن المسؤول عن نشاط الكتابة هو اليد اليمنى ومن ثم تنتقل السوائل العصبية من المنطقة الدماغية المسؤولة عن حركات اليد إلى النخاع الشوكي مركز الحركات الإرادية ثم إلى الجذر الأمامي في الليف العصبي ناقلاً سيالة عصبية نابذة (محركة) إذ أن السيالة العصبية النابذة المتنقلة عبر الضفيرة الكتفية تنبه عضلات الكتف والعصب الإشعاعي، وتنقل السيالة العصبية النابذة إلى مفاصل الأصابع والعصب المتوسط ينبه الأصابع، والعصب المرفقي يعمل كذلك على تقلص وارتخاء عضلات المرفق. ويلاحظ في هذه الدقة المتناهية لحركات اليد أنها منتزعة من بنية جد متناهية الدقة، وتمثل تنقيطياً في القشرة الدماغية الأولى، فكل عضلة تمثل في طبوغرافيا متناهية للغاية[٥]. وتتدخل عدة مفاصل عصبية مشتركة في فعالية الكتابة إذ ترتبط المناطق البصرية والمناطق المسؤولة عن الكلام بمنطقة الكتابة[٦].

(1) Rondal JA- Troubles du langage, diagnostic et rééducation - p 106. Et , Cambier J & coll - Propédeutique neurologie - p 169.

(٢) بالنظر إلى أن كل نصف كرة مخي يتحكم في الجهة المعاكسة للجسم.

(3) Rondal JA - Op -Cit - p 106.

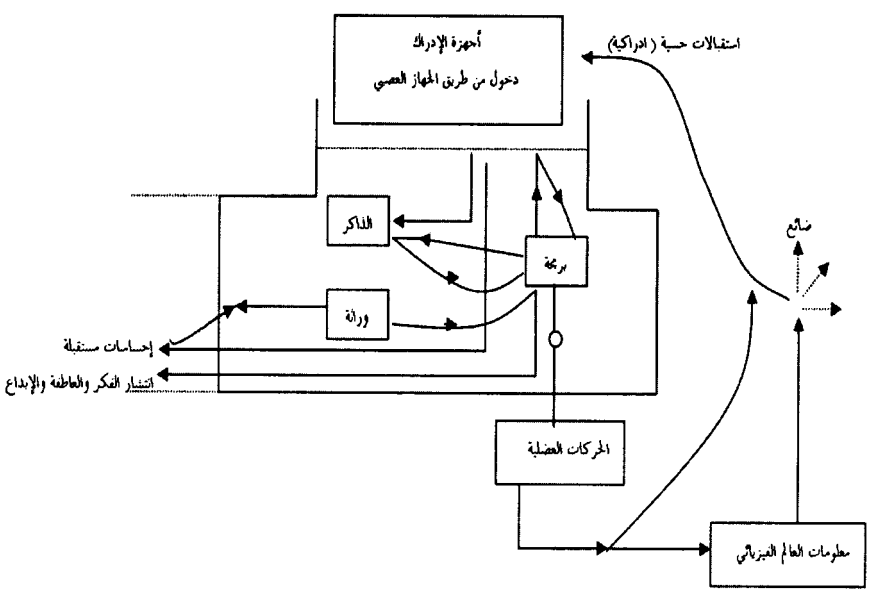
(4) Ibid - p 106.

(5) Ibid - p 106.

(6) Ibid - p 106.

المبحث الثاني: الأسس الفيزيولوجية العصبية لأعضاء النشاط اللغوي.

بعدما حددنا الأسس العصبية لآليات استقبال المعلومات وإدراكها ثم عملية إعادة بنائها وتنفيذها عبر أجهزة التنفيذ المتخصصة يبقى السؤال المطروح هو كيف تؤمن هذه العمليات العصبية المعقدة وكيف يتم التواصل بين الأقسام المختلفة للجهاز العصبي المتكون من قسم مستقبل للمعلومات وآخر معالج ومنفذ وآخر منفذ فقط. فللإجابة عن هذا التساؤل وغيره شبه العلماء الأنظمة العصبية بالحاسوب الذي تتعقد فيه الشبكات الدارية وتعمل بالطريقة نفسها فتبرمج بآلية وراثية وذاتية مكتسبة تُنقل عبرها معلومات العالم الخارجي وتنظمها داخل أصناف لا تحصى(١) ويمكن أن نجسد ذلك في الرسمة التالية(٢):



(1) Cambier J & coll - Propédeutique neurologie - p 5 - 6. et Le meilleur ; Guy lazorthes - le cerveau et l'ordinateur, étude comparé des structures et des performance - Privat- Toulouse 1988 .

