الباب الأول

المناطق التشريحية للجهاز العصبي وإستجابتها للسموم والملوثات البيئية

المناطق التشريحية للجهاز العصبي

يتكون الجهاز العصبي من :

١-الجهاز العصبي المركزي (Central Nervous System : CNS) :

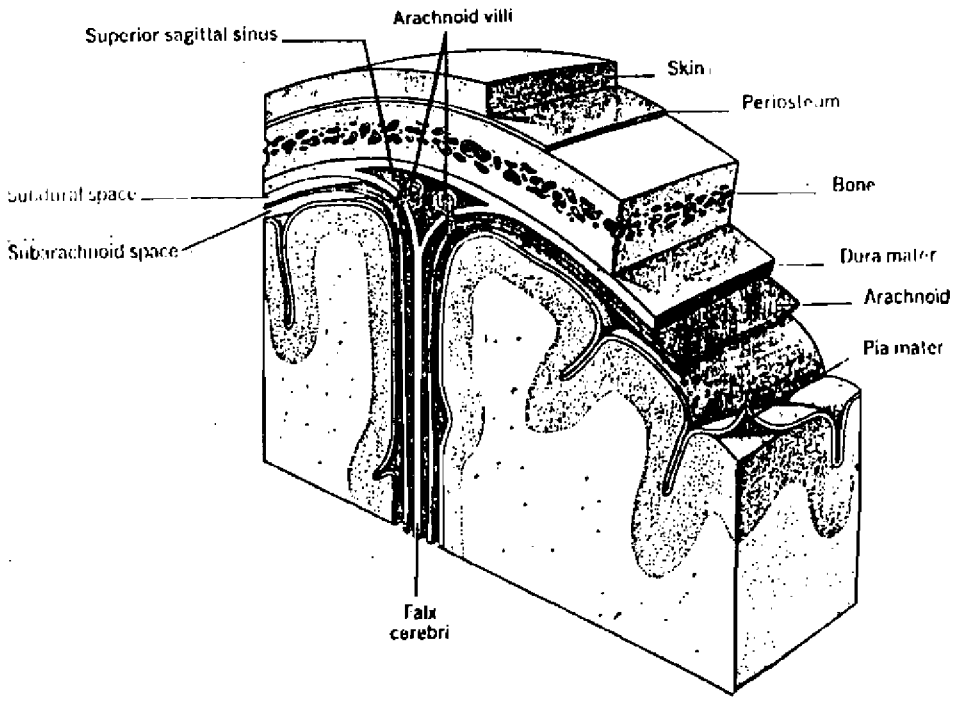
ويتكون من العديد من الخلايا العصبيـــة تتصـــل ببعضـــها بالتفرعـــات الشجيرية (الشبك العصبية) ويتضمن:

١-١-المخ (Brain) :

يتم حماية المخ من الإصابات الميكانيكية و غيرها بواسطة الجمجمـــة (skull :back bone) وبعض الأغشية كالحاجز الدموي المخـــي Blood Brain) (Barrier : BBB في الجهاز العصبي المركزي شكل رقم (١-١) وكذلك الحاجز الدموي العصبي (Blood Nervous Barrier : BNB) بالجهاز العصـــب الطرفـــي حيث تتقارب الخلايا بشدة من بعضها كذلك خلايا الإندوسليال ذات الأوعيـــة الدقيقة (micro pinocytotic) فلا تنفذ الجزيئات الكبـــيرة ولطالمـــا أن نفاذيـــة الأغشية العصبية منخفضة للمواد القطبية والمواد ذات الوزن الجزيئي العـــالي فمن هنا تتمكن فقط المواد الكيميائية الليبوفيلية أن تعـــبر الحـــاجز الدمـــوي المخي وتنفذ لأنسجة المخ هذا بجانب خاصية النفاذية الإختباريـــة Selective) (permeability و التي تسمح للجلوكوز وبعض المواد الغذائية الأساسية بـــأخذها وإخراج نواتج فضلاتها حيث الإمداد الدائم والمستمر للأكسيجين والجلوكـــوز عمليات أساسية للجهاز العصبي المركزي.

ويلاحظ أن الحاجز الدموي المخي غير واضح في كل المناطق حيـــث تتأثر بعض مناطق المخ والغير محمية بالحاجز كمنطقة تحت سرير المـــخ : تحت المهاد :الهيبوثالاماس (Hypothalamus) بالجلوتامات وعدد من تركيبـــات المواد الغريبة (Xenobiotics) كالكيماويات والسموم و الملوثات البيئية .

ومما سبق يتضح أن الجهاز العصبي المركزي أكثر حماية من الجـــهاز العصبي الطرفي وهنا تكون التأثيرات السامة العصبيـــة (Neurotoxic effects) سريعة الظهور والتعبير عن نفسها بالجهاز العصـــبي الطرفي عن الـــجهاز العصبي المركزي كما في حالة مركب (Cytostatic adriamycin) .



شكل رقم (١-١) : رسم تخطيطي يبين الأغشية المحيطة بالمخ

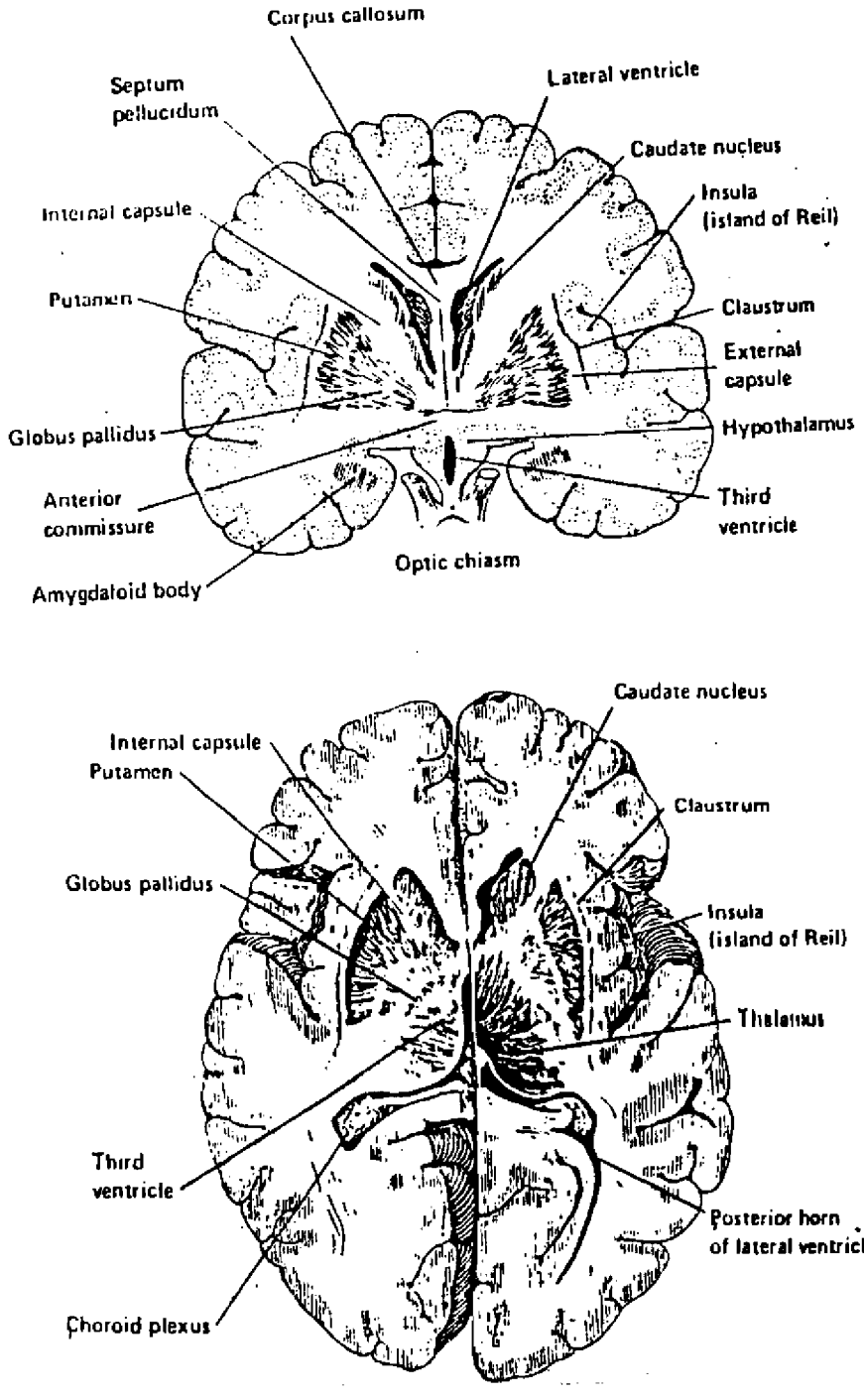
ويوضح الرسم التخطيطي السابق المساحات التخطيطية لـتركيب المـخ ذات السمية الإختيارية حيث يمثل المخ الجزء الأكبر والأعظم من الجـهاز العصبي .

وكما سبق يفترض أن المخ يحاط بعائق إفتراضي وظيفي لحماية المـخ من وصول جزيئات المواد الغريبة له حيث لوحظ أن جزيئات السموم عاليـة التأين (Highly ionized) والقطبية (Polar) لا تتمكن من التخلل والوصول إليـه رغم وصول مثل هذه الجزيئات للعديد من أنسجة أعضاء الجسـم المختلفـة كالكبد والكلى والعضلات . بينما المواد المهدئة و السهلة الذوبان في الدهون (Soluble in lipid) والغير قطبية تصل للمخ بسهوله وكأن هذا العائق الدمـوي المخي غير موجود مما أدى لإجراء الكثير من البحـوث و الدراسـة التـي تناولت تركيبه التشريحي فالغالبية العظمى من الخلايا القليلة النوع المكونة لـه هي خلايا عصبية (Neurons) حيث تتصل كل خلية عصبيـة بـالعديد مـن الخلايا الأخرى و التي تصل بالمئات و تحول دون وصول مثل جزيئات هـذه السموم أو تحد من درجة وصولها للدورة الدموية لفراغ المخ الوسطى .

