

أذيّات العصبون المُحرّكِ العلويّ الأعراضُ والعلاماتُ السريريّةُ بحثٌ في آليّاتِ الحُدوثِ

Upper Motor Neuron Injuries Pathophysiology of Symptomatology

لا غني عن معرفةٍ دقيقةٍ لآليّاتِ عملِ العضويّةِ الحيّةِ في حالتها الطّبيعيّةِ حتّى يسهلَ فهمُ سلوكها الاستثنائيّ عند الطّارئاتِ. ستكوّنُ المنعكساتُ الشّوكيّةُ الـ *Spinal Reflexes* الأساسَ في كلّ مفاعلتنا القادمة. كيف لا! وهنّ وحدهنّ الباقياتُ بعد أذيّةِ العصبونِ المُحرّكِ العلويّ.

في أذيّاتِ العصبونِ المُحرّكِ العلويّ، تغيّبُ الحركةُ الإراديّةُ في قطاعِ الجسمِ المفصولِ عن قياداته العلويّةِ. بعد زمنٍ، يطفو على السّطحِ تشكيّلٌ غريبٌ من الحركاتِ غيرِ المُنسّقةِ. اعتاد الجميعُ على تسميتها بالحركاتِ اللّاراديّةِ. أمّا أنا فأسميها بالحركاتِ الانعكاسيّةِ الـ *Reflexive Movements*.

حقيقتُ، الحركاتُ اللّاراديّةُ هذه ما هي إلّا التّظاهراتُ الحركيّةُ لـمنعكساتٍ شوكيّةٍ مشوّمةٍ انحرفت عن ميزانِ الضّبطِ، وشردت خارجَ إطارِ الوعي والإدراكِ. هنا، غابَ الدّماغُ الواعي الخبيرُ، فاستلمَ القيادَ عناصرٌ تحتيّةٌ غيرُ مُتمرّسةٍ. هي عناصرٌ اعتادتُ نقلَ الواردِ الحسّيِّ وتنفيذَ الصّادرِ الحركيّ. وأمّا الإدراكُ والمعالجَةُ ومن ثمّ القرارُ، فكانت جميعها حتّى زمنَ الإصابةِ وظائفَ غريبةً عنها وخارجَ أنظمةِ عملها وتدريبها.

سأتناولُ في هذه المقالةِ المفتوحةِ تفسيرَ المخطّطِ النّاطمِ للمنعكساتِ الشّوكيّةِ الطّبيعيّةِ ومن ثمّ المرضيّةِ من منظورٍ شخصيّ محضٍ. وصفّتها بالمقالةِ المفتوحةِ لأنّ تحديثَ المقالِ سيتمُّ بصورةٍ مستمرّةٍ عند كلّ جديدٍ مكتسبٍ في فهمِ الآليّاتِ المرضيّةِ لهذه أو تلكِ من المنعكساتِ الشّوكيّةِ الاشدّاديّةِ الـ *Spinal Hyperreflexes*.

١. المنعكسُ الشّوكيّ

رؤى قديمةٌ في فيزيولوجيا المنعكسِ الشّوكيّ

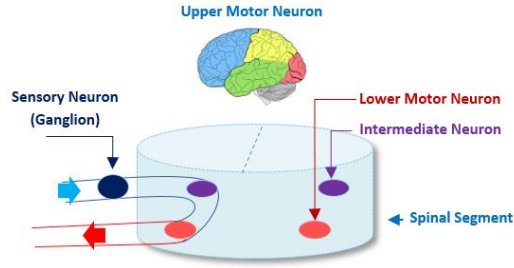
Spinal Reflex, Traditional Physiology

قالوا، لكلّ منعكسٍ شوكيّ طريقٌ حسّيٌّ واردٌ وآخرٌ حركيٌّ صادرٌ. غالباً ما ينتهي الأوّلُ من حيث ينطلقُ الثّاني في القطعةِ النّخاعيّةِ ذاتها الـ *Spinal Segment*، وفي أحايين قليلةٍ، يتجاوزُ الجمعان في قطع نخاعيّةٍ متلاصقةٍ صعوداً أم هبوطاً. فأما الواردُ الحسّيُّ الـ *Sensory Afferent* فيُجمَعُ في العصبوناتِ الحسّيّةِ الـ *Sensory Neurons* سكنةِ العقدةِ الشّوكيّةِ الـ *Ganglion* من الجذِرِ الخلفيّ الـ *Posterior Root* من العصبِ الشّوكيّ الـ *Spinal Nerve*. وأمّا الصّادرُ الحركيُّ الـ *Motor Efferent* فينطلقُ من العصبوناتِ الحركيّةِ الـ *Motor Neurons* سكنةِ القرنِ الأماميّ الـ *Anterior Horn* من النّخاعِ الشّوكيّ. جميعُ ما سبق يجمعُنا، هُم وأنا، في تبريرِ حدثيّةِ المنعكسِ الشّوكيّ الـ *Spinal Reflex*. لكن، بعدها يكونُ الفراقُ بيننا حتميًّا.

هُم يقولون بوجودِ روابطٍ بينيّةٍ من عصبوناتٍ وسيطةٍ الـ *Intermediate Neurons (Interneurons)* تتوسّطُ المسافةَ بين العصبوناتِ الأولى الحسّيّةِ والعصبوناتِ الثّانيةِ الحركيّةِ. تنقلُ العصبوناتُ الوسيطةُ الـ *Interneurons* الواردِ الحسّيِّ، أيّ النّبضةِ الواردةِ الـ *Afferent Impulse*، مباشرةً من الأولى إلى الثّانية. وهي بذلك تغلُقُ دائرةً وظيفيّةً، هي دائرةُ العصبونِ المُحرّكِ السّفليّ الـ *Lower Motor Neuron Circuit*، وهي ذاتها دائرةُ المنعكسِ الشّوكيّ الـ *Spinal Reflex Circuit*.

وبذلك، يُشكّلُ العصبونُ الحسّيُّ الـ *SN*، والعصبونُ المُحرّكُ السّفليُّ الـ *LMN* في المستوى ذاته أم في المستوى المجاور له مباشرةً صعوداً أم هبوطاً، والعصبوناتُ الوسيطةُ بينهما، عناصرَ المنعكسِ الشّوكيّ على ما يزعّمون؛ انظر الشّكل (١).

لمشاهدة فيديو قصير يشرح تفصيلاً الفيزيولوجيا القديمة للمنعكس الشوكي، انقر على هذا الرابط



الشكل (1)
المنعكس الشوكي (المفهوم التقليدي)
Spinal Reflex (Traditional Conception)

تتألف دائرة المنعكس الشوكي من عناصر ثلاثة؛ عصبون حسّي، عصبون وسيط، وعصبون محرّك سفلي. يسكن العصبون الحسّي الـ SN العقدة الشوكيّة Ganglion للجذر الظهري Dorsal Root للعصب الشوكي. ويسكن العصبون الوسيط Intermediate Neuron القرن الخلفي من النخاع الشوكي. ويحتل العصبون المحرّك السفلي الـ LMN القرن الأمامي للنخاع الشوكي. جميع العناصر العصبية المذكورة آنفاً، تنتمي لقطعة أم لقطعتين متجاورتين من النخاع الشوكي Spinal Segment(s). يصل الوارد الحسّي (السهم الأزرق) إلى العصبون الحسّي. ومن ثمّ عبر عصبون بيني وسيط، يُنقل التنبية إلى العصبون المحرّك السفلي. يملك الوارد الحسّي إلى العصبون المحرّك السفلي سلطة أمر حركي واجب التنفيذ. تُسارع العصبونات المحرّكة السفلية إلى إصدار أوامرها الحركية لتصل إلى كلّ من يهّم الأمر للتنفيذ (السهم الأحمر). هنا، يبقى العصبون المحرّك العلوي UMN بعيداً عن موقع القرار. يُراقب، ويُقيّم فعل المنعكس دون أن يخرط مباشرة في الفعل.

Figure (1)

Traditional Physiology of Spinal Reflex

The spinal reflex contains three partners; the sensory neuron (SN), the intermediate neuron, and the lower motor neuron (LMN). The three elements reside the ganglion of the dorsal root of spinal nerve, the posterior horn, and the anterior horn of the spine, respectively. They could be in one or in two adjacent spinal segments. The afferent impulse (blue arrow) arrives to the sensory neuron firstly. Then, via the intermediate neuron it reaches the LMN.

The LMN reacts and hence sends the motor orders (red arrow) to the target organ (s).

The Upper Motor Neuron has nothing to do with the spinal reflex itself.

UMN observes and evaluates without interfering in such process.

٢. المنعكس الشوكي

رؤى جديدة في فيزيولوجيا المنعكس الشوكي

Spinal Reflex, Innovated Physiology

هي رؤية جديدة في فيزيولوجيا المنعكس الشوكي الـ Spinal Reflex، سنصطدم لا شك بالرؤوس الحامية أنصار القديم التقليدي. مع ذلك أردتها جديدة معاصرة منسجمة وقناعاتي، وميسرة تفسير ما استعصى على الفهم رداً طويلاً. وأعني في هذا الأخير الفيزيولوجيا المرضية للمنعكسات الاشتدادية، والرّمع الـ Clonus، وغيرها كثير.

في الحالات الطبيعية، يكون الدماغ مهيمناً على جميع الوارد الحسّي الـ Sensory Afferent، كما وعلى جميع الصادر الحركي الـ Motor Efferent. كلّ المعطيات هي ملك يمينه، يعمل فيها درساً وتحليلاً. بعدها، يكون له القرار في ردة أو ردود الأفعال المناسبة. وفي هذا يكمن الجديد المُحدث الذي أدّعه.

