عقدةُ رانفييه ضابطةُ الإيقاع بحثُ في الوظيفةِ والتَشريح الوظيفيّ

N.B.

To read the English version of this article, click on the following link:

The Nodes of Ranvier, The Equalizers (Personal View)

لا شكَّ في أنَّ النَّقلَ العصبيَّ في الأليافِ النُّخاعينيَّةِ الـ Myelin Sheath أَوَّلاً، وبفضلِ هذا قدِ اكتسبَ السُّرعةَ والكفاءةَ بفضلِ غمدِ النُّخاعين الـ Myelin Sheath أَوَّلاً، وبفضلِ هذا النَّشكيلِ البديعِ المُسمَّى بعقدةِ رانفييه الـ Node of Ranvier ثانياً. فأمَّا غمدُ النُّخاعينِ فقدْ جاءَ تفصيلُ أهميَّتِه في مقالٍ سابقٍ. وأمَّا عقدةُ رانفييه فأليكم تشريحُ دورها مِنْ منظورٍ محضِ شخصيّ.

في التَّشريح الوصفيّ، هيَ مسائلُ جو هريَّةُ تخصُّ البناءَ التَّشريحيَّ لعقدةِ رانفييه ما منحَها تلكمُ الوظيفةَ وذاكَ الاستثناء. إذْ يغيبُ في عقدةِ رانفييه عمدُ النُّخاعين (١). ينكمشُ قطرُ اللِّيفِ العصبيّ بصورةٍ كبيرةٍ تصلُ حتَّى (٣٠ - ٤٠) % مِنْ قيمتهِ خارجَها (١). تكثرُ في غشائِها الخلويّ الأقنيةُ الخاصَّةُ بشاردةِ الصُّوديوم *Na (٣). أخيراً، نجدُ في داخلِها كمَّا كبيراً مِنَ الأنابيبِ المجهريَّة الـ Microfilaments واللَّييفاتِ المجهريَّةِ الـ Microfilaments (٤).

في النَّشريح الوظيفيِّ الـ Functional Anatomy، أعتقدُ بوجودِ ثلاثِ وظائفَ لعقدةِ رانفييه. فهي ضابطةُ الإيقاعِ التي تسهرُ على حسنِ أداءِ موجاتِ الضَّغطِ العاملةِ. تراقبُ مسارَها (١)، مناسيبَها (٢)، كما وتعملُ على دعمِ سرعةِ انتشارِها مِنْ خلالِ تنظيمِ جزيئاتِ المادَّةِ داخلَ وسطِ انتشارِها (٣).

الرَّبِطُ ما بينَ الشَّكلِ والوظيفةِ هوَ ما يُسمَّى اصطلاحاً بالنَّشريحِ الوظيفيِّ، وفيهِ سأخوضُ. هيَ محاولةُ منِّي لتوظيفِ مُعطياتِ الكشفِ فائقِ الدِّقَةِ للبناءِ التَّشريحيِّ للأليافِ العصبيَّةِ عامَّةً، ولعقدِ رانفييه خاصَّةً، على ضوءِ فرضيَّةِ النَّقلِ العصبيِّ الجديدةِ خاصَّتي؛ انْظرِ الشَّكل (1).

Myelin Sheath Cell Membrane Internodal Segment Node of Ranvier Internodal Segment Node of Ranvier Cytoplasm 70 %

الشَّكل (۱) The Node of Ranvier عقدةً رانفبيه

لمزيدِ تفصيلِ في التَّشريحِ الوظيفيَ لعقدة رِ انفييه، شاهدِ الفيديو على الرَّابطِ التَّالي: 🔼

هيَ مناطقُ مِنَ اللَّيِفِ العصبيِّ عاريةٌ مِنْ غمدِ النَّخاعين.
تتوزَّ عُ على مسافاتٍ متساويةٍ على طولِ اللَّيفِ العصبيِّ النُّخاعينيِّ الـ Myelinated Neural Fiber.
القطعةُ بينَ كل عقدتينِ الـ Internodal Segment مُغطَّاةٌ بالكاملِ بغمدِ النُّخاعين الـ Myelin Sheath.
في عقدة رانفييه، تكثرُ أفنيةُ شاردةِ الصُّوديوم +Na (الثَّقوبُ السَّوداءُ)، وتكثرُ الأنابيبُ المجهريَّةُ الـ في Microfilaments (غيرُ ظاهرةٍ في الرَّسم). بالمقابلِ، يتناقصُ فيها قطرُ اللَّيفِ العصبيِّ تناقصاً ملحوظاً بما نسبيّهُ ٢٠-٢٠٪ مِنْ قطرهِ خارجَها. ساحاولُ في هذا البحثِ تبريرَ عِلَّةٍ قطرُ اللَّيفِ العصبيِّ تناقصاً ملحوظاً بما نسبيّهُ ٢٠-٢٠٪ مِنْ قطرهِ خارجَها. ساحاولُ في هذا البحثِ تبريرَ عَلَةٍ قطرُ اللَّيفِ العقدِ الرانفيَّةِ.

الوظيفةُ الأولى: ضبطُ مناسب موجة الضَّغطِ العاملة

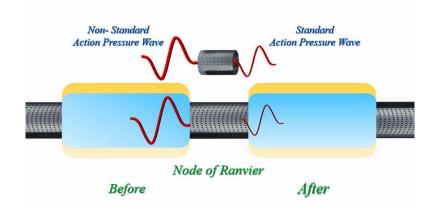
Function (1): Regulating the Parameters of Action Pressure Waves

حدَّدتِ العضويَّةُ مواصفاتِ موجاتِ الضَّغطِ العاملةِ داخلَ اليافِها العصبيَّةِ. فلكلِّ ليفٍ عصبيِّ ما يُناسبُه مِنَ الموجاتِ العاملةِ. مواصفاتُ موجةِ الضَّغطِ العاملةِ هيَ مناسيبُها مِنْ طولِ موجةٍ، يُناسبُه مِنَ الموجةِ، وسرعةِ موجةٍ. العلاقةُ بينَ هذهِ المناسيبِ الـ Wave's Parameters هيَ تفاعليَّةُ بامتياز. السَّيطرةُ على إحداها يعني بالضَّرورةِ سيطرةً على ما تبقَّى منها، وهذا تحديداً منطقُ ما اعتمدتهُ العضويَّةُ حينَ سعيها لضبطِ مناسيبِ الموجاتِ العاملةِ الـ Action Pressure.

اهتمَّتِ العضويَّةُ الحيَّةُ بالجدليَّةِ القائمةِ بينَ مناسبِ موجةِ الضَّغطِ العاملةِ. فاختارتُ لنفسِها أنْ تُمسكَ بمفتاحِ ارتفاعِ الموجةِ المناسبِ. فارتفاعُ موجةِ تُمسكَ بمفتاحِ ارتفاعِ الموجةِ المناسبِ. فارتفاعُ موجةِ الضَّغطِ هوَ الأسهلُ مقاربةً بالنِّسبةِ لها، كما أنَّ فعلَه أكبيُ على المناسبِ الأخرى للموجةِ.

تُشكِّلُ عقدُ رانفييه ممرَّاتٍ إجباريَّةً لموجةِ الضَّغطِ العاملةِ. سطحُ المقطع لهذهِ العقدِ سيُحدِّدُ ارتفاعَ وعرضَ وتالياً طولَ موجةِ ضغطِ العملِ. هَبْ موجةَ ضغطِ العملِ بالغَتْ في مناسيبِها وطغتُ وتجبَّرتُ في قطعةٍ مِنْ مسارٍ ها الطَّويل. مرورُ ها الإجباريُّ في عقدة وانفييهِ التَّاليةِ سيعيدُ للموجةِ مناسيبها الصَّحيحة. تكرَّر الخطأ ثانيةً وثالثةً.. إلخ، التَّصحيحُ قادمُ سريعاً لا محالة. فعقدُ رانفييه

منتشرةً على طولِ المسارِ ساهرةً أبداً على ضبطِ مناسيبِ الموجةِ العاملةِ، وعلى حفظِها دائماً ضمنَ المعابيرِ القياسيَّةِ الـ The Standards؛ انظرِ الشَّكل (٢).



