

المادّة الصّبيغية، الصّبغي، والجسم الصّبغي

The Chromatin, the Chromatid, and the Chromosome

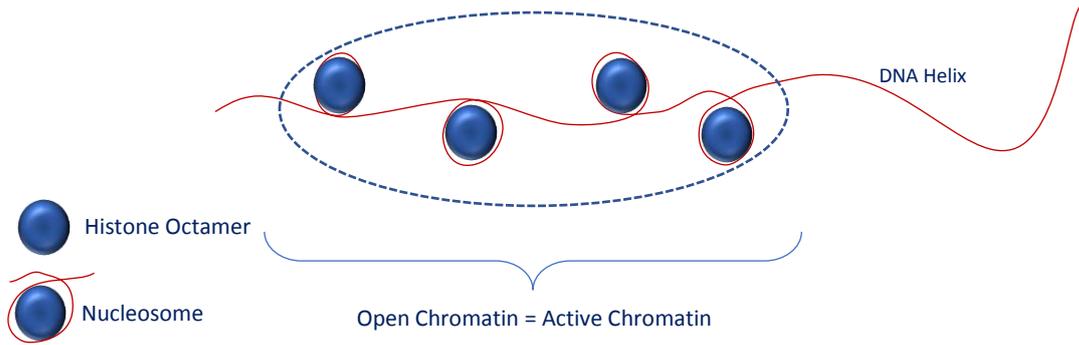
المادّة الصّبيغية الـ Chromatin:

في حالات عمل الخليّة الاعتياديّ، وبعيداً عن أطوار الانقسام الخلويّ، تأخذ شرائط الدنا الـ DNA Helix شكلاً خيطياً مُتعرّجاً. كما يلتف كلُّ شريطٍ منها، وفي مواقع كثيرةٍ على طولِهِ، حولَ جزيئاتٍ من بروتينٍ خاصّ. هي ثمانُ جزيئاتٍ من الهيستون الـ Histone في كلِّ موقعٍ، إذا ما تحرّينا الدقّة حين الوصف.

حقيقتُهُ، بسببِ مُثَمَّناتِ الهيستون الـ Octamers المنتشرةٍ على طولِ شريطِ الدنا، يبدو هذا الأخيرُ بالتّكبيرِ الضّوئيّ الشّدِيدِ كخيطِ السُّبْحَةِ الـ Beads-on-a-string؛ خيطٌ وعقدٌ على امتدادِ طولِهِ. يُسمّى شريطِ الدنا هذا بالمادّة الصّبيغية، وتُسمّى تلكمُ العقدُ بالأجسامِ النّوويةِ الـ Nucleosomes. وأمّا مجموعُ شرائطِ الدنا داخلِ النّوّة، فيصحُّ تسميتهاُ بالمادّة الصّبيغية كذلك.

إذاً، المادّة الصّبيغية الـ Chromatin، تصحُّ للمجاميع كما وتصحُّ للأفراد. وتحرّياً للتّخصيص، يمكنُ أن نصفَ المفردة بشريطٍ من المادّة الصّبيغية الـ Chromatin Fiber، ونترك لفظَ المادّة الصّبيغية الـ Chromatin لوصفِ المجاميع.

تعملُ الأجسامُ النّوويةُ كروافعٍ لشريطِ الدنا، تحمّله داخلَ النّوّة. وتمنحُ ارتصاصَ شرائطِ الدنا فوقَ بعضها البعض بسببِ تنافرِ شحناتها السّلبيةِ مع مثيلاتها في بقيةِ الشّرائط. وبالآليةِ نفسها، أي بسببِ تنافرِ وحداتِ البروتينِ داخلِ الشّريطِ نفسه، هي تعملُ على نشرِ شريطِ الدنا تسهيلاً لعملِهِ. ندعو شريطِ الدنا حينها بالشّريطِ المفتوح الـ Open Chromatin، وهو يكافئُ شريطِ الدنا الفاعلَ وظيفياً الـ Active Chromatin؛ انظر الشّكل (1).