بفضل الدماغ، يحتفظ كلّ منعكس شوكي الـ Spinal Reflex بدارته الخاصة والمستقلة عمّا سواها. هي دائرة كاملة الأركان والأوصاف. هناك أولاً مفاتيح الدارة الـ Trigger Points، وهي مستقبلات حسية الـ Sensory Receptors ذات تخصص وظيفي منح لها منذ التشنّة الأولى. ولها طريق وارد، وهو ليف عصبي حسّي الـ Afferent Sensory Neural Fiber (Axon) بمواصفات خاصة بكلّ مُستقبل. ولها عصبون حسّي الـ Sensory Neuron، يسكن العقدة الشوكيّة الـ Ganglion من الجذر الخلفي الـ Posterior Horn للعصب الشوكي الـ Spinal Nerve. ومنها، ينطلق طريق نخاعي صاعد الـ Ascending Tract، يحمل الإشارات

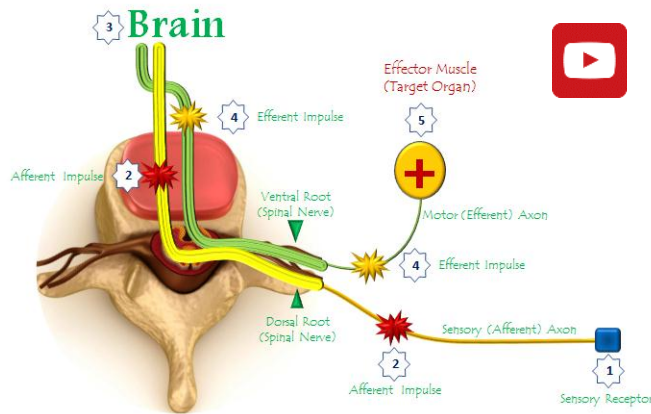
العصبية الواردة الـ *Afferent Neural Signals* إلى المراكز المتخصصة في الدماغ الـ *Brain*. ومنه، وبعد المداولة والمعالجة، يتنزل الأمر الحركي الصادر الـ *Efferent Motor Signal* عبر الطرق الحركية الهابطة الـ *Descending Motor Tract* إلى العصبون المحرك السفلي الـ *Lower Motor Neuron* في القرن الأمامي للنخاع الشوكي الـ *Anterior Horn*. بدوره، يقوم هذا الأخير بنقل الأمر الحركي إلى من يلزمه أمر التنفيذ عبر ليف عصبي حركي صادر الـ *Efferent Motor Axon (Neural Fiber)*. يتلقى العضو الهدف الـ *Target Organ* الأمر الحركي فيستجيب كما قرّر له أن يفعل منذ بدء التكوين.

هذه هي دائرة المنعكس الشوكي الـ *Spinal Reflex Circuit* كما أراها شخصياً. وهي تُخالف السائد حالياً في عنصر أساسي من دارتها، ألا وهو الدماغ. فالدماغ غائب فيما ادّعوا ويدعون من دائرة للمنعكس الشوكي، وهو أساس المنعكس فيما ادّعيه. فالدماغ على ما أرى هو من يُعطي المنعكس الشوكي قيمة الوجود، وماهية الوجود. يشكّل الدماغ واسطة عقد المنعكس الشوكي ويترنّع على قمة الهرم. بفضلِهِ، يكتسب المنعكس الشوكي غايته، منطقتَهُ، جهته، وحدانيته، وأخيراً اتساقه مع واقع حال وطبيعة المنبه الـ *Stimulus* المُطلق لصافرة البداية.

وعليه، فتنبية ساحة عمل منعكس شوكي بعينه يُطلق استجابة حركية خاصة بهذا المنعكس. هي استجابة وحيدة، مفردة لا تكرر لها، نوعية تخص المنعكس المخصوص بالدراسة، مضبوطة الشدة والقوة، وفي الجهة ذاتها حيث وقع التنبية. كل ذلك بفضل حكمة الدماغ وتمرسه على مواجهة العواجل الطوارئ. وأما عناصر الدرة السفلية فهي تلتزم تمام السلبية والحيادية في كل أمر. هي تنقل الأمر الدماغية، تسهر على تنفيذه على أفضل ما يكون الأمر، تبغّه إلى من يلزمه تنفيذ القرار العالي ليس أكثر؛ انظر الشكل (٢).

لمشاهدة فيديو قصير يشرح تفصيلاً الفيزيولوجيا الحديثة للمنعكس الشوكي، انقر على هذا الرابط.

هنا، ورغم تعدد الوسائط البيئية حسبما ادّعي، أنا غير مرتاب من سرعة النقل أو من فورية المعالجة على حد سواء. فذكاء العضوية ما أتحدث عنه في هذا المقام، لا عن الذكاء الإنساني. والفرق بين الاثنين هام وكبير. النقل العصبي الـ *Neural Conduction* عبر المحاور العصبية الـ *Axons*، كما عبر المشابك العصبية الـ *Neural Synapsis*، أسرع بكثير مما قد قيل لنا سنين طويلة وبالبيات غير تلك التي قالوها. لمزيد من الثقة، يستطيع القارئ مراجعة مقالتي في النقل العصبي، وهي تحت عنوان "النقل العصبي، بين موروث قاصر وجديد حاضر" وأيضاً مقالتي "النقل العصبي عبر المشابك العصبية".



الشكل (٢)
الفيزيولوجيا الحديثة للمنعكس الشوكي
Spinal Reflex, Innovated Physiology

شخصياً، أرى جميع المنعكسات الشوكية تخضع لسيطرة العصبون المحرك العلوي. فجميع الوارد الحسي (السهم الأزرق) يصل إلى المراكز المتخصصة في المخ. وفيها، تتم معالجة المعطيات الحسية وصولاً إلى الخلاصات النافعة. ومن ثم، تُرسل التوصيلات إلى العصبون المحرك العلوي لئبني على الشيء مقتضاه. فيكون القرار الجواب مناسباً للفعل أساس المنعكس. يُبلغ أمر الفعل إلى العصبون المحرك السفلي عبر السبل العصبية الهابطة (السهم الأحمر). لا أطلق هنا من طول المسارات، وتعدد المراكز العصبية المنخرطة في دائرة المنعكس. فالعضوية العاملة تملك مخزوناً معرفياً عظيماً، هي خبث وتعلمت سرعه التوصيل كما دقة الإنجاز. إذا، المنعكس الشوكي هو منعكس مدروس، وإن اتخذ الفورية والتلقائية ليوساً.

في الخلاصات: يشكّل العصبون الحسّي في العقدة الشوكيّة الـ *Ganglion*، والعصبون المحرّك العلويّ في قشر المخ،
والعصبون المحرّك السفليّ في القرن الأماميّ من النّخاع الشوكيّ، أضلاع المنعكس الشوكيّ على ما أزع.

ملاحظة: ينتقل الوارد الحسّي إلى الجهة المقابلة من نصف الكرة المخيّة. كما، يصل الصّادر الحركيّ من قشر المخ إلى العصبون المحرّك
السفليّ في الجهة المقابلة من النّخاع الشوكيّ.

Figure (2)

The afferent sensory impulses (blue arrow) end in the sensory neurons (blue circle).
The ascending neural tracts conduct the afferent impulses toward the upper sensory centers in the brain.
The upper neural centers treat the afferent information, and then arrive to a certain conclusion.
The UMN's receive this conclusion, and in turn decide the appropriate motor reflex(s).
The efferent motor orders (red arrow) descend to the lower motor neurons (LMNs).
Finally, the LMNs execute the motor orders.

٣. المنعكس الشوكيّ الاشتداديّ الفيزيولوجيا المرضيّة (دائرة العصبون المحرّك السفليّ)

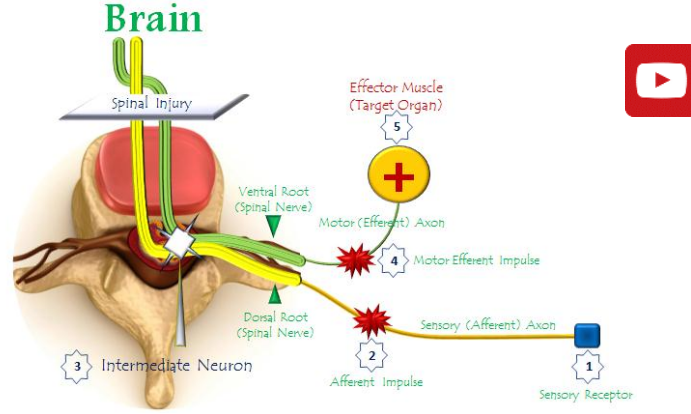
Hyperreflexia The Pathophysiology (Lower Motor Neuron Circuit)

دائرة العصبون المحرّك السفليّ هي دائرة مرضيّة الـ *Pathological Circuit* تتشكّل تالياً لانقطاع النّقل العصبيّ
بين العصبون المحرّك العلويّ والعصبون المحرّك السفليّ. ينجح هذا الأخير في تأمين تيار النّقل العصبيّ عبر
التّشبيك مع العصبونات الحسّيّة في المستوى ذاته كما في المستويات المجاورة له. يتلقّى العصبون المحرّك السفليّ
التّنبهات الحسّيّة، صادر العصبونات الحسّيّة، كأوامر حركيّة مُستحقّة التّنفيذ. بالنسبة له، تيار النّقل العصبيّ لا
جنس له. كلّ تيارات النّقل تحمل معها طاقة الفعل، كما سلطّة الأمر؛ انظر الشكل (٣).

