

الانقسام الخلوي المتساوي (المادّة الصبغية، الصبغ، الجسم الصبغ)

The Mitosis (Chromatin, Chromatid, Chromosome)

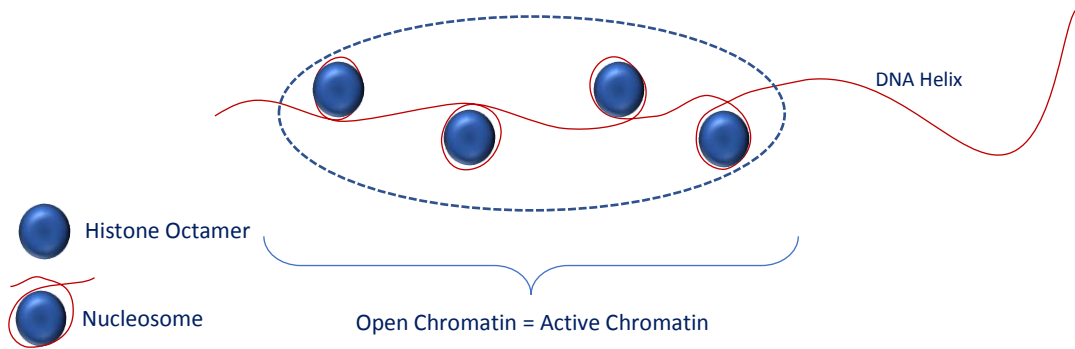
المادّة الصبغية الـ Chromatin:

في حالات عمل الخلية الاعتيادي، وبعيداً عن أطوار الانقسام الخلوي، تأخذ شرائط الدنا الـ DNA Helix شكلاً خيطياً متعرجاً. كما يلتف كل شريط منها، وفي مواقع كثيرة على طولها، حول جزيئات من بروتين خاص. هي ثمان جزيئات من الهيستون الـ Histone في كل موقع، إذا ما تحرينا الدقة حين الوصف.

حقيقة، بسبب مُثَمَّنات الهيستون الـ Octamers المنتشرة على طول شريط الدنا، يبدو هذا الأخير بالتكبير الضوئي كخيط السُّبْحَةِ الـ Beads-on-a-string؛ خيطٌ وعقدٌ على امتداد طولها. يُسمّى شريط الدنا هذا بالمادّة الصبغية، وتُسمّى تلكم العقد بالأجسام النووية الـ Nucleosomes. وأمّا مجموع شرائط الدنا داخل النواة، فيصحّ تسميتها بالمادّة الصبغية كذلك.

إذاً، المادّة الصبغية الـ Chromatin، تصحّ للمجاميع كما وتصحّ للأفراد. وتحرياً للتخصيص، يمكن أن نصف المفردة بشريط من المادّة الصبغية الـ Chromatin Fiber، ونترك لفظ المادّة الصبغية الـ Chromatin لوصف المجاميع.

تعمل الأجسام النووية كروافع لشريط الدنا، تحمله داخل النواة. وتمنع ارتصاص شرائط الدنا فوق بعضها البعض بسبب تنافر شحناتها السلبية مع مثيلاتها في بقية الشرائط. وبالإلية نفسها، أي بسبب تنافر وحدات البروتين داخل الشريط نفسه، هي تعمل على نشر شريط الدنا تسهيلاً لعمله. ندعو شريط الدنا حينها بالشريط المفتوح الـ Open Chromatin، وهو يكافئ شريط الدنا الفاعل وظيفياً الـ Active Chromatin؛ انظر الشكل (1).



الشكل (1)

شريط من المادّة الصبغية الـ Chromatin Fiber هو حال شريط الدنا الفاعل الـ Active DNA، أي حين الأعمال الاعتيادية، وبعيداً عن أطوار الانقسام الخلوي. إذ يلتف شريط الدنا حول جزيئات من بروتين الهيستون الـ Histone. يولّف شريط الدنا في المحيط مع جزيئة البروتين المركزية وحدة تشريحية؛ أسموها الجسم النووي الـ Nucleosome. يكون شريط المادّة الصبغية، كما وجميع المادّة الصبغية، خيوطاً متشابكة غير مرئية بوضوح بالتكبير الضوئي. اصطلاحاً، تُسمّى جميع المخزون من الدنا داخل النواة بالمادّة الصبغية الـ Chromatin. كذلك الأمر مع شريط الدنا مفرداً، هو المادّة الصبغية الـ Chromatin. وتسهيلاً على العباد، يصحّ أيضاً تسمية هذا الأخير بشريط من المادّة الصبغية الـ Chromatin Fiber.