الشّكل (1)

شريطٍ من المادّة الصّبيغية

الـ The Chromatin Fiber

هو حالُ شريطِ الدنا الفاعلِ الـ Active DNA، أي حين الأعمالِ الاعتياديّة، وبعيداً عن أطوارِ الانقسامِ الخلويّ. إذ يلتفُ شريطِ الدنا حولَ جزيئاتٍ من بروتينِ الهيستون الـ Histone. يؤلّفُ شريطِ الدنا في المُحيطِ مع جزيئةِ البروتينِ المركزيّةِ وحدةً تشريحيّةً؛ أسموها الجسمِ النّوويّ الـ Nucleosome. يكونُ شريطِ المادّة الصّبيغية، كما وجميعُ المادّة الصّبيغية، خيطاً متشابكاً غيرَ مرتبّةٍ بوضوحٍ بالتّكبيرِ الضّوئيّ. اصطلاحاً، تُسمّى جميعُ المخزونِ من الدنا داخلِ النّوّة بالمادّة الصّبيغية الـ Chromatin. كذلك الأمرُ مع شريطِ الدنا مفرداً، هو المادّة الصّبيغية الـ Chromatin. وتسهيلاً على العبادِ، يصحُّ أيضاً تسميةُ هذا الأخيرِ بشريطٍ من المادّة الصّبيغية الـ Chromatin Fiber.

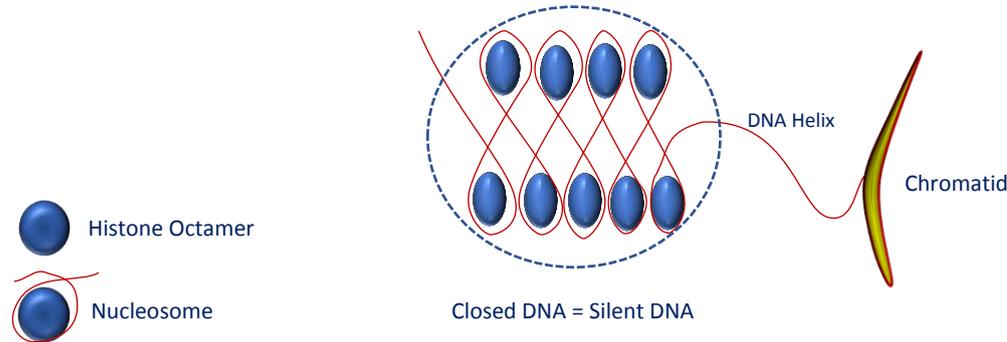
الصَّبْغِيُّ الـ *The Chromatid*

يظهر الصَّبْغِيُّ بدايةً في الطَّورِ البينيِّ الـ *Interphase*، وحَتَّى ما قبل ذلك بقليل. إذ يبدأ تَكْتَفُّفُ المادَّةِ الصَّبْغِيَّةِ الـ *Chromatin* باكراً حين استعدادِ الخليةِ للُخُولِ في الطَّورِ البينيِّ. وخلال هذا الأخير، يتظَّهَرُ الصَّبْغِيُّ أَكثَرَ فاكثَرَ كبنيةٍ تشريحيَّةٍ واضحةٍ المعالمِ داخلِ النَّوَّاءِ. كما ويتضاعفُ الـ *Chromatid Duplication* ليظهرَ لكلِّ صبغيٍّ توأمُهُ المِطابِقُ له. يلتحُمُ الصَّبْغِيَّانِ التَّوأمُ الـ *Sister Chromatids* في منطقةِ المركزِ تقريباً بواسطةِ الجزءِ المركزيِّ الـ *Centromere*. وبعدَ تَكْتَفُّفِهما، يشكَّلانِ معاً في مرحلةٍ متأخِّرةٍ مِنَ الطَّورِ التَّحْضيريِّ المُتأخِّرِ الـ *Late Prophase* الجسمَ الصَّبْغِيَّ مُضاعَفَ البنيةِ الـ *Duplicated Chromosome*.