هي دائرة معيبيّة الـ *Vicious Circuit* في الوقت نفسه. متى تأسست رسخت عناصر وجودها، وحفرت عميقاً
أضلاع دارتها بحيث يستحيل بعدها على العضويّة فصمّ عراها. هب العضويّة نجحت أخيراً في ترميم جسور النّقل
بين العصبون المحرّك العلويّ والسفليّ. عندها، تيار النّقل الهابط من القيادات العليا سيصطدم بحصن وظيفيّ منيع
شكّلته دائرة العصبون المحرّك السفليّ بتشابك عناصرها. فالدائرة السفليّة فتية قويّة، أمّا الدائرة العلويّة فما زالت
ضعيفة تشقّ طريقها الهابط بصعوبة كبيرة وسط زكام مخلفات القوّة الرّاضّة وعمليات التّرميم التّالية لها. في
الحقيقة، دائرة العصبون المحرّك السفليّ هي عامل سوء هامّ يُثقل الإندار في أدبيات العصبون المحرّك العلويّ.

وهي دائرة المنعكس الشوكيّ الاشتداديّ مشووم الذّكر الواسم لأفات العصبون المحرّك العلويّ جميعها
الـ *Upper Motor Neuron Lesions*. فمتى تأسست تلكم الدائرة، انتقل الوارد الحسّي مباشرة من مصادره في
المحيط حيث توجد المُستقبلات الحسّيّة الـ *Sensory Receptors (Trigger Points)* للمنعكس الشوكيّ إلى
العصبون المحرّك السفليّ حيث يُصبح أمر الحركة الجديد. وأمّا الدماغ فهو في غير مكان بعيداً عن ساح الإدراك
والفعل. خرجت الأفعال تحت مستوى الأدنيّة عن نطاق الضّبط والسيطرة، فكانت الحركات لا إراديّة، خشنة، غير
مُنسقة، غير محسوبة الشدّة، وليست ذا معنى. وهذه جميعاً الصّفات المكتسبة للمنعكس الشوكيّ في هكذا أدبيات.

لمشاهدة فيديو قصير يشرح تفصيلاً دائرة العصبون المحرّك السفليّ، انقر على هذا الرّابط



الشكل (3)
الفيزيولوجيا المرضية للمنعكس الاستنادي
(دائرة العصبون المحرك السفلي)
Pathophysiology of Hyperreflexia
(Lower Motor Neuron Circuit)

قد تتقطع السبل بين القيادات العصبية العلوية، سكتة المخ، والعناصر العصبية السفلية في النخاع الشوكي. عندها، يعمل العصبون المحرك السفلي، العصبون الحسي، والعصبونات الوسيطة، على خلق جسور اتصال جديدة فيما بينها خدمة للوظيفة. تتحج هذه العناصر العصبية في الربط والتشبيك فيما بينها. فنقول بولادة دائرة منعكس شوكي جديدة. هي دائرة مرضية لا وجود لها في الأحوال الطبيعية. كما هي دائرة غير كفاءة وظيفياً.

حيث يُلقي العصبون الحسي كامل حمليه الخام غير المُعالج مباشرة في حوض العصبون المُحرك السفلي. يتلقى هذا الأخير الوارد الحسي كأمر عمل واجب التنفيذ. فينطلق منه الصادر الحركي إلى الأعضاء الهدف لتحقيق ردة الفعل للفعل المنعكس. إذا، هو صادر غير منسق مع شدة الفعل من جهة، وغير منسق مع غاية ردة الفعل من جهة أخرى. وهي دائرة معيبة أيضاً.

فهي تُثقل الإنذار، وتعيق عمل العصبون المحرك العلوي فيما لو نجح هذا الأخير في علاج وتجاوز منطقة الأذية.

Figure (3)

In healthy persons, the pLMNC does not exist.

However, when it exists, it indicates a blockage of the descending neural tracts and/or the lesion of the UMNs in the brain. The pLMNC is a pathological anatomical and functional circuit.

Unfortunately, its presence worsens the outcome of the neural injury.

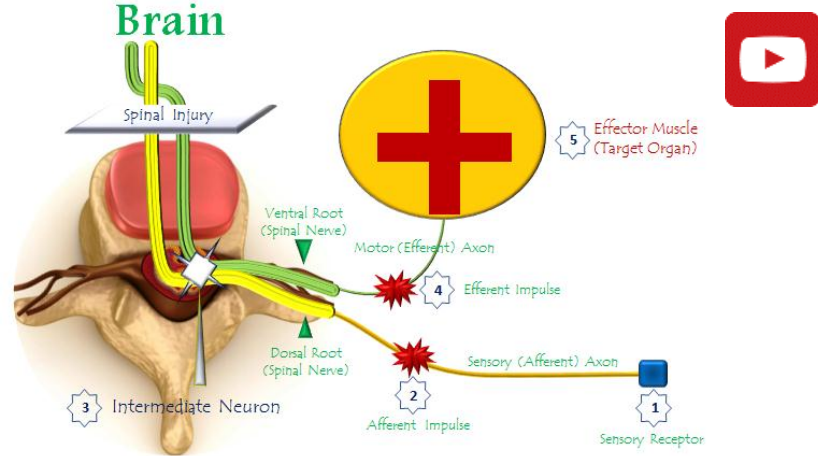
3. 1. الفيزيولوجيا المرضية لفرط قوة المنعكس الاستنادي
Pathophysiology of Hyperactive Hyperreflex

في الحالات الطبيعية، وحيث يكون الدماغ مهيمناً على جميع الوارد الحسي الـ Sensory Afferent، كما وعلى جميع الصادر الحركي الـ Motor Efferent، يحتفظ كل منعكس شوكي الـ Spinal Reflex بدارته الخاصة والمستقلة عما سواها. فتنبية ساحة عمل منعكس شوكي بعينه يُطلق استجابة حركية خاصة بهذا المنعكس. هي استجابة وحيدة، مفردة لا تكرر لها، نوعية تخص المنعكس المخصوص بالدراسة، مضبوطه الشدة والقوة، وفي الجهة ذاتها حيث وقع التنبيه.

بالمقابل، في أذيات العصبون المحرك العلوي الـ Upper Motor Neuron Injuries، يغيب الدماغ وظيفياً، وتخرج الأمور عن مفاعيل الضبط والسيطرة. عندها، تنشط العصبونات الوسيطة الـ Interneurons لملء الفراغ الوظيفي. هي تُفعل الطرق العصبية القديمة والمهجورة منذ زمن الطفولة الباكورة الـ Ancient Abandoned Neural Roads و/أو تعمل على تشكيل طرق عصبية جديدة لم تك موجودة من قبل. هي تربط العصبونات الحسية الـ Sensory Neurons، مع تلك الحركية الـ Motor Neurons ساكنة القرن الأمامي الـ Anterior Horn في ذات الجهة، وفي ذات القطعة من النخاع الشوكي الـ Spinal Segment. بالنتيجة تتشكل دائرة عصبية الـ Neural Circuits جديدة. هي دائرة وظيفية شاذة لم تك موجودة من قبل؛ هي دائرة المنعكس الشوكي الاستنادي الـ Hyperreflex Circuit.

عند تنبيه هذه الدائرة الناشئة تنطلق الإشارة العصبية مباشرة من المستقبل الحسي الـ *Sensory Receptor* إلى العصبون الحسي، فالعصبون المحرك السفلي، فالعضلة الهدف الـ *Effector Muscle (Target Muscle)*. هنا، ونتيجة لغياب الدماغ وظيفياً، لا تخضع الإشارة العصبية الـ *Afferent Signal* لعمليات المعالجة والتدبير. بل تصب مباشرة كامل حملها من الطاقة في حضان العصبون المحرك السفلي. فتكون استجابة هذا الأخير عنيفة، مفاجئة، غير موضوعية، لا تناسب وقوة المنبه نفسه. وهذا هو تمام القصد من مفهوم المنعكس الاشتدادي شديد القوة الـ *Hyperactive Hyperreflex*؛ انظر الشكل (٤).

لمشاهدة فيديو قصير يشرح تفصيلاً الآلية المرضية لاشتداد المنعكس الشوكي، انقر على هذا الرابط



الشكل (٤)
الفيزيولوجيا المرضية لفرط قوة المنعكس الاشتدادي
Pathophysiology of Hyperactive Hyperreflex

بعد قطع اتصاله مع العصبون المحرك العلوي الحاكم، ولاشباع نهمه من وارد الطاقة، يحدث أن يُشبك العصبون المحرك السفلي مع العصبون الحسي المجاور له في ذات المستوى القطعي الـ *Spinal Segment*، أم في القطعة المجاورة لها مباشرة. ينجح الأخير، أي الـ *SN*، في رمي كامل حمليه مباشرة في حضان الأول، أي في حضان *LMN*. يتلقى الـ *LMN* الوارد الحسي كأمر عمل عاجل التنفيذ حاد التنبية، فتكون بذلك شدة المنعكس الـ *Hyperactivity*. حتى التنبهات خفيفة الشدة يتلوها منعكس غير متسق شديد القوة. فقد غاب هنا فعل التنقية والمعالجة للوارد الحسي. كما غاب فعل ضبط جرعة أمر الحركة. وظيفتان يتقنهما حصرياً العصبون المحرك العلوي والقيادات العلوية غير القشريّة.