الشَّكُل (٢) الوظيفةُ الأولى: ضبطُ مناسيبِ الموجةِ العاملة The Function (1): Controlling the Parameters of Action Pressure Wave

المشاهدة فيديو قصير يشرحُ تفصيلاً وظيفةَ عقدة رانفييه في ضبطِ مناسيبِ الموجةِ العاملةِ، الرّابط:

أفترضُ أنَّ موجةَ الضَّغطِ العاملةَ أرادتُ لنفسِها أكثرَ ممَّا قدْ أُجيزَ لها. مدَّتْ مِنْ طولِ موجتِها. تغوَّلتُ ورفعتُ محمولَها مِنَ الطَّاقة. عندَها سيكونُ الخطرُ وشيكاً يُهدِّدُ عناصرَ العضويَّةِ ابتداءً، كما ووظيفةَ العضو المعنيّ انتهاءً. استشعرتِ العضويَّةُ مُسبقاً فرضيَّةَ الخللِ هذهِ، وأعدَّتْ لها الحلولَ النَّاجعةَ حتَّى قبلَ أنْ تبدأ. هيَ عقدُ رانفييه ثانيةً، حيثُ تنتشرُ العقدُ على طولِ المحور العصبيّ كضابطِ إيقاع يسهرُ على التزامِ الموجاتِ العاملةِ بمعاييرِ العملِ مِنْ سرعةٍ وحمولة. يعيدُ الأمورَ إلى نصابِها الصَّحيح عندَ كُلِّ سانحةٍ. مرورُ الموجةِ المُتمرِّدةِ في عقدةٍ رانفييه الأقربِ إليها، سيعيدُ للموجةِ رشدَها. قتنتظمُ مناسيبُها ثانيةً. امتحانُ الجودةِ هذا سيتكرَّرُ على طولِ المحورِ العصبيّ وصولاً إلى منتهى عمليّةِ النَّقلِ العصبيّ في المشبكِ العصبيّ.

قارنْ شكلَ الموجةِ الشَّاذَةِ جيبيَّ الشَّكلِ في قطعةٍ مِنَ المحورِ العصبيّ، مع شكلِها بعدَ مرورِها في عقدةِ رانفييه. الآنَ، وبعدَ مرورِها في عقدةِ رانفييه، أصبحتُ موجةُ الضَّغطِ العاملة ذاتَ مناسبِ أكثرَ انسجاماً مع حاجةِ النَّقلِ العصبيّ مِنْ جهةٍ، وأكثرَ التزاماً بضروراتِ السَّلامةِ النَّسيجيَّةِ لمكوّنِاتِ اللِّيفِ العصبيّ مِنْ جهةٍ اخرى.

الوظيفةُ الثَّانيةُ: ضبطُ مسارِ موجةِ الضَّغطِ العاملةِ

Function (2): Regulating the Trajectory of Action Pressure Waves

كما كلِّ الموجاتِ الطُّولانيَّةِ، تستعملُ موجةُ ضغطِ العملِ حينَ انتشارها قِطاعاً أنبوبيًا مِنْ وسطِ الانتشارِ، لا كاملَ وسطِ الانتشارِ كما قدْ يظنُّ أحدُنا. أنبوبُ الانتشارِ هذا، أو مسارُ الموجةِ النتشارِ، لا كاملَ وسطِ الانتشارِ موجةِ الضَّغطِ الله خارجَ زمنِ انتشار موجةِ الضَّغطِ العاملةِ الله كاملةِ الله عاملةِ الله عاملة ع

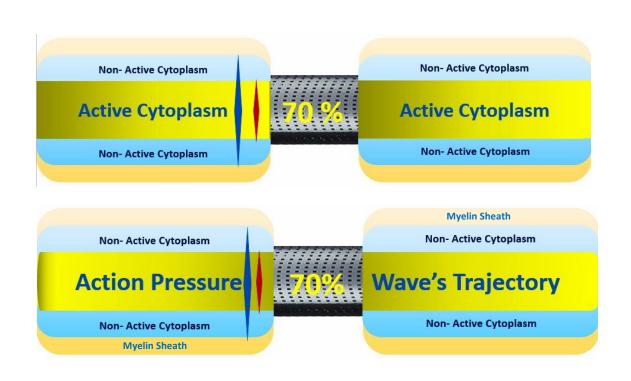
بدقَّةٍ متناهيةٍ رسمتِ العضويَّةُ مسارَ موجاتِ الضَّغطِ العاملةِ داخلَ الأليافِ العصبيَّةِ. ففي العصبوناتِ الحركيَّةِ الـ Motor Neurons، يبدأُ مسارُ الموجةِ عندَ محيطِ منطقةِ التَّذخير

الـ Axon Hillock وينتهي في النَّوسُعِ ما قبلَ المشبكِ العصبيّ الـ Axon Hillock وينتهي في النَّوسُعِ ما هي اللَّ يكونُ المسارُ مُعَلَقاً في مركزِ المحورِ العصبيّ ومُثبَّباً في المكانِ بروافعَ. هذهِ الرَّوافعُ ما هيَ اللَّا عقدُ رانفييه.

شبيهاً لهُ يكونُ المسارُ في العصبوناتِ الحسِّيَّةِ الـ Sensory Neurons، مع فارقٍ وحيدٍ هوَ في المُبتدأ والمُنتهى. فمسارُ الموجةِ العاملةِ يبدأُ في المحيطِ مِنْ مُستقبلٍ حسِّيٍّ الـ Sensory المُبتدأ والمُنتهى مركزيًّا في مشبكٍ عصبيّ الـ Synapse.

وحمايةً لعناصرها الجداريَّةِ، تتجنَّبُ العضويَّةُ تماسَ مكوِّناتِ اللِّيفِ العصبيِّ مع موجةِ الضَّغطِ العاملةِ. فلا يقتربُ الغشاءُ الخلويُّ الـ Cell Membrane مِنْ مسارٍ موجةِ الضَّغطِ خارجَ لوازمِ العاملةِ. فلا يقتربُ الغشاءُ الخلويُّ الـ الضَّرورةُ كما سنرى لاحقاً. بلُ تحرصُ على تركِ الضَّرورةِ، أيْ خارجَ عُقدِ رانفييه حيثُ تحلُّ الضَّرورةُ كما سنرى لاحقاً. بلُ تحرصُ على تركِ مسافةِ أمانِ بينَهما مِنْ البلازما الخاملةِ وظيفيًا الـ Non- Active Cytoplasm?

لا تُشاركُ البلاز ما الخاملةُ فعليًا في بناءِ مسارِ الموجةِ العاملةِ. لكنَّها تعملُ على تلبيةِ نداءِ الضَّغطِ السَّالبِ لذيلِ موجةِ الضَّغط الـ Trough حمايةً للغشاءِ الخلويِّ مِنْ قوَّةِ الذَّيلِ الماصَّةِ الخامصةِ السَّالبِ لذيلِ موجةِ الضَّغط الـ Collapsing Forces. كما وتعملُ أيضاً على امتصاصِ جزءٍ مِنَ الفعلِ الضَّاغطِ لجبهةِ الموجةِ الـ Schwann Cells عن قدرتِها إلى خلايا شوان الـ Schwann Cells الموجةِ السَّمينِ مِنْ غمدِ النُّخاعين الـ Myelin Sheath؛ انظرِ الشَّكلَ (٣).



Non- Active Cytoplasm Cell Membrane Myelin Sheath 70% Section of Node of Ranvier Section of Internodal Segment Section of Internodal Segment

مقطعٌ في قطعةٍ بين عقدتين

الشَّكل (٣) التَّشريحُ الوظيفيُ لعقدةِ رانفييهِ The Node of Ranvier, The Functional Anatomy

مقطع في قطعة بين عقدتين

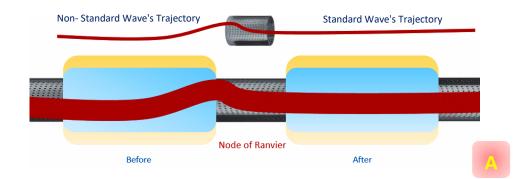
لمزيد تمكين، شاهد العرض التَّالى في تشريح عقدة رانفييه الوظيفي: وَالْمُوْسُونِ الْمُوْسُونِ الْمُوْسُونِ الْمُوسُونِ اللَّهُ الْمُؤْمِنُ اللَّهُ اللَّ

