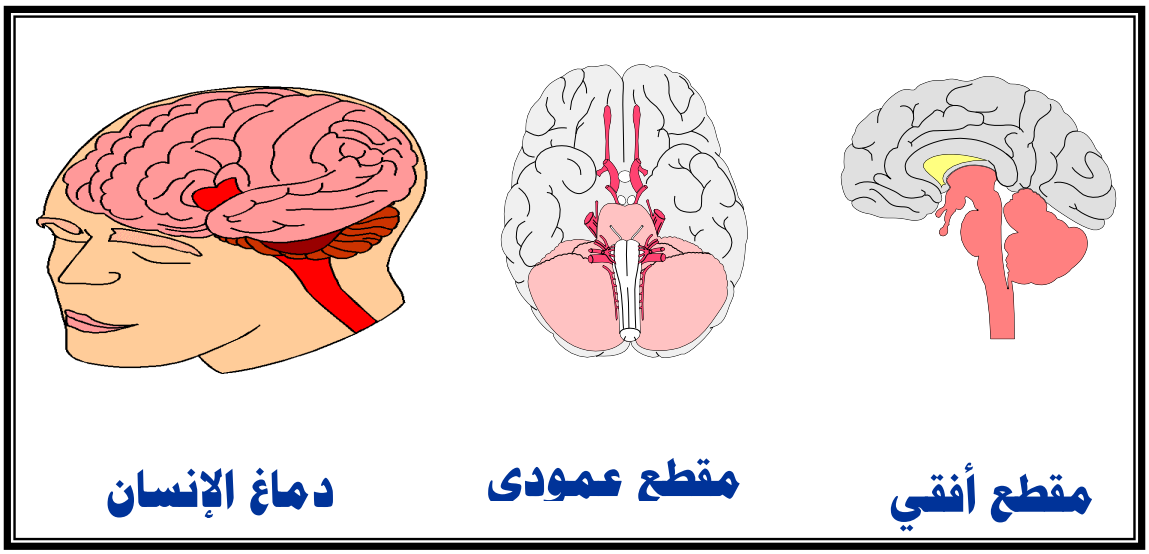
السيادة الدماغية والسيطرة الحركية في التعلم الحركي

السيادة الدماغية Brian Dominance :

إن الجهاز العصبي يسيطر على أجهزة الجسم الحيوية وبفضله يستطيع الإنسان التفاعل مع بيئته الداخلية والخارجية ، أما دماغ الإنسان فانه يستطيع القيام بالوظائف المعقدة كالتفكير والتذكر وغيرها ، حيث يحتفظ دماغ الإنسان بخبرات حياته كلها مهما كانت وفيرة . وتشير البحوث إلى أن الفرد حينما يعالج المعلومات يستخدم طريقه معينه في معالجتها ، كما انه يميل إلى استخدام أسلوب معين في طريقه التعلم والتفكير وقد تكون هذه الطريقة مرتبطة بشكل أو بأخر بأحد نصفي الدماغ أو النصفين معا .

يرجع مفهوم السيادة الدماغية إلى عالم الأعصاب جون جاكسون بفكرته عن الجانب القائد من الدماغ ، ويعد هذا المفهوم الأصل الذي اشتق منه مفهوم السيادة الدماغية ، واستطاع العالم الأمريكي نيد هيرمان بدراسة لتطوير نظريه جديدة عن أليه التفكير في الدماغ وبعدها وضع نظريته الشهيرة (نظريه هيرمان للسيادة الدماغية) ، وأثبت بالبحث أن نصفي الدماغ متماثلان تقريباً بالشكل وفي الوظائف الحيوية الخاصة بالحواس ، أما من ناحية الوظائف النفسية والتفكير والحركة فهما مختلفان عن بعضهما.



الشكل يوضح مقاطع لنصفي الدماغ

الشكل يوضح الفروق في الوظائف لدماغ الإنسان

وظائف نصفي الدماغ في النشاط الرياضي :

إن دماغ الإنسان يتكون من نصفيين كرويين ، النصف الكروي الأيمن والنصف الكروي الأيسر، يحتوي دماغ الإنسان بحدود (٢٠٠) مليون ليف ثفني تربط بين نقاط المخ المتناظرين في النصفين، وأنّ هذا التنظيم ساعد كلا الفصين ليبقيا على اتصال مع بعضهما البعض في المعلومات الواردة ، فضلاً عن ذلك فإنّ أي سيال عصبي مرسل من أحد الفصين إلى العضلات أو الغدد ينتقل إلى الفص الآخر ويبقى الفصان معاً على علم بذلك .

إن نصفي الدماغ متماثلان في الوظائف الحيوية ، فكلاهما يحتوي على مناطق حركية وحسية ومناطق بصرية وسمعيه ، ولكل من هذين النصفين وظائف نفسيه وعقلية مختلفة تماما عن وظائف النصف الأخر ، يتولى النصف الأيسر من الدماغ إدارة الأجزاء اليمنى من الجسم ، أما النصف الأيمن من الدماغ فيتولى إدارة الأجزاء اليسرى من الجسم .

أن النصف الأيسر من دماغ الإنسان يمكن أن يطلق عليه (المحلل/Analyzer) ويستخدم في تعلم المهارات الجديدة وتصحيح الأخطاء وتطوير إستراتيجية المنافسة ، وهو يعمل على إمداد اللاعب بالمعلومات خطوة بخطوة حيث تساعد هذه المعلومات على توجيه جسم الإنسان إلى نوع وتسلسل الحركات المطلوب أداؤها ، ويطلق على النصف الأيمن

(المكمل) ويقوم بالتحكم في الطريقة التي يؤدي بها اللاعب و الترابط بين المفردات المكونة للمهارة في إطار كلّي مركّب ، وفي هذه المرحلة يحتاج الدماغ إلى عملية واحدة بدلاً من سلسلة مركبة من العمليات.

ويمتاز نصفي المخ بتفضيل نصف على آخر إذ يسمى النصف المفضل (السائد) والنصف غير المفضل (غير السائد) ويمتاز النصف الأيسر بأنه سائد لدى (٩٥٪) من الأشخاص .إذ يشترك النصفان الأيمن والأيسر للدماغ في عملية التفكير والتعلم لدى العديد من الأفراد بحيث يسود لديهم ما يعرف بالنمط المتكامل .

أدى زيادة الاهتمام بدراسة وظائف نصفي الدماغ إلى زيادة التركيز على دراسة أنماط التعلم والتفكير لدى الصغار والكبار على حد سواء ، ونتج عن هذا الاهتمام اتجاهات جديدة في مجال التعلم يعرف بالتعلم المستند إلى الدماغ ((Brain Based Learning) والذي يؤكد أنماط التعلم الثلاثة (الأيسر والأيمن والمتكامل) .