٣. ٢. الفيزيولوجيا المرضية للمنعكس الاشتدادي ثنائي جهة الاستجابة *Pathophysiology of Bilateral- Response Hyperreflex*

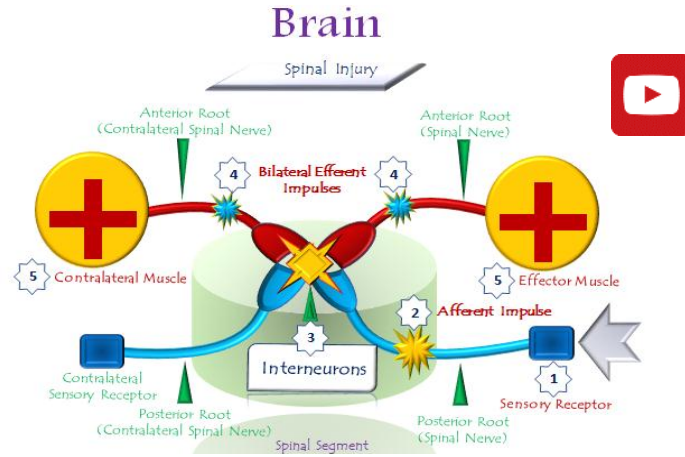
في الحالات الطبيعية، وحيث يكون الدماغ مهيمناً على جميع الوارد الحسي الـ *Sensory Afferent*، كما وعلى جميع الصادر الحركي الـ *Motor Efferent*، يحتفظ كل منعكس شوكي الـ *Spinal Reflex* بدارته الخاصة والمستقلة عما سواها. فتنبية ساحة عمل منعكس شوكي بعينه يُطلق استجابة حركية خاصة بهذا المنعكس. هي استجابة وحيدة، مفردة لا تكرر لها، نوعية تخص المنعكس المخصوص بالدراسة، مضبوطة الشدة والقوة، وفي الجهة ذاتها حيث وقع التنبية.

بالمقابل، في أذياب العصبون المحرك العلوي الـ *Upper Motor Neuron Injuries*، يغيب الدماغ وظيفياً، وتخرج الأمور عن مفاعيل الضبط والسيطرة. عندها، تنشط العصبونات الوسيطة الـ *Interneurons* لملء الفراغ الوظيفي. هي تُفعل الطرق العصبية القديمة والمهجورة منذ زمن الطفولة الباكرة الـ *Ancient Abandoned Neural Roads* أو تعمل على تشكيل طرق عصبية جديدة لم تك موجودة من قبل. هي تشبك فيما بينها، شابكة معها في الوقت عينه العصبونات الحسية الـ *Sensory Neurons* والعصبونات الحركية الـ *Motor Neurons* في ذات الجهة الـ *Unilateral Side*، كما وفي الجهة المقابلة الـ *Contralateral Side*، من القطعة ذاتها من النخاع الشوكي الـ *Spinal Segment*.

بالنتيجة، تدمج دائرة المنعكس الشوكي الاستنادي الـ *Hyperreflex Circuit* في جهة مع نظيرتها في الجهة المقابلة الـ *Contralateral Circuit* في دائرة وظيفية شاذة وحيدة؛ هي دائرة المنعكس الشوكي الاستنادي ثنائي جهة الاستجابة الـ *Bilateral- Response Hyperreflex Circuit*. يكفي تنبيه دائرة المنعكس في جهة حتى تحصل على استجابة حركية في الجهتين معاً الـ *Bilateral Response*. وهذا هو تمام القصد من مفهوم الاستجابة ثنائية الجهة الـ *Bilateral- Response*؛ انظر الشكل (٥).

لا ننسى هنا الدور المركزي للعصبونات الوسيطة. فهي قد أصبحت الناقل الواصل بين قطبي المنعكس الشوكي بنسخته المرضية، أي بين العصبونات الحسية والعصبونات المحركة السفلية في الجهتين.

لمشاهدة فيديو قصير يشرح تفصيلاً الفيزيولوجيا المرضية للمنعكس الاستنادي ثنائي جهة الاستجابة، انقر على هذا الرابط



الشكل (٤)

الفيزيولوجيا المرضية للمنعكس الاستنادي ثنائي جهة الاستجابة *Pathophysiology of Bilateral- Response Hyperreflex*

في أذنية العصبون المحرك العلوي، وبعد أن فقد الأتصال مع القيادات الحسية العليا، تتواصل العناصر العصبية للنخاع الشوكي مع بعضها البعض على نحو شاذ غير طبيعي. فيحدث أن يشبك العصبون الحسي مع العصبون المحرك السفلي الموافق له جهة وذلك المخالف له على حد سواء. عندها، تتخلق دائرة العصبون المحرك السفلي المرضية (pLMNC). تنبيه باحة العصبون الحسي المعني، من شأنه أن يطلق استجابة حركية في الجهتين معاً الموافقة والمقابلة. أي، وارد حسّي واحد قد يطلق الاستجابة الحركية للمنعكس الشوكي في الجهتين معاً.

Figure (5)

Upon their efforts to discharge their burdens of raw data, the Sensory Neurons (SNs) sometimes arrive to communicate with the Lower Motor Neurons (LMNs) of both sides; the ipsilateral and the contralateral sides, of the same spinal segment. Therefore, the two emerging hyperreflexes circuits unite in one pathological circuit, which is the Bilateral- Response Spinal Hyperreflex.

An example of a such hyperreflex, tapping the right patellar tendon could provoke the extension of both knees simultaneously.

٣ . ٣ . الفيزيولوجيا المرضية للمنعكس الشوكي واسع ساحة العمل *Pathophysiology of Extended Hyperreflex*

في الحالات الطبيعية، وحيث يكون الدماغ مهيماً على جميع الوارد الحسي الـ *Sensory Afferent*، كما وعلى جميع المصادر الحركية الـ *Motor Efferent*، يحتفظ كل منعكس شوكي الـ *Spinal Reflex* بدارته الخاصة والمستقلة عما سواها. فتنبية ساحة العمل خاصة منعكس شوكي بعينه يطلق استجابة حركية خاصة بهذا المنعكس. هي استجابة وحيدة، مفردة لا تكرر لها، نوعية تخص المنعكس المخصوص بالدراسة، مضبوطة الشدة والقوة، وفي الجهة ذاتها حيث وقع التنبيه.

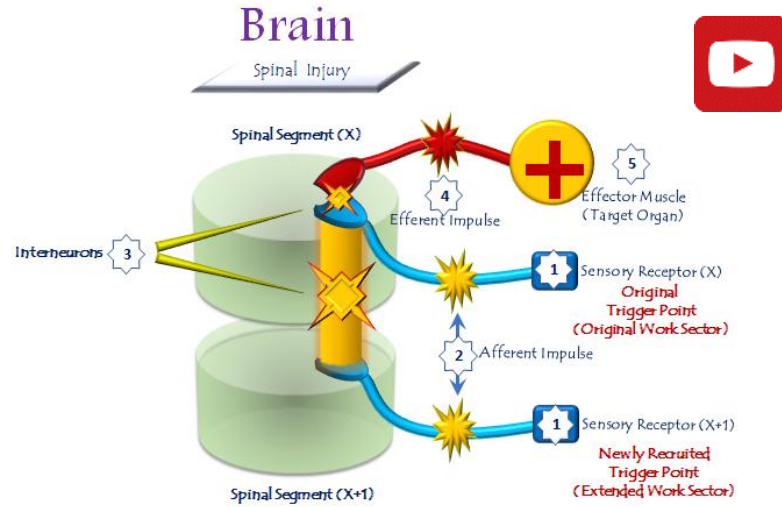
بالمقابل، في أذنيّات العصبون المُحرِّكِ العلويّ الـ *Upper Motor Neuron Injuries*، يغيّبُ الدِّماغُ وظيفيًّا، وتخرُجُ الأمورُ عن مفاعيل الضَّبْطِ والسَّيطرة. عندها، تنشُطُ العصبوناتُ الوسيطةُ الـ *Interneurons* لملء الفراغ الوظيفيِّ. هي تُفَعِّلُ الطُّرُق العصبيةَ القديمةَ والمهجورةَ منذُ زمن الطُّفولةِ الباكرةِ و/أو تعملُ على تشكيلِ طرقٍ عصبيةٍ جديدةٍ لم تكُ موجودةً من قبلُ.

هي تشبُّكُ العصبوناتِ الحسيَّةِ الـ *Sensory Neurons* والعصبوناتِ الحركيةِ الـ *Motor Neurons* في ذاتِ الجهةِ من القطعةِ النَّخاعيةِ حيثُ تقيمُ (القطعة X مثلاً)، هذا من جهةٍ. كما وتمدُّ تشابكاتها بعيداً، تضمُّ إليها مجموعةً إضافيَّةً من العصبوناتِ الوسيطةِ والحسيَّةِ النَّاشطةِ في القطع النَّخاعيةِ المُجاورةِ لقطعيتها (القطعة $X+1$ و/أو القطعة $X-1$)، من جهةٍ أُخرى. والنَّتيجةُ، انضمامُ عددٍ إضافيٍّ من العصبوناتِ الحسيَّةِ مع مُلحقاتها من مُستقبلاتِ حسيَّةٍ إلى دائرةِ المنعكسِ الشُّوكيِّ الاِشْتداديِّ خاصَّ القطعةِ الشُّوكيةِ (X وفقاً لمثالنا السَّابق).

بالنَّتيجةِ، توسَّعَ دائرةُ المنعكسِ الشُّوكيِّ الاِشْتداديِّ النَّاشِئُ ساحةَ عملها الـ *Sector of Work*. هي تقومُ باستقدامِ وتوظيفِ عددٍ إضافيٍّ من المُستقبلاتِ الحسيَّةِ خدمةً لِمُنْعَكسها. ومعهُ، يكفي تنبيهُ واحدٍ من هذه المُستقبلاتِ أصليها أم جديدها لإطلاقِ دائرةِ المنعكسِ الشُّوكيِّ الاِشْتداديِّ. وهذا هو تمامُ القصدِ من مفهومِ اتِّساعِ ساحةِ عملِ المنعكسِ الشُّوكيِّ الاِشْتداديِّ الـ *Extended Hyperreflex*؛ انظر الشُّكل (٥).