في طورِ الهجرةِ الـ *Anaphase*، ينفصلُ الصَّبْغِيَّانِ التَّوأمُ عن بعضِهما وينسحبانِ بِاتِّجاهينِ متعاكسينِ. فبعدَ أن تشاركَا ببنيةِ الجسمِ الصَّبْغِيَّ المُضاعَفِ الـ *Duplicated Chromosome*، يستقرُّ كلُّ واحدٍ منهما داخلَ جسمِ صبغيٍّ وحيدِ البنيةِ الـ *Single Chromosome*.

وبعدَ انتهاءِ عمليَّةِ الانقسامِ الخلويِّ، يفقدُ الصَّبْغِيُّ كثافتَهُ تدريجيًّا. فتظهرُ من جديدِ المادَّةِ الصَّبْغِيَّةِ الـ *Chromatin*. حيثُ يتحرَّرُ شريطُ الدنا الـ *DNA* من أسره. وينشرُ بنيتهُ داخلِ النَّوَّاءِ مُتَّخِذاً وضعيَّةَ العملِ الـ *Open Chromatin*. فنقولُ بعودةِ الدنا إلى ممارسةِ أعمالِهِ الاعتياديَّةِ.

وإذا ما فصلَّنا في تشريحِ الدنا الـ *DNA Helix* داخلَ الصَّبْغِيِّ الـ *Chromatid*، فإنَّنا سنجدُه منطويًّا على ذاته كثيفاً. ترتصُّ أجسامُهُ النَّوَوِيَّةُ الـ *Nucleosomes* إلى جانبِ بعضها البعض في مصفوفتينِ مُتراكبتينِ. هذا الدنا المُتغلَّقُ على ذاته شكلاً الـ *Closed DNA*، هو بالضرورةِ دنا صامتٌ وظيفيًّا الـ *Silent DNA*؛ انظرِ الشَّكْلَ (٢).



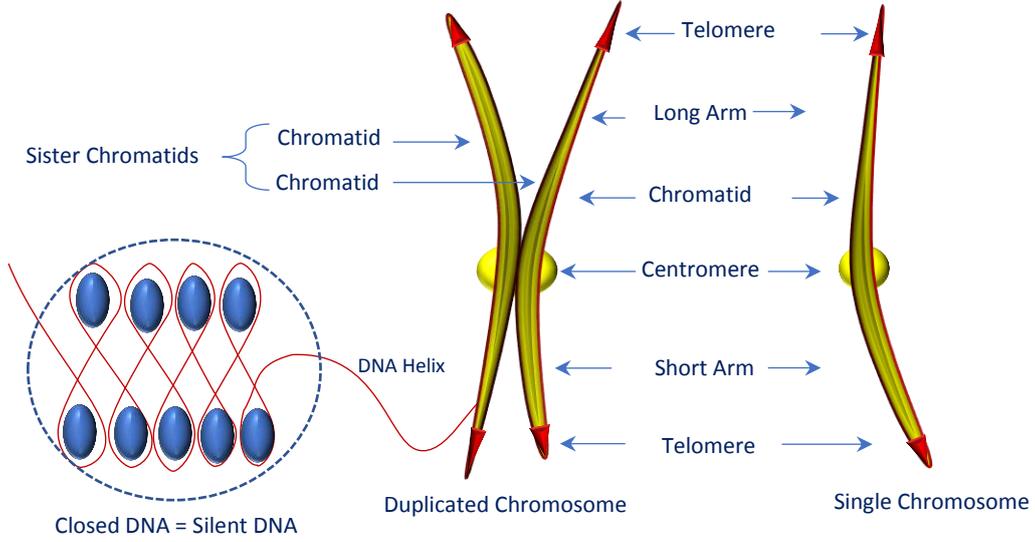
الشَّكْل (٢)

