**فسلجه التدريب الرياضي**

**Physiology – Lecture (1) د – أحمد حسن ياس**

**كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة – الجامعة المستنصرية – الدراسة الصباحية**

**الفسلجة ـــ المحاضرة (1)**

**تركيب الخلية ومحتويتها :**

**علم الفسلجة (علم الوظائف) Physiology**

**تعريف علم الفسلجة (علم الوظائف) Physiology**

يمكن تعريف علم الوظائف (الفسيولوجي) :- بأنه ذلك الفرع من العلوم الحيوية الذي يتعامل مع الوظائف الكاملة للأعضاء المختلفة للجسم وهي بكامل صحتها ويؤكد على التغيرات التي تطرأ على الجسم بأكمله عند نشاط وعمل هذه الأعضاء أثناء قيامها بفعالياتها الأساسية والتحري عن **سبب وكيفية** أنجاز تلك الوظائف الحيوية الضرورية لإدامة حياة الكائن الحي . أما **أبسط** تعريف يمكن أن ينطبق على الفسلجة :- **هو علم وظائف الكائنات الحية أو دراسة وظائف جميع أعضاء الجسم .** يختص علم الفسلجة بدراسة كيفية عمل الجسم .

يعد علم الفسيولوجيا أحد الفروع الهامة لعلم البيولوجي الذي يهتم بدراسة ظاهرة الحياة في الكائنات الحية بصورة عامة ، فالكائن الحي عبارة عن وحدة بيولوجية أي ((وحدة بنائية متكاملة مترابطة تتفاعل مكوناتها لتعطي ظاهرة الحياة للكائن الحي)) . وعلم الفسيولوجي ((هو العلم الذي يهتم بدراسة كيفية حدوث وظائف الكائن الحي المختلفة مثل عمل جهاز الدوران ، جهاز التنفس ، الجهاز العضلي ، الغدد الصم… الخ)) .

**وهذا يعني :**

**- وصف وظائف الأعضاء في الكائنات الحية ((الإنسان ، الحيوان ، النبات…الخ))**

**- شرح وتفسير هذه الوظائف في ضوء القوانين الفيزيائية والكيميائية .**

وعليه يمكن تفسير علم الفسيولوجي في ضوء ما تقدم بأنه ((فيزياء وكيمياء الكائنات الحية)) , ولا يقتصر أن نعرف ما هي وظيفة هذا العضو أو ذاك ، فأن هذا الوصف غير كافي ولكن الأهم أن نفسر كيف يؤدي ذلك العضو تلك الوظيفة ونحاول اكتشاف آلية هذه الوظيفة فضلا عن دراسة العلاقة بين أنشطة أعضاء الكائن الحي والعوامل التي تؤثر على هذه الأنشطة إذ يعتمد علم الفسيولوجي على الفيزيائية والكيميائية والحيوية بالجسم.

    ترتبط الفسيولوجية مع العلوم المورفولوجية مثل علم التشريح ، علم الخلية ، علم الأنسجة وارتباطه أيضا مع الكثير من علوم الطب فضلا عن ارتباطه بعلم النفس ليشكل ما يسمى بعلم **النفس الفسيولوجي** ، تعتمد الدراسات الفسيولوجية على الملاحظة والتجريب للظواهر الحية لوصفها وتقديرها ((نوعا وكما)) أو التعبير عنها في صور رقمية حجميه مع تسجيل النتائج في شكل كتابي أو أفلام… الخ ، من خلال كل ذلك فأن الدراسات الفسيولوجية **تهدف أساسا إلى محاولة الإجابة عن الأسئلة الآتية** :

**1-   ما هي الوظيفة ؟**

**2-   كيفية أداء هذه الوظيفة .**

**3-   ما هي العوامل المؤثرة على الوظيفة ؟**

**4-   كيفية اندماج هذه الوظيفة مع الوظائف الأخرى .**

    وعليه من خلال الإجابة على هذه الأسئلة الأربعة يمكن دراسة أية موضوع من موضوعات علم الفسيولوجي . **مثال** : لو أخذنا القلب كعضو في جهاز الدوران في جسم الإنسان… نرجع إلى **الأسئلة الأربعة** سابقة الذكر للإجابة عليها .