يستند التعلم الدماغي إلى حقيقة مفادها إن لكل إنسان دماغا فريدا من نوعه ، وهو قادر على التعلم والاكتساب إذا توافرت له الظروف المناسبة ، وتزداد قدراته على التعلم بإثارة خلاياه العصبية وتنشيطها على تشكيل اكبر عدد من الوصلات العصبية مع الخلايا العصبية الأخرى ، فالدماغ يمتاز بالقدرة التكيفيه مع المواقف المختلفة ، وهو نظام تكيفي معقد وفريد قادر على معالجه أكثر من مهمة بشكل متوازٍ، ويؤكد التعلم المستند إلى الدماغ على إن التباين بين الأفراد في أنماط التعلم والتفكير يرجع إلى اعتمادهم على احد نصفي الدماغ في استقبال المعلومات ومعالجتها ، وان الفرد يستطيع التعلم بصورة أفضل عندما يشترك كلا نصفي الدماغ في معالجه المعلومات وتخزينها واسترجاعها. واستطاع عدد من العلماء كأمثال تورانس وزملائه من بناء مقياس يمكن من خلاله تصنيف الأفراد بالاعتماد على أنماط التعلم الآتية:

أولا – نمط التعلم المرتبط بالنصف الأيسر من الدماغ :

في هذا النمط من التعلم يمتاز الأفراد بالميل إلى المعالجة التحليلية المنطقية للمعلومات اللفظية والرقمية وتفضيل الأعمال المخطط لها جيداً، حيث يعملون على ترتيب الأفكار في صورة خطيه من اجل عمل الاستنتاجات وإصدار الأحكام وحل المشاكل ، فهم جيدون في تذكر الأسماء وإدراك المعاني والاستجابة للتعليمات اللفظية بشكل اكبر من الاستجابة للتعليمات البصرية والحركية ، ويستطيعون التعبير عن انفعالاتهم وضبطها والتحكم بها ، كما إنهم يفضلون التعامل مع مشكله واحدة في أن واحد .

ثانيا – نمط التعلم المرتبط بالنصف الأيمن من الدماغ :

يمتاز أفراد هذا النمط بالقدرة على انجاز العمليات غير المتعلقة بالكلام وتشمل القدرة على تحديد الاتجاهات والتحرك في الحيز المكاني وإدراك العلاقات المكانية ، كما إنهم جيدون في القدرات الموسيقية والإدراك المتعلق بالحدس وتذكر الوجوه والاستجابة للتعليمات البصرية والحركية والتعبير عن انفعالاتهم بشكل صريح .

ثالثا – نمط التعلم المتكامل :

يمتاز أفراد هذا النمط بقدرتهم على استخدام نصفي الدماغ الأيمن والأيسر معا في التعلم والتفكير ، فهم يمتازون بالتساوي في استخدام النصفين في تنفيذ المهمات العقلية ، مما يعني إنهم يمتازون بالخصائص والقدرات التي توجد لدى الأفراد من مستخدمي النمط الأيسر والأيمن .

التدريبات المتناظرة ونصفي الدماغ في الرياضة:

اخذ موضوع التعلم بين نصفي الدماغ اهتمام واسع وكبير من قبل المختصين لما له من دور فاعل ومهم في عملية التعلم ، وأن نصفي الدماغ من أهم الأجزاء المرتبطة بالتدريبات المتناظرة ، إذ أشارت مجموعة من البحوث إلى أهمية العمل على تطوير مهارات نصفي الدماغ لتحقيق التكامل ، وفي الوقت نفسه أوضحت الاختلاف الواضح بين كل نصف على حدة ، كما أن التعرف على نصفي الدماغ يمد اللاعب والمدرب بالمعلومات النافعة عن الطرق المختلفة التي يؤثر بها العقل على الأداء الرياضي ، أن تدريب أي جزء من الجسم وتعليمه لأداء حركي معين سوف يزيد من قابلية الأداء في الجزء الآخر من الجسم ، مثلاً تعلم الكتابة باليد اليمنى سوف يزيد قابلية الأداء على الكتابة باليد اليسرى حتى وإن لم يكن هناك أي تدريب مسبق، حيث تسمى هذه الظاهرة (التربية المتقاطعة)، كما أنّ التدريب والتمرين على أداء حركة معينة يحسن أداء الحركة بكل أجزاء الجسم ، حيث يستعمل المتعلم النمط الحركي نفسه أو الشكل الحركي ، وفي محاولة لتعليم بعض الأفراد الكتابة باليد غير المفضلة فقد أوضح (ثورندايك) بأن البالغ عندما يكتب باليد غير المفضلة فإنه يتكيف بالكفاءة نفسها التي يكتب بها طفل عمره ثمان سنوات وقد أمضى سنتان بالتدريب على الكتابة ، وقد أكدت اغلب المصادر على إنّ التمرين المحصور بمجموعة عضلية واحدة يحسن أداء المجاميع العضلية في الجهة المقابلة للجسم ، وذلك يقترب مما أشار إليه (ستاروستا) ، في أن حركات الإنسان مكيفة مع اليد المفضلة وإنّ الفاعلية في الأداء تنتقل أو تتحول من طرف إلى طرف. إن اغلب الدراسات التي أكدت على دور نصفي الدماغ في عملية التعلم استندت على الحقائق الآتية:

- ستروبلر ، لاعب كرة اليد الأعسر في الدوري السويدي (١٥ سنة) الذي بدأ استخدام اليد اليمنى ليتماشى مع زملائه ، لكنه تقدم وتحسّن إذ كان أداؤه على الجانبين متساوياً بالكفاءة ، إن هذه الحالة أعطته فرصة في حرية الحركة والرمي على الجانبين ، حتى أصبح أخطر لاعب .
- داتا ، لاعبة التنس اليابانية ، التي اضطرّت إلى التدريب باستخدام اليد غير المفضلة نتيجة ضغوط العائلة والمجتمع ، ولكنها في بعض الأوقات الحرجة وخلال المنافسة تعود لاستخدام اليد المفضلة ، مما ساعدها على تحقيق النجاح فأصبحت من أفضل ست لاعبات في العالم .
- كروبا ، لاعب أعسر أظهر تكيُّفاً معقداً في فاعلية كرة المنضدة ، فهو من أحسن اللاعبين في هذا النمط من الألعاب مسجلاً أعظم إنجازاته عندما استخدم اليد اليمنى، فهو لم يرغب في تغيير واستخدام اليد المفضلة ولكن نتيجة المصادفة التي أرغمته على العمل العكسي عند الطفولة ، وهذا التكيف أثر وعزز نتائجه التي أوصلته إلى المستويات العليا .
- وأخيراً يوضح الربط بين الطرف العلوي والسفلي لبطلة أوربا بالرقص على الجليد، التي توقف تطورها نتيجة عدم القدرة على الدوران والتوافق لمرات متكررة ، ولكن بفضل مدربها الجديد الذي أرغمها على الدوران إلى الجهة الغير مفضلة (المعاكسة) بالنسبة لحركتها حتى تمكّنت من تطوير قدرتها على الدوران إلى الجانبين ، وإن هذه الحقيقة تؤكد أن حركات الإنسان مكيفة مع اليد المفضلة والفاعلية العالية بالأداء للطرف العلوي تتحول إلى الطرف السفلي .

