**التشابك العصبي Synapse :**

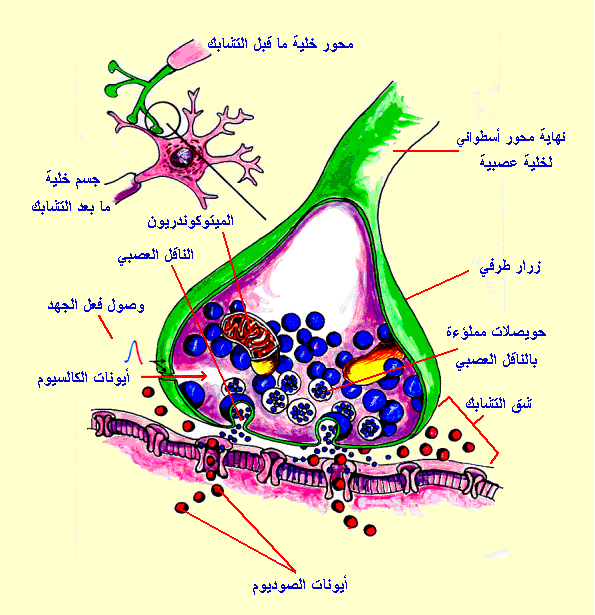
**يحدث في منطقة تقارب الخلايا، انتقال الإشارات العصبية من خلية إلى أخرى. ويطلق على هذه المنطقة التي تلتقي فيها الخليتان العصبيتان معاً بمنطقة "التشابك العصبي" (Synapse) كما في الشكل ( 10 ). وفى الواقع لا تكون الخليتان العصبيتان المتجاورتان متصلتين، بل يوجد ثمة فراغ ضيق جداً بين الخليتين في منطقة التشابك، يسمى "شق التشابك العصبي" (Synaptic Cleft).**

**يفصل شق التشابك العصبي بين الأزرار الموجودة في نهايات محور خلية (ويطلق عليها الأزرار الطرفية Terminal Button) وبين جسم خلية أخرى أو زوائدها. ويطلق على الخلية الأولى، "خلية ما قبل التشابك" (Presynaptic Neuron)، وعلى الثانية، "خلية ما بعد التشابك" (PostsynapticNeuron).**

**وتحتوي الأزرار الطرفية على عدد كبير من الحويصلات مُخَّزنٍ بها مواد كيميائية معينة، مثل: مادتي أسيتَيل كولين (AcetylCholine) ونور أدرينالين (Noradrenaline)، وهي مواد هامة في نقل الإشارة العصبية من خلية إلى أخرى، ويطلق عليها "الناقلات العصبية" (Neurotransmitters).**

**وعلى الرغم من وجود هذا الفراغ، تكون الخليتان العصبيتان المتجاورتان قريبتين بصورة كافية، بحيث تسمحان للإشارات العصبية بالمرور عبر التشابك بينهما، وفي اتجاه واحد فقط، من نهايات خلية عصبية إلى جسم الخلية الأخرى.**

**إن نقل المعلومات في الجهاز العصبي المركزي يتم بشكل كمونات عمل (action potential) في العصب وتدعى بنبضات العصب، تمر خلال تتالي العصبونات واحداًتلو الآخر.  
إن كل نبضة:- يمكن أن يتم تثبيطها أثناء نقلها من عصبون لآخر .  
.1 يمكن أن تتحول من نبضة وحيدة إلى نبضات متكررة  
.2 أو يمكن أن تدمج مع نبضات أخرى من عصبونات أخرى بحيث تتشكل أنماط معقدة من النبضات في العصبونات التالية .  
كل هذه الوظائف يمكن أن تصنف كوظائف مشبكية للعصبون.**

****

**شكل (10)**

**التشابك العصبي**

**نوعاالتشابك:**

**1 - التشابك الكهربائي:**

**وفيه ينتقل جهد فعل خلية ما قبل التشابك إلى خلية ما بعد التشابك مباشرة، فيؤدي إلى نقص في استقطاب غشائها. ويوجد هذا النوع بنسبة ضئيلة في الجهاز العصبي للإنسان. فهي على نقيض الكيميائية، تتميز بوجودقنوات تفتح بحيث تنقل الكهربائية من خلية لأخرى وقد تم اكتشاف القليل فقطمن الوصلات الفجوية في الجهاز العصبي المركزيوتنتقل الإشارات هنا بالاتجاهين .**