1-  ضخ الدم إلى جميع أجزاء الجسم لتزويد أنسجة وخلايا الجسم بالأوكسجين والمواد الحيوية… وهذا هو **الجواب** على السؤال **الأول** .

2-  استقبال الدم الوارد إليه من جميع أجزاء الجسم أثناء فترة ارتخاء عضلة القلب ثم يلي ذلك انقباض عضلته ليدفع الدم مرة أخرى إلى جميع أعضاء الجسم نتيجة لهذا الانقباض … **الجواب** على السؤال **الثاني** .

3-  أما العوامل المؤثرة على الوظيفة فهي ما يختص به الفرد (( العمر ، الجنس ، الظروف الحياتية ، الانفعالات ، الرياضة …الخ.)) وهذا هو **الجواب** على السؤال **الثالث** .

4-  إن القلب يرتبط بمعظم العمليات الحيوية في الجسم مثل توفير حركة الدم من الأوعية الدموية لكي ينتقل إلى جميع أجزاء الجسم وما يحتاجه من الأوكسجين والغذاء اللازم لإنتاج الطاقة وغيرها …**الجواب** على السؤال **الرابع** .

   من خلال ما تقدم شرحه من مفهوم وأهمية الفسيولوجيا ، إن ما يهمنا بالموضوع هو دراسة الإنسان على وفق كل ما ذكر الذي يعد أكبر أعجوبة في بناءة وتركيب أجزاءه ووظائف أعضاءه ، **إن تركيب هذا الكائن الحي الفريد يتكون من** :

.  **الخلية** : وهي أصغر وحدة بنائية في جسم الإنسان فالدماغ مثلا يحتوي على (( 13 )) مليار خلية عصبية فهي وحدة بنائية ووظيفية ، حيث يوجد في جسم الإنسان عدة خلايا .

**2**.  **النسيج** : وهو عبارة عن مجموعة من الخلايا تتشابه في التركيب والوظيفة والمنشأ (( أي نشأت كلها من نفس الطبقة الجرثومية في الجنين )) وتوجد في جسم الإنسان أربعة أنواع من الأنسجة ((الطلائية ، الضامة ، العضلية ، العصبية)).

**3**.  **العضو** : هو ارتباط نسيجان أو أكثر بطريقة خاصة وهذه الأعضاء أكثر تعقيدا من الأنسجة وهي تؤدي الوظائف المختلفة والأنشطة التي يمارسها الإنسان .

هناك دائما نسيج واحد رئيسي هو المسؤول عن أداء العضو لوظيفته بينما تقوم بقية الأنسجة الأخرى بالمساعدة والدعم وعليه هناك نسيج رئيسي واحد وعدة أنسجة ثانوية. **مثال**: **المعدة** , فالنسيج الطلائي الذي يكون الغشاء المخاطي للمعدة هو النسيج الرئيسي الذي يؤدي وظيفة الهضم بينما العضلات ، الأعصاب ، النسيج الضام هي أنسجة ثانوية .

**4**. **الجهاز** : هو ارتباط مجموعة من الأعضاء وظيفيا ، والأجهزة أكثر وحدات الجسم تعقيدا ويؤدي كل منها وظيفة معينة أو مجموعة من الوظائف. **وأجهزة جسم الإنسان عديدة , ومنها:**

- جهاز القلب والدوران  
- الجهاز التنفسي  
- الجهاز الهضمي  
- الجهاز العصبي  
- الجهاز الهيكلي  
- الجهاز التناسلي  
- الجهاز البولي  
- الجهاز الليمفاوي والمناعة  
- جهاز الغدد الصماء

أن أقدم فرع في علم الفسلجة هو علم الوظائف البشري Human physiology والذي يختص بدراسة وظائف الجسم البشري بأسره من المكونات الفرعية للخلايا للأجهزة الجسم ونظم الأجهزة .