وباستخدام الميكروسكوب الإليكتروني (Electronic microscope) وتطويـع التقنية الهستوكيميائية (Histochemical technology) أمكن تعليل ذلك بما يلي:

أ- وجود خلايا الجليا (Glia) بالشعيرات الدمويـة المنتشـرة بالعـائق الدموي المخي بحيث يوجد في بطانتها الخلوية زوائد تحجز وتمنـع اقـتراب جزئيات مثل هذه السموم من أماكن عديدة بالمخ بينما الأماكن التي لا توجـد بها خلايا الجليا مثل النتوء الوسطى للمخيخ (Median eminona) وتحت المهاد أو تحت السرير (Hypo thalamus) والبطين الرابع (Postema of 4 Th ventricle) تمر منها جزئيات هذه السموم بسهوله دون أن تحجز ، شكل رقم (١-٢) .

ب- تتصل الشعيرات الدموية المحتوية على خلايا الجليا ببعضـها عـن طريق أنسجة (Zonal occuludents) مكونة حويصلات وتقاطعات محكمة فـي السيتوبلازم تسمح بعبور الجزئيات الصغـيرة الحجـم ولا تسـمح بمـرور جزئيات المواد الغذائية كبيرة الحجم من حيث الوزن الجزيئى وتحتوى



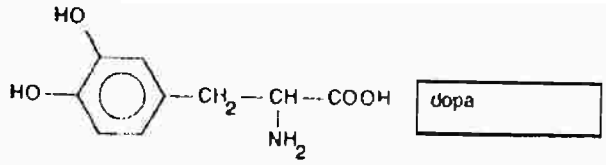
شكل رقم (١-٢) : تخطيط لقطاع رأسي و أفقي في المخ

هذه التقاطعات (الحويصلات) على ثقوب بأغشيتها الخلوية لوحظت أثناء الحالات المرضية للجهاز العصبي كاستسقاء المخ نتيجة تعرضه للكيماويات والمواد السامة و الملوثات البيئية أو المواد المشعة أو لنقص الدم الواصل للمخ حيث تمر منها جزيئات السموم المرتبطة بالجزيئات الكبيرة Macro) (molecules كجزيئات البروتين .

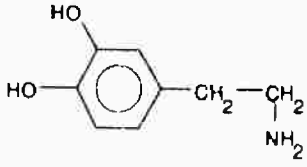
ج- يتكون الفراغ الخارجي بين الغشاء الفاصل بين الخلايا المبطنة والخلايا العصبية من بروتينات مخاطية ليفيه (fibular muco protein) له صفات تمكنه من العمل كمنخل ينظم التدفق الكهرواسموزى (Electro osmotic) للماء و الجزيئات الغذائية وتمنع مرور الجزيئات الأخرى .

د- لا تؤثر المواد السامة المخترقة لأنسجة المخ بنفس الدرجة في كل أنواع الخلايا العصبية الثلاثة لتفاوت درجة حساسيتها مما يعكس الاختلاف الفردي في التركيب الكيميائي للخلايا كذلك الإختلاف الفردي في درجة تغذيتها الدموية .

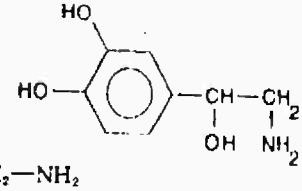
وقد تكون بعض هذه الاختلافات ناتجة عن المتطلبات الوظيفية للخلايا ، فالأحماض الأمنية المنبهة له ربما تسبب ضرر للخلايا العصبية بالمخ عن طريق زيادة التنبيه و الإرهاق الناتج عن زيادة التمثل الغذائي حيث توجد تركيزات عالية في مسارات مختلفة من المخ والمخيخ والتكوين الشبكي والعقد القاعدية والجهاز الليمفاوى من الإيبينفرين (Epinephrine) و السيروتونين (Serotonine) و الأسيتيل كولين (AcetyL choline) و الدوبامين (Dopamine) ولكن مازال التقييم الإختياري ليس بالكفاءة التي تسمح بتعمق البحث في دور المخ ومستوى الأمنيات في الوظائف المتخصصة المختلفة.



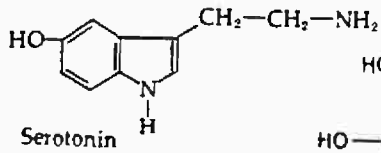
dopa

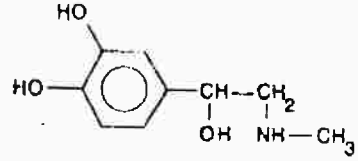


dopamine



norepinephrine





epinephrine

هـ- الخلايا الكبيرة بمنطقة قشرة المخ (Cerebral cortex) و خلايا المنطقة الهرمية (Pyramidal cells) و خلايا بكنجج (Picking cells) بالفص المخي والخلايا الحركية (Motor cells) في القرن البطني (Ventral horn of Spinal cord) للنخاع الشوكي بها نواة كبيرة غير عادية وحمض ديزوكسي نيوكليك (DNA) في شكل إيوكروماتين (المسئول عن التناسخ) عادة ما يكون لها العديد من النويات و التي تشير إلى نشاط ميتابوليزمى عالي في عمليات الهدم والبناء و بالتالي زيادة القابلية لحدوث ضرر ناتج عن نقص أكسيجين أو إنعدامة: أنوكسيا (Anoxia) في حالة النشاط الوظيفي للخلايا كما في الصرع التشنجي (Epileptic convulsions) يدمر هذه الخلايا.

وبصفة عامة فالضرر الذي يصيب واحد أو أكثر من منـــاطق الجــهاز العصبي يتحقق من جراء التعرض للسموم بواسطة :

- سهولة إختراق الخلايا من خلال عوائقها.
- نقص أو إنعدام الأكسيجين الواصل للخلية (Anoxia) سواء نتيجة إختلاف تتدفق الدم أو للإحتياجات الحيوية المختلفة .
- الحساسية الفردية للخلية نتيجة الإختلاف الكيماوي و النوعي و الكمي بمركبات الخلية.

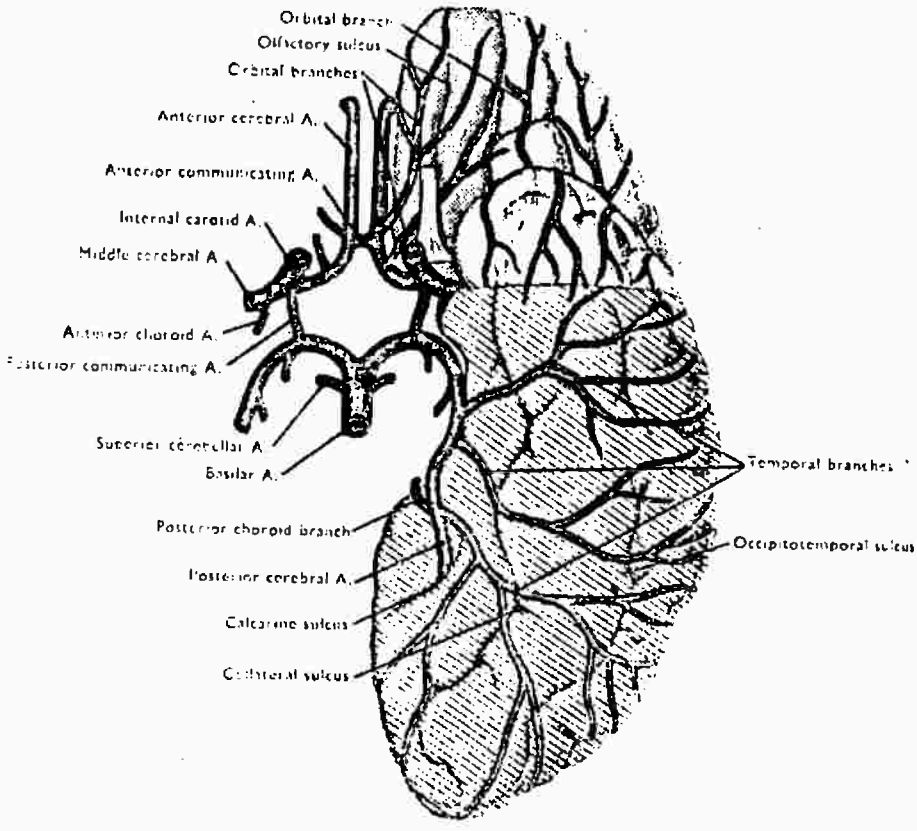
و- الشعيرات الدموية الدقيقة المخية ليست منقبــة (Porous) كمــا بخلايــا الأنسجة الأخرى :

فأنزيم الميكرو بيرأكسيديز(Micro peroxidase) والبـــالغ وزنــة الجزيئــى ١٨٠٠ دالتون ينتقل خلال الأنسجة الأخرى ولا يتمكن من الأنتقـــال خـــلال الشعيرات الدموية للمخ ، شكل رقم (١-٣) .

ومن هنا يمكن القول بأن للمخ آلية أخرى للحصـــول علـــى إحتياجاتـــة الغذائية كالكربوهيدرات والأحماض الأمينية و التي تعتمد على آليـــة انتقـــال دموي خاص بـــالمخ (وســبق شــرحها لانتقـــال الهكســوز و الأحمـــاض الكربوكسيلية و الأمنية و الأمنيات و الأيونات غير العضوية) وعلية تمنـــع دخول الجزيئات القطبية للمخ أو تؤخر دخولها .