(1) Georges Chapoutier & Jean Jacque Motras- introduction au fonctionnement du système nerveux, codage et traitement des informations - Medsi -Paris 1982 - p 7 et 8.

ويتمكن الكائن الحي بصفة عامة بفضل الأنظمة العصبية من المعرفة المتيقنة للوسط الخارجي وتغيراته، ويؤمن المراقبة المستمرة لتبادلات الكائن مع الوسط؛ وذلك باستقبال معلومات الوسط الخارجي والداخلي وتشفيرهما؛ وتُنقل هذه المعلومات من طريق الأعصاب الحسية في شكل إحساسات مترجمة في صور رسائل عصبية (سيالة كهربائية كيماوية أو هرمونية) إلى مراكز المعالجة داخل الجهاز العصبي المركزي(١) وتتم عملية تحويل الأوامر إلى شفرات تنقل كذلك برسائل عصبية عبر الأعصاب الحركية أو من طريق رسائل كيماوية هرمونية(٢)، والتي قد تتحكم في جزء منها الأفعال الشخصية الذاتية التي تولد الإحساسات المختلفة والأفكار والعواطف ومظاهر الإبداع المختلفة.

إن هناك ما يدعى بالرسالة العصبية فهي الواصل بين مختلف هذه الأجهزة. فما طبيعة هذه الرسالة العصبية؟ وكيف تبرمج وتنقل؟ وعبر أي سبيل تحمل؟

سنحدد في هذا المبحث بعض المفاهيم مثل السيالة العصبية وآلية تكونها ثم انتقالها إلى المخ عبر الليف العصبي وكذلك إلى آلية التقلص العضلي ودور المشابك العصبية وإلى المكونات العضلية.

١- طبيعة السيالة العصبية:

إن الليف العصبي في حالة راحته أي عندما لا يتلقى تنبيها يحتوي على فرق

(١) يحتوي الجهاز العصبي المركزي (الدماغ) حوالي ١٠١٠ خلية عصبية تتالف من مجموعتي خلايا تنتظم عبر سلسلة تؤدي و ظائف مختلفة وأخرى تسمى خلايا موثقة (Gliales) ومن ميزات الخلايا العصبية أنها لا تتجدد إذا أتلفت.

(٢) إذا تعلق الأمر بالجهاز الإعاشي - السمبتاوي و الباراسمبتاوي - الذي تتدخل فيه الهيبوتلاموس وينتج رسائل هرمونية تفرز في الدم مباشرة، ولن نتطرق إليها بقدر ما سنقتصر على الرسالة العصبية على الرغم من أن لها دور لا يقل أهمية خاصة إذا تعلق الأمر بالكلام الشعري والأمراض النطقية النفسية والمزاجية التي تؤثر فيها الإفرازات غير المنتظمة للغدد والتفاعلات الكيماوية الحادثة في مستوى الأوعية الدموية أو الأخلاط الحشوية.

في الكمون الكهربائي بين سطحه وغمده يتراوح هذا الكمون الكهربائي حوالي (-٧٠ ميلي فولط) وهو ما يدعى بالكمون الغشائي، فللغمد الليفي العصبي شحنة سالبة بينما سطحه يحتوي على شحنات موجبة، وتختلف هذه القيمة (أي الكمون الغشائي) من عصبون إلى آخر وتتراوح هذه القيمة من (-٥٥ ميلي فولط) إلى (-١٠٠ ميلي فولط) وفي حالة تنبيه الليف العصبي (العصبون) نلاحظ تغيرا مفاجئا لكمون الناحية الداخلية لغشاء الليف العصبي (من - ٧٠ ميلي فولط إلى +٤٠ ميلي فولط) وهو ما يدعى بزوال الاستقطاب إذ ينعكس الاستقطاب الكهربائي لليف العصبي فيصبح غمد الليف مشحونا بالأيونات الموجبة بينما يكون السطح مشحوناً بالأيونات السالبة ثم يعود الاستقطاب بظهور الوسط الداخلي مشحوناً بالسالب مقابلة مع السطح، وتتبع مرحلة استرجاع الاستقطاب بفترة تقابل الإفراط في الاستقطاب أي يصبح الوسط الداخلي مشحوناً أكثر بالسالب مقابلة مع الوسط الخارجي[١] وإذ نبه الليف تنبيهين في منطقتين مختلفتين فإنه يلاحظ تشكل موجة كهربائية[٢]. ودلت التجارب على أن غشاء الليف العصبي خلال الراحة يكون أكثر نفاذية لأيونات البوتاسيوم (+K) مقابلة مع نفاذية أيونات (+Na) كما أن الخلية العصبية تحتوي على الكلور (-cl) وتبعاً لاختلاف التراكيز بين الوسط الخارج خلوي والوسط الداخل خلوي، فإن أيونات (+K) تميل إلى الانتشار من الداخل نحو الوسط الخارجي للخلية في حين أن أيونات (+Na) تميل إلى الدخول إلى الخلية[٣]، فهناك نمطان من البروتينات الغشائية تتكفل بنقل الأيونين (+Na و +K) عبر طبقتي الفوسفولبيد التي تكون غشاء الخلية العصبية وهي:

(1) Escalier J - Biologie -p 38.