**الخلية** : وهي أصغر وحدة بنائية ووظيفية في جسم الإنسان أو الكائن الحي ، وهي الوحدة الأولية في بنيان الجسم فهي اصغر كتلة ( بروتوبلازم[[1]](#footnote-1)) تستطيع الحياة منفردة ، ولها القدرة على توليد مثيل لها ، وهي تشبهه الذرة بالنسبة للمادة .

كل الكائنات الحية تتركب من خلية واحدة أو أكثر، وتنتج الخلايا من انقسام خلية بعد عملية نموها. وتقسم الخلايا عادة إلى خلايا نباتية وخلايا حيوانية، وهناك تقسيمات أخرى؛ وتسمى مجموعة الخلايا المتشابهة في التركيب والتي تؤدي معًا وظيفة معينة في الكائن الحي عديد الخلايا بالنسيج. وتحتوي الخلية على أجسام أصغر منها تسمى عضيات، مثل أجسام كولجي، وهناك أيضًا النواة التي تحمل في داخلها الشيفرة الوراثية كما يحيط بالخلية غشاء يسمى بالغشاء الخلوي، ولدى الخلايا النباتية، جدار من السليلوز يسمى غشاء بلازمي، وهو غير مرن كالغشاء الخلوي.

وتمثل كل خلية من المئة تريليون خلية أو أكثر في جسم الإنسان بنية حية يمكنها أن تبقى على قيد الحياة إلى الأبد، وفي بعض الحالات يمكنها أن تعيد توليد نفسها إذا ما توفرت لها في السوائل المحيطة بها مواد مغذية مناسبة .

**قسمت الخلية (سواء كانت نباتية ام حيوانية) على أساس الحجم والتركيب الى صنفين رئيسين:**

1- خلايا بدائية النواة prokaryotic cells : وهي تكون صغيرة جدا وبسيطة التركيب يحيط الخلية الواحدة منها جدار منفرد. وسميت بهذا الاسم لأنها لا تحتوي على نواة محاطة بغشاء وكذلك لا تحتوي على عضيات محاطة باغشية. وتحتوي على كروموسوم واحد. وتتمثل هذه بخلايا البكتريا والطحالب الزرقاء \_ الخضراء.

2- خلايا حقيقية النواة Eukaryotic cells : وهذه اكبر واكثر تعقيدا بحوالي 1000\_ 10000 مرة من الخلايا بدائية النواة. وتحوي الخلية حقيقية النواة إضافة للغشاء الخلوي على أغشية تحيط بالنواة وبالعضيات الموجودة داخلها. كما تحتوي على كروموسومات عديدة وتتكاثر بالانقسام غير المباشر. ويتمثل هذا الصنف بالخلايا الموجودة في الحيوانات والنباتات الراقية.

**مكونات الخلية :**

**1- الغشاء البلازمي :**

غشاء سيتوبلازمي و هو الغشاء المتحكم في الخلية من حيث مرور المواد إلى الخلية ومنها إلى الخارج، وهو ما يعطي الخلية الشكل الذي تظهر به ، ويكون رقيق حي يحيط بمحتوبات الخلية يعمل على تنظيم مرور المحاليل الكيميائية والماء من والى الخلية ، ويظهر هذا الغشاء في المجهر كحدود خارجية للخلية ، وهو يحيط بعضيات الخلية الداخلية يبلغ سمكة 100 لنغشروم A ويشكل السطح الحيوي بين الخلية ومحيطها الخارجي .

ويتكون الغشاء من الدهون والبروتينات التي يمكن ان بتصل بأحد همها أو كليهما كمية من الكربوهيدرات ورغم أن الغشاء ، ورغم أن الغشاء يفنى ألا أن مكوناته في حالة تجدد مستمر .