وكل هذه الحقائق تشير بأن أغلب السموم و إن لم يكن كلها تستبعد مـــن أنسجة المخ فإنه على الأقل يعاق تلامسها مع الأنسجة الحساسة .

ومن الشيق الغاني (telcological) أن الأنظمة الفســيولوجية الضروريــة للبناء تمتلك مثل هذه الصفات التركيبية الواقية كأغشية المعي بالكائنات الحيــة المتطورة والمشيمة (Placenta) و أغشية المخ والعائق الدموي للمخي .



شكل رقم (١-٣) : التغذية الدموية للمخ

وعلية فلتفهم السمية البيوكيميائية للجهاز العصبي المركزي فمن الضـــروري معرفة متى يمكن لجزيء السم أن يمر خلال هذه العوائق أو متـــى يحـدث تغيير أو تدمير به أو كنتيجة لحوادث ثانوية ، فالعديد من التعميمات قد تعمـل حول هذه الحالات.

والجزيئات الكبيرة كالليبيدات و البروتينات غالبا لا تخـــترق أو تؤخـذ بشدة وبالتبعية سوف يهضم الجســم الـبروتيني بالأنســجة الطرفيـة حتـى بالتركيزات الكافية منها ، أما الجزيئات القطبية فتستبعد طبيعيـــا لان العـــائق الدموي المخي غشاء ذو طبيعة محبة للدهون وبدرجة كبيرة لذا فالمواد الغير

قطبية أو الجزيئات الذائبه في الدهون تتخلل وتنفذ وتصل للمخ بسهولة وتكون جاهزة له ، مقارنة بالجزئيات و الأيونات غير العضوية للزئبق مثلا (In organic mercury) ، فعند إنفراد الزئبق الغير عضوي من مركبات الزئبق العضوية بفعل ميكروبي مثلا ثم يؤخذ (تتناولة) الأسماك عبر السلاسل الغذائية (Food chains) وكما يحدث عرضيا (mina mata) و الذي يلغى وظائف المخ (CNS - Dysfunction) والناتجة عن التغيرات العصبية الدائمة ثم الموت . ولنفس هذه الأسباب فعند تصميم عقار جديد (مركب جديد) فيجب مراعاة شحنة وتركيز أيون الهيدروجين الفسيولوجي للمنطقة التي يعمل فيها و بها هذا الدواء : إختيارية المعاملة والمركب التي تخفض فعلة على الجهاز العصبي المركزي . وقد تمكن أجهزة النقل المتخصصة مرور بعض جزيئات السموم المماثلة لمماكنات تركيبية (Analogous) أخرى لمواد فسيولوجية للمخ بتمر يرها أو تقويتها (By-pass) للحاجز الدموي المخي من خلال الفتحات أو مناطق الضعف (Supra ependymal) .

١-٢-**الحبل الشوكي (Spinal cord) :**

وهو حبل أسطواني طويل يمتد داخل العمود الفقري وتخرج منه إحدى وثلاثون زوجا من الأعصاب الشوكية (spinal nerves) تنقل الرسائل العصبية من المخ لأجزاء الجسم (والعكس يكون عن طريق الألياف المنتشرة به) ومن هنا ينتقل عدد لا نهائي من الرسائل : النبضات : السيالات العصبية (Nerve impulses) العصبية والحركية ، شكل رقم (١-٤) .

ويغلف الحبل العصبي بثلاث أغلفة تقوم بتثبيته في مكانه و توفير الحماية له من الصدمات المفاجئة و هذه الأغلفة من الداخل للخارج :

١. **الأم الحانية (Pia matter)** : وهي الطبقة الداخلية الرقيقة و الملاصقة تماما لسطح المخ في ارتفاعه و انخفاضه و هي غشاء رقيق من نسيج ضام يحيط بالمخ والحبل الشوكي وغنى بالأوعية الدموية .
٢. **الأم العنكبوتية(Arachnoid matter)** : طبقة رقيقة شفافة من نسيج ضام كغلاف وسطي يوجد به سائل مصلي يملأ الفراغ بين الأم الحنون والعنكبوتية يرطب سطحيهما و يسمح بحرية حركة المخ مع غشائيه .
٣. **الأم الجافية:(Dura matter)**: وهي الغشاء الخارجي الصلب وهي نسيج ضام ليفي كثيف محيط بالمخ والنخاع الشوكي .
٤. **المادة الرمادية :(Grey matter)**:وتلي الأم الجافية وتأخذ شكل الفراشة في المقطع العرضي ويوجد بها بروز ظهري بكل جانب (Posterior Grey column) .كما يوجد بها بروز بطني بكل جانب (Anterior Grey column) كما يوجد قرن بطني (Internal horn) تتوسطه قناة مركزية ويحيط بها شريط من ألياف مستعرضة (الوصلة) إحداهما بالجهة الظهرية وتسمى بالوصلة الظهرية (Dorsal commissar) والأخرى بالجهة البطنية وتسمى بالوصلة البطنية (Ventral commissar) يوجد بها أجسام الخلايا العصبية وتخرج منها الزوائد الشجيرية (Dendrite) ويربطها

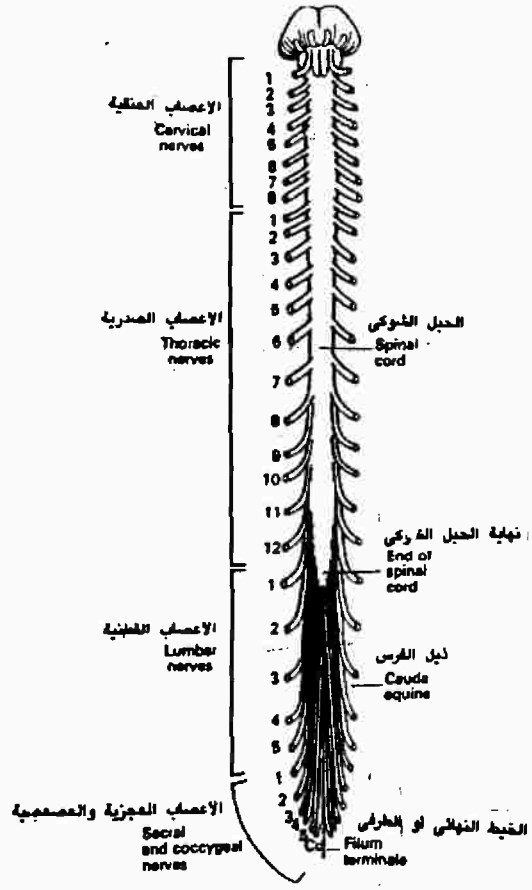
الغراء العصبي (Neuroglia) مثل:

ا- خلايا الأستروسيت الليفية (fiber astrocyte)

ب- خلايا الأستروسيت البروتوبلازمية (Protoplasmic astrocyte)

ج- خلايا الأوليجودندروجليا(Oligodendroglia)

د- خلايا الميكروجليا المغزلية(Micro glia)



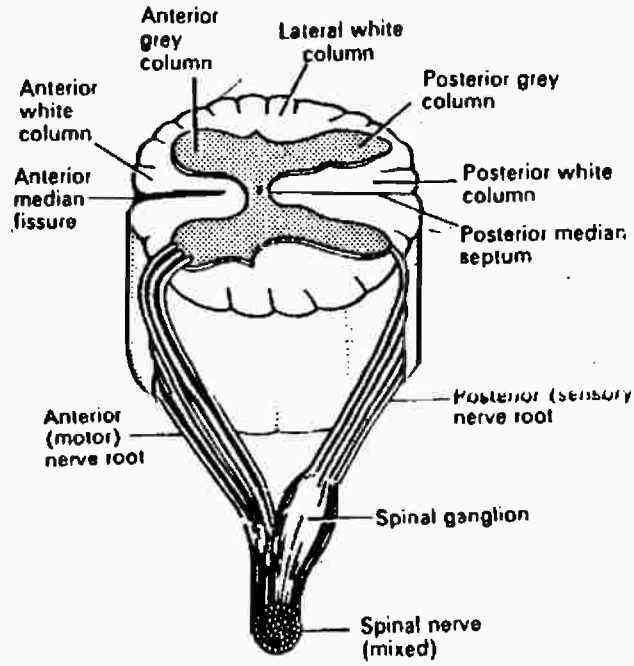
شكل رقم (١-٤):الأعصاب الشوكية وأماكن خروجها من الحبل الشوكي

والجدول التالي رقم (١-١) يبين كلا من الأعراض الناشئة عن تأثر الجهاز العصبي المركزي أو تنبيه الجهاز العصبي: الفعل النيكوتيني (Nicotinic action) لحدوث تثبيط بمناطق الاتصال العصبي العضلي وعقد الجهاز البارا سمبثاوي أو تنبيه المستقبلات المسكرنيه:الفعل المسكريني(Muscarinic action) لحدوث تثبيط بمناطق الاتصال العصبي العضلي البارا سمبثاوي .