الصَّبْغِيُّ الـ *The Chromatid*

متى قرَّرتِ الخليةُ انقسامها، ينكمشُ شريطُ الدنا على نفسه، وترتصُّ الأجسامُ النَّوَوِيَّةُ الـ *Nucleosomes* إلى جانبِ بعضها البعض في مصفوفتينِ مُتراكبتينِ. فيتقاصرُ بذلك شريطُ الدنا طولاً لكنَّهُ يتعاطمُ قطراً. فتسهلُ رؤيتهُ بالتكبيرِ الضَّوئيِّ، ويسمَّى التَّشكُّيلُ حينها بالصَّبْغِيِّ الـ *Chromatid*. في الصَّبْغِيِّ، يكونُ الدنا في حالةِ عطالةٍ وظيفيَّةٍ مؤقتةٍ تفرضها ظروفُ الانقسامِ الخلويِّ الـ *Cell Division*. فنقولُ أنَّ الدنا مغلَّقاً شكلاً الـ *Closed DNA*، أو صامتاً وظيفيًّا الـ *Silent DNA*.

الجسمُ الصَّبْغِيُّ الـ *Chromosome*

لا تظهرُ الأجسامُ الصَّبْغِيَّةُ الـ *Chromosomes* إلَّا في أطوارِ الانقسامِ الخلويِّ الـ *Cell Division*. ويكونُ أوَّلُ ظهورِ لها في الطَّورِ التَّحْضيريِّ المُتأخِّرِ الـ *Late Prophase*، حيثُ يأخذ الجسمُ الصَّبْغِيُّ شكلَ الحرفِ *X*. لكن وُقيلَ هذا التَّجَلِّيِّ، يكونُ قد انقضى زمنٌ تَكْتَفُّفُ فيه المادَّةُ الصَّبْغِيَّةُ الـ *Chromatin*، وأخرُ ظهرتُ فيه الصَّبْغِيَّاتُ الـ *Chromatids* وثنانِ ظهرتُ فيه توأمُها الـ *Sister Chromatids* ومن ثمَّ زادتْ من كثافتِها. وجميعُ ما ذكرنا أحداثٌ تشغلُ كاملَ الطَّورينِ البينيِّ والتَّحْضيريِّ الـ *Interphase & Prophase*؛ انظرِ الشَّكْلَ (٣).



الشكل (٣)