(2) Chauchard. P- Les science du cerveau – Durond, Paris -1966 - p 67 et 68.

(3) Escalier J - Biologie -p 39.

أ – قناة مرور (+K) :

وتكون مفتوحة باستمرار لتسمح بانتشار أيونات (+K) في اتجاه متناقص بتدرج تركيزها وتعمل هذه القناة على نفوذ كبير لأيون (+K) مقابلة مع نفاذية أيون (+Na) فيمر بذلك نحو الوسط الخارجي لليف عدد كبير من أيونات (+K) مقابلة مع عدد أيونات (+Na) الداخلة، وهذا ما يجعل الوسط الداخلي لليف كهربائي سلبي مقارنة مع الوسط الخارجي، فتخضع بذلك هذه الأيونات إلى تدرج التركيز والتدرج الكهربائي على جانبي الغشاء، فيحدث بذلك تدرج كهربائي كيماوي الذي يعتبر مصدر كمون الراحة(١).

ب– مضخة الصوديوم – بوتاسيوم (+Na, +K) :

وتضمن الحفاظ على هذا التوزيع غير المتساوي بين الوسط الداخل خلوي والوسط الخارج خلوي، وهي بروتين غشائي له دور أنزيم الـ(ATPASE) والقادر في الوقت نفسه على إماهة الـ ATP واستعمال الطاقة المتحررة لتضمن انتقال أيون (+Na) وأيون (+K) عكس تدرج تركيزهما(٢). إن عدد الجزيئات الداخلة يساوي عدد الجزيئات الخارجة بالنسبة لكل أيون، ومن ثم فالتدفق الإجمالي معدوم، وهذا ما يسمح بالحفاظ على هذا التوزيع غير المتساوي للأيونات كما أن كمون الراحة يتعلق بتركيز الأيونات القابلة للانتشار على جانبي الغشاء(٣). وعند حدوث كمون عمل (سيالة عصبية) فإن النفاذية والتدفقات الأيونية تختلف عما كانت عليه، فحركة الأيونات تستدعي نمطين آخرين من القنوات البروتينية والتي تعتبر قنوات خاصة لأيوني +Na و +K، فخلافاً لقنوات مرور +K التي تكون مفتوحة باستمرار فهذه القنوات المسؤولة على كمون العمل تكون

(1) Ibid - p 40.

(2) Ibid - p 41.

(3) Buser .P & Imbert .M- neuro-physiologie fonctionnelle. p 23.

مغلقة خلال الراحة وتدعى هذه القنوات قنوات مرتبطة بالفولطية لأن انفتاحها وانغلاقها سريع جداً (أقل من ميلي ثانية) ويتوقف على استقطاب الغشاء، وتكون هذه القنوات إما مفتوحة وإما مغلقة، إنه نظام "الكل أو اللاشيء"(١) وبدخول معتبر لأيونات +Na بانفتاح قنوات +Na التي كانت من قبل مغلقة يظهر زوال الاستقطاب وتنغلق فيما بعد قنوات +Na وتصبح غير نشطة فتنفتح قنوات +K مما يؤدي إلى استرجاع الاستقطاب(٢) ويرجع الإفراط في الاستقطاب المؤقت إلى خروج معتبر لأيونات +K، فعند انغلاق قنوات +K يصبح الاستقطاب عاديا، لكن التوزيع الأيوني يبقى غير عادي (زيادة +Na في الداخل ونقصان +K في الداخل) ثم تنشيط أكثر مضخة (+K +Na) مما يؤدي إلى استعادة التوزيع الأيوني العادي بعد مدة زمنية تقدر بالميلي ثانية(٣).