جدول رقم (١-١) : الأعراض الناشئة عن الجهاز العصبي المركزي :

أعراض ناشئة عن تأثر الجهاز العصبي المركزي	أعراض ناشئة بالفعل النيكوتيني	أعراض ناشئة بالفعل المسكريني
إثارة زائدة Excitation رجفات Tremors فقد الإحساس No-sense زيادة إفراز العرق Sweating زيادة إفراز اللعاب Salivation انبساط عضلي Muscle relaxation شلل إرخائي Flaccid paralysis (لتأثر الغلاف الميليني للمحور (demyelination)) شلل بالأطراف الأمامية ثم الخلفية مرحلة التمدد Prolongation شلل كامل الموت العلاج: تضاد بالأتروبين	تكتل الألياف العضلية نتش عضلي twitching muscle شلل بالعضلات Muscular paralysis شلل بعضلات التنفس Respiratory muscular paralysis صعوبة بالتنفس(صوت حاد) Wheezing فشل عملية التنفس والموت Respiratory failure لفشل التنفس Death أيونات الماغنسيوم و الأوكسيمات	نشاط زائد بالجهاز الهضمي Hyperactivity of gastrointestinal sys. انبساط العضلة العاصرة بالقناة الهضمية إسهال شديد Diarrhea انبساط عضلات المثانة والبول Oligurea (urination) رؤية غير واضحة(meiosis) لانقباض عضله العين pupillae m.stimulation تدميع Lachrymation هبوط ضربات القلب بعد سرعتها وإنخفاض الضغط لأتساع الأوعية إنقباض القصبة الهوائية وزيادة إفرازها بالأتروبين لتلاشي تأثير الأسيتيل كولين أو بالأزرين

ويبدو قطاع الحبل الشوكي بحالة الطبيعية (قبل التعرض للسموم) كما في الشكل رقم (١-٥) حيث تجويف القناة المركزية(Central canal lumen) منتظم ومحاط بخلايا منتظمة من العقد العصبية(Regulatory scattered ganglionic cells) وعادية (normal tract) . أما بعد التعريض للسموم فتظهر فجوات كبيرة غير منتظمة بجانب تحطيم الغشاء الميليني للنخاع(Demylatic : degeneration of myelin sheath) وتقيم لون أنويه خلايا العقد (Nuclei of ganglia cells) أما السيتوبلازم فهو غير محبب.



شكل رقم (١-٥): قطاع عرضي في الحبل الشوكي و كيفية اتصال المادة الرمادية بالأعصاب

ولبعض مناطق المخ كيميائية حيوية تكون أكثر عرضي للسموم التـــى توجد بالدم بصورة مباشرة وبعض المناطق الأخرى تتـــأثر بصـــورة غـــير مباشرة ناتجة مثلا عن مرض تليف الكبد الكحولـــي (Hepatic elcoholopathy) والذي يبدأ باختلال الخطوة (Ataxia) وتصلـــب العضـــلات (Muscle rigidity) ورعشتها(Tremor) وتغيرات عضلية وعقلية وعدم ثبـــات عـــاطفي(Cmotiory) وضعف الذاكرة (Dementia) لفقد بعض خلايا الأسيتوسيت بـــالعقد العصبيـــة القاعدية والقشرة المخية والمخ ، حيث زيادة شدة المـــرض تـــؤدى لزيـــادة الأمونيا في البلازما لعدة أضعاف ، ومن أمثلة هذه المواد الكيميائية ما يلي:

١-ميثيونين سلفوكسيميك(Methionine sulfoximic) :

حيث تسبب تلف غلاف الميلين وعرقلة تخليق الجلوتامين أنزيميا فيـــؤدى للتسمم بالأمونيا المتراكمة تتدريجيا وبزيادة تراكمـــها تســـبب التشـــنج بعـــد ساعات.

٢-الجلوتامات(Glutamate) :

تقوم تحت المهاد:الهيبوثالامس (Hypothalamic) و التي تقـــوم بوظـــائف لاإرادية و حشوية كتنظيم حرارة الجسم و المحافظة علـــي ثباتـــها و كذلـــك تنظيم مستوي الماء بالجسم من خلال إفرازها لهرمون مضاد لإدرار البـــول (ADH) يحث الكلي علي امتصاص الماء و أيضا تنظيم وزن الجسم اســـتثارة الشهية لتناول الطعام كما أنه ينظم عمل الفص الأمـــامي للغـــدة النخاميـــة و المسيطرة و المتحكمة في عمل كثير من الغدد الأخرى و كذلـــك الـــهرمون القابض للرحم و الغدد الحويصلية الثديية المفرزة للبن . أما ســـيطرته علـــي المراكز السفلية في جذع المخ و المتحكمة في سرعة ضربات القلب و ضغـــط الدم و التنفس و حركة المعدة و الأمعاء و إفرازاتهما الهاضمـــة . و تســـبب إصابة تحت سرير المخ : تحت المهاد تحلل نواة (Geniculata) وانـــهيارها و كذلك تلف في نواة (Cuadate) .

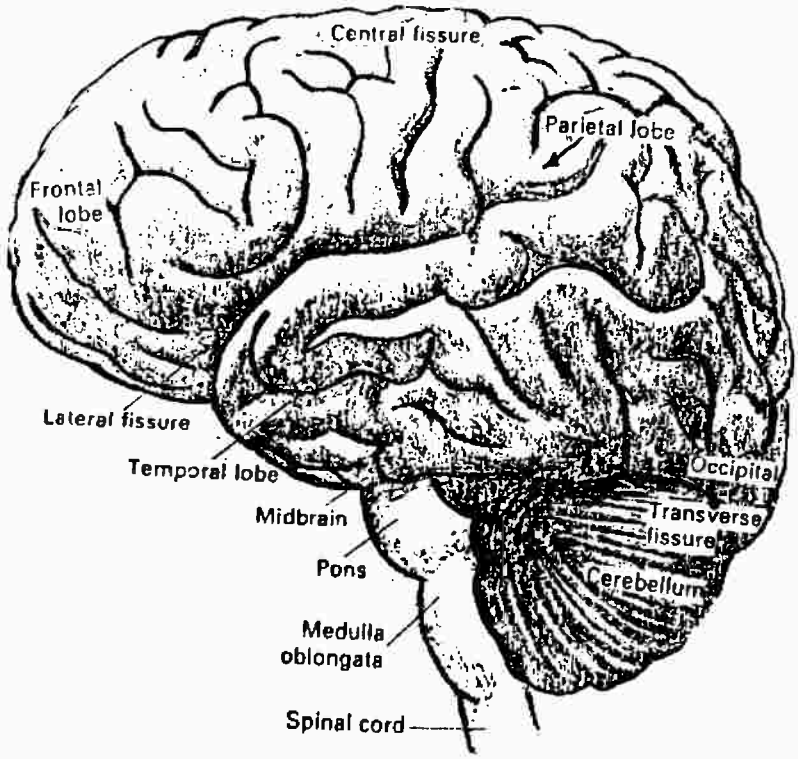
وتكون آلية فعلها (Mode of action) عن طريقة حالة ثابتة مـــن الكهربيـــة السالبة مع نفاذ محتوى الطاقة وعدم التوازن الأيوني و تكون الخلية العصبـــة والزوائد أكثر تأثيرا.

٣-بيريثيامين (Pyrithiamine) :

يسبب نقص الثيامين تلف الجسم الندبى و يصحبه نقص في نشاط إنزيم ترانس كينوليز (Trans kinolase)

٤- مركب الددت (DDT) :

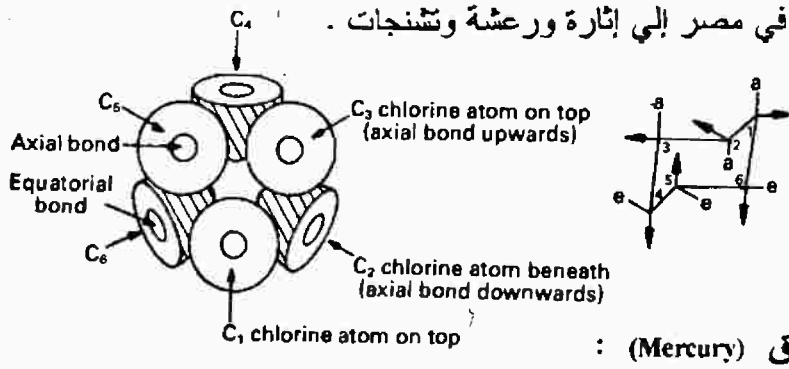
يؤدي التعرض المزمن لمركب الددت إلي ظهور تغيرات في خلايا القرن الأمامي (Anterior horn) والمخيخ (Cerebellum) ، شكل رقم (١-٦) فيظهر بها تغيرات مع فقد خلايا بيركنج (Perking) مما يؤدى لرعشة وعدم توافق عضلي ونتش بالعضلة .



شكل رقم (١-٦) : رسم تخطيطي يوضح تركيب المخ

٥-اللندين (γ-isomer of Hexa Chloro cyclo Hexane : HCH :Lindane) :

يؤدى التعرض إلي مركب اللندين وهو إحدي مركبات السيكلوداينات و كان يسمي بسادس كلوريد البنزين (Benzene Hexa Chloride : BHC) التي أنتشر نطاق استخدامها و لفترة طويلة و بنطاق واسع علي المستوي العالمي وخاصة في مصر إلي إثارة ورعشة وتشنجات .



٦-الزئبق (Mercury) :

يؤدى التعرض المزمن لتغيرات نفسية كما يترسب في كبسولة العين الأمامية مع رعشة خفيفة و اضطراب بالجهاز العصبي اللاإرادى كزيادة اللعاب . ويخترق ميثيل الزئبق المخ ويستقر بخلايا بيركنج والخلايا المحببة بالمخ ويؤدى التسمم لضمور بعض أماكن موضعية بالقشرة (FocaL attrophy) مع اضطراب حسي و اختلال الخطوة (Ataxia) ولعثمة الكلام (Dysarthria) . كما يؤثر على الألياف الحسية اكثر من الألياف الحركية. كذلك يعرقل نفاذية الغشاء حيث يرتبط بمجاميع السلفهيدريل (SH) وهنا تتأثر الخلايا الصغيرة أكثر من الخلايا الكبيرة ربما لكبر نسبة الغشاء السيتوبلازمى .