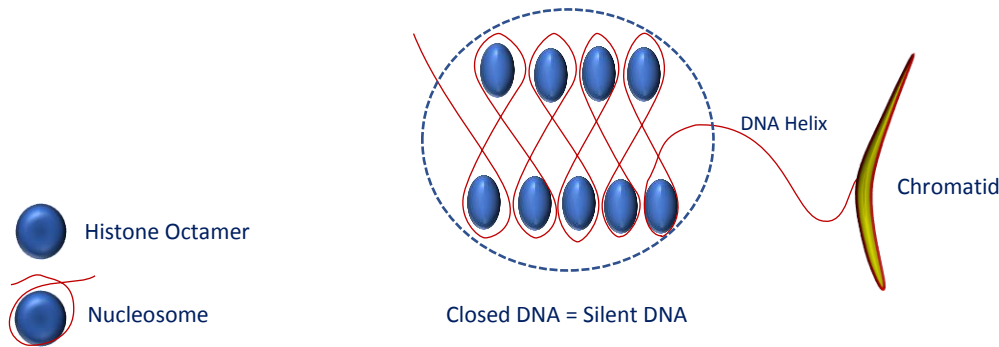
الصَّبْغِيُّ الـ Chromatid

يظهر الصَّبْغِيُّ بدايةً في الطَّورِ البينيِّ الـ Interphase، وحتَّى ما قبل ذلك بقليل. إذ يبدأ تكثُّفُ المادَّةِ الصَّبْغِيَّةِ الـ Chromatin باكراً حين استعدادِ الخليةِ للدُّخولِ في الطَّورِ البينيِّ. وخلال هذا الأخير، يتظَّهرُ الصَّبْغِيُّ أكثرَ فاكثراً كبنيةٍ تشريحيَّةٍ واضحةٍ المعالمِ داخلِ النَّوَّةِ. كما ويتضاعفُ الـ Chromatid Duplication ليظهرَ لكلِّ صبغيٍّ توأمُهُ المطابقُ له. يلتحمُ الصَّبْغِيَّانِ التَّوأمُ الـ Sister Chromatids في منطقةِ المركزِ تقريباً بواسطةِ الجزءِ المركزيِّ الـ Centromere. ويشكِّلانِ سويَّةَ الجسمِ الصَّبْغِيِّ مُضاعفِ البنيةِ الـ Duplicated Chromosome.

في طورِ الهجرةِ الـ Anaphase، يفصلُ الصَّبْغِيَّانِ التَّوأمُ عن بعضيهما وينسحبانِ باتجاهينِ متعاكسين. فبعدَ أن تشاركا بنيةَ الجسمِ الصَّبْغِيِّ المُضاعفِ الـ Duplicated Chromosome، يستقرُّ كلُّ واحدٍ منهما داخلَ جسمِ صبغيٍّ وحيدِ البنيةِ الـ Single Chromosome؛ انظر الشَّكْلَ (٣).

وبعدَ انتهاءِ عمليَّةِ الانقسامِ الخلويِّ، يفقدُ الصَّبْغِيُّ كثافتهُ تدريجيًّا. فتظهرُ من جديدِ المادَّةِ الصَّبْغِيَّةِ الـ Chromatin. حيثُ يتحرَّرُ شريطُ الدنا الـ DNA من أسره. وينشرُ بنيتهُ داخلِ النَّوَّةِ مُتَّخِذاً وضعيَّةَ العملِ الـ Open Chromatin. فنقولُ بعودةِ الدنا إلى ممارسةِ أعمالِهِ الاعتياديَّةِ؛ انظر الشَّكْلَ (١).

