**التشابك العصبي Synapse :**

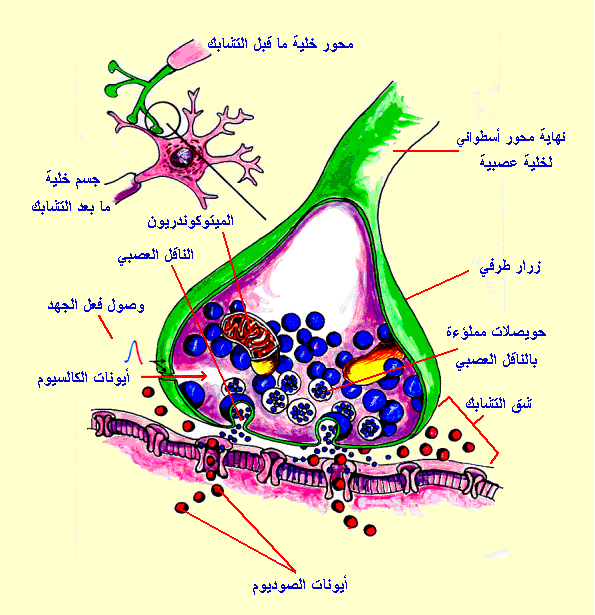
**يحدث في منطقة تقارب الخلايا، انتقال الإشارات العصبية من خلية إلى أخرى. ويطلق على هذه المنطقة التي تلتقي فيها الخليتان العصبيتان معاً بمنطقة "التشابك العصبي" (Synapse) كما في الشكل ( 10 ). وفى الواقع لا تكون الخليتان العصبيتان المتجاورتان متصلتين، بل يوجد ثمة فراغ ضيق جداً بين الخليتين في منطقة التشابك،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

**وتحتوي الأزرار الطرفية على عدد كبير من الحويصلات مُخَّزنٍ بها مواد كيميائية معينة، مثل: مادتي أسيتَيل كولين (Acetyl Choline) 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 واحداً تلو 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**

**نوعا التشابك:**

**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 بوجود قنوات تفتح بحيث تنقل الكهربائية من خلية لأخرى وقد تم اكتشاف القليل فقط من الوصلات الفجوية في الجهاز العصبي المركزي وتنتقل 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.**

**خصائص التشابك العصبي:**

**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 Pattern والتي 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 :**

**أن ممارسة الرياضة قد تسهم فى زيادة أعداد الخلايا العصبية الدماغية، عند الأفراد من الفئة العمرية المتوسطة، ليساعد ذلك على تحسين وظائف التعلم والذاكرة للدماغ.** **اتضح أن ممارسة التمارين الرياضية قد ترفع من مستويات عامل النمو الدماغي، الذى له دور فى إنتاج الخلايا الجذعية العصبية الجديدة وإنضاجها، مما يساعد على منع تأثر إنتاج تلك الخلايا فى منطقة قرن آمون، حيث تلعب الأخيرة دوراً فى عمليتى التعلم والتذكر عند الفرد. أن انخفاض أعداد الخلايا الجذعية العصبية، والخلايا الأولية المُنتجة فى منطقة قرن آمون، والتى تتمايز لتعطى أنواعاً مختلفة من الخلايا العصبية الناضجة، قد يؤدى إلى حدوث خلل فى وظائف التعلم والذاكرة عند الفرد. لذا أجرى الفريق دراسة أخرى بهدف رصد تلك التغيرات، فى مراحل مختلفة من عمر الفرد. وتضمنت الدراسة الجديدة تدريب عدد من الفئران، ممن تنتمى لمراحل عمرية مختلفة، ليقوم كل منهم بالركض يومياً على جهاز خاص مدة ساعة كاملة، وقام الباحثون بمتابعة الفئران فيما يختص بأربعة من الأمور وهي؛ السن، ممارسة التمارين الرياضية، مستوى "الكورتيكوستيرون" المصلي، ومستويات كل من عامل "BNDF" الدماغى ومستقبلاته المعروفة باسم "TrKB" ضمن منطقة قرن آمون، كما تم تعقب وضع إنتاج خلايا عصبية جديدة عند كل فأر. ووفقاً لما توصل إليه الباحثون؛ تراجعت عملية إنتاج الخلايا العصبية بشكل كبير عند الفأر من الفئة العمرية المتوسطة، الأمر الذى تباطأ حدوثه عند ممارسة الفأر التمارين الرياضية. قد أثبتت التجارب أن ممارسة التمارين الرياضية، عملت على تحسين إنتاج الخلايا العصبية الجذعية، بمقدار وصل إلى 200 فى المائة. كما تحسنت فرص بقاء الخلايا العصبية الجديدة عند الفئران من الفئة العمرية المتوسطة، والتى مارست التمارين، مقارنة مع نظرائها التى لم تقم بالتريّض. ويفسر الباحثون النتائج، بأنّ ما حدث نجم عن ارتفاع مستويات عامل BNDF الدماغى ومستقبله TrKB، عند الفئران التى مارست التمارين الرياضية، والذى كان أعلى عند الفئران "الرياضية" مقارنة مع الفئران التى لم تمارس الرياضة.**

**أن ممارسة الرياضة قد تسهم فى زيادة أعداد الخلايا العصبية الدماغية، عند الأفراد من الفئة العمرية المتوسطة، ليساعد ذلك على تحسين وظائف التعلم والذاكرة للدماغ. وطبقاً لدراسة أعدها الباحثون، اتضح أن ممارسة التمارين الرياضية قد ترفع من مستويات عامل النمو الدماغي، الذى له دور فى إنتاج الخلايا الجذعية العصبية الجديدة وإنضاجها، مما يساعد على منع تأثر إنتاج تلك الخلايا فى منطقة قرن آمون، التي تلعب دوراً فى عمليتى التعلم والتذكر عند الفرد. أن انخفاض أعداد الخلايا الجذعية العصبية، والخلايا الأولية المُنتجة فى منطقة قرن آمون، والتى تتمايز لتعطى أنواعاً مختلفة من الخلايا العصبية الناضجة، قد يؤدى إلى حدوث خلل فى وظائف التعلم والذاكرة عند الفرد. وأن ممارسة التمارين الرياضية يمكن أن تقلل من هذا الانخفاض، مع مراعاة أربعة من الأمور وهي؛ السن، ممارسة التمارين الرياضية، مستوى "الكورتيكوستيرون" المصلي، ومستويات كل من عامل "BNDF" الدماغى ومستقبلاته المعروفة باسم "TrKB" ضمن منطقة قرن آمون، وقد أثبتت التجارب أن ممارسة التمارين الرياضية، عملت على تحسين إنتاج الخلايا العصبية الجذعية، بمقدار وصل إلى 200 فى المائة. كما تحسنت فرص بقاء الخلايا العصبية الجديدة.**

أسئلة المحاضرة :

1. عرف التشابك العصبي وما هي انواعه ؟
2. ما هي خصائص التشابك العصبي ؟
3. ما هي خصائص المستقبلات الحسية في العضلات؟
4. بين ستخدام نظام المستقبلات الحسية المنعكسة في تدريبات الاطالة ( PNF).
5. كيف تعمل إطالة الـ PNF؟
6. تكلم عون العلاقة بين التدريب الرياضي والخلايا العصبية.