٧-ثيوجلوكوز الذهب (Gold thioglucose):

يؤدى لتدمير إختياري ببعض مجموعات خلايا الجهاز العصبي المركزي فيظهر الشلل لالتهاب الأعصاب الطرفية ونزع الميلين من خلايا شوان وبالمناطق التي يقل فيها العائق الدموي المخي كما بالفئران الغير مصابة بالسكر مما يوحي بمستقبلات جليكوزيدية في تحت المهاد (Sub-thalamus) و الضروري لترسيب الحديد في النواة مع الأخذ في الاعتبار أنه عقار مستخدم في علاج التهاب المفاصل و الجرعات الصغيرة منه تتركز في الليسوسوم مع تورم المخ و باستمرار التعرض ينتشر خلال القشرة الداخلية بالمخ (Inner cerebral cortex)

٢-الجهاز العصبي الطرفي (Peripheral Nervous system : PNS):

ويتكون الجهاز العصبي الطرفي (المحيطى) من :

٢-١-الأعصاب المخية (Cranial nerves) : و هي أثنى عشرة زوج من الأعصاب و تخرج من السطح السفلي للمخ ، شكل رقم (١-٧) توزع أغلبها في منطقة الرأس و العنق باستثناء العصب العاشر :العصب الحائر (Vagus nerve) و الذي يمتد خلال تجويف الصدر و البطن و هي كما بالترتيب التالي :

١-العصب الشمي (Olfactory nerve) والخاص بحاسة الشم.

٢-العصب البصري (Optic nerve) والخاص بحاسة البصر.

٣-العصب الحركي العيني (Oculomotor nerve) والخاص بحركة العين.

٤-العصب البكري (Trochlear nerve) والخاص بحركة العين.

٥-العصب التوئمي الثلاثي(Tri geminal nerve) والخاص بتغذية جلد الوجه والفم واللسان والأنف والجيوب الأنفية وتغذي الأسنان و عضلات المضغ بأعصاب حسية.

٦-العصب المبعد (Abducent nerve) والخاص بحركة العين.

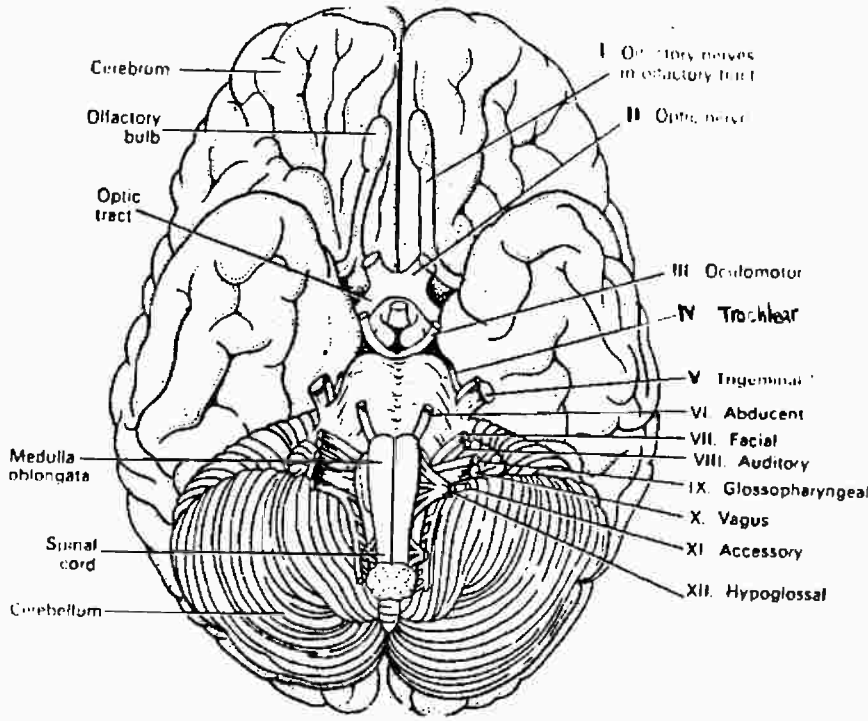
٧-العصب الوجهى (Facial nerve) و المغذي للعضلات الإرادية المتصلة بالوجه للتعبير عن المشاعر وحلمات التذوق بمقدمة اللسان و بعض الغدد اللعابية .

٨-العصب السمعي (Acoustic nerve) ويغذي الأذن الداخلية و يختص بحاسة السمع و الأتزان .

٩-العصب اللساني البلعومي (Glosso pharyngeal nerve) ويغذي حلمات التذوق بالجزء الخلفي من اللسان والغدد اللعابية النكفية وعضلات البلعوم .

١٠-العصب الحائر (Vagus nerve) ويغذي في الصدر: القلب(يقلل سرعة دقات القلب) والشعب الهوائية (يضيق الشعب الهوائية) و المعدة (فينشط حركتها وإفراز عصارتها) و الأمعاء الدقيقة (فينشط حركتها وإفراز عصارتها) و مقدمة القولون وإفراغ العصارة المرارية .

١١-العصب الإضافي (Accessory nerve) و يغذي بعض عضلات العنق .
١٢-العصب تحت اللساني (Hypoglossal nerve) و يغذي عضلات اللسان .



شكل رقم (١-٨) : أماكن خروج الأعصاب المخية من السطح السفلي للمخ

٢-٢-الأعصاب الشوكية (Spinal nerves) :

وهي أحدي و ثلاثون زوجا من الأعصاب و تخرج من الحبل الشـــوكي و هي :

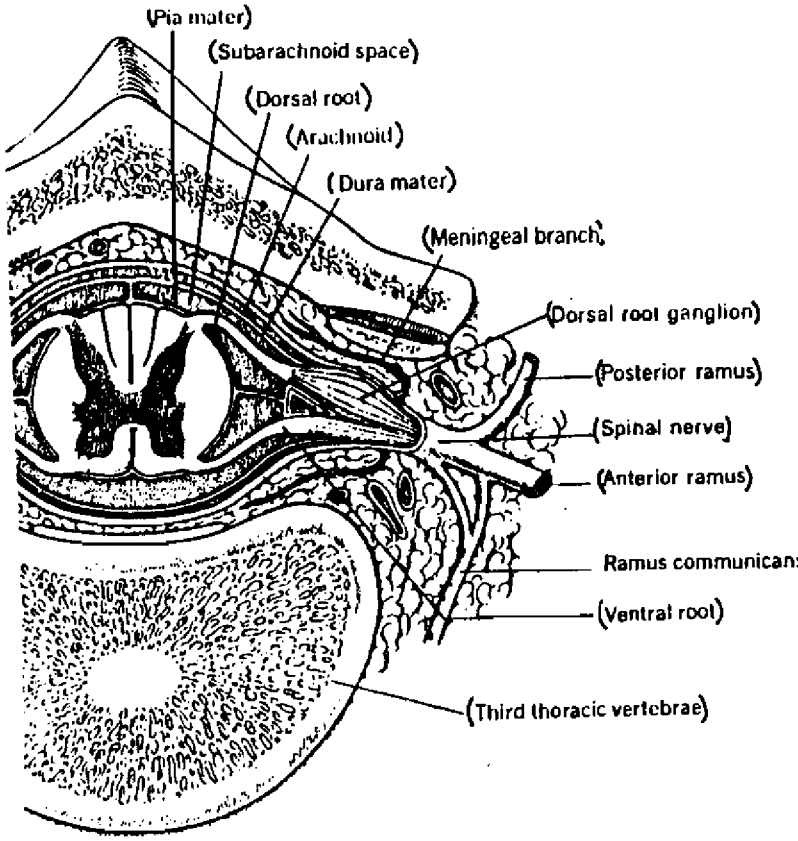
١-الأعصاب العنقية (Cervical nerves) عددها ثمانية أزواج تغذي منطقة العنق
٢-الأعصاب الصدرية (Thoracic nerves) وعددها أثني عشرة زوجا من الأعصاب و تغذي منطقة الصدر .
٣-الأعصاب القطنية (Lumber nerves) و عددها خمسة أزواج من الأعصاب و تغذي المنطقة القطنية.
٤-الأعصاب العجزية (Sacral nerves) و عددها خمسة أزواج من الأعصاب و تغذي المنطقة العجزية .
٥-الأعصاب العصعصية (Coccygeal nerves) وهي زوج واحد من الأعصاب.

وينبثق كل عصب من الأعصاب الشوكية من الحبل الشوكي من جذريـــن وهما ، شكل رقم (١-٨) :

الجذر الأمامي (Anterior root) : و يحتوي علي ألياف عصبية حركية صادرة (Efferent motor) تخرج من الحبل الشوكي .

الجذر الخلفي (Posterior root) : و يحتوي علي ألياف عصبية حسية واردة (Afferent sensory) تدخل إلي الحبل الشوكي و يحتوي الجذر الخلفي علي عقدة عصبية تسمي بالعقدة العصبية الظهرية خلاياها العصبية تمتد منها فروع إلي سطح الجسم أو إلي داخله لتتلامس مع المستقبلات الحسية بينما تمتد فروع منها

لداخل الحبل الشوكي حاملة السيالات العصبية (Nerve impulses) الواردة من المستقبلات الحسية.



شكل رقم (١-٨) : الجذور الأمامية و الخلفية المنبثقة من الحبل الشوكي و العقد العصبية الظهرية

و تتكون خمسة ضفائر عصبية من خلال تلامس فروع أعصاب معينة بالقرب من مناطق معينة وهي ، شكل رقم (١-٩) :

١-الضفيرة العنقية (Cervical plexus) و تغذي مناطق الجلد في الرأس و العنق و الصدر و بعض عضلات العنق و الحجاب الحاجز وتخرج من منبت الذراع .

٢-الضفيرة العضدية (Brachial plexus) و تغذي الذراع و مناطق بالصدر و العنق وتخرج من منبت الذراع .

٣-الضفيرة القطنية (Lumbar plexus) وتغذي الجلد و العضلات السفلي من الجدار الأمامي للبطن و الأعضاء التناسلية الخارجية و بعض عضلات و مناطق الجلد في الساق و تنبت من منبت الساق .