وإذا ما فصلنا في تشريحِ الدنا الـ DNA Helix داخلِ الصَّبْغِيِّ الـ Chromatid، فإننا سنجدُه منطويًا على ذاته كثيفاً. ترتصُّ أجسامه النَّوويَّةُ الـ Nucleosomes إلى جانبِ بعضها البعض في مصفوفتينِ مُتراكبتينِ. هذا الدنا المُغلَّقُ على ذاته شكلاً الـ Closed DNA، هو بالضرورةِ دنا صامتٌ وظيفياً الـ Silent DNA؛ انظر الشَّكْلَ (٢).



الشَّكْلَ (٢)

الصَّبْغِيُّ الـ Chromatid

متى قرَّرتِ الخليةُ انقسامها، ينكمشُ شريطُ الدنا على نفسه، وترتصُّ الأجسام النَّوويَّةُ الـ Nucleosomes إلى جانبِ بعضها البعض في مصفوفتينِ متراكبتينِ. فيتقاصرُ بذلك شريطُ الدنا طويلاً لكنَّهُ يتعاظمُ قطراً، فتسهلُ رؤيتهُ بالتكبيرِ الضَّوئيِّ.

ويُسمَّى الشَّكْلُ حينها بالصَّبْغِيِّ الـ Chromatid.

في الصَّبْغِيِّ، يكونُ الدنا في حالةِ عطالةٍ وظيفيَّةٍ مؤقتةٍ تفرضها ظروفُ الانقسامِ الخلويِّ الـ Cell Division. فنقولُ أنَّ الدنا مغلقاً شكلاً الـ Closed DNA، أو صامتاً وظيفياً الـ Silent DNA.

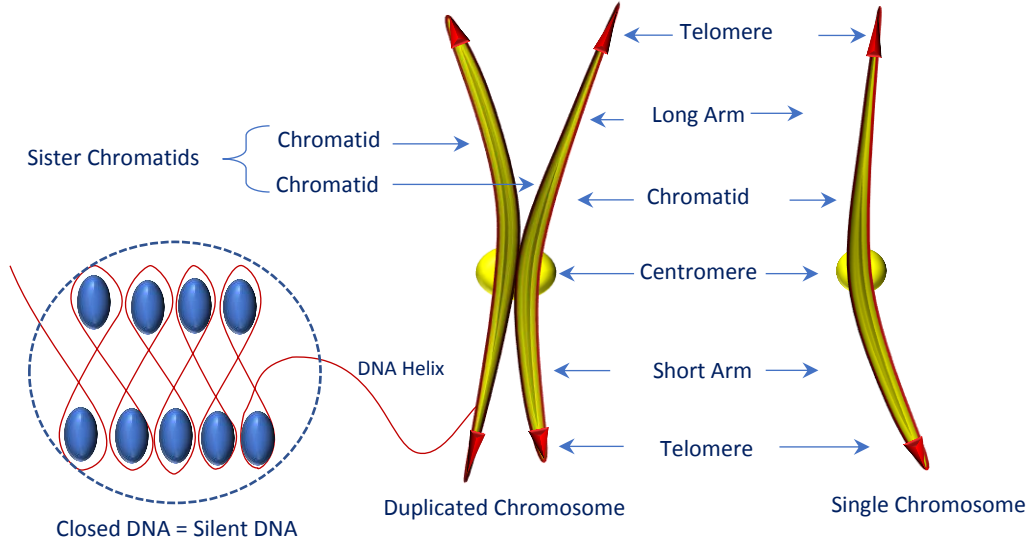
الجسمِ الصَّبْغِيِّ الـ Chromosome

لا تظهرُ الأجسامُ الصَّبْغِيَّةُ الـ Chromosomes إلَّا في أطوارِ الانقسامِ الخلويِّ الـ Cell Division. ويكونُ أوَّلُ ظهورِ لها في الطَّورِ النَّحْضيريِّ المُتأخِّرِ الـ Late Prophase، حيثُ يأخذُ الجسمُ الصَّبْغِيُّ شكلَ الحرفِ X. لكن وُقيل هذا التَّجَلِّي، يكونُ قد انقضى زمنٌ تكثَّفتُ فيها المادَّةُ الصَّبْغِيَّةُ الـ Chromatin، وأخرُ ظهرت فيه الصَّبْغِيَّاتُ الـ Chromatids. وهما حدثيتانِ تشغلانِ كاملَ الطَّورينِ البينيِّ والنَّحْضيريِّ الـ Interphase & Prophase.