**2 - التشابك الكيميائي:**

**عند وصول الإشارة العصبية إلى الأزرار الطرفية لخلية ما قبل التشابك، تسبب تغيراً في نفاذيتها لعنصر الكالسيوم، فتُفتح قنوات خاصة تتدفق عبرها أيونات الكالسيوم إلى داخل الخلية، فتدفع الحويصلات المحتوية على الناقل العصبي لتلامس الغشاء الخلوي الموجودة بجوار الأزرار الطرفية، فتلتحم به، وينتج عن هذا تفريغ محتوى الحويصلات من الناقل العصبي. ثم يلتحم الناقل العصبي مع مستقبلات خاصة به ( لا تتحد مع غيره ) توجد على جانبي قنوات موجودة في غشاء خلية ما بعد التشابك، فتُفتح، الأمر الذي يؤدي إلى تدفق أيونات الصوديوم إلى داخل خلية ما بعد التشابك، فيزول استقطابها، فتنتقل الإشارة العصبية عبرها.**

**خصائصالتشابكالعصبي:**

**1 - ينقل الإشارة العصبية باتجاه واحد على طول المحاور العصبية.**

**2 - يؤخر مرور الدفعات العصبية أكثر مما يفعل العصب نفسه.**

**3 - له خاصية تجميع الدفعات العصبية وإعاقتها .**

**4 - سريع التأثر ببعض المواد الكيمائية، فتزداد استجابته نتيجة لبعض المواد، مثل (Strychnine)، وتنخفض استجابته نتيجة لمواد أخرى.**

**الأسس الفسيولوجية لعمل المستقبلات الحسية في العضلات :**

**يعتمد العمل العضلي على عدد من الميكانيزمات العصبية ومنها المستقبلات الحسية، ولهذه المستقبلات خصائص مميزة يمكن تلخيص أهمها في:**

**الاثارة Facilitation والكبح Inhibition والمقاومة Resistance والإشعاعية أو الانتشار Irradiation والحث Induction والانعكاسات أو الأفعال المنعكسة Reflexes .**

**وتعمل المستقبلات الحسية على زيادة قابلية النيورون (الخلية العصبية) للاستثارة وذلك من خلال تقليل حد الاستثارة للنيورون بحيث تصبح استجابته أسرع لأي مثير مهما كانت شدته في أنها تعمل على تجنيد وحدات حركية أكثر.**

**ومن ناحية أخرى فإن عمليات الكف أو الكبح تعمل على تقليل قابلية النيورونات للاستثارة وذلك من خلال رفع حد الاستثارة. وعلى الرغم من أن كلا الوظيفتين السابقتين هي وظائف متضادة إلا أنه لايمكن الفصل بينهما في عمل المستقبلات الحسية. فالأسلوب الذي يستخدم في زيادة الإثارة في العضلات المحركة الأساسية يجب أن يعمل على زيادة الكبح للعضلات المضادة.**

**وترتبط كل من الإثارة والكبح بمقاومة العضلة، والتي يقصد بها الانقباض العضلي، حيث تعرف أقصى مقاومة بأنها أكبر قيمة للمقاومة والتي يمكن أن تؤدي إلى انقباض عضلي بالتطويل يسمح بأقصى مدى حركي للمفصل، وترتبط هذه المقاومة بالسيطرة على إشعاعية الاستثارة ودوام تأثيرها بحيث يمكن السيطرة على نوع الحركة المؤداة، وهذه الاشعاعية يمكن تعريفها بأنها عملية توزيع الاستثارة العصبية في الجهاز العصبي المركزي والتي تسبب الانقباض التعاوني للعضلات.**

**وتتمثل اهمية الاستعانة بنظام عمل المستقبلات الحسية أيضاً في استغلال الأفعال العصبية المنعكسة الناتجة عن الإطالة. فهذه الأفعال تتم عن طريق كل من المغازل العضلية التي تستجيب إلى التغير في طول العضلة. ومعدل هذا التغيير، بالإضافة إلى وتركولجى والتي تساهم في زيادة توتر العضلة. وتلعب هذه المستقبلات دوراً كبيراً في استرخاء العضلة تحت ظروف معينة.**

**فعندما يتبع الانقباض الايزومتري لأي عضلة عملية إطالة خفيفة فإن ذلك يؤدي إلى فعالية عمليات الكبح داخل العضلة، وذلك من خلال العمل على نيورونات العضلة المسماة " الفا " والمسئولة عن ارتخاء العضلة، وبمعنى آخر يمكن القول أن عملية إطالة العضلة تساعد إلى حد كبير في تنبيه العضلة للاسترخاء ويفترض أن أعضاء وتركولجى هي المسئولة عن ذلك.**