٤-الضفيرة العجزية (Brachial plexus) و تغذي باقي الساق و الأرداف (Buttocks) و الجزء السفلي من الحوض : العجان (Perineum) و تنبت من منبت الساق .

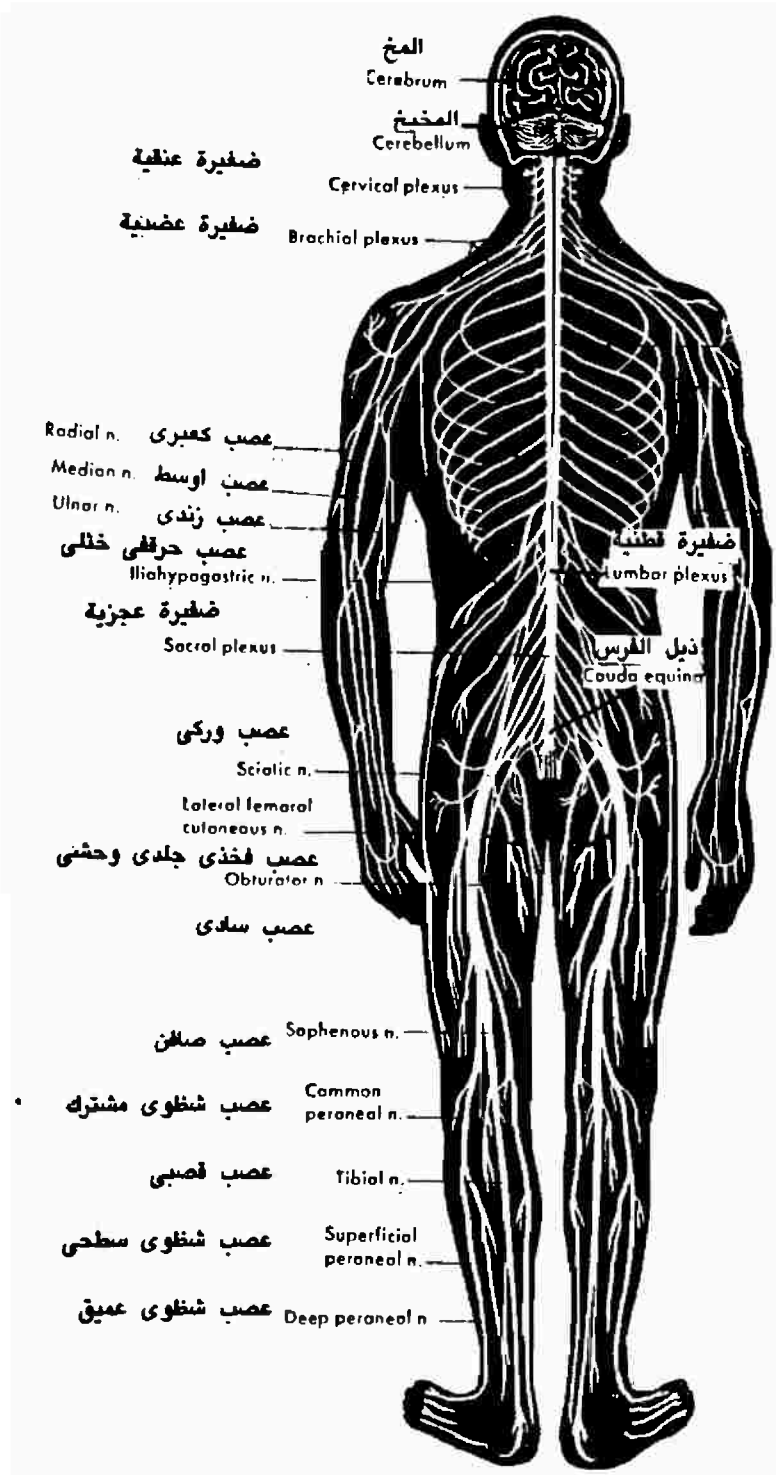
٥-الضفيرة العصعصية (Coccygeal plexus) و تغذي عضلة الرفع الشرجية (Levator ani) و مناطق من جلد العجان .

بينما ينقسم الجهاز العصبي وظيفيا من الناحية الفسيولوجية إلى :

١-جهاز عصبي طرفي إرادي(Somatic Peripheral Nervous System) :

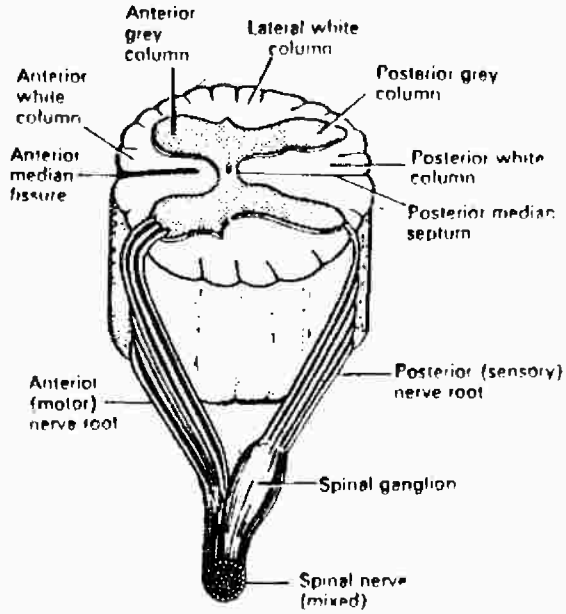
و وظيفته التحكم الحسي و يختص بحركة الكائن و تفاعله مع البيئة المحيطة و أستجابته لمؤثراتها كتحريك أعضاء الجسم أثناء الجري و المشي والكلام و..... طبقا لتفكير ورغبات الإنسان و كما يتراءى له .

ويتكون من أعصاب منشأها خلايا القرن الأمامي المحركة (Motor anterior horn cells) في الحبل الشوكي ، شكل رقم (١-١٠) و تشمل :



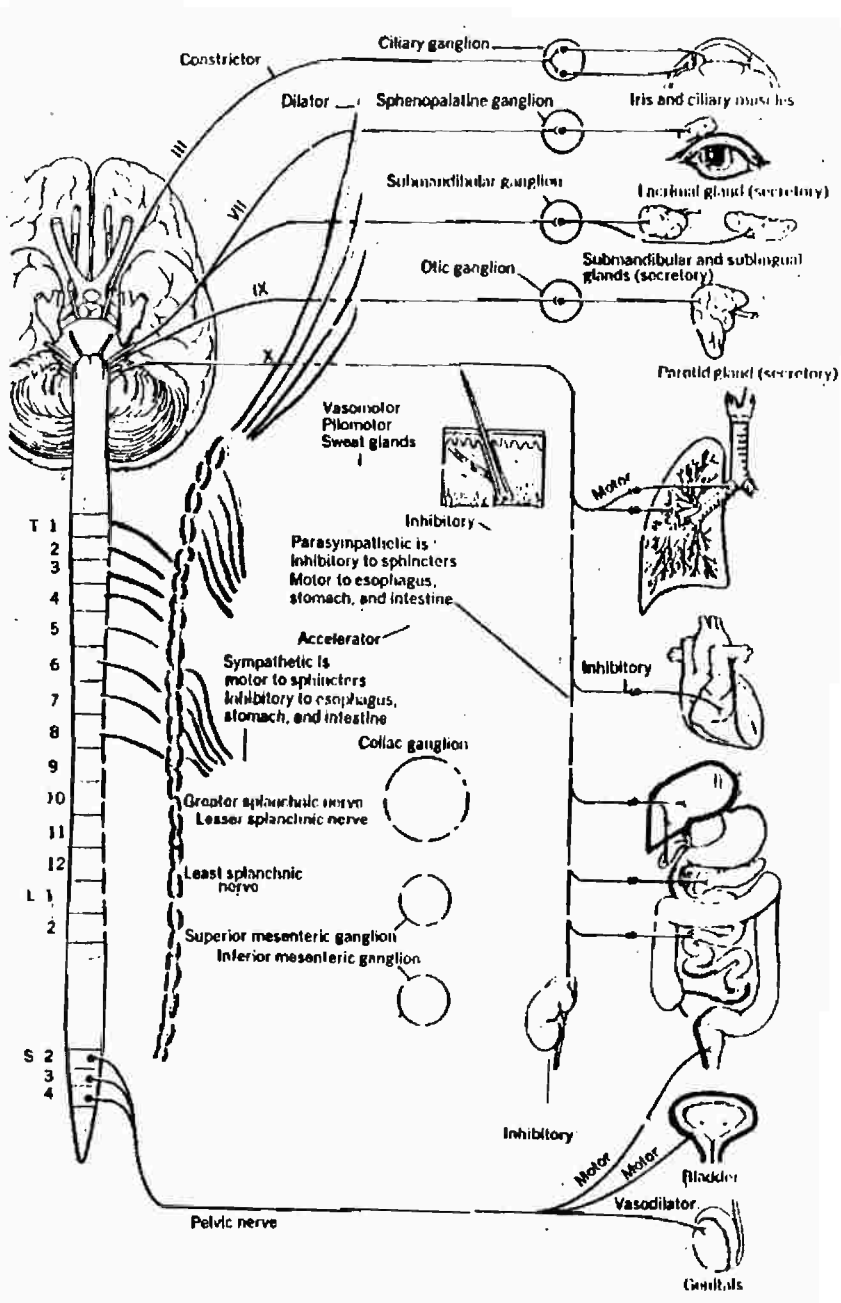
شكل رقم (١-١٠):الضفائر العصبية و المناطق المتغذية بها

- الألياف العصبية المحركة : المصدرة (Efferent nerve cells): و التي تنقل الإستجابة : الأوامر من المخ للغدد والعضلات الإرادية شكل رقم (١-١١)



شكل رقم (١-١٠):منشأ الأعصاب من خلايا القرن الأمامي المحركة بالحبل الشوكي

- لألياف العصبية الحسية : الموردة (Afferent nerve cells): و التي تنقل المعلومات كإحساس الكائن بالمؤثرات الخارجية من أعضاء الحس ونهايات العصب إلى الجهاز المركزي العصبي حيث تتأثر كثيرا بالسموم خاصة السموم البيروثرويدية ومركب الددت لتداخلها في وظيفتها وهو ما يقود لإنقباضات شديدة .