ومن ثمّ، في طور الاستواء الـ Metaphase، ستننظم الأجسام الصبغية جميعاً على خطّ 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. حيثُ يحتوي كلٌّ منها على صبغيين توأم الـ Sister Chromatids.

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

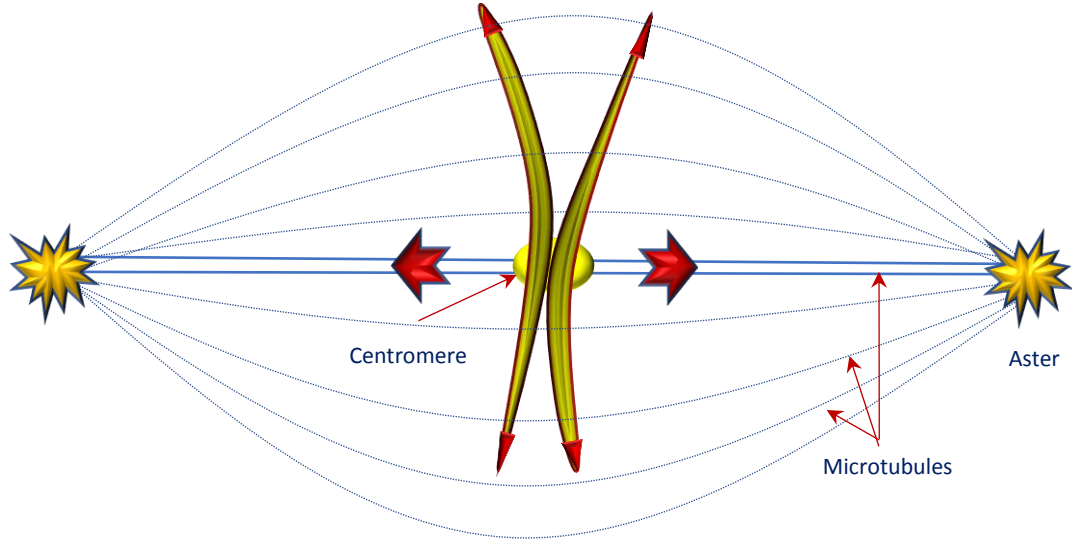
يفيدُ هنا أن نهتمّ ولو قليلاً بتوصيف الجسم الصبغي المضاعف. فهناك عند منتصفه تقريباً، نجد الجزء المركزي الـ Centromere عظيم الفائدة حين انقسام الخلية. فهو نقطة الاستناد للأنايبب المجهرية الـ Microtubules خاصة جهاز الانقسام الخلوي الـ Mitotic Apparatus، وقد علما أهمية الدور الذي تلعبه هذه الأنايبب في فصل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



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. كلُّ توأم يُعطي جسماً صبغياً واحداً. فنقول، الجسم الصبغي يحتوي على صبغيين توأم.



الشكل (٤)

الجزء المركزي وجهاز الانقسام الخلوي
Centromere & Mitotic Apparatus

يبدأ تشكل جهاز الانقسام الـ Mitotic Apparatus في الطور البيني الـ Interphase.