ونحن نرى بان موضوع التدريبات المتناظرة من المواضيع الحديثة التي أصبحت متداولة بين عدد من الباحثين والمدربين لما لها من أهميه كبيرة ومؤثرة في الجانب العملي ، حيث تساعد المتعلم و اللاعب على خزن اكبر عدد من البرامج الحركية ولمواقف متنوعة من حالات اللعب الحقيقية ، كما إنها تساعد في الضغط على البرنامج الحركي من خلال استخدام الطرف غير المفضل للمحاولة في تغيير ظروف الأداء من خلال استخدام باراميترات مختلفة (تنوع في المسافة والسرعة والقوة وطريقه الأداء) ، وهذا يخدم البرنامج الحركي العام للمهارة . كما إن استخدام التدريبات المتناظرة مع المستويات العليا يكون ذا فائدة كبيرة لأنهم استطاعوا بناء برنامج حركي وهنا نحاول باستخدام التدريبات المتناظرة الضغط على هذا البرنامج لزيادة الخبرة وتوفير قاعدة عريضة من الاستجابات التي من الممكن أن يحتاجها اللاعب أثناء المنافسة.

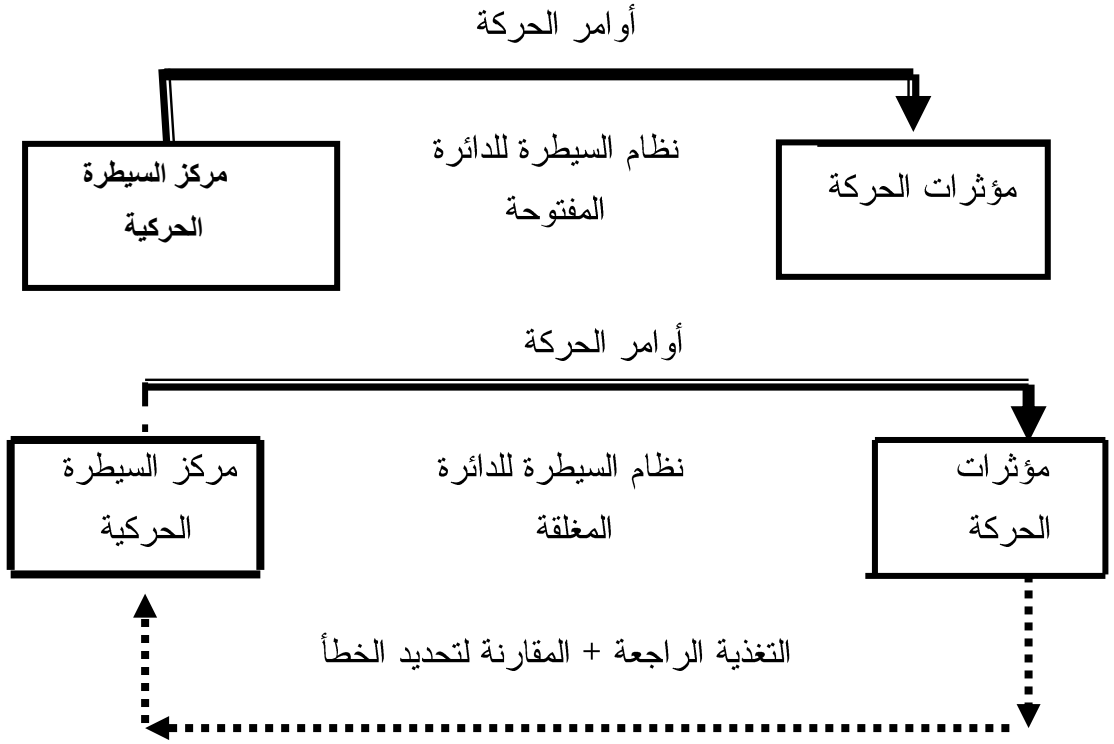
السيطرة الحركية motor control :

إن عملية انتقال الأوامر العصبية المعقدة والكثيرة والتي تحدد حسب نوع وتعقيد الاستجابة الحركية من الدماغ إلى العضلات وعملية التحكم بها قبل الأداء الحركي وفي أثنائه وبعده ، هي عملية تحتاج إلى الكثير من الإيضاحات . فالسيطرة الحركية هي تنظيم العمل على أساس الانسجام والتوافق بين عمل الجهاز العصبي المركزي وعمل الجهاز العصبي المحيطي للتحكم بقدرات الجسم لإنتاج الحركة ، وتتم السيطرة في البرنامج الحركي بأن تنظم القشرة الدماغية البرنامج الحركي بواسطة طرق هرمية تدخل في قاع بناء الدماغ تؤدي إلى إعطاء إشارات للعضلات الهيكلية بعد إعطاء الحوافز الحركية الذاهبة إلى النخاع الشوكي ومنه إلى العضلات وعلى هذا الأساس فإنّ المعلومات ترسل إلى الموقع المستهدف من قشرة الدماغ للاتحاد مع معلومات أخرى أو لإعطاء الأمر للعضلات المناسبة للتحرك .

وتعرف انظمه السيطرة الحركية بأنها مجموعه من الأوامر المنظمة والمركبة التي تعطى إلى العضلات من قبل الدماغ للإشارة بتنفيذ الواجب الحركي بطريقه فعاله ومؤثرة . وأكدت اغلب المصادر بوجود نظريتين لتفسير السيطرة الحركية هما نظرية الدوائر المغلقة ونظرية الدوائر المفتوحة ، ومن خلال النظر إلى الشكل أدناه نلاحظ إن كلا النظامين يمتلك مركزاً للسيطرة الحركية وظيفته إصدار الأوامر الحركية إلى المؤثرات والتي تعني عند الإنسان العضلات والمفاصل التي تنتج الحركة المرغوب فيها . وكلا أنظمة السيطرة تتضمن أوامر حركية تصدر من مركز السيطرة وتذهب إلى المؤثرات . ويضيف شمت إن دائرة السيطرة المفتوحة تفتقد إلى التغذية الراجعة والى نظام المقارنة الميكانيكية لغرض تحديد الخطأ .