شكل رقم (١-١١) : الوظائف المختلفة والمتحكم فيها الجهاز العصبي الإرادي

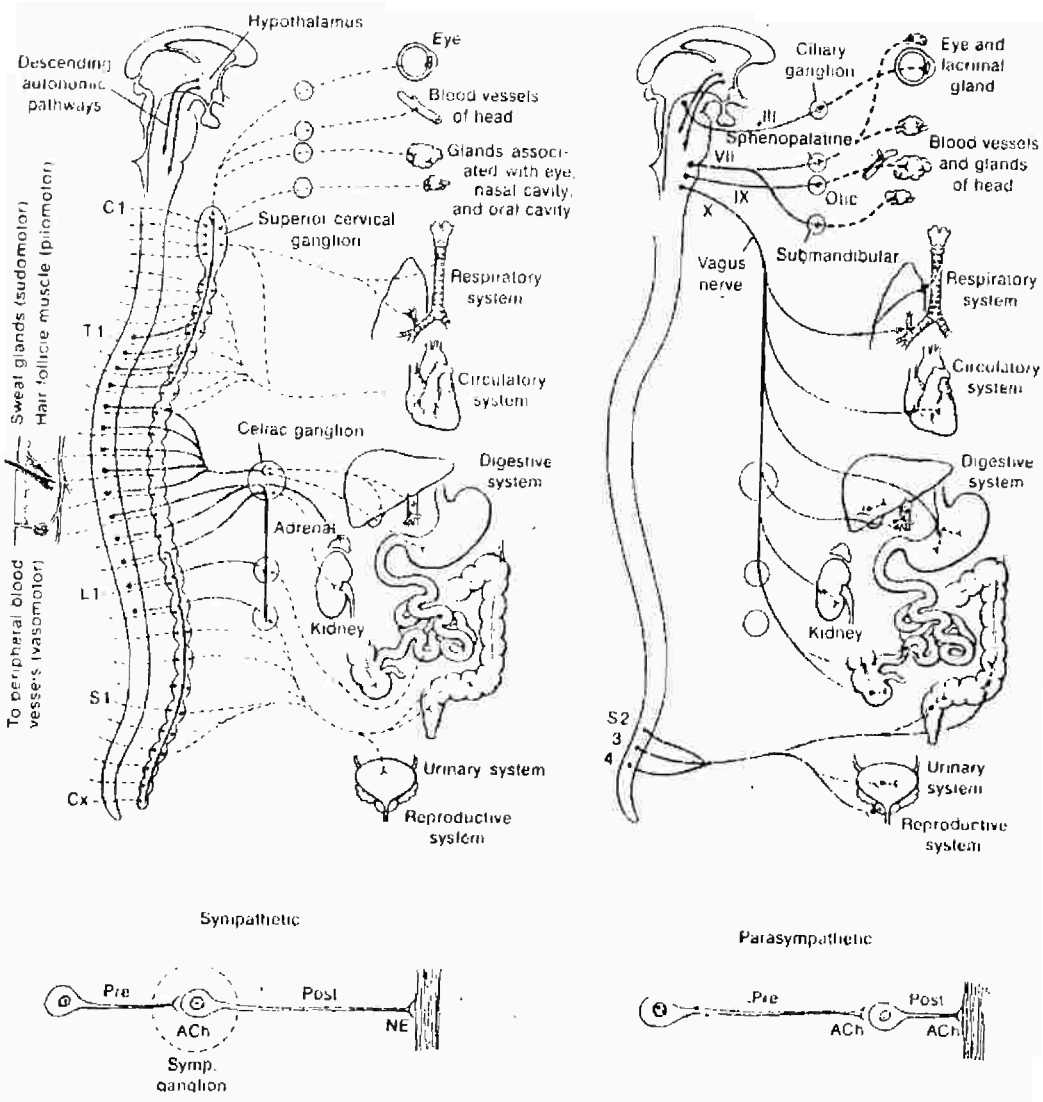
٢-جهاز عصبي طرفي لاإرادي(Autonomic peripheral Nervous System):

و وظيفته تختص بحركة العضلات المتصلة بالأجهزة والأعضاء الداخلية كالقلب والرئتين و الأوعية الدموية والكليتين ، شكل رقم (١-١٢).
و يعمل هذا الجهاز بصورة تلقائية دون تدخل الإرادة فيه و إن تأثر بحالة الإنسان النفسية من أحاسيس و مشاعر حتى لا تستنفذ جزء كبير من طاقته العقلية و جهده الفكري .

وينقسم الجهاز العصبي الطرفي اللاإرادي إلى قسمين حيث يكون فعلهما متضاد لبعضهما وليس في مقدرة الكائن التحكم أو السيطرة عليهما وهما :

٢-١-جهاز عصبي طرفي لاإرادي سمبثاوي(Sympathetic Autonomic P.N.S)

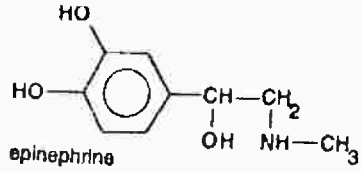
وتخرج خلاياه (neurons) من المناطق الصدرية و القطنية (Lumbar) من الحبل الشوكي .
ويمتاز :
أ- بكبر العقد العصبية المرتبة بسلسلة خارج الجهاز العصبي المركزي .
ب-محاور العقد العصبية الخلفية(Post ganglion axons) طويلة جدا و التي تزيد من سرعة ضربات القلب وتقلل من حركة ونشاط الجهاز الهضمي
ج-مادة التوصيل أو الناقل الكيميائي الوسيط (Chemical mediator) بالشبك العصبة الكولينية(Cholinergic) هو الأسيتيل كولين (Acetyl Choline: A Ch) وذلك عند اتصالها بالغدد العرقية عدا ذلك يكون الوسيط الكيميائي الناقل بالشبك الأدرينالية (Adrenalergic) هو الأدرينالين (Adrenaline) وهو ما يحدث عند إنبساط العين و إنقباض المثانة .

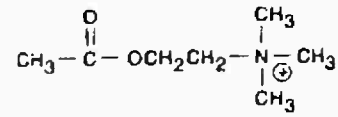


شكل رقم(١-١٢) : الجهاز العصبي الطرفي اللاإرادي (autonomic P.N.S.)

حيث المسارات العصبية البارا سمبثاوية الناشئة من الأقسام المخية و العجزية تكون العقد العصبية (ganglia) قريبه من العضو الذي تغذية.

وصلات الخلايا السمبثاوية خلال العقد بالجذع السمبثاوي تنشا من الأجزاء الصدرية و القطنية بالحبل الشوكي





أسيتيل كولين (Acetyl choline : A.Ch.)

أدرينالين(Adrinaline)

و ينشط الجهاز العصبي الطرفي اللاإرادي السيمبثاوي الأعضاء المتضمنة في العمليات المحتاج إليها لتنفيذ العمل الطبيعي(PhysicaL work) والمعبر عنها بثلاث حروف (f f f : flight :fear :flight) فهي المهام الأساسية له.

والنشاط العصبي السيمبثاوى منعكس فعند تنبيه الوظيفة القلبية مثلا : كرونوتروبي (chronotropy : التردد frequency) وكذلك الاترروبي : (Energy force= Inotropy) و التي تزيد من وظيفة الرئة فتؤدى لزيادة أخذ الأكسيجين و بالتالي تزداد الدورة الدموية خلال العضلات الهيكلية (flight/الطيران flight)

كذلك يؤثر على خفض (depresses) النشاط الهضمي وتنشيط إنفراد الإبينفرين (Epinephrine) من غدة الأدرينال . وبهذه الكيفية فإن الجهاز السمبثاوى يحافظ ويصون الفعل السريع للأستجابات العصبية لتمتد أكثر لأستجابات هرمونية بطيئة ، شكل رقم (١-١٣) .