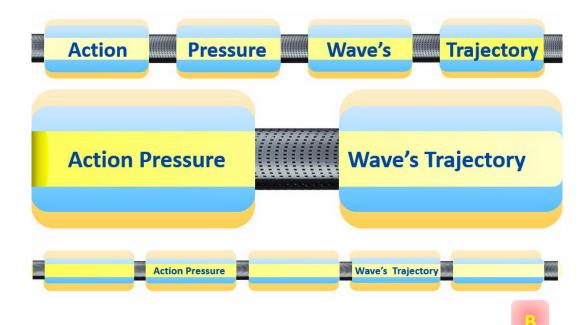
تستعملُ الموجةُ العاملةُ قطاعاً انبوبيًا مركزيًا مِنْ بلاز ما اللّيفِ العصبيّ (البلاز ما الفعّالةُ الـ Cytoplasm). أنبوبُ الانتشار هذا الـ Tubular Tract يكافئ عمليًا وواقعاً مسارَ الموجةِ.
في القطعةِ ما بينَ عقدتين الـ Internodal Segment، يُحاطُ أنبوبُ الانتشار بطبقةٍ مِنَ البلاز ما الخاملةِ
الـ Non-Active Cytoplasm. البلاز ما الخاملةُ لا تشاركُ في بناءِ مسار موجةِ الضّغطِ العاملة.
تلتّي البلاز ما الخاملةُ نداءَ الضّغطِ السّالبِ الـ Negative Pressure لذيلِ الموجةِ العاملةِ الـ Trough فتحمي بذلكَ الغشاءَ الخلويَّ للّيفِ العصبيّ الـ Cell Membrane مِنْ قَوَّةِ ذيلِ الموجةِ الجانبةِ الخامصةِ فتحمي بذلكَ الغشاءَ الخلويَّ للّيفِ العصبيّ الـ Cell Membrane مِنْ قَوَّةِ ذيلِ الموجةِ الجاهةِ الموجةِ العاملةِ الحاملةِ الحاملةِ الحاملةِ العاملةِ الموجةِ العاملةِ الموجةِ العاملةِ الموجةِ العاملةِ الموجةِ العاملةِ الموجةِ العاملةِ الموجةِ الموجةِ الموجةِ الموجةِ الموجة. الموجة. الموجة. الموجة.

في عقدة رانفييه، ومِنْ أجلِ بناءِ كموناتِ العملِ القياسيَّةِ والتيَّاراتِ الكهربائيَّةِ القياسيَّةِ، تحتاجُ العضويَّةُ إلى خلق تماسٍ مباشرٍ ما بينَ الموجةِ العاملةِ والغشاءِ الخلويِّ. مِنْ أجلِ ذلكَ، تختفي البلازما الخاملةُ، ويتقاصرُ قطرُ اللِّيفِ العصبيِّ ما نسبتُه (٣٠ إلى ٤٠) %، ويقتربُ الغشاءُ الخلويُّ مع أقنيةِ شواردِ الصُّوديومِ ذواتِ البوَّاباتِ العاملةِ على الضَّغطِ الـ Pressure-Gated Na+ Channels حتَّى حدودِ التَّماسِ المباشرِ مع موجةِ الضَّغط.

أفترضُ أنّهُ حدثَ وتجبَّرتِ الموجةُ العاملةُ وخرجتُ عنِ المسارِ المرصودِ لها أبداً. واستعملتُ كاملَ الوسطِ الدَّاخليِ لقطعةٍ بينَ عقدتين. فوصلتُ حتَّى حدودِ الغشاءِ الخلويِ للمحورِ العصبيِ. حينَها يصبحُ الخطرُ على العضويَّةِ داهماً، كما ويصبحُ ضياعُ الطَّاقةِ عندَ الموجةِ الضَّالَّةِ كبيراً.

لا تقبلُ العضويَّةُ بشذوذٍ كهذا. فعقدةُ رانفييه هيَ بالمرصادِ دائماً. إذْ لا يمكنُ للموجةِ الشَّاذةِ أنْ تمرَّ منها دونَ أنْ تُعدِّلَ مِنْ سلوكِها. وتلبسَ مِنْ جديدٍ ثوبَ الطَّاعةِ، وتلزمَ المسارَ المحدَّدَ لها. فتخرجُ الموجةُ مِنَ العقدةِ، كما مِنْ جميعِ العقدِ، معلومةَ المسارِ وقيمةِ المناسيبِ. لا سيَّما وقدْ علمتِ موجةُ الضَّغطِ العاملةُ أنَّ مشابهاتٍ لهذهِ العقدةِ تنتظرُها على طولِ دربِ انتشارها؛ انظرِ الشَّكلَ (٤).





الشَّكل (٤) الوظيفةُ الثَّانيةُ: ضبطُ مسارِ الموجةِ العاملةِ The Function (2):To Control the Action Pressure Wave's Trajectory

لمشاهدةِ فيلم قصير يشرحُ تفصيلاً فعلَ عقدةِ رانفيه في ضبطِ مسار الموجاتِ العاملةِ، انقرْ على هذا الرَّابط:

الشَّكل A: تعملُ عقدةُ رانفييه على تصحيح انحرافاتِ المسار في حالِ وقعتْ. فيعودُ مسارُ موجةِ ضغطِ العملِ مُجبراً إلى حيثُ يجبُ أنْ يكونَ في مركز اللَّيفِ العصبيّ.

الشَّكُل B: تماماً كأعمدةِ الجسورِ الـ Pillars، تعملُ عقدُ رانفييه مجتمعةً على تعليق مسارِ الموجةِ العاملةِ في مركزِ اللِّيفِ العصبيِّ. عقدُ رانفييه هي الدَّعائمُ والرَّ وافعُ لمسارِ الموجةِ، بحيثُ يعليقِ مسارِ الموجةِ العاملةِ في مركزِ النوبِ آخر.

الوظيفةُ الثَّالثَّةُ: رفعُ كفاءةِ مسار موجةِ الضَّغطِ العاملةِ

Function (3): Optimizing the Trajectory of Action Pressure Waves

تنتقلُ الإشارةُ العصييَّةُ داخلَ المحور العصبيِّ على شكلِ موجةٍ مِنْ ضغطِ العملِ الـ Longitudinal Wave. موجةُ طولانيَّةُ الـ Pressure Wave. تتألَّفُ، كما جميعِ الموجاتِ الطولانيَّةِ، مِنْ جبهةٍ الـ Compression (Crest) وذيلِ الـ Compression (Crest). يكونُ الضَّغطُ المنخفضُ الموجةِ، وسالباً عندَ ذيلها. يتذيَّلُ الضَّغطُ المنخفضُ جبهةِ الموجةِ، وسالباً عندَ ذيلها. يتذيَّلُ الضَّغطُ المنخفضُ جبهةَ الموجةِ، ويتلاز مانِ على هذا النَّحو على طولِ اللِّيفِ العصبيِّ. طولُ اللِّيفِ العصبيِّ يُكافئُ فعليًا طولَ مسارِ الموجةِ العاملةِ الـ Wave's Trajectory.

قدْ يبلغُ طولُ المسار مبلغاً كبيراً أحياناً. فكثيراً ما تحتاجُ موجةُ الضَّغطِ العاملةُ أَنْ تقطعَ هكذا مساراتٍ طويلةً قبلَ أَنْ تصلَ هدفَها. أمامَ حتميَّةٍ كهذهِ، وتسهيلاً لانتشارِها، عملتِ العضويَّةُ على تحسينِ (تعبيدِ الـ Paving) مسار انتشار موجاتِها العاملةِ. واستخدمتْ لهذهِ الغايةِ الكموناتِ الكهربائيَّةَ الـ Action Potentials لما عُرفَ عنْ هذهِ الاخيرةِ مِنْ قدرةٍ على تنظيمِ ورصِّ جزيئاتِ المادَّةِ رفعاً لكثافةِ الوسطِ مسار الموجةِ.

في عقدة رانفييه، يعملُ الضَّغطُ السَّالبُ المتذبّلُ لموجةِ الضَّغطِ العاملةِ على فتح بوَّاباتِ أقنيةِ شاردةِ الصُّوديوم الـ Pressure- Gated Na+ Channels، وتالياً على استدعاءِ شاردةِ الصُّوديوم الله الدَّاخلِ الخلويِّ. تشحنُ شواردُ الصُّوديومِ الموجبةُ *Na نيلَ الموجةِ بشحنتِها. الوسطُ الدَّاخليُ للمحورِ العصبيِّ سالبُ القطبيَّةِ أساساً بسببِ البروتيناتِ البلازميَّةِ والشَّواردِ الأخرى سالبةِ القطبيَّةِ.