فمثلاً، عندَ الأُسوياءِ الـ *Healthy Individuals*، طرُقُ الوترِ الداغصيِّ الـ *Patellar Tendon* يُطلقُ منعكسَ العضلةِ مَرَبَّعةِ الرُّؤوسِ الفخذيَّةِ الـ *Knee Jerk Reflex*. أمَّا في حالةِ الاِشْتدادِ الـ *Hyperreflexia*، فقرعُ جِسمِ العضلةِ أيضاً كما وتخرِشُ الجِلدَ فوقها قد يُطلقاً تقلصَ العضلةِ الارْتكاسيِّ.

لمشاهدة فيديو قصير يشرح تفصيلاً الآلية المرضية
لإتساع باحة المنعكس الشوكي الاِشْتداديِّ، انقر على هذا الرِّابط



الشُّكل (٥)
الفيزيولوجيا المرضية للمنعكس الشُّوكيِّ واسعِ ساحةِ العمل
Pathophysiology of Extended Hyperreflex

عند أذنيَّة العصبون المُحرِّكِ العلويِّ الـ *UMN*، يحدثُ أن يُشبِّكُ العصبونُ المُحرِّكُ السُّلْفيُّ مع العصبوناتِ الحسيَّةِ في أكثرَ من مستوىٍ قطعيٍّ، أي في قطعته ومجاوراتها المباشرة. التَّنبيهاتُ الحسيَّةُ الواردةُ من جميع باحاتِ عملِ العصبوناتِ الحسيَّةِ المُتخالفةِ حديثاً، يمكنُ لها أن تطلقَ المنعكسِ الشُّوكيِّ.

Figure (4)

Upon their efforts to discharge their burdens of raw data,
the SNs arrive to communicate with the other SNs of the adjacent spinal segment,
as well as with the LMNs of the same spinal segment.

Therefore, the SNs of many spinal segments together serve to supply one spinal reflex' circuit.
Consequently, in addition to the muscle's tendon, the stimulation of the muscle body itself and/or the cutaneous coverage could provoke the contraction of the effector muscle.

٣. ٤. الفيزيولوجيا المرضية للمنعكس الشوكي عديد الاستجابة

Pathophysiology of Multi-Response Hyperreflex

في الحالات الطبيعية، وحيث يكون الدماغ مهيمناً على جميع الوارد الحسي الـ Sensory Afferent، كما وعلى جميع الصادر الحركي الـ Motor Efferent، يحتفظ كل منعكس شوكي الـ Spinal Reflex بدارته الخاصة والمستقلة عما سواها. فتنبية ساحة عمل منعكس شوكي بعينه يُطلق استجابة حركية خاصة بهذا المنعكس. هي استجابة مفردة لا تكرر لها، نوعية تخص المنعكس المخصوص بالدراسة، مضبوطة الشدة والقوة، وحيدة في الجهة ذاتها حيث وقع التنبيه.

بالمقابل، في أذيات العصبون المحرك العلوي الـ Upper Motor Neuron Injuries، وبعد أن تقطعت السبل بين القيادات العليا في المخ والقيادات الدنيا في النخاع الشوكي، تنشط هذه الأخيرة في التشبيك فيما بينها. هي تُفعل الطرق العصبية القديمة والمهجورة منذ زمن الطقولة الباكرة الـ Ancient Abandoned Neural Roads و/أو تعمل على تشكيل طرق عصبية جديدة لم تك موجودة من قبل.

يحدث أحياناً أن يكون هذا التشبيك عظيمًا في مده. يجمع البعيد والقريب، المتأخر والمتعكس وظيفياً، في وحدة وظيفية شاذة هي دائرة العصبون المحرك السفلي المرضية. هنا، يكفي تنبيه واحد من هذه الدارات المتشابكة حديثاً فيما بينها لتفعيل جميعها دفعة واحدة. والحاصل النهائي **ردود أفعال عديدة تقابل فعلاً بيتيماً**؛ وهذا هو تمام القصد من مفهوم المنعكس الشوكي الاشتدادي عديد الاستجابة الـ Multi-Response Hyperreflex؛ انظر الشكل (٦).

فقرع الوتر الداعصي الأيمن يطلق بسط الركبة اليمنى، هذا في الحالة الطبيعية. أما في حالة الاشتداد المرضي، فقد يُطلق حركة التني في مفصل الورك الأيمن أيضاً.

بالآلية ذاتها، يمكن تفسير العديد من المنعكسات والعلامات المرضية الواسمة لأذيات العصبون المحرك العلوي، كعلامة هوفمان الـ Hoffman Sign، علامة بابنسكي الـ Babinski Sign، والتشنج العضلي الـ Muscle Spasm. فجميعها نتاج دارات سفلية شاذة طارئة كثيرة الأضلاع كما القطع النخاعية.

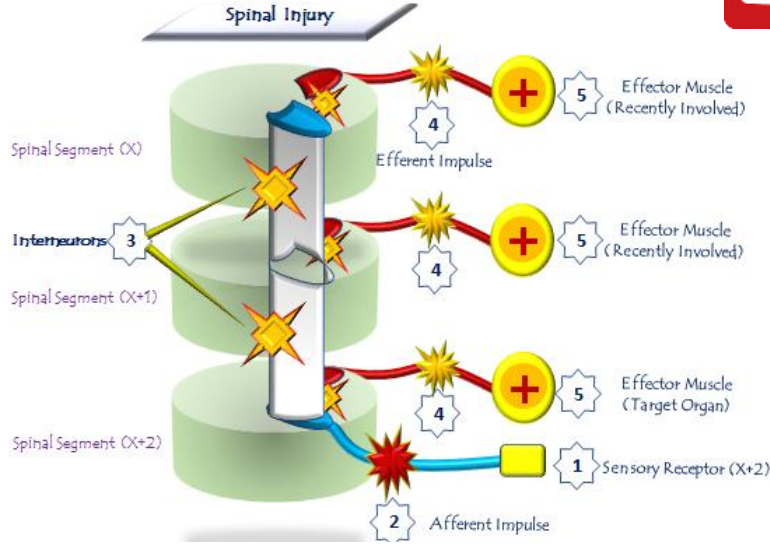
فعلامة هوفمان وعلامة بابنسكي مثلاً، هما نتاج مرضي لتفعيل الشراكة القديمة بين دارات عصبية متآزرات وظيفياً في أصل التثنية الـ Agonistic Neural Circuits. وأما التشنج العضلي فقد يكون وليد شراكة حديثة مُدانة بين دارات متعاكسات فطرياً الـ Antagonistic Neural Circuits.

وفي هذه الأخيرة أقول. شراكة الدارات المتعاكسة وظيفياً هي شراكة مُدانة دائماً على المستوى الحركي، وعلى نحو أكبر بكثير من شراكة المتآزرات وظيفياً. أكثر من ذلك، قد تكون شراكة المتعاكسات مسؤولة عن طيف أكبر من الأعراض والعلامات السريرية المرضية للشلل التشنجي الـ Spastic Paralysis. وأكثر ما يُثير حفيظتي في هذا المقام هو القساوة العضلية الـ Muscle Rigidity، الضعف العضلي الـ Muscle Weakness، والرَّمع الـ Clonus ربّما.

لمشاهدة فيديو قصير يشرح تفصيلاً الآلية المرضية

للاستجابة الحركية العديدة للمنعكس الشوكي المرضي، انقر على هذا الرابط

Brain



الشكل (٦)

الفيزيولوجيا المرضية للمنعكس الشوكي عديد الاستجابة

Pathophysiology of Multi-Response Hyperreflex

عند تشكّل دائرة المنعكس الشوكي الاستنادي، يحدث أن تُشكّل العصبونات الوسيطة مع مجموعة من العصبونات المُحرّكة السُفلية في عدّة قطع نخاعية مُتجاورة. فتندمج الدارات العصبية للمنعكس الشوكي الاستنادي النَّاشئ في القطعة النخاعية (X+II) مثلاً مع دارتي المنعكسين النَّاشئين في القطعتين (X+I)، و (X) في دائرة وظيفية شاذة وحيدة. عندها، يمكن لوارِد حسيّ وحيد أن يُطلق استجابة حركية عديدة في الوقت ذاته.

Figure (6)

Upon their efforts to discharge their burdens of raw data,

the SNs of one segment arrive to communicate with many LMNs in the adjacent spinal segments.

Thus, the SNs of a specific spinal segment (X+ II) could supply the LMNs of many adjacent segments (X & X+I).

Therefore, as example, the stimulation of the right patellar tendon could simultaneously provoke the extension of the right knee, the flexion of the right hip joint as well.

٣. ٥. الفيزيولوجيا المرضية لمنعكس الثني الثلاثي

Pathophysiology of Triple Flex Reflex

غياب الوظيفة Function Losing: بسبب غياب القيادة العلوية الواعية، تفقد المنعكسات غاية وجودها الأساسية. تصبح المنعكسات حركات غير مُتسقة فاقدة للمعنى والوظيفة. نأخذ مثلاً على قولنا منعكس السحب الـ *Withdrawal Reflex*. هو منعكس دفاع مُركّب من شقين؛ شق انعكاسي غير واع، وآخر إرادي عاقل.