إن سعة كمون العمل تتغير بدلالة التدفقات الأيونية المنفعلة والتي تتوقف بدورها على عدد هذه القنوات الخاصة بأيونات +Na و +K في الغشاء ويولد كمون العمل من طريق شدات تنبيه أكبر من عتبة التنبيه العصبون أو شدة الريوباز التي تؤدي إلى زوال استقطاب محلي (موضعي) الذي يكون كاف لانفتاح قنوات (+Na). وتنفتح القنوات دائماً بنفس الكيفية وبالتالي يكون كمون العمل دائماً ثابتاً(٤). لا يمكن أن يكون التنبيه بشدة معينة مساوية أو أكبر من شدة الريوباز ناجعاً إلا إذا كانت مدة تطبيقه مساوية لمدة زمنية دنيا تدعى بالزمن المجدي (temps utile) وبارتفاع شدة المنبه يتناقص الزمن المجدي، وهناك كرونوكسيا (chronaxie) الليف العصبي وهي المدة الزمنية الدنيا الموافقة لشدة التنبيه والمساوية ضعف شدة

(1) René Hould - Histologie descriptive et élément de histo-pathologie- p 91.

(2) Ibid p 92.

(3) Ibid - p 92.

(4) Ibid - p 92 et aussi : Escalier .J - Biologie - p 43 et 44.

الريوباز، وتتميز قابلية تنبيه العصبون بواساطة قيمتيه لشدة الريوباز والكروناكسيا. كما أن الليف العصبي يمكن أن يستجيب لعدة تنبيهات متقاربة، فبعد كمون عمل أول، لا يستجيب الليف العصبي خلال مدة زمنية متعلقة بشدة التنبيهات وتسمى هذه المدة فترة الصمود (période réfractaire)، ويفسر هذا بكون قنوات +Na التي تنغلق إثر التنبيه الأول تكون في حالة غير نشطة، ومن ثم لا يمكن أن تنفتح مباشرة بعد تنبيه تال(١).

وتكوّن مجموعة من الألياف العصبية عصب ومن ثم فعدد الألياف المنبهة تتزايد بازدياد شدة التنبيه، فاستقبال منبه ذا شدة قوية يسمح باستجابة الألياف التي عتبتها أكبر وأيضاً الألياف التي لم تكن بالتماس مباشر مع المنبه ومنه تتكون ظاهرة الجمع(٢).

٢- الناقلية العصبية:

تنتقل السيالة العصبية على طول الألياف العصبية، ويشترط في نقل السيالة العصبية عدم تعرض الليف العصبي لنوع من الضغط أو خضوع لتأثير مواد مخدرة، كما تستدعي الناقلية أيضاً وجود سائل خارج خلوي بتركيب مناسب يسمح بإتمام تبادل الأيونات(٣).

تتميز الناقلية بسرعة انتشار السيالة العصبية، فبينت القياسات المحققة على مختلف الألياف العصبية أن سرعة انتقال موجة زوال الاستقطاب تتغير حسب أنماط الألياف وحسب قطرها، وقيمتها تتراوح من ١م/ ثا إلى ١٢٠ م/ثا وهو الشيء الذي ليس له علاقة تماماً مع سرعة التيار الكهربائي فسرعة السيالة العصبية تختلف جذرياً عن سرعة التيار الكهربائي، كما أن سرعة السيالة العصبية تزداد

(1) Chauchard. P- Les science du cerveau – p 98.

(2) Ibid - p 98.

(3) Cambier J & coll - Propédeutique neurologie - p 14.

بازدياد درجة الحرارة وتكون أكبر عند الليف العصبي الذي يحتوي على النخاعين وذو القطر الكبير(١).

تنتقل السيالة العصبية عبر آلية معينة ففي ليف عصبي عديم النخاعين، عندما يولد التنبيه على مستوى نقطة ولتكن (أ) كمون عمل عادي يصبح الغشاء على مستوى هذه النقطة نفوذا وتكون الشحنات السالبة في هذه المنطقة غير متوازن وبذلك فإن الشحنات الموجبة على طرفي النقطة (أ) تعمل على تعويض ذلك، وهذا ما يؤدي إلى توليد تيار محلي. وهذا التيار الذي ينشأ بين المناطق الموجبة خلال الراحة والمنطقة السالبة خلال النشاط سوف ينتشر من نقطة إلى أخرى وتُزيل هذه التيارات المحلية استقطاب المناطق الطرفية للنقطة (أ) حتى العتبة التي سوف تسمح بانفتاح قنوات الصوديوم، وهكذا يتولد على مستوى هذه المناطق مكونات عمل مماثلة للسابقة وتتجدد فيما بعد الظاهرة نفسها(٢).