ان نظام الدائرة المغلقة مناسب لتفسير السيطرة الحركية للحركات والمهارات البطيئة حيث يوجد الوقت الكافي لعملية التصحيح للأخطاء التي من الممكن أن تحدث أثناء الأداء وهذا نتيجة لثبات البيئة التي تؤدى فيها المهارة في حين إن نظام الدائرة المفتوحة مناسب لتفسير السيطرة الحركية للحركات والمهارات السريعة والتي تعتمد على التهيئة المسبقة للبرنامج الحركي ، كما إن عدم توافر الوقت الكافي لوصول التغذية الراجعة إلى مركز

السيطرة الحركية وتعديل الاستجابة نظراً للمواقف الحرجة في أثناء التصرف الحركـــي ممـــا يكون التعديل للاستجابات الخاطئة بعد الأداء مباشرةً.



شكل يوضح عمل انظمه السيطرة الحركية

وذكر عدد من العلماء بأن اندماج كلا النظريتين معاً ليقدما نظرية شاملة تشرح التحكم الحركي على أساس نوع الحركة المؤداة ، والطريقة الوحيدة التي يمكن بها إن نفكر بموقـــف للتحكم المزدوج هو أن نربط نوع التحكم بمرحلة التعلم للمهارة المؤداة ، والسبب هـــو انـــه خلال المرحلة المبكرة لاكتساب المهارة والمسماة (بمرحلة المعرفة) (Cognitive phase) كما أشار أليها(Fitts and Posner) ، أن الحركات المتضمنة فـــي هـــذه المرحلـــة مـــن المراحل الحركية تميل إلى انتمائها إلى الدائرة المغلقة للتحكم ، أما عندما يكتسب الفرد مهارة عاليه وذلك في المراحل الأخيرة لتعلم المهارة فأن أداء الحركات والمهارات تقع تحت تحكـــم نظام الدائرة المفتوحة ، وكذلك وضحت التجارب إن تحكم الفرد المتزايد في المهارة يجعلـــه ينتقل من نظام الدائرة المغلقة إلى نظام آخر ينتمي أكثر إلى نظام الدائرة المفتوحة.

التباين والاختلاف بين نظام الدائرة المغلقة ونظام الدائرة المفتوحة :

١- إن نظام السيطرة الحركية في الدائرة المغلقة يوجب استخدام التغذية الراجعة وذلك لوجود الوقت الكافي لعملية وصول المعلومات لان الحركات التي تقع ضمن هذا النظام تتميز ببطئها ، بينما نظام السيطرة للدائرة المفتوحة لا يوجب استخدام التغذية الراجعة ، وذلك لعدم وجود وقت لعملية التصحيح أو التعزيز لان الحركات التي تقع تحت هذا النظام تتميز بالسرعة العالية ، لذا عملية إعطاء التغذية الراجعة تتم بعد الأداء مباشرةً .

نلاحظ عند أداء الرياضي لمهارة معينه إن المعلومات الجوابية ترسل بواسطة المستقبلات الحسيه المتنوعة إلى مركز السيطرة والغرض من هذه المعلومات هو إعطاء معلومات انيه حديثه جداً وسريعة إلى مركز السيطرة حول التصحيحات في الحركة ، وتجري هذه الحالة مع المهارات التي تكون ضمن دائرة السيطرة المغلقة ومثال ذلك أنت تعلم بعدم حصولك على نقطتين عند قيامك بالتصويب من الثبات بكرة السلة قبل وصول الكرة إلى الحلقة ، ولكن في الحركات المعقدة والمركبة والمتغيرة في حركة الإنسان ، فالتغذية الراجعة تأتي من المستقبلات المرئية والسمعية بالإضافة إلى اللمسيه وهذه الحالة تظهر مع دائرة السيطرة المفتوحة .

٢- الأوامر الحركية الصادرة من مركز السيطرة الحركية في حالة الدائرة المفتوحة تحتوي على كافة المعلومات الضرورية للمؤثرات التي تحملها الحركة المخطط لها مسبقاً وذلك بسبب عدم استخدام التغذية الراجعة في السيطرة على مجريات الحركة ، لكن نجد التغذية الراجعة تنتج ما هو متوافر في مركز السيطرة من معلومات ، ولا تستخدم التغذية الراجعة في السيطرة على مجريات الحركة بسبب عدم وجود حاجه لاستخدامها أو عدم توفر وقت لوصولها إلى مركز السيطرة بعد الاستهلال بأداء المهارة أو الحركة . وبهذا يكون هناك اختلاف كبير بين الأوامر الحركية في نظام الدائرة المفتوحة عن نظام الدائرة المغلقة .

الجهـــــاز العصـــبي ودوره في التعلم الحركي :

يُعد الجهاز العصبي **Nervous System** من الناحية التشريحية هو شبكة الاتصـــالات العامة التي تربط بين جميع أجزاء الجسم عن طريق مجموعة من الأعصـــاب الممتدة ما بين أطراف الجسم المختلفة وأعضائه الداخلية والخارجية، وبين المخ ومحتويات الجمجمة ، أما من الناحية الوظيفية فيمكن اعتباره الجهاز الذي يسيطر على أجهزة الجسم المختلفة ، والذي يشرف على جميع الوظائف العضوية ويؤلف بينها بما يحقق وحدة وتكامل الكائن الحي. فهو مجموعة من المراكز المرتبطة فيما بينها، وإلى هذه المراكز ترد التنبيهات الحسية من جميع أنحاء الجسم سطحية كانت أو عميقة ، وعنها تصدر التنبيهات الحركية التي تصل إلي العضلات إرادية كانت أو غير إرادية ، وكذلك إلي الغدد الموجودة بالجسم قنوية كانت أو صماء .كما يعد الجهاز العصبي من أكفأ الأجهزة في سرعة التنظيم ، إذ يمكنه استقبال الإشارات العصبية الناتجة عن المؤثرات البيئية الداخلية والخارجية والرد على تلك الاشارات في اقل من ثانية حيث تصل سرعة انتقال السيالات العصبية في الخلية العصبية إلى (١٠٠ متر /ثانية) .