عفواً وعن غير دراية، يُطلق التنبية المؤلم لإبهام القدم دائرة المنعكس. يحدث بسط ظهري لمفصل الكاحل، وثني لمفصلي الركبة والورك. يستمر فعل المنعكس في المفاصل الثلاثة مادام التنبية الألمي واقعاً. حيث تدرك المراكز العليا الطبيعة المؤلمة للتنبية، كما تدرك ديمومة خطره بدوام وصاليه. لذلك تكون أوامرها بحفظ فعل السحب مادام الخطر جاثماً، وهذه هي المركبة العقلانية الواعية من المنعكس.

أمّا في أدبيات العصبون العلوي، فيمكن لتنبهات غير مؤلمة للقدم أن تُطلق المنعكس، هذا أولاً. وثانياً، لا يدوم السحب الثلاثي إلا لثوان قليلة غير آبه إن استمر المنبة أساس وجوده أم زال. تُغيّر صفات منعكس السحب، وفقدانه وظيفة الدفاع على وجوده، دفع المهتمين إلى منحه اسماً جديداً في حالته المرضية. فكانت التسمية الأكثر انسجاماً وواقع الحال هي منعكس الثني الثلاثي الـ *Triple Flex Reflex*. بذلك، يميز هذا الأخير عن المنعكس الأم، أي منعكس السحب الطبيعي الـ *Withdrawal Reflex*.

التنبهات الألمية، كما التنبهات غير الألمية، تخلق موجة ضغط العمل الـ *Action Pressure Wave* هي موجة صماء تخلق من كل المعاني ما خلا سلطة الأمر. فالقيادات العليا هي من يعطيها المعنى والغاية ومثيلاتها من ضروب الشعور.

في منعكس الثني الثلاثي، تغيب كل المعاني المحتملة للتنبه الوارده. فلم تعد الأخيرة، كما رسم لها أن تكون منذ فجر الخليقة، واردة حسياً ذا مضامين قابلة للإدراك. بل تحولت إلى مجرد موجة ضغط تسري، حاملة معها تيار نقل عصبي، وخاوية من كل المعاني ما خلا سلطة الأمر. لذلك، تعبر موجة ضغط العمل مباشرة من باحة التنبه إلى عضلات التنفيذ. وسريعاً ما تنقضي الموجة كما بدأت لاستنزاف طاقتها. فيكون المنعكس المرضي كما وصفنا، حظياً مستقلاً عن زمن التنبه علة وجوده.

٦.٣. الرمع Clonus الفيزيولوجيا المرضية

Innovated Pathophysiology

الرمع حركات لا إرادية متتابعة. يقبض فيها المفاصل الـ *Flexion* وينبسط الـ *Extension* في تتابع شاذ غير مألوف. يزيد عدد الثنائيات الحركية (ثني- بسط) على الخمس حركات. قد نجد مثيلاتها عند الأسوياء الـ *Healthy Individuals* بيد أنها لا تبلغ الخمس عدداً. لكنها إذا تراكفت وتجليات أخرى لأذيات العصبون المحرك العلوي أخذت بعين الاعتبار رغم قلة عديدها. عملياً، نتحرى وجود الرمع في مفصلي الركبة والكاحل خصوصاً. وجودها في غير مكان ممكن بيد أنه الإستثناء واقعاً.

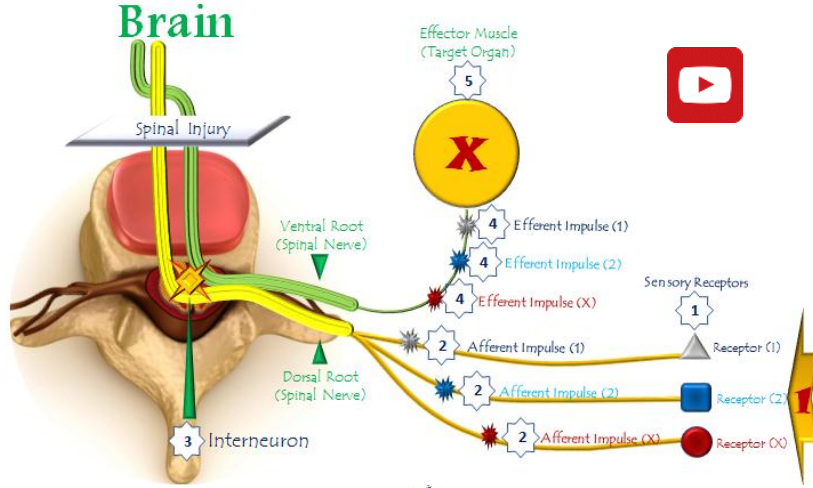
الفرضية الأولى في الفيزيولوجيا المرضية للرمع:

في ساحة عمل كل منعكس شوكي، نجد المستقبلات الحسية النوعية التي هي مفاتيح المنعكس. وإلى جانبها، نجد أنواعاً أخرى من المستقبلات الحسية. الجميع يقترش ذات المساحة حيث يقع التنبه مطلق المنعكس الشوكي. لكل مستقبل محور عصبي الخاص به. ولما اختلفت المستقبلات الحسية فيما بينها وظيفياً، اختلفت معه المحاور العصبية المغذية لها بالصفات وتالياً بسرعات النقل العصبي داخلها. فالنقل العصبي سريع جداً في المحاور العصبية النخاعية الـ *Myelinated Axon* نمط ألفا، وهي بطيئة في المحاور العصبية دلتا على سبيل المثال لا الحصر. كما أن النقل العصبي في المحاور العصبية غير النخاعية الـ *Demyelinated Axon* بطيء جداً كذلك. كما وتختلف سرعات النقل العصبي في النوع الواحد تبعاً لقطر هذا أو ذلك المحور. إختلاف سرعات النقل بين المحاور العصبية سيكون الأساس في بناء الفرضية الأولى لفيزيولوجيا الرمع المرضية.

في الحالات الطبيعية، وحين التنبه، تتوازع المستقبلات الحسية (وعددها X مثلاً)، طاقة المنبه فيما بينها. كل حسب اختصاصه. ومن ثم، وعبر المحاور العصبية المختلفة، تُنقل الإشارات العصبية صادرة المستقبلات الحسية هذه إلى العصبونات الحسية فالدماع مشكلاً الوارد الحسي الـ *Afferent Impulse* للمنعكس الشوكي. هو وارد هجين غير متجانس، عديد العناصر. يبلغ عديد عناصره الـ X عنصراً. يعمل الدماغ على تنقية ومعالجة هذا الوارد. وبعد عمليات الفرز والتنسيق، يخلص الدماغ إلى صادر حركي وحيد الـ *Efferent Impulse* يصل إلى العصبون المحرك السفلي كأم تنفيذ وحيد.

حين يغيب الدماغ وظيفياً، تتشكل دائرة المنعكس الشوكي الاستنادي. وتتصل العصبونات الحسية الـ *Sensory Neurons* مع العصبونات المحركة السفلية الـ *Lower Motor Neurons* بصورة شاذة عبر العصبونات الوسيطة الـ *Interneurons*. عندها، تتحرر النبضة الواردة الهجينة للمنعكس الشوكي من رقابة الدماغ وعمله. وتصل مباشرة إلى العصبون المحرك السفلي على طبيعتها من المصدر، أي على شكل نبضات متعاقبة (وعددها X نبضة). يُطلق أسرع الوارد باكورة التقلصات العضلية للمنعكس، بينما يُساءل أبطؤها عن آخرها. بينهما، تتلاحق التقلصات العضلية معلنة وصول النبضات الواردة وسطية السرعة. وهو ما نسميه بتكرار الحركة اللاإرادي في المنعكس الشوكي الاستنادي، أي بالرمع الـ *Clonus*؛ انظر الشكل (٨).

لمشاهدة فيديو قصير يشرح تفصيلاً الفرضية الأولى في آليات حدوث الرمع، انقر على هذا الرابط



الشكل (٨)
الرَّمْع، الفرضية الأولى في الفيزيولوجيا المرضية
The Clonus, 1st Hypothesis of Pathophysiology

تعدُّ المُستقبِلات الحسّية وتنوّعها في ساحة عمل المنعكس الشوكي الـ Reflex Work Sector أولاً، واختلاف سرعات النّقل بين المحاور العصبيّة ثانياً، سيكوّنان الأساس في بناء الفرضية الأولى لفيزيولوجيا الرَّمْع المرضية. في الحالات الطبيعيّة، وحين التّنبه، تتوازع المُستقبِلات الحسّية (وعدها X مثلاً)، طاقة المنبه فيما بينها. كلّ حسب اختصاصه. ومن ثمّ، وعبر المحاور العصبيّة المختلفة، تُنقل الإشارات العصبيّة صادر المُستقبِلات الحسّية هذه إلى العصبونات الحسّية فالدماغ مُشكّلة الوارد الحسّي الـ Afferent Impulse للمنعكس الشوكي. هو وارد هجين غير متجانس، عديد العناصر. يبلغ عديد عناصره الـ X عنصرأ. يعمل الدماغ على تنقية ومعالجة هذا الوارد. وبعد عمليّات الفرز والتّسيق، يخلص الدماغ إلى صادر حركي وحيد الـ Efferent Impulse يصل إلى العصبون المحرك السفلي كأمر تنفيذي وحيد. حين يغيب الدماغ وظيفياً، تتشكّل دائرة المنعكس الشوكي الاثتدادي. وتتصل العصبونات الحسّية الـ Sensory Neurons مع العصبونات المحركة السفلية الـ Lower Motor Neurons بصورة شاذة عبر العصبونات الوسيطة الـ Interneurons. عندها، تتحرّر النبضة الواردة الهجينة للمنعكس الشوكي من رقابة الدماغ وعمله. وتصل مباشرة إلى العصبون المحرك السفلي كما هي على طبيعتها من المصدر، أي على شكل نبضات متعاقبة (وعدها X نبضة). يُطلق أسرع الوارد أول التقلّصات العضليّة للمنعكس، بينما يحدث أبطؤها آخر التقلّصات. بينهما، تتلاحق التقلّصات العضليّة معلنة وصول النبضات الواردة وسطية السرعة. وهو ما نسميه بتكرّر الحركة الأارادي في المنعكس الشوكي الاثتدادي، أي بالرَّمْع الـ Clonus