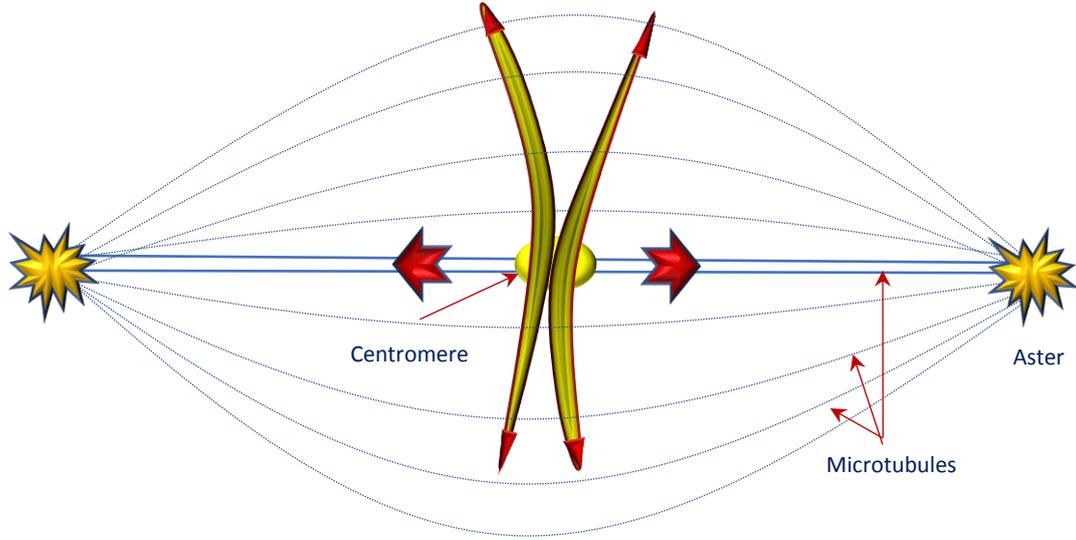
الجسم الصبغي الـ *Chromosome*

تظهر الأجسام الصبغية في الطور التحضيري المتأخر الـ *Late Prophase*، وتكون على شكل الحرف *X* وتكون البداية مع الطور البيئي الـ *Interphase*، حيث تتكثف المادة الصبغية الـ *Chromatin*، فتظهر الصبغيات الـ *Chromatids*. كما وتتضاعف الصبغيات فتظهر الصبغيات التوائم الـ *Sister Chromatids*. بعدها، تتكثف الصبغيات التوائم خلال الطور التحضيري الباكر الـ *Early Prophase* وتتابع تكثفها خلال الطور التحضيري المتأخر لتظهر بعده الأجسام الصبغية. كل توائم يُعطي جسماً صبغياً واحداً. فنقول، الجسم الصبغي يحتوي على صبغيتين توائم.

ومن ثم، في طور الاستواء الـ *Metaphase*، ستنظم الأجسام الصبغية جميعاً على خط استواء الخلية الـ *Equator*. إذ تظهر في هذا المستوى من الخلية صفيحة الاستواء الـ *Metaphase Plate*. تعمل صفيحة الاستواء هذه كحاملٍ لمجاميع الأجسام الصبغية. هنا، تكون الأجسام الصبغية ثنائية الصبغي ما تزال الـ *Duplicated Chromosomes*. حيث يحتوي كلٌّ منها على صبغيتين توائم الـ *Sister Chromatids*.

يفيد هنا أن نهتم ولو قليلاً بتوصيف الجسم الصبغي المضاعف. فهناك عند منتصفه تقريباً، نجد الجزء المركزي الـ *Centromere* عظيم الفائدة حين انقسام الخلية. فهو نقطة الاستناد للأنايبب المجهرية الـ *Microtubules* خاصة جهاز الانقسام الخلوي الـ *Mitotic Apparatus*، وقد علمنا أهمية الدور الذي تلعبه هذه الأنايبب في فصل ومن ثم سحب الصبغيات التوائم في اتجاهين متعاكسين؛ انظر الشكل (٤).

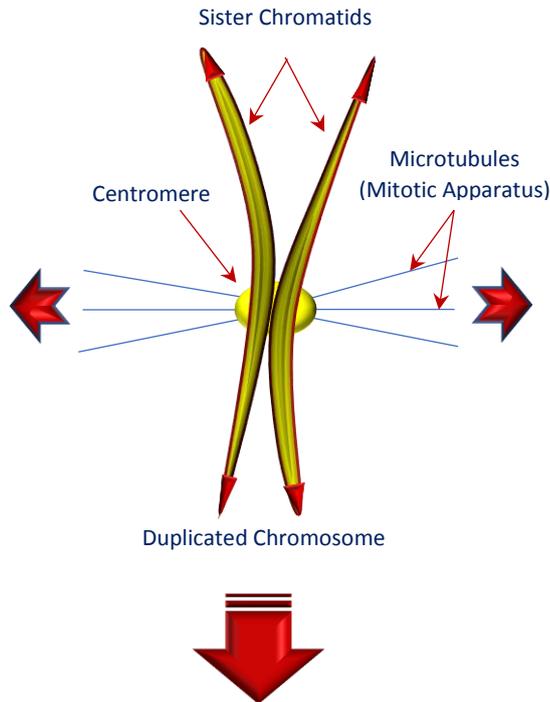
وأما في طور الهجرة الـ *Anaphase*، فستنفصل الصبغيات التوائم عن بعضها البعض، وترحلان باتجاهين متعاكسين. وينتجتها، ينقسم كل جسم صبغي الـ *Chromosome* إلى جسمين صبغيين متطابقين الـ *Identical Chromosomes* يحتوي كلٌّ منهما على واحدٍ من الصبغيتين التوائم. فنقول أن الجسم الصبغي أصبح وحيد الصبغي الـ *Single Chromosome*؛ انظر الشكل (٥).