إن قنوات +NA التي تنغلق تصبح غير نشطة آنيا، وهذا ما يمنع الرجوع إلى الوراء لموجة زوال الاستقطاب، وبهذا يتجدد في كل مرة كمون العمل ويبقى مماثلا لنفسه على طول الليف العصبي(٣). أما في حالة الألياف النخاعينية فإن غمد النخاعين المقاوم للتيار الكهربائي يمنع انتشار هذه التيارات المحلية، فلا يمكن أن تتشكل هذه التيارات سوى على مستوى اختناقات "رانفيه" حيث لا يتواجد غمد النخاعين(٤)، ومن جهة أخرى فإن جميع قنوات + NA تقريبا تتواجد على مستوى اختناقات رانفيه، وبالتالي فالتيارات المحلية تتشكل على مستوى اختناق رانفيه إلى آخره، أي تتم الناقلية على شكل قفزات التي تسمح بانتشار اكبر

(1) Cambier J & coll - Propédeutique neurologie - p 14

(2) Ibid - p 12 et 13 et aussi Buser .P & Imbert - neuro-physiologie fonctionnelle - p 25.

(3) Escalier .J - Biologie - p 45.

(4) Cambier J & coll - Op-Cit - p 14.

للسيالة العصبية مقابلة مع الألياف عديمة النخاعين التي تتم من نقطة معينة إلى أخرى[١] ويكون اتجاه السيالة العصبية من الجسم الخلوي إلى التفرعات النهائية عبر المحور الأسطواني.

٣-النقل المشبكي:

يتم انتقال السيالات العصبية من عصبون إلى آخر، أو من عصبون إلى خلية منفذة على مستوى مناطق تماس خاصة تسمى بالمشابك كما أن للمشابك أنواع[٢]:

أ- المشبك العصبي - العضلي (أو اللوحة المحركة):

يتشكل المشبك بين المحور الأسطواني للعصبون المحرك والذي هو الليف قبل المشبكي، والليف العضلي المخطط الذي هو الليف بعد المشبكي وتتميز النهاية المحورية المغطاة بوساطة خلية شوان ويتواجد على مستواها الميتوكوندري والعديد من حويصلات قطرها حوالي ٤٠ نانومتر تدعى الحويصلات المشبكية. ويكون سطح الليف العضلي منضغطا على شكل ميزابات تحيط بالنهاية العصبية وتبدي العديد من الإنثناءات داخل السيتوبلازم تبلغ حوالي (١ميكرومتر)، وتفصل الأغشية ما قبل مشبكية وما بعد مشبكية بوساطة فراغ يمكن أن يصل في هذه الحالة من ٥٠ إلى ١٠٠ نانومتر عرضا ويدعى بالشق المشبكي[٣].

ب- مشابك عصبية - عصبية:

على مستوى جميع المشابك العصبية العصبية، فإن العنصر قبل المشبكي يتمثل دائما في المحور الأسطواني، والذي يمكن أن يدخل بالتماس مع مختلف مناطق العصبون بعد المشبكي حيث تتمثل هذه المنطقة عادة في زائدة شجرية (مشبك- محور أسطواني - زوائد شجرية) أو الجسم الخلوي (مشبك محور

(1) Chauchard. P- Les science du cerveau – p. 109 et 110.

(2) Cambier J & coll - Propédeutique neurologie - p 14.

(3) Chauchard. P- Les science du cerveau – p 115.

أسطواني- جسم خلوي)، ونادرا ما تتمثل في المحور الأسطواني (مشبك محور أسطواني-محور أسطواني) ينتهي المحور الأسطواني بانتفاخ لا يحتوي على الأنيبيبات الدقيقة، وتتميز هذه النهاية بتواجد العديد من الجسيمات الكوندرية والحويصلات المشبكية، وتفصل الزائدة الشجرية التي هي الليف ما بعد مشبكي عن الليف ما قبل مشبكي بوساطة الشق المشبكي الذي يكون عرضه من ٢٠ إلى ٥٠ نانومتر(١).

تحتوي الأغشية البلازمية ما قبل وما بعد مشبكية على مستوى المشبك مادة كثيفة متصلة بوجهها الموجه نحو الناحية الهيالوبلازمية(٢). ففي نوعي المشبكين إذاً يلاحظ عزل الغشائين ما قبل وما بعد مشبكي، ومن ثم فإنه من غير الممكن لكمون العمل (السيالة العصبية) الذي يصل إلى هذه المنطقة أن ينتقل مباشرة إلى الخلية المجاورة من طريق التيارات المحلية، غير انه ينتقل عبر آلية تسمى النقل عبر الوسائط الكيماوية.