الفرضية الثانية في الفيزيولوجيا المرضية للرَّمْع:

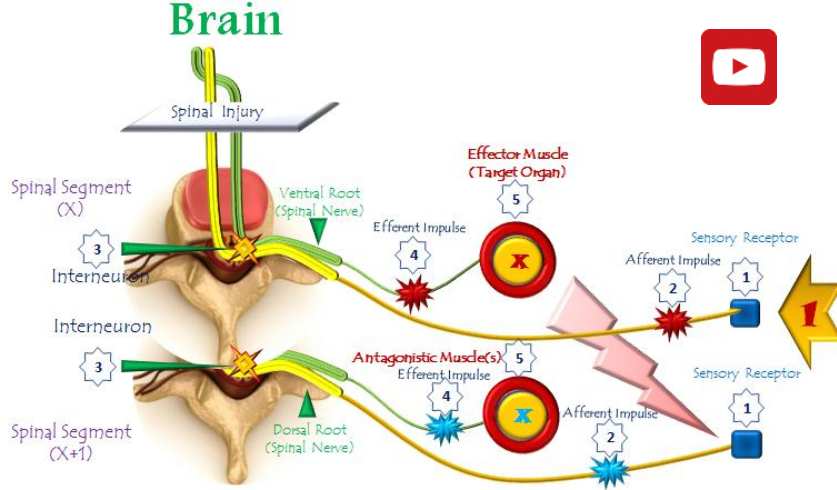
كما ويمكن النّظر إلى الرَّمْع باعتباره سلسلة من المنعكسات الشوكية المتعكسة وظيفياً والمُتقابِلة مكانياً. يتبع بعضها البعض على نحو متداخل، فما أن ينتهي السابق حتى يبدأ اللاحق منها. وكأنّ جواب السابق هو المُطلق للتالي في متواليّة حركيّة قد تطول حيناً من الزمن.

في أدبيات العصبون المحرك العلويّ الـ Upper Motor Neuron Injuries، البسط الظهريّ المفاجئ للقدم يُطلق الرَّمْع كما هو ثابت سريريّاً. هو حركات لإراديّة متلاحقة من عطف وبسط في مفصل الكاحل. بالتّحليل، وتجزئة الحركة الشاملة إلى مفرداتها من حركات جزئية، نجد كلّ مفردة منها تجسيدا عمليّاً لتعاقب منعكس آشيل الـ Achilles Reflex (Ankle Jerk Reflex) ومنعكس العضلة الطنوبية الأمامية الـ Tibial Anterior Reflex.

فالبسط الظهريّ الـ Dorsiflexion المفاجئ للكاحل هو فعل شدّ محوريّ على وتر آشيل الـ Achilles Tendon واقعاً تتنبّه المُستقبِلات الوترية للتنبّلات الطارئة على بنية الوتر، فتطلق دائرة المنعكس الشوكي المرضية. سريعاً وعنيفاً، تتقلّص العضلات الهدف للمنعكس (العضلة التوأمية الـ Gastrocnemius Muscle والعضلة الأخمصية الـ Soleus Muscle)، فينتهي الكاحل أخصباً الـ Plantarflexion ويقوّ. ثني الكاحل بهذه القوّة وخصوصاً بهذه الفجائية، يُطلق منعكساً شوكياً مرضياً آخر وفي مكان ثانٍ مقابل للأول. هو منعكس العضلة الطنوبية الأمامية الاثتداديّ المعاكس للأول في الجهة وتالياً في الوظيفة، أي هو منعكس مُضاد الـ Antagonistic Reflex.

فبعد تمديد وترها العنيف والمفاجيء، تتقلص العضلة الظنبويّة الأماميّة الـ *Tibial Anterior Muscle* بذات القوّة والفجائيّة فيكون بسط الكاحل ظهرياً جواب الفعل. ولا يخفى على أحد ما لهذا الفعل الجواب من رد فعل مُضادٍ له. هنا، غاب المنطق كما الوظيفة، فأصبح الأمر فعل نكايّة أفعالاً وردود أفعال. سلسلًا من الحركات اللاراديّة المُتتاليّة، لا يوقفها إلا نفاذ ما في العضلات العاملة من مخزون طاقةٍ و/أو تخامد عفويّ في قوّة المُنعكسات الوليدة. فيتخامد الفعل كما ويتخامد رد الفعل إلى أن يتلاشياً أخيراً. فتكون استراحة المُتخاصمين بانتظار صولات وجولات قدمات لا ريب؛ انظر الشكّل (٩).

لمشاهدة فيديو قصير يشرح تفصيلاً الفرضيّة الثّانية في آليات حدوث الرّمع، انقر على هذا الرابط



الشكّل (٩)

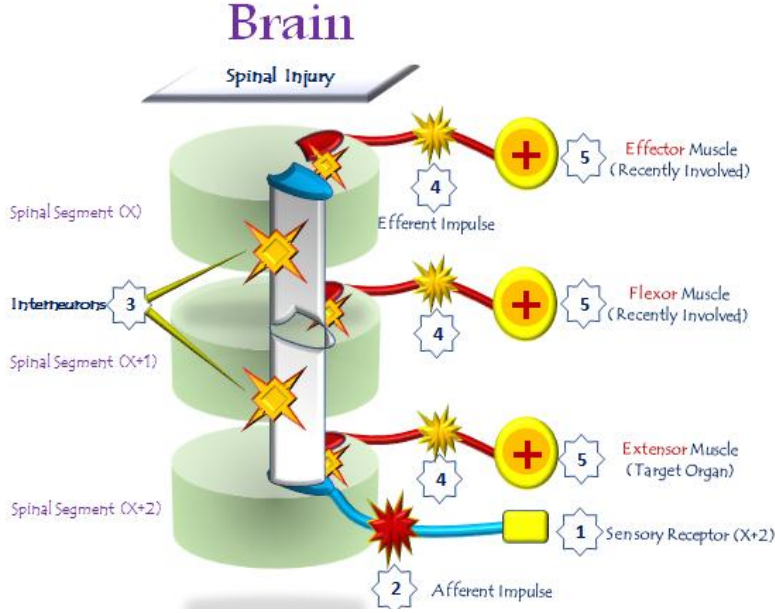
الرّمع، الفرضيّة الثّانية في الفيزيولوجيا المرضيّة
The Clonus, 2nd Hypothesis of Pathophysiology

كما ويمكن النّظر إلى الرّمع باعتباره سلسلة من المُنعكسات الشوكيّة المُتعاكسة وظيفيّاً والمُتقابلة مكانيّاً. يتبع بعضها البعض على نحوٍ متداخل، فما أن ينتهي السّابق حتى يبدأ اللاحق منها. وكان جواب السّابق هو المُطلق للتّالي في متواليّة حركيّة قد تطول حيناً من الزّمن. هنا، غاب المنطق كما الوظيفة، فأصبح الأمر فعل نكايّة أفعالاً وردود أفعال. سلسلًا من الحركات اللاراديّة المُتتاليّة، لا يوقفها إلا نفاذ ما في العضلات العاملة من مخزون طاقةٍ و/أو تخامد عفويّ في قوّة المُنعكسات الوليدة. فيتخامد الفعل كما ويتخامد رد الفعل إلى أن يتلاشياً أخيراً. فتكون استراحة المُتخاصمين بانتظار صولات وجولات قدمات لا ريب.

٣ . ٧ . الفيزيولوجيا المرضيّة للتشنج

Pathophysiology of Spasticity

بعد غياب اتّصالها مع العصبون المحرّك العلويّ، تشتبك العصبونات الحسيّة والحركيّة في النّخاع الشوكيّ مع بعضها البعض. يحدث أن يكون التّشبيك عظيمًا في مدها. تلنقي فيه العصبونات الحسيّة مع طيف غير متجانس من العصبونات المحرّكة السّفليّة. فالعصبونات العاطفة للطرف الـ *Flexors*، كما العصبونات الباسطة له الـ *Extensors*، تنتظم الآن في شبكة وظيفيّة واحدة. تفعيل الشبكة قد يُطلق تقلص عضلات الطرف جميعها، العاطفة والباسطة، بصورةٍ متزامنة. والنتيجة، تقلص توتريّ سكونيّ الـ *Tonic Static Contraction*، سمّه أدبيات النّخاع الشوكيّ؛ انظر الشكّل (٧).



الشكل (٧)
الفيزيولوجيا المرضية للتشنج العضلي
Pathophysiology of Spasticity

بعد غياب اتصالها مع العصبون المحرك العلوي، تشتبك العصبونات الحسية والحركية في النخاع الشوكي مع بعضها البعض. يحدث أن يكون التشبيك عظيمًا في مدها. تتلقى فيه العصبونات الحسية مع طيف غير متجانس من العصبونات المحركة السفلية. فالعصبونات العاطفة للطرف الـ Flexors، كما العصبونات الباسطة له الـ Extensors، تنتظم الآن في شبكة وظيفية مرضية واحدة. تفعيل الشبكة قد يُطلق تقلص عضلات الطرف جميعها، العاطفة والباسطة، بصورة متزامنة. والنتيجة، تقلص توتري سكوني الـ Tonic Static Contraction، سمة أذيات العصبون المحرك العلوي.