**2- السايتوبلازم :**

هو مادةٌ رئيسيةٌ توجد في الخلية، وهي الوسط الذي تحدث فيه كلّ التفاعلات الكيميائية وهو جزء من البرتوبلازم الذي ينحصر بين الغشاء البلازمي والنواة ، ويحتوي على نوعين من المحتويات الحية وغير الحية .

والسايتوبلازم يقوم بمعظم أعمال الخلية ، ويختلف تركيبة في الخلايا ذات الوظائف المختلفة كما أنه لا يتجانس في أي خلية .

ويمكن تمييز المحتويات الأتية في السايتوبلازم :

أ**- الشبكة الاندوبلازمية** : هي عضية النقل في الخلية اذ أنه عبارة عن شبكة من الأنابيب يتم من خلالها  نقل المواد بين أجزاء الخلية وهي  نوعان : شبكة اندوبلازمية خشنة   وشبكة اندوبلازمية ملساء  والفرق بينهما هو ان الشبكة الاندوبلازمية الخشنة تحتوي على الرايبوسومات  التي تقوم بصنع البروتينات وبواسطة انابيب الشبكة يتم نقل هذا البروتين  إلى أجسام كولجي.

تبدو الشبكة الإندوبلازمية باستخدام المجهر الإلكتروني كحويصلات قد تكون مفلطحة أو أنبوبية أو مستديرة ، وتتصل هذه الحويصلات معا وتمتد لتكون غلاف النواة، كما أنها قد تمتد لتصل إلى الغشاء الخلوي.

وهناك نوعان من هذه الشبكة هما الملساء والخشنة.وتتميز الشبكة الإندوبلازمية الخشنة rough Endoplasmic Reticulum - rERبوجود الريبوزومات على السطح الخارجي لأغشيتها (ويتم صنع الرايبوزومات عن طريق النواة )، بينما تفقد الشبكة الإندوبلازمية الملساء smooth Endoplasmic Reticulum - sERهذه الريبوسومات.وهي غير متصلة بالشبكة الخشنة وقنواتها انبوبية الشكل اكثر منها منبسطه ويعتقد انها تقوم بصنع الدهون والهرمونات الستيرويدية .

وتعتبر الشبكة الإندوبلازمية جهاز نقل داخلي يعمل على تسهيل حركة المواد داخل الخلية من جهة الى أخرى .ويلاحظ أن الشبكة تتصل بغشاء النواة عبر ثقوب في هذا الغشاء تسمح بمرور المواد من النواة الى السايتوبلازم وبالعكس .

وتوجد الشبكة الإندوبلازمية الخشنة بوفرة في الخلايا البنكرياسية ذات الإفراز الخارجي التي تعطي إفرازا غنيا بالبروتينات. ويتم في تجويف الشبكة الإندوبلازمية معالجة البروتينات المخلقة حديثا بإضافة الكربوهيدرات على سبيل المثال ، وفي النهاية تنفصل عن الشبكة حويصلات محملة بالمنتج النهائي. وفي خلايا قشرة الغدة فوق الكلى ، تقوم الشبكة الإندوبلازمية الملساء بتخليق الهرمونات الإسترويدية وفي الخلايا الكبدية تقوم هذه الشبكة بتخليق الكليكوجين ، وتساهم هذه الشبكة في الألياف العضلية الهيكلية بالارتباط بالكالسيوم ، وبهذا يكون لها دور في انقباض العضلات. ويوجد النوعان من الشبكة الإندوبلازمية معاً في عديد من الخلايا مثل الخلايا الكبدية

**ب- الرايبوسومات :**

تظهر الريبوسومات بالمجهر الالكتروني على هيئة جسيمات دقيقة مستديرة توجد على سطح الشبكة الإندوبلازمية. وتوجد الريبوسومات أيضاً منتشرة أو سابحة بالسيتوبلازم كما توجد بكل من الميتوكوندريا والبلاستيدات.