٤- آلية عمل المشبك العصبي العضلي:

إن أغلب النواقل العصبية للسيالات الآتية من المحيط أو المراكز العصبية إلى مستوى المشابك تتمثل في الوسائط الكيميائية المختلفة والتي تؤدي أدواراً مختلفة(٣) كما تسهم في نقل الشوارد إلى الخلية ما بعد المشبكية بتفعيل النواقل

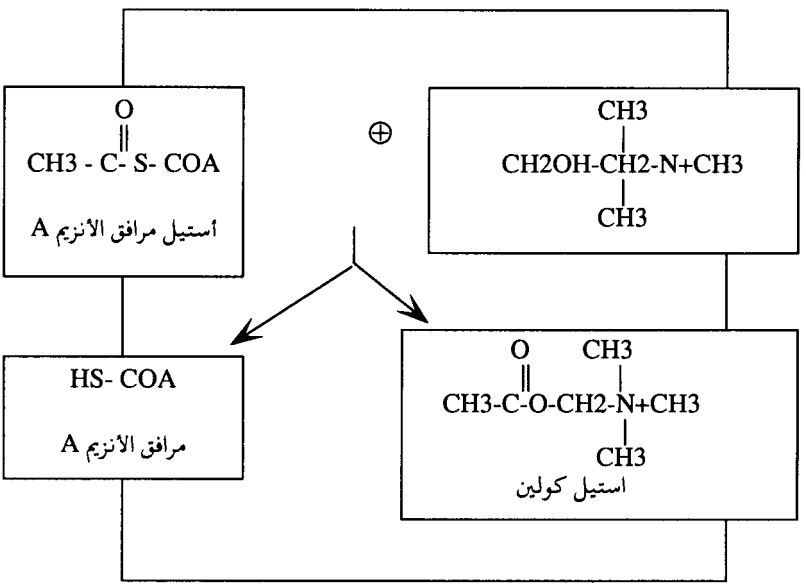
(1) Escalier .J - Biologie - p 50 et 51.

(2) Chauchard .P - Op-Cit - p 120.

(٣) هناك و سائط كيماوية عديدة من أهمها: الأستيل كولين الذي يساعد على إنشاء الحركات العضلية كما أنه يبطئ ضربات القلب والدوبامين وأدرينالين ونورأدرينالين يؤدي إلى وجود حركات معقدة كما يسارع ضربات القلب وتعمل على أن تجعل الإنسان متنبها، وسيروتونين يساعد على النوم وحمض لابيوتريك يؤدي إلى تثبيط الحركات العضلية، وكذلك بعض البيبتدات من نوع " أ " تؤدي إلى الألم وأندروفين والانكيفالين تجعل الإنسان فاقد الإحساس بالألم ينظر :

Cambier J & coll - Propédeutique neurologie - p 18 .

البروتينية الموجودة على مستواها، فبمكن أن نتحدث مثلا عن آلية النقل المشبكي عبر الوسيط الكيماوي "الأستيل كولين" الذي يتدخل في عمل اللوحة والذي يتركب على مستوى العصبون ابتداء من الكولين المتواجد في الدم وأنزيم الأستيل كولين ترانسفيراز والأستيل مرافق أنزيم (A)، وذلك كما يلي[1]:



يفرز الأستيل كولين ترانسفيراز على مستوى أجسام "نيسل" التي تعتبر مجاميع الحويصلات الشبكة الهيولية المحببة، وينتج الأستيل كولين مرافق الأنزيم (A) من الميتوكوندري وتنتقل المواد الضرورية ضمن حويصلات نحو النهاية العصبية حيث يتم تركيب الأستيل كولين الذي يتجمع ضمن الحويصلات المشبكية[2]. يسبب وصول كمون العمل إلى مستوى الغشاء ما قبل مشبكي إلى انفتاح مفاجئ لقنوات أيونات Ca^{++} وبالتالي دخول معتبر لأيونات Ca^{++} إلى مستوى النهاية العصبية وهذا ما يسبب تحرر عدد من جزيئات الوسيط الكيماوي

(1) René Hould - Histologie descriptive et élément de histo-pathologie- p 93.

(2) Escalier .J - Biologie - p 52.