**وقد أشارت العديد من الدراسات إلى أن اعضاء وتركولجي حساسة في كلا اتجاهي الإطالة والانقباض فعندما تنقبض العضلات انقباضا ايزومتريا (ثابت) فإن التوتر المركب يؤدي إلى ظهور أفعال منعكسة تساعد على ارتخاء هذه الأعضاء.**

**ومن التفسيرات الأخرى لهذه الظاهرة، هي أن الانقباض الايزومتري ومايصاحبه من زيادة في استجابة مغزل العضلة للإستطالة، يقلل من معدل توارد الومضات العصبية لهذه المستقبلات وبالتالي يزيد المدى الحركي للمفصل من خلال تقليل المقاومة للإستطالة.**

**هذا فضلاً عن أنه عند عمل العضلات المحركة في الانقباض الثابت تعمل المستقبلات على كبح أو كف العضلات المضادة (المعنية بالإطالة) وبالتالي تخفيض توترها. أي أن الومضات العصبية الواردة للعضلات المحركة يصحبها زيادة توتر هذه العضلات وفي نفس الوقت كبح التوتر للعضلات المضادة.**

**ويمثل الاعتماد على عمل المستقبلات الحسية المنعكسة أهمية كبيرة في تدريبات المرونة والاطالة فضلاً عن ماتحققه من درجات ثبات عالية في المفاصل، فهي ترفع من توافق العمل العضلي للمجموعات العضلية العاملة عليه.**

**هذا فضلاً عن أن كفاءة هذه المستقبلات تساعد على تسهيل حركة المفصل في أقصى مدى له خاصة خلال التدريبات التي تعتمد على الاطالة السالبة. كما ان الانقباض العضلي للعضلات المحركة يساعد على تقليل فعل الإطالة على هذه المستقبلات.**

**فقد يلاحظ المدرب ارتفاع مستوى لاعبيه في أدائهم الذي يتطلب تضافر مجموعة من العناصر البدنية القوة والسرعة والتوافق، بعد انتظامهم في برنامج تدريبي للمرونة والاطالة، دون تعرضهم لأي برنامج يهدف إلى تنمية هذه الصفات. وهذا الأمر يعتبر من الأمور المنطقية التي يحققها أي برنامج للمرونة والاطالة موضوع على أسس علمية فالمسألة لاتخرج عن كونها ارتباطاً مباشراً بين نمو المرونة والاطالة بإعادة توظيف هذه العناصر البدنية توظيفاً أكثر واقعية لصالح الاداء المعنى. حيث يؤدي الانقباض للعضلة التي تكون في حالة إطالة إلى:**

1. **تدريب مستقبلات الإطالة للمغازل العضلية مباشرة إلى زيادة اكبر في طول العضلة.**
2. **الانقباض العضلي الشديد الذي يستمر لفترة من الوقت إلى تعب العديد من الالياف العضلية السريعة للعضلة المنقبضة ويقلل ذلك من قدرة الألياف العضلية المتعبة علي الانقباض لمقاومة الإطالة التالية.**

**فالتوتر العضلي اثناء الإطالة ينشط أعضاء كولجي الوترية بصورة اكبر بالمقارنة بالإطالة بمفردها.**

**وعند توقف الأنقباض الإرادي تكون العضلة اكثر تثبيطا من الانقباض ضد الإطالة التالية.**

**استخدام نظام المستقبلات الحسية المنعكسة في تدريبات الاطالة ( PNF)**

**إن استراتيجية استخدام نظام المستقبلات الحسية المنعكسة في تدريبات الإطالة، تعتمد على عدة طرق متنوعة في أساليبها وإجراءاتها، وقد تتشابه هذه الطرق إلى حد كبير في نوعية التدريبات المستخدمة، إلا أن أوجه الاختلاف تتمثل في إجراءات التنفيذ التي تعمل من خلال توظيف هذه المستقبلات خلال العمل العضلي.**

**وبصفة عامة فإن الأساس الذي تبنى عليه هذه الاستراتيجية هو شكل الانقباض العضلي المستخدم في أداء التدريبات فهي تعتمد على تناوب العمل بين الانقباض الثابت والمتحرك بنوعيه (التقصير – التطويل) في كل من العضلات المحركة الأساسية والعضلات المضادة العاملة على المفصل المعنى، وفيما يلي تلخيص لبعض من هذه التركيبات.**