الريبوسومات هي مثل المصانع الصغيرة في الخلية. فهي تصنع (البروتينات) التي تؤدي جميع أنواع الوظائف لتشغيل الخلية، الريبوسوم هو نوع من العِضِّيات. و العِضِّيات هي الهياكل التي تؤدي وظائف مُحدَّدَة للخلية. و وظيفة الريبوسوم هي صُنع (البروتينات). المُهِمَّة الرئيسية للريبوسوم هي صِناعة البروتينات للخلية. و يُمكِن أن يكون هُناك مِئات من البروتينات التي يَجِب صِناعتُها للخلية، و بالتالي فإنَّ الريبوسوم يحتاج تعليمات مُحدَّدة حول كيفية صناعة كل نوع من البروتين. و هذه التعليمات تأتي من (النواة) في شكل (الحمض الريبوزي النووي - RNA).

(الحمض الريبوزي النووي - RNA) يحتوي على رموز مُعيَّنة تكون مثل (الوصفة) و هي تُخبر (الريبوسوم) بـ كيفية صناعة (البروتين).

الريبوسوم يتم صناعته داخل (نوية النواة). و بِمُجرَّد صِناعَتِه يتم إرسالُه خارج النواة مِن خِلال المسام الموجودة في غِشاء النواة.

- الريبوسومات تختلف عن مُعظَم (العِضِّيات) في أنها ليست مُحاطَة بـِ غِشاء حماية.

- تم اكتشاف الريبوسوم في عام 1974 بواسطة (ألبير كلود)، و (كريستيان دو دوف)، و (جورج بالاد). الذي فازوا بـ جائزة نوبل على اكتشافهم .

**ج- بيوت الطاقة ( المايتوكوندريا ) :**

توجد هذه التراكيب مطمورة في السايتوبلازم بشكل تراكيب صغيرة تشبه حبات الفاصوليا أو بشكل غضبان ، وتتجمع أحيانا حول النواة وهي تحتوي على الأنزيمات التنفسية التي تقوم بأكسدة المواد الغذائية لتحرير الطاقة وبذلك تسمى بيوت الطاقة.

الأنواع المُختَلِفَة مِن الخلايا يوجَد بِها أعداد مُختَلِفَة مِن (الميتوكوندريا). و بعض الخلايا البسيطة تحتوي على واحدة أو اثنتين فقط من (الميتوكوندريا)، ومع ذلك، فإن الخلايا الحيوانية المُعقَّدة التي تحتاج إلى الكثير من الطاقة، مثل خلايا (العضلات)، يُمكِن أن يوجد بها الآلاف من (الميتوكوندريا).

المهمة الرئيسية لـ الميتوكوندريا هي إنتاج الطاقة للخلية. حيثُ تَستَخدِم الخلايا جُزيء خاص للطاقة يُسمَّى (ATP). و يتم صناعة الـ (ATP) للخلية داخل (الميتوكوندريا).يمكننا أن نقول أن الميتوكوندريا هي مصنع الطاقة أو محطة توليد الطاقة للخلية.

الميتوكوندريا تُنتِج الطاقة من خلال عملية التنفُّس الخلوي. حيث تقوم الميتوكوندريا بأخذ جزيئات الغذاء في شكل (كربوهيدرات) و تخلطهم مع الأكسجين من أجل إنتاج الـ (ATP جزئ الطاقة). و هي تستخدم (بروتينات) تُسمَّى (الإنزيمات) من أجل إنتاج التفاعل الكيميائي الصحيح.