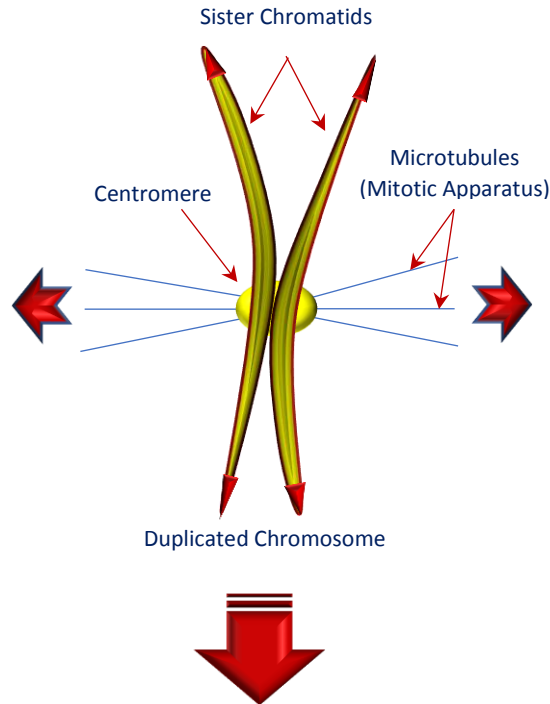
حيث يتضاعف بداية الجسم المركزي الـ Centrosome.

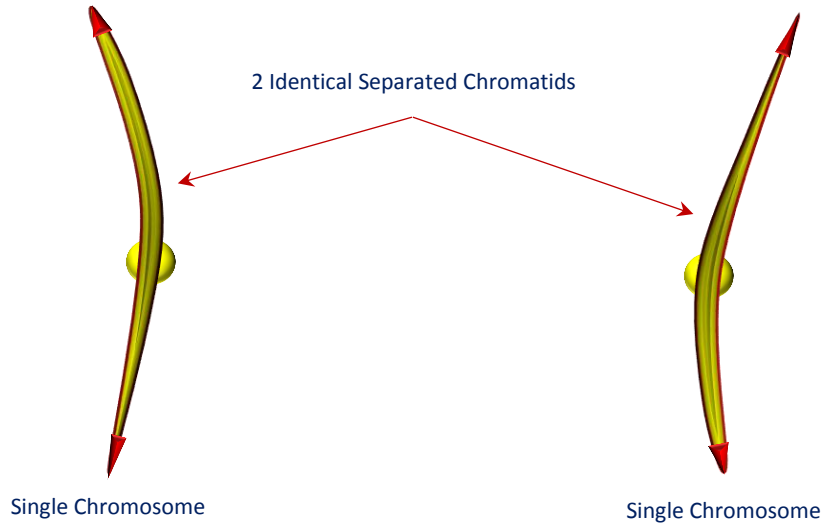
وتظهر بدايات مغزل الانقسام الـ Mitotic Spindle في الطور التحضيري الباكر الـ Early Prophase.

ليكتمل جاهزية في الطور التحضيري المتأخر الـ Late Prophase.

يتألف جهاز الانقسام من القطبين المتعاكسين جهة الـ 2 Asters (= 2 Centrosomes)، ومن الأنايب المجهرية الـ Microtubules.

تمتد الأنايب المجهرية بين الجسم القطبي الـ Aster في كل جهة والجزء المركزي الـ Centromere من كل جسم صبغي الـ Chromosome.





الشكل (٥)

الانقسام المتساوي (طور الهجرة)

Mitosis (Anaphase)

تتقلص الأنايب المجهرية المتقابلة الـ Microtubules.

فتنفصل الصبغيات التوأم الـ Sister Chromatids محتوي الجسم الصبغي ثنائي البنية الـ Duplicated Chromosomes ويهاجران باتجاهين متعاكسين. وتكون النتيجة جسمين صغيين متطابقين ووحيدتي البنية الـ 2 Identical Single Chromosomes.

في سياقات أخرى، أنصح بقراءات المقالات التالية:

- [أذيات العصبون المحرك العلوي، الفيزيولوجيا المرضية للأعراض والعلامات السريرية](#)
- [Upper Motor Neuron Injuries, Pathophysiology of Symptomatology](#)
- [هل يفيد التدخل الجراحي الفوري في أذيات النخاع الشوكي وذيل الفرس الرضية؟](#)
- [النقل العصبي، بين مفهوم قاصر وجديد حاضر](#)
- [The Neural Conduction.. Personal View vs. International View](#)
- [في النقل العصبي، موجات الضغط 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 والمفهوم](#)
- [الصدمة النخاعية \(مفهوم جديد\)](#)
- [The Spinal Shock \(Innovated Conception\)](#)
- [أذيات النخاع الشوكي، الأعراض والعلامات السريرية، بحث في آليات الحدوث](#)
- [The Spinal Injury, The Symptomatology](#)