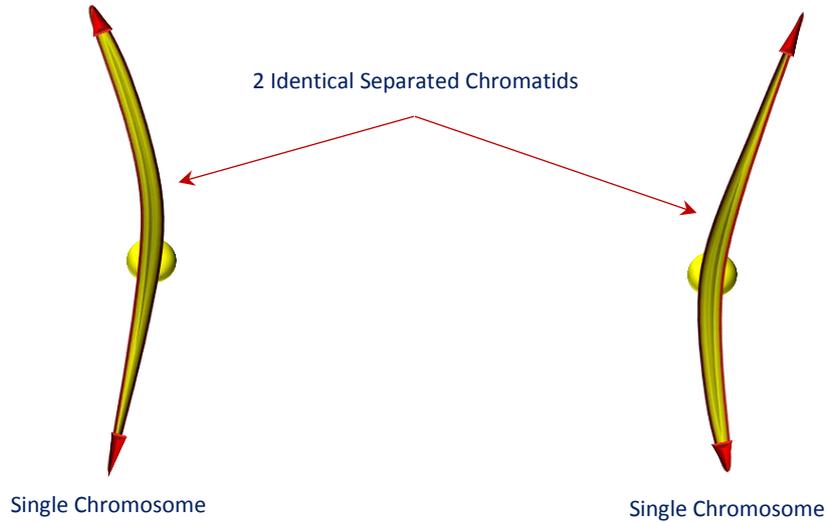


(٤) الشَّكْل

الجزء المركزي وجهاز الانقسام الخلوي
The Centromere & Mitotic Apparatus

يبدأ تشكُّل جهاز الانقسام الـ Mitotic Apparatus في الطَّور البينيِّ الـ Interphase حيث يتضاعف بداية الجسم المركزي الـ Centrosome.
وتظهر بدايات مغزل الانقسام الـ Mitotic Spindle في الطَّور التَّحضيرِي البَكر الـ Early Prophase ليكتمل جاهزيَّة في الطَّور التَّحضيرِي المتأخَّر الـ Late Prophase.
يتألَّف جهاز الانقسام من القطبين المتعاكسين جهة الـ 2 Asters (= 2 Centrosomes) ومن الأنايب المجهريَّة الـ Microtubules. تمتدُّ الأنايب المجهريَّة بين الجسم القطبيِّ الـ Aster في كلِّ جهة والجزء المركزيِّ الـ Centromere من كلِّ جسم صبغِيِّ الـ Chromosome.





الشكل (٥)
الانقسام المتساوي (طور الهجرة)
The Mitosis (Anaphase)

تتقلص الأنابيب المجهرية المتقابلة الـ *Microtubules*
فتنفصل الصبغيات التوأم الـ *Sister Chromatids* محتوي الجسم الصبغي ثنائي البنية الـ *Duplicated Chromosomes*
ويهاجران باتجاهين متعاكسين. وتكون النتيجة جسمين صبغيين متطابقين ووحيدتي البنية الـ *2 Identical Single Chromosomes*

في سياقات أخرى، أنصح بقراءات المقالات التالية:

أذيات العصبون المُحرك العلوي، الفيزيولوجيا المرضية للأعراض والعلامات السريرية
Upper Motor Neuron Injuries, Pathophysiology of Symptomatology
هل يفيد التدخل الجراحي الفوري في أذيات النخاع الشوكي ونيل الفرس الرضوية؟
النقل العصبي، بين مفهوم قاصر وحديث حاضر

The Neural Conduction.. Personal View vs. International View
في النقل العصبي، موجات الضغطة العاملة *Action Pressure Waves*

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

النقل في المشابك العصبية *The Neural Conduction in the Synapses*

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



The Spinal Shock (Innovated Conception) (مفهوم جديد)

The Spinal Injury, أذيات النخاع الشوكي، الأعراض والعلامات السريرية، بحث في آليات الحدوث

The Symptomatology

الزعم Clonus

اشتداد المنعكس الشوكي Hyperactive Hyperreflexia

أَسَاعُ باحة المنعكس الشوكي الاشتدادي Extended Reflex Sector

الاستجابة ثنائية الجانب للمنعكس الشوكي الاشتدادي 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)

Spinal Reflexes, Ancient Conceptions المنعكسات الشوكية، المفاهيم القديمة

Spinal Reflexes, Innovated Conception المنعكسات الشوكية، تحديث المفاهيم

خُلقت المرأة من ضلع الرجل، رائعة الإيحاء الفلسفي والمجاز العلمي

المرأة تقرّر جنس وليدها، والرجل يدعي!