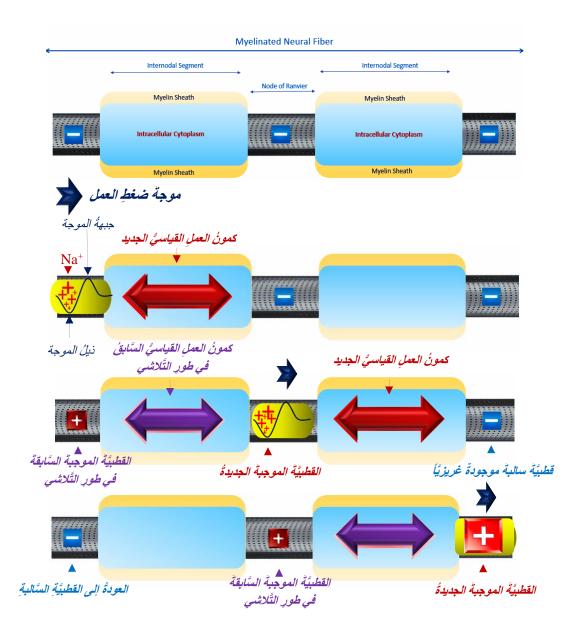
يتأسَّسُ بذلك فرق في الكمونِ بينَ ذيلِ الموجةِ موجبةِ القطبيَّةِ الـ Positive Polarity اكتساباً ومهبطٍ ومهبطٍ والدَّاخلِ الخلويِّ سلبيِّ القطبيَّةِ الـ Negative Polarity أساساً. ما بينَ مصعدٍ موجبٍ ومهبطٍ سالبٍ، يتخلَّقُ كمونُ وينفرغُ تيَّارُ. الأوَّلُ هوَ كمونُ العملِ القياسيُّ الـ Standard Action .Standard Electrical Current ، والثَّاني هوَ تيَّارُ العملِ الكهربائيُّ القياسيُّ الـ Potential

خلالَ عمليَّةِ النَّقلِ العصبيِّ الواحدةِ، لا نجدُ كمونَ عملٍ قياسيًّا واحداً، ولا تيَّاراً قياسيًّا واحداً. بلْ نجدُ مجموعةً متجانسةً منها. يبدأُ اللَّاحقُ منها حيثُ ينتهي السَّابقُ لها مباشرةً. وكأنَّ السَّابقَ يُشرفُ على ولادةِ اللَّاحق ومِنْ ثمَّ يختفى.

كموناتُ العملِ القياسيَّةُ، كما تيَّار اتُها، هي كينوناتُ عاملةٌ محليًاً. يعملُ واحدُها داخلَ قطعةٍ بينَ عقدتينِ وحيدةٍ لا يتعدَّاها، ففيها يكونُ منبتُه وفيها يكونُ المنتهى وظيفيًا وماديًاً. هي وحداتُ تنظيميَّةُ داعمةٌ لموجةِ الضَّغطِ العاملةِ. هي تهتمُّ بتصنيعِ مسارِ الموجةِ بالقطعةِ. كلُّ كمونٍ منها يبني مسارَ الموجةِ في قطعتهِ رفعاً لكفاءةِ النَّقلِ فيها. اجتماعُ المساراتِ القطعيَّةِ الـ Segmental يبني مسارَ الموجةِ في قطعتهِ رفعاً لكفاءةِ النَّقلِ فيها. اجتماعُ المساراتِ القطعيَّةِ الـ Trajectories

لمشاهدةِ فيلم قصير يشرحُ تفصيلاً وظيفةً كموناتِ العملِ القياسيَّةِ وتيَّاراتِها في رفع كفاءةِ مسار الموجاتِ العالميَّة، انقرْ على هذا الرَّابط:

عمليًا، وإذا ما أردْنا المُماثلةَ في التَّصوير، تُعبِّدُ كموناتُ العملِ القياسيَّةُ، مع تيَّار اتِها الكهر بائيَّةِ، الطَّريقَ أمامَ موجةِ الضَّغطِ العاملةِ وشيكةِ القدوم. هي ترصُّ العناصرَ البلازميَّة وتجمعُ المتنافرينَ منها شحنةً تحقيقاً لتجانسِ المسارِ ورفعاً لكثافتِه. ولا يخفى على عارفٍ ما لذلكَ مِنْ أهميَّةٍ في زيادةِ سرعةِ موجاتِ الضَّغطِ وتقليلِ ضياعاتِ الطَّاقةِ فيها؛ انظرِ الشَّكل (٥).



الشَّكل (٥)

الوظيفةُ الثَّالثَةُ: بناءُ كمون العملِ القياسيِّ & تيَّارِه الكهرِبائيِّ القياسيِّ The Function (3): The Regeneration of the Standard Action Potential & the Standard Electrical Current

لمشاهدةِ فلم قصير يشرحُ تفصيلاً وظيفةً عقدةِ رانفييه في توليدِ كمون العمل القياسيّ، انقرْ على هذا الرّابط:

متى وصلتْ موجةُ الضَّغطِ العاملةُ عقدةَ رانفييه، باشرَ الضَّغطُ السَّالبُ لذيلِ الموجةِ فعلَه في فتح بوَّ اباتِ أفنيةِ
شاردةِ الصُّوديومِ، وتالياً في استدعاءِ شاردةِ الصُّوديوم إلى الدَّاخلِ الخلويِ.
يشحنُ تراكمُ شواردِ الصُّوديوم الدَّاخلَ الحلويَّ لعقدةِ رانفييه بقطبيَّة موجبةٍ. القطبيَّةُ الموجبةُ الوليدةُ حديثاً ستقابلُ
قطبيَّةُ سالبةً مقيمةً أبداً. فالدَّاخلُ الخلويُّ هوَ سالبُ القطبيَّةِ غريزيًّا بسببِ قطبيَّةِ البروتيناتِ البلازميَّة أساساً.
مهما يكنْ مِنْ أمرٍ، قطبيَّةُ موجبةٌ تقابلُ قطبيَّةً سالبةً هوَ كلُّ ما يلزمُ لولادةِ كمونِ العملِ القياسيِّ،
وتالياً لانفراغ الثَّيَارِ الكهربائيِّ القياسيِّ خاصَّتِه.

التَّشريحُ الوظيفيُّ The Functional Anatomy

مِنْ أَجِل مزيدِ تمكينِ، شَاهِدِ الفيديوِ التَّالي في التَّشريح الوصفي ِ لعقدِ رانفييه:

عقدُ رانفييه هيَ محطَّاتُ لبناءِ كموناتِ وتيَّاراتِ العملِ القياسيَّةِ. مادَّةُ البناءِ الأساسيَّةُ هيَ شواردُ الصُّوديوم +Na. خزَّانُ هذهِ الأخيرةِ هوَ الوسطُ خارجُ اللِّيفِ العصبيِّ. مِحراكُ عمليَّةِ البناءِ هوَ الضَّغطُ السَّالبُ لذيلِ موجةِ الضَّغطِ العاملةِ الـ Wave's Trough. لذلكَ كلِّه، كانَ لزاماً على العضويَّةِ تعزيزُ شروطِ الاتِّصالِ بينَ داخلِ اللَّيفِ العصبيِّ وخارجِه؛ انظرِ الشَّكلُ (٣).

لحسنِ الأداءِ، خلعَ المحورُ العصبيُّ درعَه النُّخاعينيُّ الـ Myelin Sheath في عقدةِ رانفييه (۱). كَثَفَ فيها أعدادَ ممرَّ اتِ العبورِ (۱)، أيُ أقنيةِ شاردةِ الصُّوديوم +Na. اقتربَ غشاؤهُ الخلويُّ مِنْ موجةِ الضَّغطِ العاملةِ حدودَ النَّماسِ المباشرِ معها فتقاصرَ قطرُ اللِّيفِ العصبيِّ في مستوى عقدةِ رانفييه ما نسبتُه (۳۰-٤٠) % (۳). بذلكَ يمكنُ لطيفِ الضَّغطِ السَّالبِ لذيلِ الموجةِ أنْ يطالَ مباشرةً الوسطَ الخارجيَّ فيغرف منهُ ما شاءَ مِنْ موادِ البناءِ، أيْ شواردِ الصُّوديوم +Na.

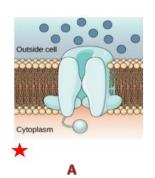
مِنْ أَجِل مزيدِ تمكينِ، شاهدِ الفيديو التَّالي في التَّشريحِ الوظيفيِّ لعقدةِ رانفييه:

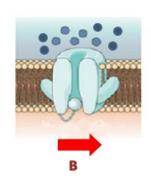
والمقابلُ بسيطٌ و عبقريُّ، شبكةٌ كثيفةٌ مِنْ أليافٍ مجهريَّةٍ الله Microtubules & أليافٍ مجهريَّةٍ الله Microfilaments وقد بها غشاءَه مِنَ الدَّاخلِ (4). تحمي كثافةُ الشَّبكةِ الغشاءَ الخلويُّ مِنْ تَبعاتِ الاحتكاكِ المباشر والمؤلمِ مع موجةِ الضَّغطِ، هذا مِنْ جهة. وتسمحُ عيونُها وافرةُ العددِ بالتَّبادلِ الحُرِّ معَ الوسطِ الخارجيِّ، مِنْ جهةٍ أخرى. إذاً، هي تقومُ مقامَ البلاز ما الخاملةِ في القطعةِ بينَ عقدتينِ في حمايةٍ غشاءِ اللِّيفِ العصبيِّ مِنْ قوَّةِ الذَّيلِ الخامِصةِ، ومِنْ طاقة الجبهةِ الدَّافعةِ.