إن الجهاز العصبي يتكون من عدد كبير من الخلايا تصل إلى الملايين ، وتتميز هذه الخلايا بطبيعتها الخاصة من حيث قدرتها على الاستثارة وتوصيل الإشارة العصبية من مكان إلى أخر ، لذلك فان قسما من هذه الخلايا تتجمع لتكون ما يسمى بالمراكز العصبية التي تقوم باستقبال الإشارات العصبية الحسية من أجزاء الجسم جميعها لتقوم بدورها بإصدار الأوامر أو الإشارات العصبية الحركية ، فالجهاز العصبي يتكون من مجموع هـــذه المراكـــز العصـــبية المترابطة ، ليقوم بالسيطرة على أجزاء الجسم جميعها ، لذا يعد مسئولا عن أي حركة تصدر من الجسم ، كذلك فانه يلعب دورا كبيرا في الأداء الرياضي في الظروف والمستويات كافة ، سواء في مرحلة تعلم المهارات الحركية او عند ممارسة الرياضة بهدف المنافسة او الصحة .

وصنف عدد من العلماء الجهاز العصبي من وجهة نظر علم الحركة وعلم النفس إلى:

أولا- الجهاز العصبي المركزي ويشمل :

١- الدماغ Brain ويشمل:

- جذع الدماغ Brainstem
- المخ Cerebrum
- المخيخ Cerebellum

٢- الحبل ألشوكي Spinal Cord

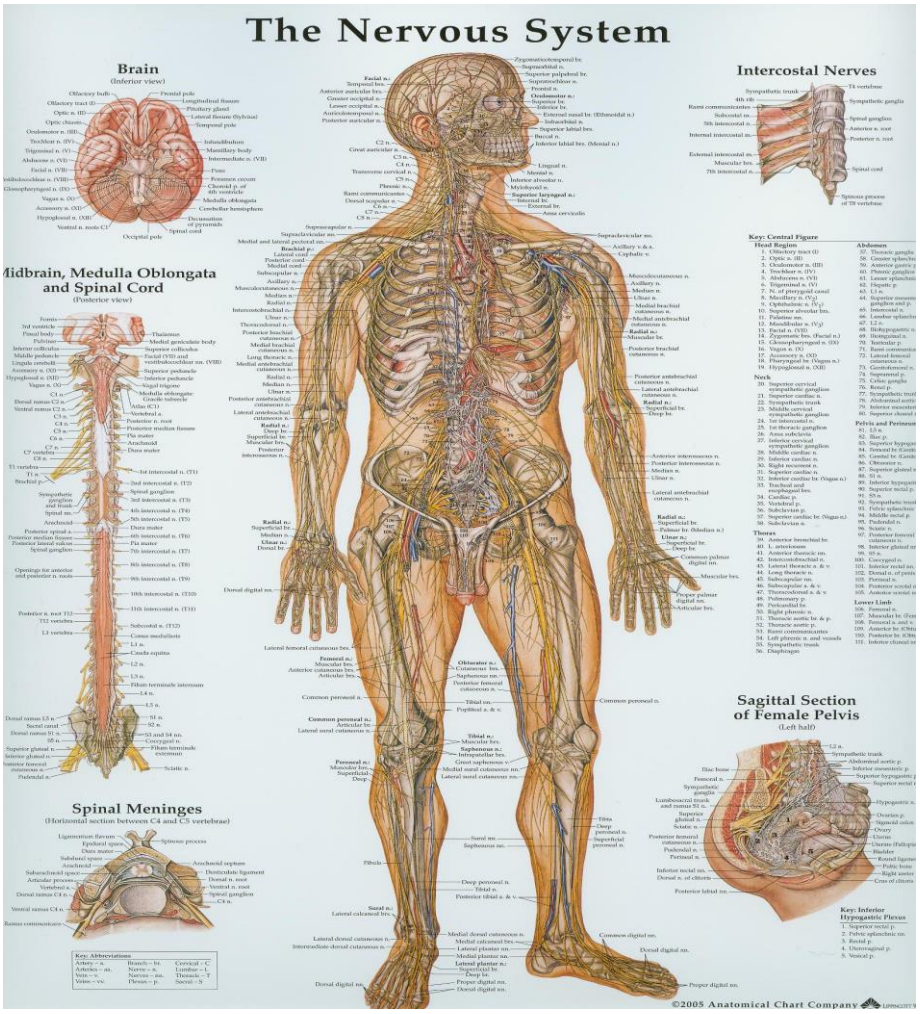
ثانيا:- الجهاز العصبي المحيطي ويشمل:

١- الجهاز العصبي الجسمي ويشمل :

- عصب حسي Sensory .N
- عصب حركي Motor . N

٢- الجهاز العصبي المستقل (ذاتي) A . S . N ويشمل :

- الجهاز العصبي السمبثاوي
- الجهاز العصبي الباراسمبثاوي



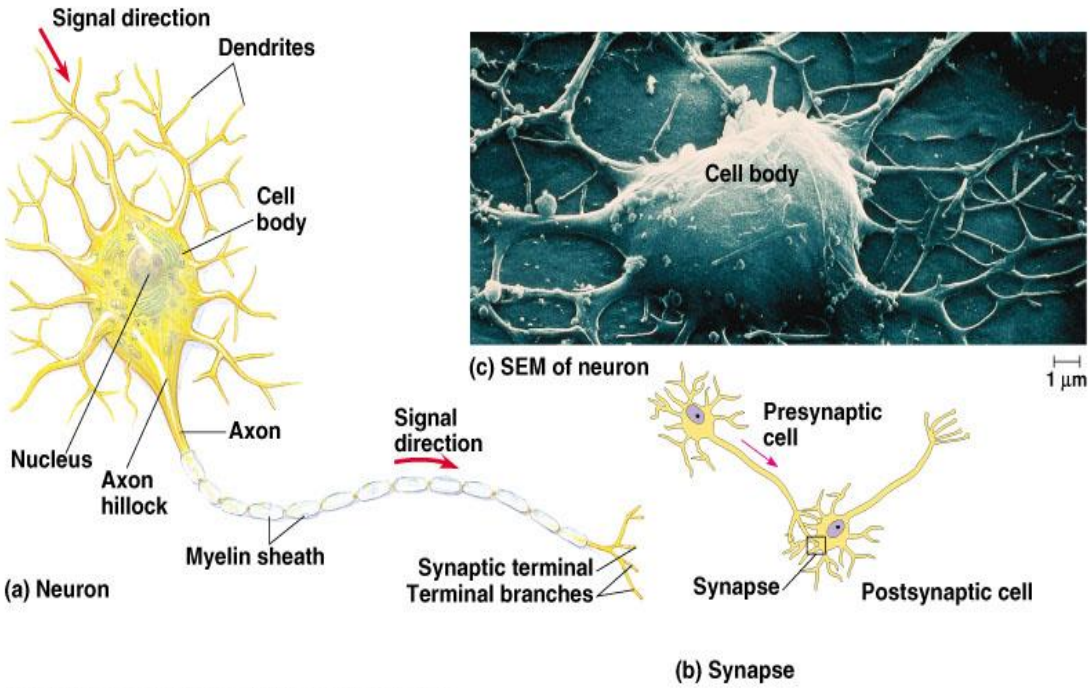
شكل (٤)