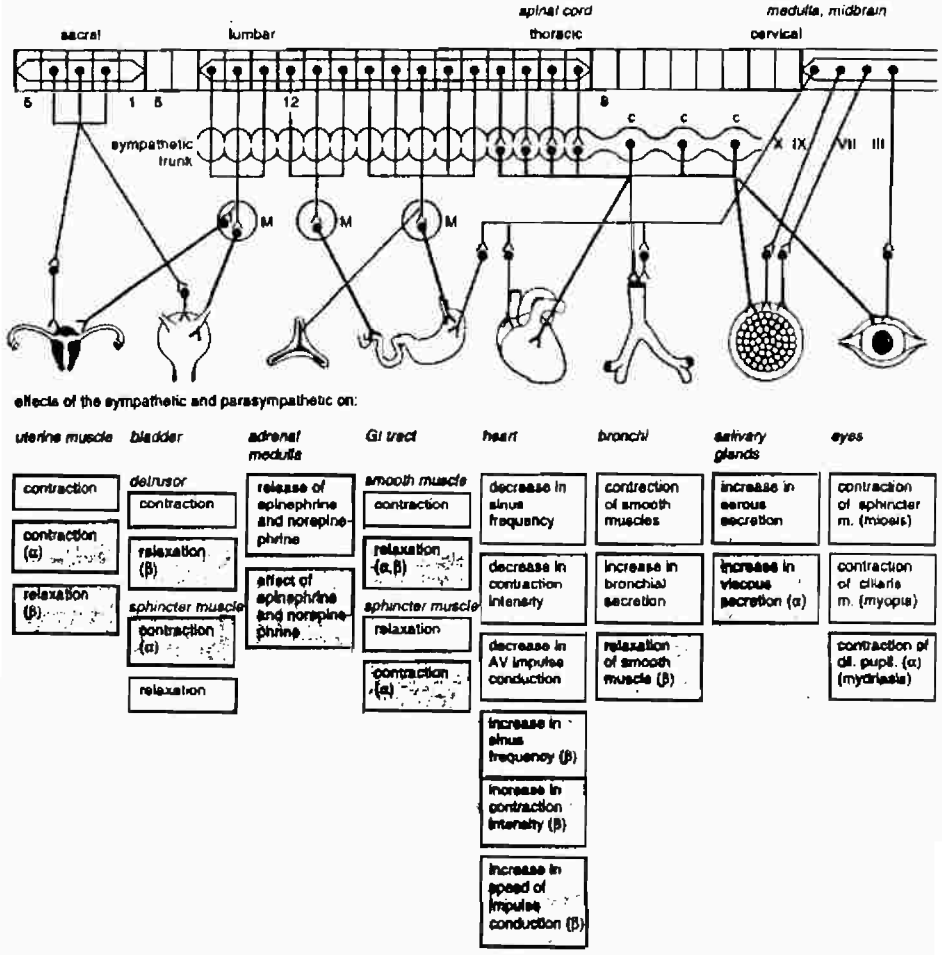
٢-٢- الجهاز العصبي الطرفي اللاإرادى الباراسمبثاوى (Para sympathetic (Autonomic) P.N.S) :

ويظهر من الأقسام المخية و العجزية(Sacral) وهي العقد العصبية الخلفية (Post ganglionic nodes) وهى عقد صغيرة ومبعثرة بأماكن متفرقة من الجسم حيث الأعضاء المختلفة . وتؤدى لسرعة ضربات القلب وزيادة نشاط الجهاز الهضمي و انقباض العين و انبساط المثانة .

ونظام التوصيل بها كولينى (Cholinergic) ومادة التوصيل بها الأسيتيل كولين . ويلعب دورة أساسا خلال فترات الراحة (During rest) عندما تنبه أعضاء الهضم على سبيل المثال . أما التنبيه الزائد له نتيجة التعرض للسموم و الملوثات العصبية(Neuro poisons & toxicant) فتسبب زيادة العرق (Sweating)

وسيولة اللعاب (Salivation) وخفض ضغط الدم .

ويلاحظ أن الاتصالات الكولونية (Cholinergic) بالفقريات ليست متماثلـــة الأستجابة بالنسبة للسموم حيث تختلف من حيث طبيعة المســـتقبل (Receptors nature) فهي إما :



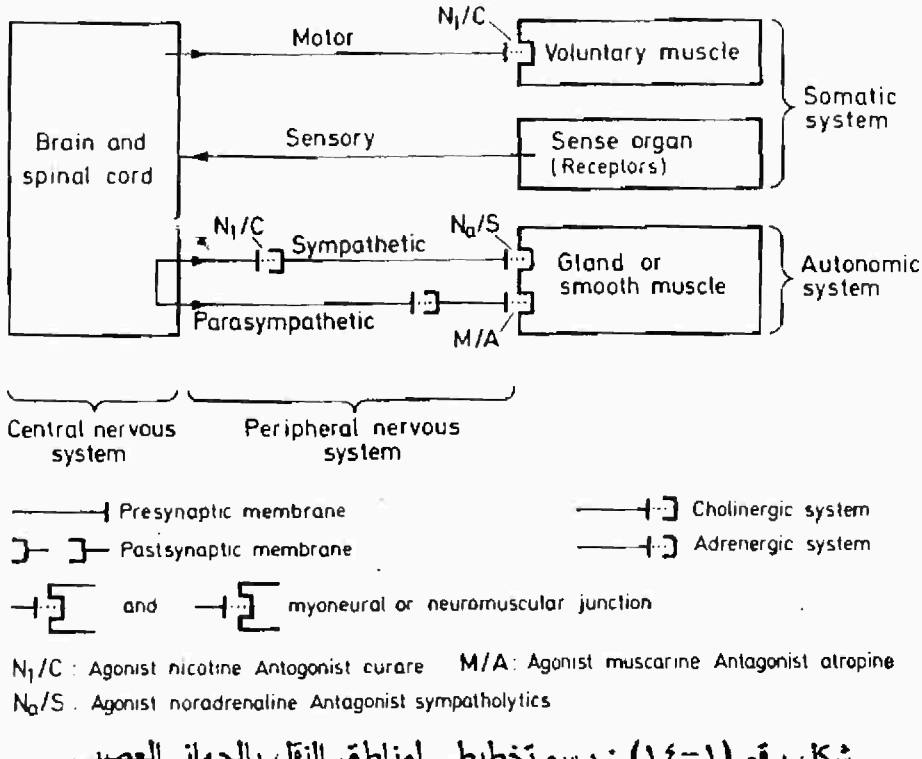
شكل رقم(١-١٣): التأثيرات السيمبثاوية والبارا سيمبثاوية

أ- مواقع كولونية تنبه بالنيكوتين(Nicotine):

مثل الأتصـــالات العصبيـــة العضليـــة والعقـــد الباراســـمبثاوية وتســـمى الأعراض الناتجة عنها بالأعراض النيكوتينية(Nicotinic symptoms) كانقبـــاض العضلات(Muscle convulsions) والشلل (Paralysis) و(Fasciculation)

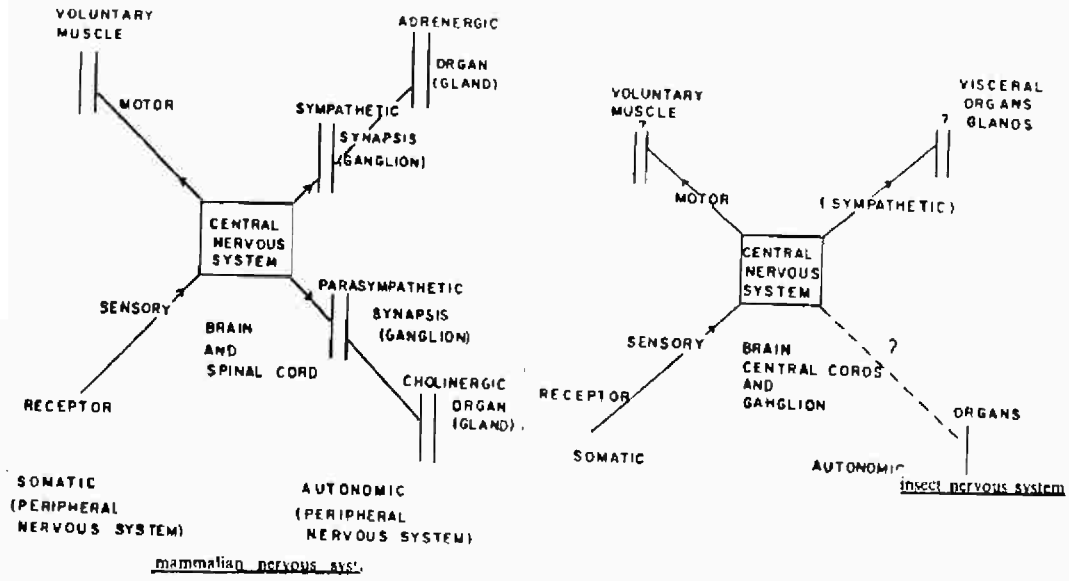
ب- مواقع كولونية تنبهه بالمسكرين (Musscarine) :

مثل الأتصال المصدر العصبي . وتســـمى الأعـــراض الناتجـــة عنـــها بالأعراض المسكر نية (Muscarinic Symptoms) مثل التـــأثير علـــى القلـــب و انقباض حدقة العين (Constriction of pupils : meiosis) والتبول وسيولة اللعـــاب والقيء (Vomiting) و الإسهال (Diarrhea) و زيادة الإفرازات في القناة التنفســية و التقلص الشعبي(Bronchospasm) : الأزما(Asthma) وزرقة :سيانوسيس لنقص الأكسيجين (Cyanosis & oxygen deficiency) .



شكل رقم (١-١٤) : رسم تخطيطي لمناطق النقل بالجهاز العصبي

أما الجهاز العصبي بالحشرات ومفصليات الأرجل فيختلف كثيرا في عدة نقاط . فلا توجد معلومات دقيقة عن الناقل العصبي اللاإرادي بالحشرات والمسمى غالبا ب (Somatogastric) كما لا توجد ايضاحات بأنهما قسمان مقارنة بالثدييات . فالجهاز العصبي المركزي (بالحشرات مثلا) من الناحية الفسيولوجية يتضمن نظام لا إرادي بارا سيمبثاوى من حيث التركيب والانتقال فالمخ يتضمن العقد العصبية التحت مرئية (الصدرية والبطنية و التي قد تكون مندمجة كما في الذباب أو قد تكون منفصلة كما بالصرصار) و لا يوجد نقل كيماوي كوليني بالجهاز العصبي الطرفي كما لا يوجد جهاز لا إرادي (Autonomic system) واضح حيث تتحكم فيه الهرمونات كما لا توجد به عقد عصبيه بالجهاز العصبي الطرفي . كذلك لا توجد مواد كيماوية لنقل الاستجابة المتنوعة بالجهاز العصبي المركزي سوى الأسيتيل كولين ، شكل رقم (١-١٥) .



شكل رقم (١-١٥):تخطيط لمقارنة الجهاز العصبي بالثدييات والحشرات