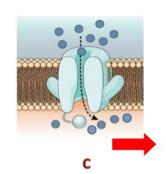
قدْ يقولُ قائلٌ، لماذا لمْ تستدعِ العضويَّةُ خلايا شوان الـ Schwann Cells ومنتوجَها الثَّمينَ غمدَ النُّخاعين الـ Myelin Sheath لحمايةِ الغشاءِ الخلويِّ في مستوى عقدةِ رانفييه؟

أقولُ، غمدُ النُّخاعين جدارٌ متينٌ مقاومٌ، لكنَّه أصمٌ لا ثقوبَ فيه. والثقوبُ منافذُ لشاردةِ الصُّوديوم للمُّه المُّه في المتصاصِ فعلِ جبهةِ الموجةِ، فهوَ لا شكَّ قاصرٌ في الوقايةِ مِنْ الخارجِ بغمدِ النَّخاعين فعَّالاً في امتصاصِ فعلِ جبهةِ الموجةِ، فهوَ لا شكَّ قاصرٌ في الوقايةِ مِنْ تأثيراتِ القوّةِ الماصنَّةِ لذيلِها. لاسيَّما إذا ما علمنا أنَّ التَّماسَ بينَ جدارٍ عقدةِ رانفييه وموجةِ الضَّغطِ شرطٌ أساسيُّ لإتمامِ مهامِّ العقدةِ في ضبطِ المناسيبِ والمسارِ وابتناءِ كموناتِ العملِ القباسيَّة.

تلعبُ أقنيةُ شاردةِ الصُّوديوم *Na ذواتُ البوَّاباتِ العاملةِ بفرقِ الضَّغطِ الـ Na+ Channels دوراً هامًا في حركيَّةِ الشَّواردِ نحوَ الدَّاخلِ الخلويّ. بوَّاباتُها الدَّاخليَّةُ مركزيَّةُ النَّموضعِ، تتنَّبتُ على عارضةِ القناةِ القريبةِ مِنْ جهةِ هبوبِ موجةِ ضغطِ العمل. تنحني بوَّاباتُها عندَ مرورِ جبهةِ الموجةِ عاليةِ قيمةِ الضَّغطِ فتنغلقُ أقنيةُ العبور. بينَما يعملُ الضَّغطُ السَّالبُ المُتذبّلُ للموجةِ عندَ مرورِه على قتح المغاليق وشفطِ شواردِ الصُّوديوم نحوَ الدَّاخل، وتالياً على ابتناءِ كمون عملِ قياسيّ جديدِ؛ انظر الشَّكل (٦).







الشَّكل (1) الأقنيةُ ذواتُ الأبوابِ العاملةِ بفرق الضَّغطِ The Pressure Gated Na+ Channels

الشَّكُلُ (A) التَّشْرِيحُ الوصفيُّ: البوَّابةُ معقَّدٌ بروتينيُّ الـ Polypeptide، ينتأُ داخلَ لمعةِ اللِّيفِ العصبيِّ في البلاسما الـ Cytoplasm، ويتمفصلُ معَ الجدارِ الأقربِ لجهةِ النَّقلِ العصبيِّ، أيْ معَ الجدارِ الأقربِ إلى جسمِ البلاسما الـ Motor Neurons. العصبون (النَّجمةُ الحمراءُ) في العصبوناتِ الحركيَّةِ الـ Motor Neurons. تتواجدُ شواردُ الصُّوديوم +Na بكثافةٍ في الحيِّزِ خارج الخليَّةِ الـ Outside Cell (الكراتُ الزَّرقاءُ). في حالةِ الرَّاحةِ الوظيفيَّةِ، أفترضُ قيامَ ضغطِ الرَّاحةِ بإغلاقِ البوَّاباتِ منعاً لتسرُّبِ عناصرِ البلاسما عبرَ في حالةِ الرَّاحةِ الوظيفيَّةِ، أفترضُ قيامَ ضغطِ الرَّاحةِ العلاقِ البوَّاباتِ منعاً لتسرُّبِ عناصرِ البلاسما عبرَ

الشَّكل (<u>B):</u> اثناءَ عمليَّةِ النَّقلِ العصبيّ، وحينَ وصولِ جبهةِ موجةِ ضغطِ العملِ (السَّهمُ الأحمرُ) إلى مستوى القناةِ، ت<u>نحنيَ</u> البوَّابةُ باتِّجاهِ الجدارِ تحتَ تأثيرِ قيمةِ الضَّغطِ المرتفعةِ لجبهةِ موجةِ العملِ <u>مغلقةً</u> بذلكَ قناةَ العبورِ.

<u>الشَّكُلُ ():</u> وبعدَ تجاوز جبهةِ الموجةِ البوَّابةِ، يعم<u>لُ</u> الضَّغطُ سالبُ القيمةِ المتذبّلُ لموجةِ الضَّغطِ على <u>شفطٍ</u> البوَّابةِ نحوَ الدَّاخلِ الخلويّ، ومِنْ ثمَّ على فتح قناةِ العبور . كما يعملُ الضَّغطُ السَّلبيُّ ذاتُه على <u>تدفُّق</u> شاردةِ الصُّوديوم +Na إلى الدَّاخلِ (السَّهمُ الأسودُ النِّقِطيُّ) <u>مُعلنةً</u> ولادةَ القطبيَّةِ الموجبةِ لكمونِ العملِ في المنطقةِ .

عقدةً رانفيه، ضابطةُ الإيقاع The Node of Ranvier, the Equalizer

مِنْ أَجِل مزيدِ تمكين، شاهدِ الفيديو التَّالي حولَ الوظائف الثَّلاث لعقدِ رانفييه:

تسري موجة ضغطِ العملِ داخلَ المحورِ العصبيّ بسرعةٍ كبيرة. تتكرَّرُ العمليَّاتُ الحيويَّة مِنْ نقلٍ عصبيّ عدداً مهولاً مِنَ المرَّات. يمكنُ لهذهِ الموجةِ، مناسيبَ ومساراً، أنْ يعتريَها خللٌ ما في مكانٍ ما وباتِّجاهٍ ما. وهذا ما لا تتحمَّلُه العضويَّةُ الحيَّةُ. انحرافاتُ طفيفةٌ بمقياسِ البشر يتلوها خرابٌ كبيرٌ بمقياسِ العضويَّةِ وبمساعيها نحوَ الكمال. أخطاءُ النَّقلِ العصبيّ تحملُ خطراً ليسَ على الحاصلِ الوظيفيّ النِّهائيّ وحسبْ، بلْ يتعدَّاهُ إلى سلامةِ بنيةِ وبناءِ العناصرِ التَّشريحيَّةِ الحاضنةِ لهُ.

قامتِ العضويَّةُ بجهودٍ عظيمةٍ تأميناً لسيرِ العملِ وضبطاً لعناصرِ الجودة. فالحاملُ موجةُ ضغطٍ، ولكلِّ موجةٍ مناسيبها الـ Parameters. فعملتِ العضويَّةُ على ضبطِ هذهِ المناسيب، وألقتُ مسؤوليَّةُ الفعلِ على عقدِ رانفييه.

وضعتُ تصوُّر اتِها حولَ مسارِ الحركةِ الأمثلِ لوظيفةِ النَّقلِ وشروطِ السَّلامةِ، فبدا لها أنبوباً مُعَلَّقاً داخلَ بلازما اللِّيفِ العصبيِّ. فجعلتُ لهُ روافعَ تُعلِّقُه حيثُ يجبُ في مركز اللِّيفِ العصبيّ، وحرصتُ على تأمينِ ذلكَ على الدَّوام. وكما دائماً، استنفرتُ عقدُ رانفييه للقيامِ بفعلِ التَّثبيتِ وتعليق المسار للموجاتِ العاملةِ.

عقدُ رانفييه هي مُسرِّ عاتُ لموجاتِ الضَّغطِ العاملةِ داخلَ اللِّيفِ العصبيِّ أيضاً. كلُّ واحدةٍ منها تهتمُّ ببناءِ مسار الموجةِ العاملةِ في قطعتِها الخاصَّةِ. ترصُّ عناصرَ المادَّةِ داخلَ أنبوبِ الانتشار. تمهّدُ الطَّريقَ Paving the Road لعبورِ موجةِ الضَّغطِ العاملةِ. فيكونُ مرورُ هذهِ الأخيرةِ سريعاً كما يجبُ مع منسوبِ فقدٍ غيرِ ذي قيمةٍ في طاقتِها الحركيَّةِ. ووسيلتُها في ذلكَ كموناتُ العملِ القياسيَّةُ وتيَّار اتُها الكهربائيَّةُ.

ملاحظة هامّة المزيدِ عنْ فرضيّتي في النّقلِ العصبيّ، اقرأ مقالاً لي بعنوان: النّقلُ العصبيّ، بين مفهوم قاصر وجديد حاضر

.....