الروح والنفس.. عطية خالق وصنيعه مخلوق

خلق السماوات والأرض أكبر من خلق الناس.. في المرامي والدلالات

تفاحة آدم وضلع آدم، وجهان لصورة الإنسان.

حسّوا.. هذه

سفينة نوح، طوق نجاة لا معراج خلاص

المصباح الكهربائي، بين التجريد والتنفيذ رحلة ألف عام

هكذا تكلم إبراهيم الخليل

فقه الحضارات، بين قوة الفكر وقوة القوة

العدّة وعلّة الاختلاف بين مطلقّة وأرملة ذواتي عفاف

تعدّد الزوجات وملك اليمين.. المنسوخ الآجل

الثقب الأسود، وفرضية النجم الساقط

جسيم بار، مفتاح أحجية الخلق

صبي أم بنت، الأم تقرّر!

القدم الهابطة، حالة سريرية

خلق حواء من ضلع آدم، حقيقة أم أسطورة؟

شلل الصّفيرة العصبية الولادي Obstetrical Brachial Plexus Palsy

الأذيات الرّضّية للأعصاب المحيطية (١) التّشريح الوصفي والوظيفي

الأذيات الرّضّية للأعصاب المحيطية (٢) تقييم الأذية العصبية

الأذيات الرّضّية للأعصاب المحيطية (٣) التّدبير والإصلاح الجراحي

الأذيات الرّضّية للأعصاب المحيطية (٤) تصنيف الأذية العصبية

Pronator Teres Muscle Arcade المُدَوَّرَة الكَاتِبَة المُدَوَّرَة

Struthers- like Ligament ...Struthers شبيهة رباط

Tendon Transfers for Radial Palsy عمليّات النَّقْل الوتريّ في تدبير شلل العصب الكعبريّ

من يُفَرِّد جنسَ الوليد (مُختَصِر)

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

المعادلات الصّفريّة.. الحداثّة، مالها وما عليها

Posterior Interosseous Nerve Syndrome متلازمة العصب بين العظام الخلفي

Spinal Reflex, Innovated Physiology المُنعكس الشوكيّ، فيزيولوجيا جديدة

Hyperreflex, Innovated Pathophysiology المُنعكس الشوكيّ الاشتداديّ، في الفيزيولوجيا المرضيّة

Hyperreflexia, المُنعكس الشوكيّ الاشتداديّ (١)، الفيزيولوجيا المرضيّة لقوّة المنعكس

Pathophysiology of Hyperactive Hyperreflex

المُنعكس الشوكيّ الاشتداديّ (٢)، الفيزيولوجيا المرضيّة للاستجابة ثنائيّة الجانب للمنعكس

Hyperreflexia, Pathophysiology of Bilateral- Response Hyperreflex

Extended Hyperreflex, المُنعكس الشوكيّ الاشتداديّ (٣)، الفيزيولوجيا المرضيّة لتّسع ساحة العمل

Pathophysiology

المُنعكس الشوكيّ الاشتداديّ (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

Adam & Eve, Adam's Rib خلق آدم وخلق حواء، ومن ضلعه كانت حواء

Barr Body, The Witness جسيم بار، الشاهد والبصيرة

جدليّة المعنى واللامعنى

Surgical Treatment of Claw Hand (Brand Operation) التّدبير الجراحيّ لليد المخليبيّة