يوضح المراكز العصبية الحركية والحسية لكافة أعضاء الجسم

الخلية العصبية The Neuron :

تعد الخلية العصبية هي الوحدة الوظيفية للجهاز العصبي ، وتلعب الدور الرئيس لتحقيق الوظائف الأساسية للجهاز العصبي في أثناء الممارسة الرياضية ، كاستقبال المعلومات والاستجابة لها ، فالخلية العصبية تختلف باختلاف وظيفتها بالشكل والحجم والزوائد المتفرغة منها عن الخلايا الأخرى ، وما يميزها هو عدم احتوائها على جسم مركزي ، فهي تتكون من جسم بيضوي الشكل يتفرع منه فروع كثيرة مختلفة العدد ، على وفق الوحدة العصبية التي تنتمي إليها الخلية التي تقوم باستقبال وتوصيل الإحساسات العصبية إلى الخلية ، لكي يستطيع الفرد الاستجابة للتغيرات الخارجية أو المحيط الذي يحيط به . تتكون الخلية العصبية من ثلاثة أجزاء وهي :

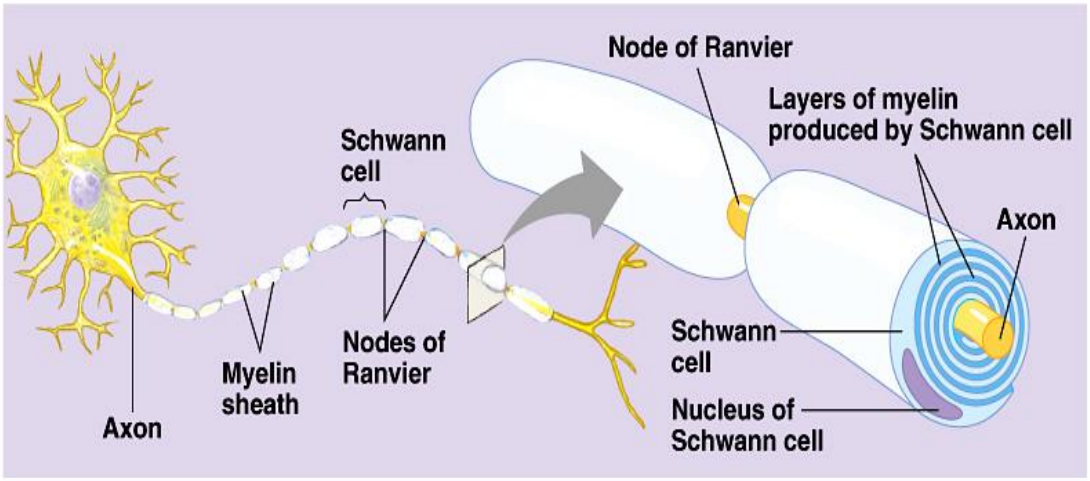
- **جسم الخلية العصبية (Body neuron)** : يحتوى النواة والسيتوبلازم و يحتوى على حبيبات نسل لها دور في صنع البروتينات المنظمة لنشاط الخلية العصبية .
- **الزوائد الشجرية (Dendrites neuron of)** : امتدادات متفرعة من جسم الخلية العصبية وقريبه منه ، تعمل على نقل الإيعاز العصبية من النسيج باتجاه جسم الخلية العصبية .
- **محور الخلية العصبية (Axon neuron of)** : زائدة طويلة يمتد من جسم الخلية يتفرع إلى عدة تفرعات في نهايته الأخرى في الأعضاء ، وينقل السيالات العصبية من جسم الخلية العصبية إلى الأعضاء أو خلايا أخرى .



Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

شكل ()

يوضح جسم والزوائد الشجرية للخلية العصبية



Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

الشكل ()

يوضح محور الخلية العصبية

ولابد لنا أن نتطرق عن موضوعه مهمة إلا وهي الأعصاب (nerves) ، فالأعصاب هي الجهاز الناقل للسيالة العصبية باتجاهين، الأول من الجهاز العصبي المركزي (الدماغ والنخاع الشوكي) إلى جميع أنسجة الجسم ، والثاني من هذه الأنسجة جميعاً إلى الجهاز العصبي المركزي ، ويتم بذلك تنظيم وظائف الجسم المختلفة.

تقسم الأعصاب تبعاً لوظائفها ومكان منشئها من الجملة العصبية المركزية إلى أعصاب قحفية تصدر من قاعدة الدماغ ، وأعصاب شوكيه تنشأ من النخاع الشوكي ، وأعصاب الجهاز العصبي الذاتي التي تتشابك مع كل من الأعصاب القحفية والشوكية ولكنها تختلف عنها بوظائفها وبنيتها وتوزعها.

أما الجهاز الحس جسمي فنجده يتألف من الأعصاب الحسية والأعصاب الحركية وللارتباط الوثيق لهذا الجهاز بالجهاز العصبي الذي عده المختصون في مجال فسيولوجيا الأعصاب وفسيولوجيا التدريب الرياضي احد أجزائه الفعالة . حيث يعد هذا الجزء من الجهاز العصبي مهم جدا لدراسة وتطوير الأداء الرياضي عن طريق تحديد دور المتغيرات الحسية ومدى مساهمتها في الأداء سواء عن طريق الإثارة لكل منهما أو لبعضها وفقا لمتطلبات الأداء)

وقد عرف الجهاز الحس جسمي بأنه حالة الحس الآتية من الجسم ، إذ إن مستقبلات هذا الحس توجد في الجلد والعضلات والأوتار والمفاصل وجهاز التوازن للإذن الداخلية. كما فسر عدد من العلماء المختصين بعلوم الحركة إن الجهاز الحس جسمي هو الإحساس بالحركة ووصفها بالمعلومات حول اشتراك الأعضاء الحسية في تنفيذ الأداء