في سياقاتِ أخرى، أنصحُ بقراءة المقالاتِ التَّالية:

- Thumb Reconstruction Using Microvascular تَصنيعُ إيهام اللهِ باستخدام الإصبع الثّانيةِ للقدم Second Toe to Thumb Transfer
 - Segmental Gracilis Muscle نقلُ قُطعةِ منَ العضلةِ الرَّ شيقةِ لاستعادةِ الابتسامةِ بعدَ شلل الوجهِ Transfer for Smile
 - <u>Iransfer for Smile</u> <u>تصنيعُ الفاقِّ السُّفليّ باستخدام الشَّريحةِ الشَّظويَّةِ الحُرَّة Mandible Reconstruction Using Free</u>
 - الشُّريحةُ الشَّطْوِيَّةُ المُوعَاةُ في تعويضِ الصَّياعاتِ العظميَّةِ المُختَلِطةِ بِذَاتِ العظمِ والنَّقيِ السُّريحةُ الشُّطويَّةُ المُوعَاةُ في تعويضِ الصَّياعاتِ العظميَّةِ المُختَلِطةِ بِذَاتِ العظمِ والنَّقي
 - Free Fibula Flap for Bone Lost Complicated with Recalcitrant Osteomyelitis

 الشَّريحةُ الحُرَّةُ جانبُ الكَتَفِ في تعويض ضَبَاعٍ جِلايٌ هَامٌ في السَّاعِدِ
 - Spinal Reflexes, Ancient Conceptions المنعكساتُ الشوكتَيُّهُ، المفاهيمُ القديمة
 - Spinal Reflexes, Innovated Conception المنعكساتُ الشَّو كنَّةُ، تحديثُ المفاهيم
 - The Spinal Shock (Innovated Conception) الصدمة النخاعيّة (مفهوم جديد)
 - Hyperactive Hyperreflexia اشتدادُ المنعكس الشوكي
 - Extended Reflex Sector اتِّساغ باحةِ المنعكس الشوكي الاشتدادي
 - Bilateral Responses الاستجابة ثنائية الجانب للمنعكس الشوكي الاشتدادي
 - Multiple Motor Responses الاستجابةُ الحركيَّةُ العديدة للمنعكس الشوكي
 - Clonus الرّمع
- The Spinal Injury, The أذيّات النخاع الشوكيّ، الأعراض والعلامات السريريّة، بحثٌ في آليات الحدوث Symptomatology
 - ي ympromuous به يعتبر المُحرِّكِ العلويّ، الفيزيولوجيا المرضيَّةُ للأعراضِ والعلاماتِ السَّريريَّةِ المُرضيَّةُ للأعراضِ والعلاماتِ السَّريريَّةِ العلميةِ المُرضيَّةُ المُرضيِّةُ المُرضيَّةُ المُرضِّةُ المُرضيَّةُ المُرضِّةُ المُرضِّةُ المُرضِّةُ المُرضِّةُ المُرضِّةُ المُرضِّةُ المُرضِّةُ المُرضيِّةُ المُرضِّةُ المُر
 - Upper Motor Neuron Injuries, Pathophysiology of Symptomatology في الأنيَّاتِ الرَّضِيَّةِ للنُّخاعِ الشُّوكيِّ، خبايا الكيسِ السُّحائيِّ.. كثيرُ ها طيّعٌ وقليلُها عصيٌّ على الإصلاحِ

الجراحيّ Surgical Treatments of Traumatic Injuries of the Spine	_
الِّذَيَاتُ ذِيلَ الْفَرِسِ الرَّضَيَّةُ، مقارِبةٌ جراحيَّةٌ جديدةٌ	
Traumatic Injuries of Cauda Equina, New Surgical Approach	
الشَّلْلُ الرُّباعيُّ موجباتُ وأهدافُ العلاجِ الجراحيّ النَّطُوُّر اتُ التَّاليةُ للجراحة- مقارنةُ سريريَّةُ وشعاعيَّةُ	
التَّصلُّبُ اللُّويحيُّ المُتعدِّدُ: العلاقةُ السَّببيَّةُ، بين النُّيَّارِ الغلفانيِّ والتَّصلُّبِ اللَّويحيّ المُتعدِّد؟	
التَّنَكُسُ الفاليري، رؤيةً جديدةً (Wallerian Degeneration (Innovated View	
التَّجِدُّدُ العصبيُّ، رؤيةٌ جديدةٌ (Innovated View)	(2)
التنكُّس الفاليري، يهاجم المحاور العصبيّة الحركيّة للعصب المحيطي ويعفّ عن محاوره الحسّيّة	D
Wallerian Degeneration, Attacks the Motor Axons of Injured Nerve and Conserves its Sensory Axons	
<u> التَّنَكُسُ الفاليري التَّالي للأذيَّةِ العصبيَّةِ، وعمليَّةُ النَّجدُّدِ العصبيِّ</u>	
المُنعكس الشّوكيُّ، فيزيولوجيا جديدةً Spinal Reflex, Innovated Physiology	
المُنعكسِ الشّوكيُّ الاشتداديُّ، في الفيزيولوجيا المرضيَّة Hyperreflex, Innovated Pathophysiology	
المُنعكسِ الشَّوكيُّ الاشتداديُّ (١)، الفيزيولوجيا المرضيَّة لقَوَّةِ المنعكس .Hyperreflexia Pathophysiology of Hyperactive Hyperreflex	
برور المُنعكس الشَّوكيُّ الاشتداديُّ (٢)، الفيزيولوجيا المرضيَّة للاستجابةِ ثنانيَّةِ الجانبِ للمنعكس	
Hyperreflexia, Pathophysiology of Bilateral- Response Hyperreflex	
المُنعكسُ الشُّوكيُّ الاشتداديُّ (٣)، الفيزيولوجيا المرضيَّةُ لاتَّسِاعِ ساحةِ العمل Extended Hyperreflex, المنعكسُ الشُّوكيُّ الاشتداديُّ	
<u>Pathophysiology</u> المُنعكسُ الشُّوكيُّ الاِشتداديُّ (٤)، الفيز يولوجيا المر ضيَّةُ للمنعكسِ عديدِ الإِستجابةِ الحركيَّةِ	
Hyperreflexia, Pathophysiology of Multi-Response hyperreflex	
الرَّمَعُ (١)، الْفَرِضيَّةُ الأُولَى في الفيزيولوجيا المرضيَّةِ	
الرَّ مع (٢)، الفر ضيَّةُ الثَّانية في الفيزيولوجيا المر ضيَّةِ	
النقل العصبيّ، بين مفهوم قاصر وجديد حاضر	
<u>The Neural Conduction Personal View vs. International View</u> في النقل العصبي، مو جاتُ الضَّغطِ العاملة Action Pressure Waves	
وظيفةً كموناتِ العمل و التيَّار اتِ الكهر بائيَّةِ العاملة	
في النقل العصبي، النيَّار اتُ الكهر بائية العاملة Action Electrical Currents	
الأُطوارُ الثَّلاثَةُ للنَّقل العصبيِّ رؤيةٌ جديدةٌ	
الأطوارُ الثَّلاثَةُ للنقل العصبيِّ	
The Neural Conduction in the Synapses النقل في المشابك العصبيّة	
عقدة رانفييه، ضابطة الإيقاع The Node of Ranvier, The Equalizer	
وظائف عقدة رانفيه The Functions of Node of Ranvier	
وظائفُ عقدةِ رانفيه، الوظيفةُ الأولى في ضبطِ معابيرِ الموجةِ العاملةِ	
وِ ظائفُ عقدةِ ر انفيه، الوظيفةُ الثَّانية في ضبطِ مسار الموجةِ العاملةِ	