Mitosis الانقسام الخلويّ المتساوي الـ

Chromatin, Chromatid, Chromosome المادّة الصّبغيّة، الصّبغيّ، الجسم الصّبغيّ الـ

المُتمّمات الغذائيّة الـ Nutritional Supplements، هل هي حقاً مفيدة لأجسامنا؟

Meiosis الانقسام الخلويّ المُنصّف الـ

فيتامين د Vitamin D، ضمانة الشّباب الدّائم

فيتامين ب٦ Vitamin B6، قلبه مفيد.. وكثيره ضارٌّ جدّاً

والمهنة.. شهيدٌ، من قصص البطولة والفداء

الثّقب الأسود والنّجم الذي هوى

خلق السّماوات والأرض، فرضيّة الكون السّديميّ المُتصل

Circulating Sweepers الجوّاريّ الكُنس الـ

عندما ينفصم المجتمع.. لمن تتجمّلين هيفاء؟

Elbow Auto- Arthroplasty التّصنيع الدّاتي لمفصل المرفق

الطّوفان الأخير، طوفان بلا سفينة

كشّف المسثور.. مع الاسم تَكونُ البداية، فتَكونُ الهويّة خاتمة الحكاية

مُجتمع الإنسان! أهو اجتماع فطرة، أم اجتماع ضرورة، أم اجتماع مصلحة؟

عظم الصخرة الهوائي Pneumatic Petrous

خلع ولادى ثنائى الجانب للعصب الزندي Congenital Bilateral Ulnar Nerve Dislocation

حقيقتان لا تقبل بهن حواء

إنتاج البويضات غير الملقحات Oocytogenesis

إنتاج الطاف الـ Spermatogenesis

أم البنات، حقيقة هي أم هي محض ثراهات؟!!

أم البنين! حقيقة لطالما ظننتها من هفوات الأولين

غلبة البنات، حواء هذه تلد كثير بنات وقليل بنين

غلبة البنين، حواء هذه تلد كثير بنين وقليل بنات

ولا أنفى عنها العدل أحياناً! حواء هذه يكافئ عديد بنيتها عديد بنياتها

المغنيز يوم بان للعظام! يدعم وظيفة الكالسيوم، ولا يطيق مشاركته

لادم فعل التمكين، وحواء حفظ التكوين!

هديان المفاهيم (١): هديان الاقتصاد

المغنيز يوم (٢)، معلومات لا غنى عنها

معالجة تناذر العضلة الكثرية بحقن الكورتيزون (مقاربة شخصية)

Piriformis Muscle Injection (Personal Approach)

معالجة تناذر العضلة الكثرية بحقن الكورتيزون (مقاربة شخصية) (عرض موسع)

Piriformis Muscle Injection (Personal Approach)

فيروس كورونا المستجد.. من بعد السلوك، عينه على الصفات

هديان المفاهيم (٢): هديان الليل والنهار

كادت المرأة أن تلد أهاها، قول صحيح لكن بنكهة عربية

متلازمة التعب المزمن Fibromyalgia

طفل الأنبوب، ليس أفضل الممكن

الحروب العنيفة.. عذاب دائم أم امتحان مستدام؟

العقل القياس والعقل المجرد.. في القياس قصور، وفي التجريد وصول

الذئب المنفرد، حين يصبح التوحّد مفازة لا محض قرار!

علاج الإصبع القافزة الـ Trigger Finger بحقن الكورتيزون موضعياً

وحش فرانكشتاين الجديد.. القديم نكب الأرض وما يزال، وأما الجديد فمنكوبه أنت أساساً أيها الإنسان!

اليّد المخلبية، الإصلاح الجراحي (عملية براند) Claw Hand (Brand Operation)

ساعة بريد حقيقيون.. لا هواة ترحال وهجرة

فيروس كورونا المستجد (كوفيد-١٩): من بعد السلوك، عينه على الصفات

علامة هوفمان Hoffman Sign

الأسطورة الحقيقة الهرمة.. شمشون الحكاية، وسيزيف الإنسان

التنكس الفاليري التالى للأذية العصبية، وعملية التجديد العصبي