العصبي (الأستيل كولين) وذلك عن طريق الإطراح الخلوي ابتداء من الحويصلات المشبكية. ثم يتم طرد أيونات Ca^{++} خارج العصبون إلى مستوى الشق المشبكي من طريق مضخة Ca^{++}، وباستعمال الطاقة الناتجة من الميتوكوندري تثبت جزيئات الأستيل كولين المتحررة إلى الشق المشبكي على مستقبلات تتمثل في بر وتينات داخلية للغشاء ما بعد مشبكي، ويؤدي هذا التثبيت للأ ستيل كولين إلى تغير شكل المستقبل الذي يكوّن بذلك قناة على جانبي الغشاء حيث تدخل أيونات الصوديوم (Ca^{+}) وتخرج أيونات البوتاسيوم (K^{+}) من خلالها وتدعى هذه القناة بالقناة المرتبطة بالطبيعة الكيميائية(١)، ويؤدي دخول أيونات الصوديوم إلى داخل الخلية العضلية، إلى زوال الاستقطاب للغشاء ما بعد مشبكي حتى حد العتبة اللازمة لانفتاح قنوات Na^{+} المرتبطة بالفولطية فيولد بذلك كمون عضلي حيث ينتشر على طول الليف العضلي مؤديا إلى تقلص الليف العضلي(٢). وتتم إماهة الأستيل كولين المثبت على المستقبلات بعد مشبكية، بفضل أنزيم الأستيل كولين إستراز الذي يتواجد بتراكيز معتبرة على مستوى الشق المشبكي، وتؤدي عملية التثبيط السريعة للأستيل كولين إلى انغلاق قنوات Na^{+} المرتبطة بالطبيعة الكيميائية، فيسترجع بذلك الغشاء بعد مشبكي حالته الأولية، ويتم بعد ذلك إعادة امتصاص الكولين المتحرّر بعد الإماهة على مستوى الغشاء ما قبل المشبكي من طريق نقل فعّال ويمكن بذلك استعماله في تركيب جزيئات جديدة من الأستيل كولين(٣).

٥- آلية عمل المشابك العصبية - العصبية:

لبعض هذه المشابك آليات عمل مماثلة تقريبا لتلك الملاحظة على مستوى

(1) Ibid - p 53 et 54 .même aussi : Buser .P & Imbert - neuro-physiologie fonctionnelle - p 10.

(2) Chauchard. P- Les science du cerveau – p 103 et 104 et Escalier J - Op-Cit -p 55.

(3) Ibid . p 105 et 106. Et Bnser P & Imbert M- neuro-physiologie fonctionnelle - p 10.

اللوحة المحركة لكن مع بعض الاختلافات فيؤدي تحرير الوسيط الكيميائي العصبي (الأستيل كولين) إلى انفتاح قنوات Na^+ المرتبطة بالطبيعة الكيماوية وزوال استقطاب الغشاء ما بعد مشبكي وتدعى هذه المشابك بالمشابك المنبهة وهناك بعض المشابك الأخرى التي تحرر وسائط كيماوية عصبية والتي لا تؤثر على نفاذية أيونات + Na وإنما على نفاذية أيونات CL^-، فيكون تأثيرها على الغشاء بعد المشبكي لا يتمثل في زوال الاستقطاب وإنما في إفراط الاستقطاب وذلك إثر الدخول المعتبر لأيونات CL^- عبر الغشاء بعد المشبكي، وتسمى مثل هذه المشابك بالمشابك الكابحة؛ إذ لا تؤدي أبداً إلى زوال الاستقطاب، ولا يمكن أن تكون مصدراً لكمون عمل[1]، وبما أن كل عصبون موصول من طريق المشابك مع آلاف أو عشرات الآلاف من العصبونات الأخرى فيتلقى هكذا وفي الوقت نفسه العديد من السيالات العصبية المترجمة بعدد الوسائط الكيماوية العصبية نفسها، حيث إن البعض منها منبهة والبعض الأخرى كابحة، وبالتالي فالحصيلة الجبرية لكل هذه التأثيرات هي التي تحدد الكمون بعد المشبكي. فالعصبون إذن يحقق تكاملا حقيقيا لجميع المعلومات التي يستقبلها فإذا كان الناتج الإجمالي عبارة عن زوال استقطاب كاف، فيتولد كمونات عمل على مستوى المحور الأسطواني بتواترات متزايدة بازدياد زوال الاستقطاب المحدث،ثم تنتشر هذه المكونات وإلا يبقى العصبون في حالة راحة[2]، إن المشابك الكيماوية هي أكثر انتشارا والمعروفة أكثر، وتتواجد مشابك أخرى تسمى بالمشابك الكهربائية (synapses électriques) والتي على مستواها تكون آليات النقل مختلفة، وتكون الأغشية قبل المشبكية وبعد المشبكية في هذا النمط من المشابك متلاصقة مع بعضها إلى حد بعيد، مما يسمح

(1) Escalier . J : Op.Cit - p 55.

(2) René Hould - Histologie descriptive et élément de histo-pathologie- p 73 et 74.

بالانتقال المباشر للأيونات من طريق بر وتينات غشائية من خلية إلى أخرى، كما تسمح هذه البنية بالانتشار السريع لكمون العمل بين الخليتين دون تأخر زمني على مستوى المشبك.

بعد أن تصل السيالة العصبية إلى مستوى العضلة فيؤدي ذلك إلى تقلصها وارتخائها وتخضع إلى قانون الكل أو اللاشيء الذي أشرنا إليه سابقا وهذا ما يقودنا إلى التعرف على بنية الخلية العضلية والآلية التي يتم بها التقلص.