وظائفُ عقدةِ ر انفيه، الوظيفةُ التَّالثةُ في توليدِ كموناتِ العملِ	
تخطيطُ الأعصاب الكهر بائيُّ، بينَ الحقيقيّ والمَو هو م	
المستقبلات الحسيّة، عبقريّة الخلق وجمال المخلوق	
أذيَّةُ الأعصابِ المحيطيَّةِ: معلوماتٌ لا غنى عنها لكلِّ العاملينَ عليها peripheral nerves injurie	
الأنيَّاتُ الرَّضَّيَّةُ للأعصابِ المحيطيَّةِ (1) التَّشريحُ الوصفيُّ والوظيفيُّ	D
الأَذيَّاتُ الرَّضَّيَّةُ للأعصابِ المحيطيَّةِ (٢) تقييمُ الأَذيَّةِ العصبيَّةِ	
الأنيَّاتُ الرَّضَّيَّةُ للأعصابِ المحيطيَّةِ (٣) التَّدبيرُ والإصلاحُ الجر احيُّ	
الأُذيَّاتُ الرَّضَيَّةُ للأعصابِ المحيطيَّةِ (٤) تصنيفُ الأُذيَّةِ العصبيَّةِ	
الأنيَّاتُ الرَّضيَّةُ للضَّفيرةِ العضديَّةِ Injuries of Brachial Plexus	
شلكُ الضَّفير ةِ العضديَّةِ الولاديُّ Obstetrical Brachial Plexus Palsy	
مقاربةُ العصبِ الوركيّ جراحيًاً في النَّاحيةِ الإليويّة المدخلُ عبرَ اليافِ العضلةِ الإليويّةِ العظمى مقابلَ المدخلِ التّقليديّ Trans- Gluteal Approach of Sciatic Nerve vs. The Traditional Approaches	
مُعالَجةُ تناذر العضلةِ الكمثريَّةِ بحقنِ الكور تيزون (مقاربةٌ شخصيَّةٌ) Piriformis Muscle Injection (Personal Approach) مُعالَجةُ تناذر العضلةِ الكمثريَّةِ بحقنِ الكور تيزون (مقاربةٌ شخصيَّةٌ) (عرضٌ موسَّعٌ) Piriformis Muscle Injection (Personal Approach)	D
The Syndrome of the Long Head of Biceps مُثلاز مهُ الرَّ أس الطّويلِ للعضلةِ ذاتِ الرَّ أسين الفخذيَّةِ Femoris	
مُتلازِمةُ العضلةِ الكابَّةِ المدوَّرة Pronator Teres Muscle Syndrome	
التَّشْرِيحُ الجرِ احيُّ للعصبِ المُتَوسِّطِ في السَّاعدِ Median Nerve Surgical Anatomy	
قوسُ العضلةِ الكاتِّبةِ المُدوَّرةِ Pronator Teres Muscle Arcade	
شبیهٔ رباطِ Struthers- like LigamentStruthers	
متلازمة العصب بين العظام الخلفي Posterior Interosseous Nerve Syndrome	
في فقهِ الأعصابِ، الألم أولاً The Pain is First	
في فقهِ الأعصابِ، الشَّكلُ الضَّرورة The Philosophy of Form	
خُلقتِ المر أةُ من ضلع الرّجل، ر انعةُ الإيحاء الفلسفيّ والمجاز العلميّ	
خُلقتِ المراةُ من ضلع الرّجل، رائعةُ الإيحاء الفلسفيّ والمجاز العلميّ ثُقَاحةُ آدمَ وضِلعُ آدمَ وَجهان لصورةِ الإنسان	

- خلقُ آدمَ و خلقُ حوّاءَ، ومن ضلعِه كانت حوّاءُ ومن ضلعِه كانت حوّاءُ Adam & Eve, Adam's Rib جسيمُ بار ، الشَّاهِدُ و البصير ةُ Barr Body. The Witness خلقُ حوَّاءَ من ضلع آدمَ، حقيقةٌ أم أسطورةٌ؟
 - لآدمَ فعلُ التَّمكينِ، ولحوَّاءَ حفظُ التَّكوينِ!
 - فيروسُ كورُونَا المُستَجدُ (كوفيد -١٩٠): منْ بَعدِ السُّلوكِ، عَينُهُ عَلى الصَّفاتِ
 - تُقَاحة آدم وضِلعُ آدمَ، وجهان لصورةِ الإنسانِ.
 - المرأةُ تقرّرُ جنسَ وليدها، والرّجل يدّعي!
 - صبيٌّ أم بنتٌ، الأمُّ تُقرِّرُ!

- النّاجُ البُويضاتِ غيرِ المُلقَّدات الـ Oocytogenesis
 - إنتائج النِّطافِ الـ Spermatogenesis
 - أمُّ البنات، حقيقة هي أمْ هي محضُ تُرَّ هات؟!
 - أمُّ البنين! حقيقةُ لطالما ظَننتُها من هفواتِ الأوَّلينِ
 - غَّلْبَهُ البنات، حوَّاءُ هذهِ تلِدُ كثيرَ بناتٍ وقليلَ بنين
 - غَلَبَةُ البنين، حوَّاءُ هذه تلدُ كثيرَ بنينَ وقلبلَ بنات
- ولا أنفى عنها العدلَ أحياناً! حوَّاءُ هذه بكافئ عديدُ بنيها عديدَ بُنيَّاتِها **P**
- المِبيضان في ركن مَكين. والخِصيتان في كِيسِ مَهين: بحثُّ في الأسبابِ. بحثٌ في وظيفةِ الشَّكلِ
 - طفلُ الأنبوبِ، ليسَ أفضلَ المُمكن
 - الرُّ وحُ و النَّفسُ. عَطَّيَّةُ خالق وصنيعةُ مخلوق
 - خلقُ السَّماواتِ والأرضِ أكبرُ من خلق النَّاسِ. في المرامي والدَلالات
 - سفينةُ نوح، طوق نجاة لا معراجَ خلاص
 - الطُّوفانُ الأخيرُ ، طوفانُ بلا سفينةِ
 - المصباح الكهر بائي، بين التَّجريدِ والتَّنفيذِ رحلة ألفِ عام
 - هكذا تكلّم ابر اهيمُ الخليل
 - العِدَّةُ وعِلَّهُ الاختلاف بين مُطلّقةِ وأر مِلةٍ ذواتَى عفاف
 - تعدُّدُ الزَّ وجاتِ وملكُ اليمين .. المنسوخُ الآجلُ
 - الثَّقبُ الأسودُ، وفرضيَّةُ النَّجمِ السَّاقطِ
 - الثّقبُ الأسودُ والنَّجمُ الّذي هوي
 - خلقُ السَّماواتِ والأرضِ، فرضيَّةُ الكون السَّديميّ المُتَّصل
 - الجواري الكُنَّسُ الـ Circulating Sweepers
 - ما قولُ العلمِ في اختلافِ العدَّةِ ما بينَ المُطلِّقةِ والأرملة؟
 - مجمعُ البحرين . برزخٌ ما بينَ حَياتين
 - ما بعدَ الموتِ وما قبلَ المَساقِ. فامَّا مَسخِّ.. وامَّا انعتاقُ!

- فقهُ الحضار اتِ، بين قوَّ قِ الفكر وفكر القوَّقِ
- تَالُوثُ الذِّكاءِ .. زادُ مسافرِ ! الذِّكاءُ الفطريُّ، الإنسانيُّ، والاصطناعيُّ .. بحثٌ في الصِّفاتِ والمآلاتِ
 - المعادلاتُ الصِّفريَّةُ. الحداثةُ، مالها وما عليها
 - جِدليَّةُ المعنى واللَّامعني
 - وَ الْمَهِنَةُ .. شَهِيدٌ ، من قصص البطولةِ والفداء
 - عندما ينفصِمُ المجتمعُ.. لمن تتجمَّلين هيفاءُ؟
 - الطّوفانُ الأخيرُ، طوفانُ بلا سفينةِ
 - كَشْفُ المَستُورِ .. مَعَ الاسمِ تَكُونُ البدَايةُ، فتَكُونُ الْهَويَّةُ خَاتِمةَ الحِكايةِ
 - مُجتمعُ الإنسان! اجتماعُ فطرة، أم اجتماعُ ضرورة، أم اجتماعُ مصلحةً؟
 - حقيقتان لا تقبلُ بهُنَّ حوَّاءُ
 - <u>هَذَيانُ المفاهيم (١): هَذَيانُ الاقتصاد</u>
 - <u>هَذَيانُ الْمفاهيم (٢): هَذَيانُ اللَّيْلِ والنَّهار</u>
- وحشُ فر انكنشتاين الجديدُ.. القديمُ نكبَ الأرضَ وما يز الُ، وأمَّا الجديدُ فمنكوبُهُ أنتَ أساساً أيُّها الإنسان!
 - فيروسُ كورونا المُستجدُّ.. من بعدِ السُّلوكِ، عينُهُ على الصِّفاتِ
 - كَادَتِ الْمَرِ أَةُ أَنْ تَلِدَ أَخَاهَا، قُولٌ صَحِيحٌ لَكُنْ بِنِكَهَةٍ عَرِيبَةٍ
 - الحُروبُ العبثيَّةُ.. عَذابٌ دائمٌ أَمْ اِمتَحانٌ مُستدامٌ؟
 - العَقَلُ القَيَّاسُ وَالعَقَلُ المُجرِّدُ.. في القِياسِ قصُورٌ ، وَفي التَّجريدِ وصُولٌ
 - الذِّئبُ المُنفر دُ، حينَ يُصبحُ النَّوحُدُ مَفازةً لا محضَ قَرارِ!
 - الأَسْطُورَةُ الْحَقِيقَةُ الْهَرِ مَةُ.. شَمَشُونُ الْحَكَايَةُ، وسيزيفُ الإنسانُ
 - فيروسُ كورُونَا المُستَجِدُ (كوفيد -19): منْ بَعدِ السُّلوكِ، عَينُهُ عَلى الصِّفاتِ
 - سعاةُ بريدٍ حقيقيُّون.. لا هواةُ ترحالِ و هجرةِ
 - مجمعُ البحرين.. برزخٌ ما بينَ حَياتين
 - ما بعدَ الموتِ وما قبلَ المُساقِ.. فامَّا مَسخِّ.. وإمَّا انعتاقً!
 - ما قولُ العلم في اختلافِ العدَّةِ ما بينَ المُطلّقةِ والأرملة؟
 - المِبيضان في ركن مَكين.. والخِصيتانِ في كِيسِ مَهينِ بِحثُ في الأسبابِ.. بحثُ في وظيفةِ السَّكلِ
 - يَفضلكِ أَدُمُ! استمرَّ هذا الإنسَّانُ.. تمكَّنَ.. تكيَّفَ.. وكانَ عروقاً متباينةً
 - أرجوزةُ الأزَلِ