**تمارين Proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF)**

**وهي تمرينات المرونة المنشطة للمستقبلات الذاتية العصبية العضلية، وهي عبارة عن تبادل انقباضات عضلية ثابتة مع اطالة سلبية من خلال سلسلة من الحركات المحددة، الكثير من الدراسات اشارت إلى جدوى استخدامها مقارنة بالانواع السابقة، الا ان هذا النوع يعتبر معقد ويتطلب لتنفيذه مدرب مؤهل أو أخصائي لديه خبرة كافية في ذلك النوع من التمارين.**

**تعتمد تمارين PNF على الحركة الطبيعية والتطورالحركي، ففي الانشطة الطبيعية الحركية يسجل الدماغ الحركة ككل، وليس حركة عضلةواحدة فقط . وان التركيز الاساس للعلاج في هذه الطريقة يعتمد على التسلسل الطبيعي للتطور الحركي والتوازن بين عمل كل من مجموعات العضلات الموجودة على جانبي النظام.**

**يتمحور اسلوب استخدام هذا النوع من التمارين حول الحركة العامة Mass Movement Patternوالتي تظهر على شكل لولبي أو محوري في طبيعتها، وهي معظم الحركات التي تظهر في انشطة الحياة اليومية لكل من الاطراف والجذع.**

**يعتمد هذا الاسلوب المتعدد الحواس Multisensory (باستخدام المؤثرات الحسية لتحسين ردود الفعل الحركية) والطريقة المسهلة Facilitation technique على النمط الحركي والوضعيات من خلال اتصال المعالج اللمسي، الاوامر اللفظية والتحفيز البصري.**

**كما يعد استخدام تمارين PNF فعالاً في علاج الكثير من الامراض والتي تتضمن اصابات الحبل الشوكي واصابات الرأس والجلطة الدماغية واصابات اليد ومرض بارکنسون والتهاب المفاصل وغيرها.**

**تعد تمرينات إطالة الـ PNF في الوقت الحالي من اسرع واكثرالطرق تأثيراً في زيادة المرونة السلبية الثابتة .**

**وهي ليست نوعا من انواع الإطالة ولكنها تكنيك متقدم يؤدي إلى الإسراع من الاستجابة العصبية العضلية من خلال استثارة المستقبلات الحسية وينتج عن ذلك تسهيل او تثبيط للعضلات يمكنها اداء مدى أوسع في حالة تعبها.**

**حيث تؤثر تمرينات الـ PNF أولا في العضلة أو المجموعة العضلية المتعبة بعد الانقباض اللامركزي ثم يلي ذلك إطالة نفس العضلة وعادة ما يتم ذلك مع مقاومة الزميل أو المدرب.**

**وتشمل تمرينات الـ PNF التغيير بين الانقباض والانبساط لكل من العضلات العاملة والعضلات المقابلة ويؤدي ذلك إلى حدوث استجابات عصبية تثبط انقباض العضلة المطالة وينتج عن ذلك انخفاض المقاومة وزيادة المدى الحركي عند إطالة العضلة.**

**كما يمكن استخدام تمرينات الـ PNF في زيادة القوة العضلية المطلوبة للانقباض المركزي واللا مركزي للعضلات العاملة.**

**كيف تعمل إطالة الـ PNF:**

**عندما تسترخي العضلة المنقبضة بطريقة لا قصرية فأنها تسترجع قدراتها للإطالة لمدى أكبر من اقصى طول لها قبل الانقباض وعند ذلك تحاول تمرينات الـ PNF أن تستغل الزيادة في المدى الحركي بواسطة إخضاع العضلة المنقبضة مباشرة للإطالة السلبية.**