٦ ـ تشريح ا لعضلة:

تتكون العضلة من:

أ ـ غلاف ضام: يحيط بالعضلة، يضم بداخله نسيجا ضاما، تمر فيه أعصاب وأوعية دموية يرسل هذا الغلاف إلى داخل العضلة حجبا ضامه تقسم حزماً صغيرة بداخلها ألياف عضلية، ويحيط بكل حزمة غلاف ضام رقيق، وتحتوي كل حزمة على عدد كبير من الألياف العضلية، تكون بحزم متوازية(١).

ب – الليّفات العضلية:

أما الليف العضلي فيتكون من غشاء هيولي رقيق يحيط بالليف العضلي ويحيط بهيولة عضلية، والتي تحتوي أنوية متطاولة عديدة وخضاب عضلي يسمى بالميوقلبين ولييفات عضلية تقع في مركز هيولة الليف العضلي، تظهر منها أقراص نيّرة وأقراص عاتمة تتناوب بانتظام كما أن كل قرص عاتم يجتازه شريط نيّر وينقسم كل قرص صنفين هما غشاء رقيق يدعى بالخط (Z) ومنطقة عاتمة تسمى بالمنطقة (H)، وتقسم الأغشية (Z) كل ليف عضلي إلى قطع منتظمة تعرف بالقطع العضلية وكل قطعة عضلية تتألف من نصف قرص نيّر ومن نصف قرص عاتم على الترتيب. كما أن الأقراص العاتمة تتكون من خيوط ثخينة هي جزيئات بروتينية

(1) Ibid - p 76.

ضخمة تسمى بالميوزين. أما الأقراص النيّرة فتتألف من خيوط رفيعة تسمى بالأكتين وهي جزيئات بروتينية كذلك(١).

أما التقلص العضلي فيتم من خلال عملية يسيطر فيها كل عصبون واحد بتفرعاته النهائية على تقلص عدد من الألياف إذ يتراوح عددها من (١٠٠ إلى ١٨٠٠) لييف عضلي عند الإنسان ويشكل العصبون المحرك مع الألياف العضلية وحدة محركة(٢)، وتتألف كل عضلة من (١٠٠ إلى ٧٠٠) وحدة محركة وأثناء التنبيه تؤدي السيالة العصبية إلى التقلص العضلي الذي يكون سببه انزلاق خيوط الأكتين داخل خيوط الميوزين، فيؤدي ذلك إلى تقلص في طول القطعة العضلية مع نقص في أنصاف أقطار الأقراص النيرة، وأثناء التقلص يلاحظ استهلاك (ATP) الأدينوزين ثلاثي الفسفور إلى (ADP) أدينوزين ثنائي الفسفور وحرق للجليكوز واستهلاك للأكسجين (O2)(٣).

خاتمة:

لما كانت المعرفة الفسيولوجية والعصبية لأسس النشاط اللغوي ذي الأوجه اللسانية المختلفة والذي قادنا إلى الغوص في باطنه العملي وتناسقه الوظيفي انطلاقا من الآليات الاستقبالية ثم المعالجة الدماغية ووصولا إلى أعضاء التنفيذ وقد تبينا بوجه مبسط للعلاقات المعقدة الكائنة بين العمل والأجهزة البيولوجية. فإن أي خلل في الوظائف التي تؤديها الأجهزة أو أي عطب يحصل في الجهاز ذاته سيؤثر في السلوك اللغوي ويبدي مظاهر الاضطرابات اللغوية بأنواعها المختلفة سواء تعلق الأمر بأمراض الكلام أو النطق أو الصوت أو بالأمراض العضوية والعصبية والنفسية، ومن ثم فإن عملية إصلاح الوظيفة وإكسابها للفرد والتي تعيد العمل السوي إلى

(1) René Hould - Histologie descriptive et élément de histo-pathologie- p 77.

(2) Ibid - p 77.

(3) Ibid - p 78.

علاقاته الطبيعية بل قد يدفعها في بعض الممارسات إلى الإبداع لابد أن تراعي هذه الأسس المعرفية سواء ما تعلق منها بدراسة السلوك البشري أو التغيرات الحاصلة في البناءات العضوية العصبية والنفسية للوظيفة اللغوية. ومع ذلك فالأمر ليس سهلا، لأن مشكلة العلاقة بين الاضطراب اللغوي ومسبباته، وبينه وبين طبيعته كان الأشكال المطروح على بساط البحث منذ القرن التاسع عشر إلى الوقت الحاضر وتنازعت فيه رؤى عدة ذات مشارب مختلفة نفسية واجتماعية ولسانية وطبية وعصبية وفلسفية وغيرها.