- قالَ الإمامُ.. كمْ هوَ جميلٌ فيكمُ الصَّمتُ يا بشرُ
 - صِناعةُ اللَّاوَعِي
- أَزِمةُ مُثَقِّفٍ.. أضاعَ الهويَّةَ تحتَ مَركومٍ من مَقروءٍ ومَسموع
 - القدمُ الهابطة، حالة سريريَّة
- عمليَّاتُ النَّقلِ الوتريِّ في تدبير شلل العصبِ الكعبريّ Tendon Transfers for Radial Palsy

عمليَّةُ النَّقلِ الوتريّ لاستعادةِ حركةِ الكتفِ Tendon Transfer to Restore Shoulder Movement	
التَّدبيرُ الجراحيُّ لليدِ المخلبيَّة (Brand Operation) Surgical Treatment of Claw Hand	>
الليدُ المخلبيَّةُ، الإصلاحُ الجراحيُّ (عمليَّةُ براند)(Claw Hand (Brand Operation	P
التَّصنيعُ الدَّاتي لمفصل المرفق Elbow Auto- Arthroplasty	D
الورمُ الو عائيُّ في الكبدِ: الاستنصالُ الجراحيُّ الإسعافيُّ لورمٍ وعائيّ كبديٍّ عرطلِ بسببِ نز فِ داخلَ	Ŀ
<u>كَتَلَةِ الورم</u> مُتلازمةُ نفق الرّسغِ تنهي التزامَها بقطع تِلمّ للعصبِ المتوسِّط	
ورمُ شوان في العصبِ الظّنبوبيّ الـ Tibial Nerve Schwannoma	Þ
ورهُ شوان أمامَ العجُز Presacral Schwannoma	Þ
ميلانوما جلايَّة خبيثة Malignant Melanoma	>
انسدادُ الشَّريان الكعبريّ الحادِّ غير الرَّضِّيّ (داءُ بيرغر)	D
استئصالُ الكيسةِ المعصميَّةِ، السَّهِلُ المُمتَّنعِ (Ganglion Cyst Removal (Ganglionectomy	>
الورمُ العظميُّ العظمانيُّ (العظمومُ العظمانيُّ) Osteoid Osteoma	>
كيسةُ القناةِ الجامعةِ Choledochal Cyst	D
إصابةً سِلِّيَّةٌ معزولةٌ في العقدِ اللَّمفيَّةِ الإبطيَّةِ Isolated Axillary Tuberculous Lymphadenitis	D
الانقسامُ الخلويُّ المُتساوي الـ Mitosis	E
الانقسام الخلويُّ المُنصِّف الـ <u>Meiosis</u>	E
المادَّةُ الصِّبغيَّةِ، الصِّبغيُّ، الجسمُ الصِّبغيُّ الـ Chromatin, Chromatid, Chromosome	P
المُنتَمِماتُ الغذائيَّةُ الـ Nutritional Supplements، هل هي حقًّا مفيدةٌ لأجسامنا؟	Ŀ
فيتامين د Vitamin D، ضمانةُ الشَّبابِ الدَّائم	Ŀ
فيتامين ب7 Vitamin B6، قليلًهُ مفيدٌ وكثيرُهُ ضارٌ جدًاً	Ŀ
المغنيزيوم بانِ للعظامِ! يدعمُ وظيفةَ الكالسيوم، ولا يطيقُ مشاركتَه	E
المغنيز يوم (٢)، معلوماتٌ لا غنى عنها	E
فيتامين ب ١٢ مُختصرٌ مُفيدٌ Vitamin B12	Ŀ
Durantia Datama & H. H. C. & H. M.	
عظمُ الصَّخرةِ الهوائيُّ <u>Pneumatic Petrous</u> تضاعفُ اليدِ والزَّندِ Ulnar Dimelia or Mirror Hand	P
تصاعف الليه و الرابط Uthar Dimetia or Mirror Hana المنطق الليه و الرابط المنطق	P
	P
ضمورُ إليةِ اللهِ بالجهتين، غيابٌ خلقيٌّ معزولٌ ثنائيُّ الجانب Congenital Thenar Hypoplasia	P
(1) قصرُ أمشاطِ اللهِ Brachymetacarpia قِصرٌ ثنائيُّ الجانبِ ومتناظرٌ للأصابعِ الثلاثةِ الزّنديَّةِ الرّنديَّةِ	P
(٢) قصرُ أمشاطِ اللهِ Brachymetacarpia :قصرٌ ثنائيُّ الجانبِ ومتناظرٌ للأصابعِ الثلاثةِ الزّنديَّةِ	P
متلازمةُ التَّعب المزمن Fibromyalgia	Þ
آفاتُ الثَّدي ما حولَ سنّ اليأسِ نحوَ مُقارِبةٍ أكثرَ حزماً Peri- Menopause Breast Problems	
آفاتُ النَّدي ما حولَ سنِّ اليأسِ نحوَ مُقارِبةٍ أكثرَ حسماً Peri- Menopause Breast Problems	P

تقييمُ آفاتِ النَّدي الشَّائعةِ Evaluation of Breast Problems	
التهابُ وتر العضلةِ السُّواسِ الحرققيَّةِ Iliopsoas Tendonitis- The Snapping Hip	D
تدرُّنُ الفقراتِ خراجُ بوت Spine TB Pott's Disease	
مرضيًّاتُ الوتر البعيدِ للعضلةِ ثنائيَّةِ الرُّووسِ العضديَّةِ Pathologies of Distal Tendon of Biceps	
<u>Brachii Muscle</u>	
حثلٌ ودِّيُّ انعكاسيُّ Algodystrophy Syndrome تميَّزَ بظهور حلقةٍ جلديَّةٍ خانقةٍ عندَ الحدودِ القريبةِ للوذمةِ الجلديَّة	
النَيَّةُ اَوْتَار الكَفَةِ المُدورةِ Rotator Cuff Injury	
تدبيرُ آلامِ الرَّقبةِ (١) استعادةُ الانحناءِ الرَّقبيِّ الطَّبيعيِّ (القعسُ الرَّقبيُّ) Neck Pain Treatment	
Restoring Cervical Lordosis	
مُعالجةُ تناذر العضلةِ الكمثريَّةِ بحقن الكور تيزون (مقاربةٌ شخصيَّةٌ)	
Piriformis Muscle Injection (Personal Approach)	
تدبيرُ آلامِ الكتفِ: الحقنُ تحتَ الأخرمِ Subacromial Injection	
تدبيرُ التهابِ اللَّفافةِ الأخمصيَّةِ المُزمن بحقنُ الكور تيزون Plantar Fasciitis, Cortisone Injection	
حقن الكيسةِ المصليَّةِ الصَّدر يَّةِ- لوح الكتفِ بالكورتيز ون	
<u>Scapulo-Thoracic Bursitis, Cortisone Injection</u> الكتفُ المُتجمِّدة، حقنُ الكور تنيز ون داخلَ مفصلِ الكتف Frozen Shoulder, Intraarticular	
Cortisone Injection	
مرفق التنس، حقن الكورتيزون Tennis Elbow, Cortisone injection	
علاجُ الإصبع القافزة الـ Trigger Finger بحقن الكور تيزون موضعيًّا	
أَلْمُ المفصلِ العجزيّ الحرققيّ: حقنُ الكور تيز ون Sacro-Iliac Joint Pain, Cortisone Injection	
حقن كور تيزون في نفق الرسغ Cortisone Injection in Carpal Tunnel	
علامةُ فرومِنت Froment's Sign	D
علامةُ هوفمان Hoffman's Sign	

علامةُ بابنسكي Babinski 's Sign

علامة هو فمان Hoffman Sign