وأشار علماء النفس إلى هذا الجهاز بأنه جهاز الإحساس بالحركة أما علماء الفيزياء العصبية فقد أشاروا عليه بمصطلح التقبل الذاتي وكان احدهم عالم الأعصاب البريطاني (شير نكتون) ففي عام ١٩٠٦ قدم مصطلح (التقبل الذاتي) أو المستقبلات الذاتية والتي حصل على أثرها على جائزة نوبل للعلوم والطب لوصف جميع الأنظمة الحسية التي تستجيب للمحفزات القادمة من العضلات وأوتار المفاصل والإذن الداخلية وفسر (أوين أندرسن) مصطلح التقبل الذاتي بأنه مدى النشاط العضلي العام وفاعلية المدى الحركي في المفاصل وعملية السيطرة على الجسم في الفراغ الخارجي في أصعب المواقف وقوة ومرونة العصب الحس المستلم للمعلومات وفاعليته للتوصيل إلى الدماغ ، وعموما فان النظام الحس جسمي يدعى بنظام التحفيز الذاتي او يدعى باسم مجموعة الأحاسيس الخاصة بالحركة وموقع المفاصل من هذه الحركة . وتنتشر المستقبلات الذاتية في :

١- المفاصل وهي مسؤولة عن أحساس الحركة في المفصل وتشمل :

- مستقبلات روفيني Ruffini
- كبسولات باسنيان Pacinin Corpusles

٢- أعضاء كولجي الوترية : تنتشر في العضلات ووظيفتها كشف وإرسال المعلومات المتعلقة بالشد الحاصل على الوتر وتتواجد في المنشأ والمدغم في العضلة .

٣- مستقبلات تنتشر في الإذن الداخلية (الجهاز ألدهليزي) وهو مسئولة عن التوازن .

٤- المغازل العضلية تنتشر في العضلات الهيكلية وهي مسئولة عن تنظيم الحركات الإرادية الدقيقة وتتكون من نوعين من العصبونات :

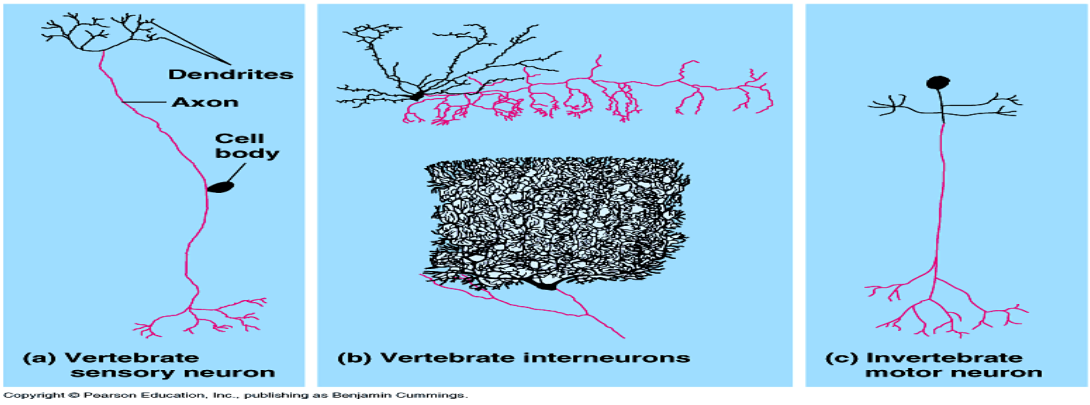
- نوع عصبونات إلفا
- نوع عصبونات كاما

أشكال الخلايا العصبية :

تنقسم الخلايا العصبية حسب تفرعات محاورها وزوائده الشجرية إلى :

- **الخلايا العصبية ذات القطب الواحد (neurons polar Uni)** : تحتوى على زائدة واحدة قصيرة وتنقسم إلى زائدتين طوليتين ، توجد في العقد العصبية الظهرية للألياف العصبية الفقرية .
- **الخلايا العصبية ذات القطرين (neurons Bio polar)** : وهي خلايا لها محور واحد فقط وزائدة شجيريه واحده (Dendrite) ، توجد في قرنية العين والألياف السمعية والشمية .

- **الخلايا العصبية متعددة الأقطاب (neurons Poly polar)** : وهي الخلايا التي تحتوى على محور واحد فقط طويل والعديد من الزوائد الشـــجيرية القصـــيرة ، ومثالها الخلايا العصبية الحركية التي تغذي العضلات .

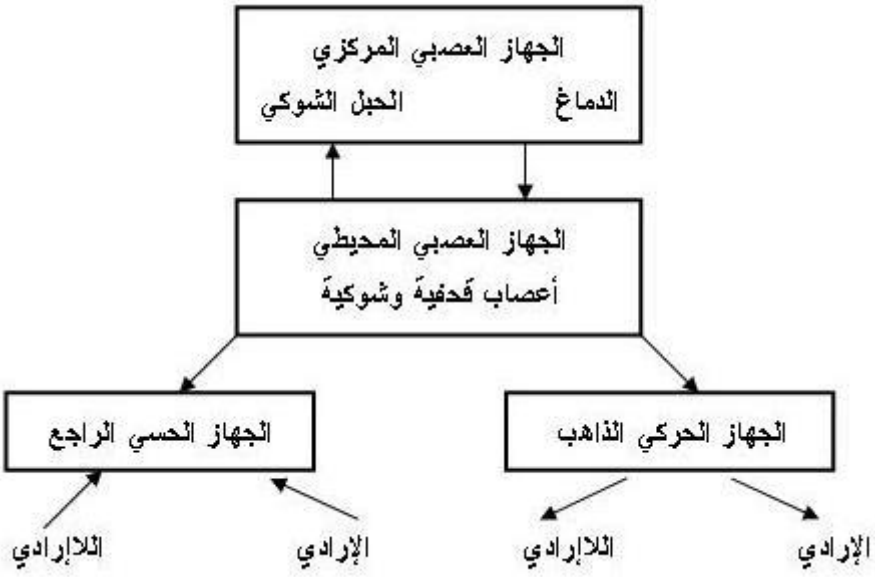


الشكل ()

يوضح أشكال الخلايا العصبية

الاتصال العصبي العضلي :

الخلية العصبية الحركية تتصل بالليف العضلي بمكان يعـــرف بالاتصـــال العصـــبي العضلي ووظيفته أساساً كما في مكان الاتصال العصبي العصبي، حيث يتمدد إلـــى قـــرص مسطح يعرف بقرص النهاية الحركية ، وفيها ينتقل الحافز إلى العضلـــــة ، ولأدراك كيفية حدوث الفعل العضلي يجب إن نعود إلى تركيـــب الجهـــاز العصـــبي المركـــزي Central Nervous System (CNS) ، الذي شبكة اتصالات داخلية في جسم الإنسان تساعده علـــى التواؤم مع التغييرات البيئية المحيطة به .