**التدريب الرياضي والخلايا العصبية :**

**أنممارسةالرياضةقدتسهمفىزيادةأعدادالخلاياالعصبيةالدماغية،عندالأفرادمنالفئةالعمريةالمتوسطة،ليساعدذلكعلىتحسينوظائفالتعلموالذاكرةللدماغ.اتضحأنممارسةالتمارينالرياضيةقدترفعمنمستوياتعاملالنموالدماغي،الذىلهدورفىإنتاجالخلاياالجذعيةالعصبيةالجديدةوإنضاجها،ممايساعدعلىمنعتأثرإنتاجتلكالخلايافىمنطقةقرنآمون،حيثتلعبالأخيرةدوراًفىعمليتىالتعلموالتذكرعندالفرد. أنانخفاضأعدادالخلاياالجذعيةالعصبية،والخلاياالأوليةالمُنتجةفىمنطقةقرنآمون،والتىتتمايزلتعطىأنواعاًمختلفةمنالخلاياالعصبيةالناضجة،قديؤدىإلىحدوثخللفىوظائفالتعلموالذاكرةعندالفرد. لذاأجرىالفريقدراسةأخرىبهدفرصدتلكالتغيرات،فىمراحلمختلفةمنعمرالفرد. وتضمنتالدراسةالجديدةتدريبعددمنالفئران،ممنتنتمىلمراحلعمريةمختلفة،ليقومكلمنهمبالركضيومياًعلىجهازخاصمدةساعةكاملة،وقامالباحثونبمتابعةالفئرانفيمايختصبأربعةمنالأموروهي؛السن،ممارسةالتمارينالرياضية،مستوى "الكورتيكوستيرون" المصلي،ومستوياتكلمنعامل "BNDF" الدماغىومستقبلاتهالمعروفةباسم "TrKB" ضمنمنطقةقرنآمون،كماتمتعقبوضعإنتاجخلاياعصبيةجديدةعندكلفأر. ووفقاًلماتوصلإليهالباحثون؛تراجعتعمليةإنتاجالخلاياالعصبيةبشكلكبيرعندالفأرمنالفئةالعمريةالمتوسطة،الأمرالذىتباطأحدوثهعندممارسةالفأرالتمارينالرياضية. قدأثبتتالتجاربأنممارسةالتمارينالرياضية،عملتعلىتحسينإنتاجالخلاياالعصبيةالجذعية،بمقداروصلإلى 200 فىالمائة. كماتحسنتفرصبقاءالخلاياالعصبيةالجديدةعندالفئرانمنالفئةالعمريةالمتوسطة،والتىمارستالتمارين،مقارنةمعنظرائهاالتىلمتقمبالتريّض. ويفسرالباحثونالنتائج،بأنّماحدثنجمعنارتفاعمستوياتعاملBNDFالدماغىومستقبلهTrKB،عندالفئرانالتىمارستالتمارينالرياضية،والذىكانأعلىعندالفئران "الرياضية" مقارنةمعالفئرانالتىلمتمارسالرياضة.**

**أنممارسةالرياضةقدتسهمفىزيادةأعدادالخلاياالعصبيةالدماغية،عندالأفرادمنالفئةالعمريةالمتوسطة،ليساعدذلكعلىتحسينوظائفالتعلموالذاكرةللدماغ. وطبقاًلدراسةأعدهاالباحثون،اتضحأنممارسةالتمارينالرياضيةقدترفعمنمستوياتعاملالنموالدماغي،الذىلهدورفىإنتاجالخلاياالجذعيةالعصبيةالجديدةوإنضاجها،ممايساعدعلىمنعتأثرإنتاجتلكالخلايافىمنطقةقرنآمون،التيتلعبدوراًفىعمليتىالتعلموالتذكرعندالفرد. أنانخفاضأعدادالخلاياالجذعيةالعصبية،والخلاياالأوليةالمُنتجةفىمنطقةقرنآمون،والتىتتمايزلتعطىأنواعاًمختلفةمنالخلاياالعصبيةالناضجة،قديؤدىإلىحدوثخللفىوظائفالتعلموالذاكرةعندالفرد. وأنممارسةالتمارينالرياضيةيمكنأنتقللمنهذاالانخفاض،مع مراعاةأربعةمنالأموروهي؛السن،ممارسةالتمارينالرياضية،مستوى "الكورتيكوستيرون" المصلي،ومستوياتكلمنعامل "BNDF" الدماغىومستقبلاتهالمعروفةباسم "TrKB" ضمنمنطقةقرنآمون،وقدأثبتتالتجاربأنممارسةالتمارينالرياضية،عملتعلىتحسينإنتاجالخلاياالعصبيةالجذعية،بمقداروصلإلى 200 فىالمائة. كماتحسنتفرصبقاءالخلاياالعصبيةالجديدة.**

أسئلة المحاضرة :

1. عرف التشابك العصبي وما هي انواعه ؟
2. ما هي خصائصالتشابكالعصبي ؟
3. ما هي خصائصالمستقبلاتالحسيةفيالعضلات؟
4. بين ستخدامنظامالمستقبلاتالحسيةالمنعكسةفيتدريباتالاطالة ( PNF).
5. كيفتعملإطالةالـPNF؟