الرَّمْع Clonus

اشتداد المنعكس الشوكي Hyperactive Hyperreflexia

اتساع 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)

المنعكسات الشوكية، المفاهيم القديمة Spinal Reflexes, Ancient Conceptions

المنعكسات الشوكية، تحديث المفاهيم Spinal Reflexes, Innovated Conception

خلقت المرأة من ضلع الرجل، رائعة الإيحاء الفلسفي والمجاز العلمي

المرأة تقرّر جنس ولدها، والرجل يدعى!

الروح والنفس.. عطية خالق وصنعة مخلوق
خلق السموات والأرض أكبر من خلق الناس.. في المرامي والدلالات
تفاحة آدم وضلع آدم، وجهان لصورة الإنسان.

حواء.. هذه

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 مطلقه وأرملة ذواتي عفاف

تعدّد الزوجات وملك اليمين.. المنسوخ الأجل

الثقب الأسود، وفرضية النجم الساقط

جسيم بار، مفتاح أحجية الخلق

صدي أم بنت، الأم تقرّر!

القدم الهابطة، حالة سريرية

خلق حواء من ضلع آدم، حقيقة أم أسطورة؟

شلل الضفيرة العصبية الولادي Obstetrical Brachial Plexus Palsy

الأذيات الرضية للأعصاب المحيطية (١) التشریح الوصفي والوظيفي

الأذيات الرضية للأعصاب المحيطية (٢) تقييم الأذية العصبية

الأذيات الرضية للأعصاب المحيطية (٣) التّدبير والإصلاح الجراحي

الأذيات الرضية للأعصاب المحيطية (٤) تصنيف الأذية العصبية

قوس العضلة الكاتبة المدوّرة Pronator Teres Muscle Arcade

شبيهة رباط Struthers-like Ligament ...Struthers

عمليات النقل الوترية في تدبير شلل العصب الكعبري Tendon Transfers for Radial Palsy

Who Decides the Sex of Coming Baby? (Concise)

من يقرّر جنس الوليد (مختصر)

ثالوث الذكاء.. زاد مسافر! الذكاء الفطري، الإنساني، والاصطناعي.. بحث في الصفات والمآلات

المعادلات الصفرية . الحداثه، مالها وما عليها
Posterior Interosseous Nerve Syndrome متلازمة العصب بين العظام الخلفي

Spinal Reflex, Innovated Physiology المنعكس الشوكي، فيزيولوجيا جديدة

Hyperreflex, Innovated Pathophysiology المنعكس الشوكي الاشتدادي، في الفيزيولوجيا المرضية

Hyperreflexia, Pathophysiology of Hyperactive Hyperreflex المنعكس الشوكي الاشتدادي (1)، الفيزيولوجيا المرضية لقوة المنعكس

Pathophysiology of Bilateral- Response Hyperreflex المنعكس الشوكي الاشتدادي (2)، الفيزيولوجيا المرضية للاستجابة ثنائية الجانب للمنعكس

Hyperreflex, Pathophysiology of Extended Hyperreflex المنعكس الشوكي الاشتدادي (3)، الفيزيولوجيا المرضية لتوسع ساحة العمل

Pathophysiology of Multi-Response hyperreflex المنعكس الشوكي الاشتدادي (4)، الفيزيولوجيا المرضية لعديد الاستجابة الحركية

Hyperreflexia, Pathophysiology of Multi-Response hyperreflex الرمع (1)، الفرضية الأولى في الفيزيولوجيا المرضية

Hyperreflexia, Pathophysiology of Multi-Response hyperreflex الرمع (2)، الفرضية الثانية في الفيزيولوجيا المرضية

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

Barr Body, The Witness جسيم بار، الشاهد والبصيرة

جدلية المعنى واللامعنى

Surgical Treatment of Claw Hand (Brand Operation) التدبير الجراحي لليد المخالبية

Mitosis الانقسام الخلوي المتساوي الـ