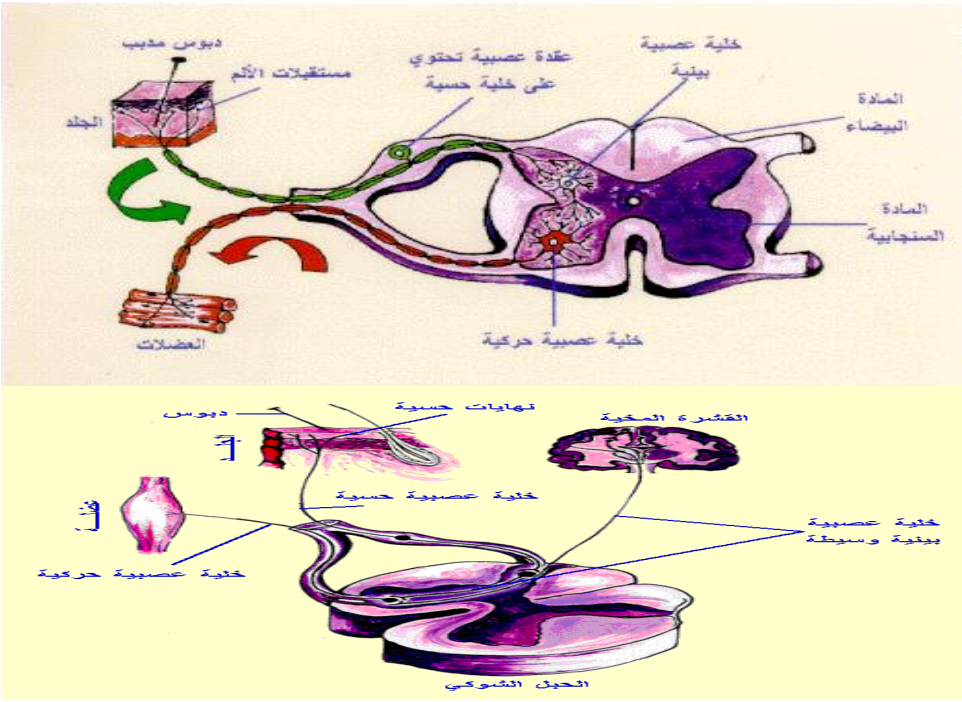
شكل ()

يوضح آلية عمل الجهاز العصبي المركزي (CNS)

الوحدة الحركية :

يعد الجهاز العصبي المسيطر والمسئول عن حركة الجسم ، إذ تستقبل الخلايا العصبية السيالات العصبية المرسلة من الخلايا العصبية الحركية لتتمكن من أداء انقباض عضلي ينتج عنه اداء حركي معين ، فالخلايا العصبية تتصل بالخلايا العضلية من خلال محاور الخلايا العصبية المتفرعة الى فروع عدة تسمى (النهايات العصبية) ، التي تتصل كل منها بخلية عضلية ، وهذا يوضح ان كل خلية عصبية تتصل بعدد من الألياف العضلية بقدر عدد النهايات العصبية المتفرعة عن محور الخلية العصبية عند نقطة تسمى (منطقة الاتصال العصبي العضلي Neuro Musclar Junction) وهذا كله يسمى بـ (الوحدة الحركية).

الوحدة الحركية هي الوحدة الأساسية للجهاز العصبي العضلي ، حيث تقوم كل خلية عصـــبية حركية بتغذية عدد معين من الالياف العضلية ويطلق عليها معا بالوحدة الحركية ، ويبدأ الامر بالانقباض العضلي من الخلايا العصبية الحركية لتبدأ بعدها العمليات الانقباضية ، وتختلـــف هذه الوحدات بين وحدات كبيرة وصغيرة تبعا لعدد الألياف المسيطر عليها من قبـــل الخليـــة العصبية لهذه الوحدة الحركية ، فالخصائص التركيبية المميزة لهذه الوحدات الحركية وبالتالي العضلة تحدد وفقا لخصائص الأداء الرياضي ، فضلا عن الاختلاف بين الرياضيين أنفسهم



الشكل ()

يوضح الوحدة الحركية

آلية العمل العصبي العضلي:

إن أي عمل عضلي إرادي مهما كان حجمه يستوجب إنجازه المرور في العديد مـــن المراحل المتعاقبة وبشكل سريع جداً ، ويمكن إجمال هذه المراحل كما يأتي :

١- مراحل إصدار وتوجيه الحافز العصبي الحركي :

يصدر الحافز العصبي الحركي من القشرة الدماغية في جانب الدماغ المعاكس لجانب الجسم الذي ستنجز منه الحركة المطلوبة ثم تتم معالجة هذا الحافز لتحديد وجهتـــه وشـــدته ، وذلك بتدخل من الدماغ الأوسط والمخيخ وحسب طبيعة الحركة المطلوبـــة فـــي المهـــارات الأساسية ومحل الوصول للتوافق العصبي العضلي.

٢- مرحلة انتقال الحافز العصبي :

ينتقل الحافز العصبي من الدماغ الأوسط عبر الجسر والنخاع المستطيل إلى الحبل الشوكي ومنه عبر القرون الأمامية للمادة الرمادية إلى الأعصاب الشوكية المحيطية والتي بدورها تنقلها إلى العضلات المسئولة عن إنجاز ذلك العمل مع الإشارة إلى إن الحافز العصبي ينتقل عبر العصب الشوكي (عصب ألفا) ، في عدد محدود من محاور الخلايا العصبية المحركة (أعصاب بيتا) ، وحسب طبيعة وحجم العمل الحركي المراد إنجازه ، ومن ثم يمر ذلك الحافز عبر التفرعات النهائية (لأعصاب بيتا) والتي تسمى (أعصاب جاما) حيث ينتهي كل عصب من (أعصاب جاما) بليف عضلي واحد عبر ما يسمى بالصفيحة العصبية .

٣- مرحلة الانقباض العضلي:

عند وصول الحافز العصبي إلى الليف العضلي وعبر آلية خاصة تحكمها بعض العوامل البيوميكانيكية يحدث الانقباض العضلي مصحوباً بتوليد قوة عضلية ساحبة توظف للتأثير في منظومة روافع العمل الحركي لإنجازه الحركة المطلوبة بالمستوى والاتجاه المحددين سابقاً ، فالخلية العصبية هي الوحدة التركيبية للجهازين العصبي والعضلي وكلاهما يعملان لتكوين نظام يدعى النظام العصبي العضلي.