إذًا، هي حركات انعكاسية لا حركات خارجة عن السيطرة والإرادة:

أو كما يحب البعض تسميتها بالحركات اللاإرادية. ففي أذيات العصبون المحرك العلوي تغيب كامل الحركة الإرادية ما دون مستوى الأذية، كما ويغيب كامل الإحساس فيها. بيد أن المستقبلات الحسية العاملة مازالت في المكان قائمة على وظيفتها، ترسل الرسائل الحسية تبعاً. تتلقف العصبونات المحركة السفلية، الأساسية منها والملحقة بفعل عمليات التشبيك الثانوية، هذه الرسائل وتظهرها باستجابات حركية غير منسقة هي المنعكسات الشوكية الاستنادية. إذًا، لا يمكننا الحديث عن حركات لاإرادية تصم اللوحة السريرية للشلل التشنجي، بل الصحيح هنا هو القول بوجود حركات انعكاسية غير عاقلة فاقدة الوظيفة.

بالخلاصات، في أذية العصبون المحرك العلوي الـ Upper Motor Neuron Injury، تتشابك العناصر العصبية السفلية من النخاع الشوكي في وحدات وظيفية شاذة. هي وحدات وظيفية طارئة، غير عقلانية، غير هادفة، وغير متماثلة في امتداداتها وعدد عناصرها كذلك. فنقول عندها بتشكيل دارات العصبون المحرك السفلي، أي دارات المنعكسات الشوكية الاستنادية الـ Hyperreflexia Circuits. وبها، ستخط جميع عناصر اللوحة السريرية للشلل التشنجي الـ Spastic Paralysis، وأو الخزل التشنجي الـ Spastic Paresis، منتوجاً أذية العصبون المحرك العلوي.

فمثلاً، طرق الوتر الداغصي الأيمن قد يُطلق بسط الركبتين معاً الموافقة منها جهةً والمخالفة كذلك، وهذا هو المنعكس الشوكي الاستنادي ثنائي جهة الإستجابة الـ Bilateral- Response Hyperreflex. وقد يُطلق ثني مفصل الورك الموافق جهةً أيضاً، وهذا هو المنعكس الاستنادي عديد الإستجابة الحركية الـ Multi- Response Hyperreflex. ولا نستثنى حدوث الرمع الـ Clonus كذلك. كما وقد يتشنج الطرف السفلي كاملاً أحياناً. وغيرها كثير مما يخرج عن إطار المؤلف المعهود. كل ذلك منوط بعشوائية الربط والتشبيك بين القابات العصبية السفلية.

في سياقات أخرى، أنصح بقراءة المقالات التالية:

- هل يفيدُ التَّدَاخُلُ الجِرَاحِيُّ الفُورِيُّ في أُنْبِيَاتِ النِّخَاعِ الشُّوكِيِّ وَذَيْلِ الفَرَسِ الرِّضْيِيِّ؟
- النقل العصبي، بين مفهوم قاصر وجديد حاضر
- The Neural Conduction.. Personal View vs. International View
Action Pressure Waves في النقل العصبي، موجات الضَّغَطِ العاملة
- في النقل العصبي، كمونات العمل Action Potentials
وظيفة كمونات العمل والتيارات الكهربائية العاملة
- في النقل العصبي، التيارات الكهربائية العاملة Action Electrical Currents
الأطوار الثلاثة للنقل العصبي
- المستقبلات الحسية، عبقرية الخلق وجمال المخلوق
- The Neural Conduction in the Synapses النقل في المشابك العصبية
- عقدة رانفييه، ضابطة الإيقاع The Node of Ranvier, The Equalizer
وظائف عقدة رانفييه The Functions of Node of Ranvier
وظائف عقدة رانفييه، الوظيفة الأولى في ضبط معايير الموجة العاملة
وظائف عقدة رانفييه، الوظيفة الثانية في ضبط مسار الموجة العاملة
وظائف عقدة رانفييه، الوظيفة الثالثة في توليد كمونات العمل
- في فقه الأعصاب، الألم أولاً The Pain is First
في فقه الأعصاب، الشكل.. الضرورة The Philosophy of Form
تخطيط الأعصاب الكهربائي، بين الحقيقي والموهوم
- الصدمة النخاعية (مفهوم جديد) The Spinal Shock (Innovated Conception)
- أُنْبِيَاتِ النِّخَاعِ الشُّوكِيِّ، الأعراض والعلامات السريرية، بحث في آليات الحدوث The Spinal Injury, The Symptomatology
- الرَّمْع Clonus
- اشتداد المنعكس الشوكي Hyperactive Hyperreflexia
- اتِّسَاعُ بَاحَةِ المِنْعَكْسِ الشُّوكِيِّ الاِشْتِدَادِي Extended Reflex Sector
- الاستجابة ثنائية الجانب للمنعكس الشوكي الاِشْتِدَادِي Bilateral Responses
- الاستجابة الحركية العديدة للمنعكس الشوكي Multiple Responses
- التنكس الفاليري، يهاجم المحاور العصبية الحركية للعصب المحيطي.. ويعف عن محاوره الحسية
Wallerian Degeneration, Attacks the Motor Axons of Injured Nerve and Conserves its Sensory Axons
- التنكس الفاليري، رؤية جديدة Wallerian Degeneration (Innovated View)
- التجدد العصبي، رؤية جديدة Neural Regeneration (Innovated View)
- المنعكسات الشوكية، المفاهيم القديمة Spinal Reflexes, Ancient Conceptions
- المنعكسات الشوكية، تحديث المفاهيم Spinal Reflexes, Innovated Conception
- خُلِقَتِ المَرَأَةُ مِن ضَلَعِ الرِّجْلِ، رائعة الإيحاء الفلسفي والمجاز العلمي
المراة تقرّر جنس ولدها، والرجل يدعى!
- الرُّوحُ والنَّفْسُ.. عَطِيَّةُ خَالِقٍ وَصَنِيْعَةُ مَخْلُوقٍ
خُلِقَ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضُ أَكْبَرُ مِن خُلُقِ النَّاسِ.. فِي المَرَامِي وَالدَّلَالَاتِ
تَفَاحَةُ أَدَمَ وَضَلَعُ أَدَمَ، وَجِهَانُ لَصُورَةِ الْإِنْسَانِ
- حِوَاءُ.. هَذِهِ
سفينة نوح، طوق نجاة لا معراج خلاص

- المصباح الكهربائي، بين التجريد والتنفيذ رحلة ألف عام

- هكذا تكلم ابراهيم الخليل

- فقه الحضارات، بين قوة الفكر وفكر القوة

- العدة وعلّة الاختلاف بين مُطقّة وأرملة ذواتي عفاف

- تعذد الزوجات وملك اليمين.. المنسوخ الأجل

- الثقب الأسود، وفرضية النجم الساقط

- جسيم بار، مفتاح أحجية الخلق

- صبي أم بنت، الأم تُقرّر!

- القدم الهابطة، حالة سريرية

- خلق حواء من ضلع آدم، حقيقة أم أسطورة؟

- شلل الصّغيرة العضدية الولادي *Obstetrical Brachial Plexus Palsy*

- الأذيّات الرّضّية للأعصاب المحيطيّة (١) التّشريح الوصفيّ والوظيفي

- الأذيّات الرّضّية للأعصاب المحيطيّة (٢) تقييم الأذية العصبيّة

- الأذيّات الرّضّية للأعصاب المحيطيّة (٣) التّدبير والإصلاح الجراحي

- الأذيّات الرّضّية للأعصاب المحيطيّة (٤) تصنيف الأذية العصبيّة

- قوس العضلة الكائبة المُدوّرة *Pronator Teres Muscle Arcade*

- شبيه رباط *Struthers-like Ligament ... Struthers*

- عمليّات التّقل الوتريّ في تدبير شلل العصب الكعبريّ *Tendon Transfers for Radial Palsy*

- *Who Decides the Sex of Coming Baby? (Concise)*

- من يُقرّر جنس الوليد (مختصر)

- ثلوث الذكاء.. زاد مسافر! الذكاء الفطريّ، الإنسانيّ، والاصطناعيّ.. بحث في الصّفات والمآلات

- المعادلات الصّفريّة.. الحداثّة، مالها وما عليها

- متلازمة العصب بين العظام الخلفي *Posterior Interosseous Nerve Syndrome*

- المنعكس الشوكي، فيزيولوجيا جديدة *Spinal Reflex, Innovated Physiology*

- المنعكس الشوكي الاستنادي، في فيزيولوجيا المرضيّة *Hyperreflex, Innovated*

- *Pathophysiology*

- المنعكس الشوكي الاستنادي (١)، الفيزيولوجيا المرضيّة لقوّة المنعكس *Hyperreflexia,*

- *Pathophysiology of Hyperactive Hyperreflex*

- المنعكس الشوكي الاستنادي (٢)، الفيزيولوجيا المرضيّة للاستجابة ثنائيّة الجانب للمنعكس

- *Hyperreflexia, Pathophysiology of Bilateral- Response Hyperreflex*

- المنعكس الشوكي الاستنادي (٣)، الفيزيولوجيا المرضيّة لتّسع ساحة العمل *Extended*

- *Hyperreflex, Pathophysiology*

- المنعكس الشوكي الاستنادي (٤)، الفيزيولوجيا المرضيّة للمنعكس عديد الاستجابة الحركيّة

- *Hyperreflexia, Pathophysiology of Multi-Response hyperreflex*

- الرّمع (١)، الفرضيّة الأولى في الفيزيولوجيا المرضيّة

- الرّمع (٢)، الفرضيّة الثّانية في الفيزيولوجيا المرضيّة