**د – جهاز كولجي :**

جهاز إفرازي يختلف من في الشكل والحجم من خلية لأخرى يقع قرب النواة يكون بشكل طبقات لأكياس محاطة بأغشية ملساء مصفوفة بعضها فوق البعض الأخر (تتكون أجسام كولجي من مجموعة من الأكياس الغشائية والتي قد تم ترتيبها بشكل موازي لبعضها البعض كما أن تلك الأكياس أيضا مقوسة والتي تشبه إلى حد كبير الشكل العام للكأس ) وهو عبارة عن جسم يقع قرب الشبكة الداخلية الناعمة ، وقد سمي باسم العالم الإيطالي الذي اكتشفه ويظهر تحت المجهر الضوئي على هيئة منطقة غامقة اللون في السايتوبلازم أما تحت المجهر الإلكتروني فيظهر على هيئة مجموعات من الفجوات المنبسطة التي تتصل بالشبكة الداخلية الناعمة بواسطة عدد من الحويصلات المحتوية على حبيبات إفرازية ، وفي العادة يحيط جهاز كولجي بأحد اطراف النواة وأجسام كولجي أو ما يطلق علية أيضا جهاز كولجي هو عبارة عن الخلايا الحية والتي لها تركيب خلوي معقد جدا حيث أن الشكل الوراثي لذلك النظام يعمل على وضع غشاء حول نواة الخلية

فائدة وعمل أجسام كولجي :

بالطبع لأجسام كولجي وظيفة محددة داخل الخلايا والتي تتمثل في الخطوات التالية :

1- إنتاج المواد داخل الخلية .

2-  ممر لكل ما تقوم الخلية بإفرازه .

3-  تعمل أيضا أجسام كولجي على إضافة السكر إلي البروتينات الأمر الذي يساهم بشكل كبير في إنتاج المركب النهائي ويتم طرحه من خلال الحويصلات التي تصل بالسطح.

4- عمل تلك الأجسام أيضا على إنتاج العديد من الجزيئات والتي من بينها الشحوم.

**هــ - الجسيم المركزي :**

وهو عبارة عن جسم حبيبي صغير يمكن تميزه من خلال سلوكه وحجمه الصغير وموقعه في الخلية ولا يمكن تمييز تركيبه الدقيق بالمجهر الضوئي ويبدو واضحا في فترة انقسام معظم الخلايا ويكون بالقرب من النواة وكما يدل علية من اسمه فانة يتموضع في مركز الخلية ولاسيما في منطقة جهاز كولجي .

• تركيب خلوي صغير يقع قريب النواة (الخلية الحيوانية فقط)

• يساهم في عملية الانقسام لذلك لا يوجد في الخلايا التي فقدت القدره على الانقسام مثل الخلايا العصبية

• يبدو تحت المجهر على شكل جسم صغير داكن

• يجتوي على حبيبتين مركزيتين

الوظيفة:

•مهمة في عملية الانقسام الخلوي حيث تساهم في تكوين خيوط المغزل

•لها دور في حركة الأهداب

•تساهم في تكوين ذيول الحيوانات المنوية

**و – الليـيفات:**

تراكيب خيطية دقيقة توجد في الخلايا المتخصصة كالخلايا العضلية بشكل خطوط طولية ، حيث لها أهمية في تقلصها وانبساطاها ومن الخلايا العصبية بشكل مبعثر أو بشكل شبكي وتقوم بنقل الإيعاز العصبي فيها .

**ز- الجسيم الحال ( اللايزوزوم ) :**

وهي ذات أشكال بيضاوية أو غير منتظمة ، تحتوي على إنزيمات محللة تقوم بتحليل البروتينات وعناصر الوراثة RNA و DAN والسكريات ويبدو ان عملها الأساسي التحليل أو الإذابة ، يحتوي القسم الداخلي منه على البروتينات المفروزة ، وهي تعمل على تحليل بعض مكونات الخلية مثل الميتوكوندريا و لشبكة الداخلية، كما إنها يمكن أن تعمل على تحليل الخلية نفسها .  
إن زيادة فيتامين A يؤذي الأنسجة الضامة بسبب تأثيره على غشاء الليزوزوم ، بينما هرمون الكورتيزون Cortisone يعمل على تدعيم وتثبيت أغشية الليزوزومات .

وتكون متوافرة في الخلايا التي تقوم بهذه المهمة مثل خلايا الكبد والأمعاء الدقيقة وكريات الدم البيضاء .

**حـ . البلاستيدات** Plastids

وهي أجسام بروتوبلازمية صغيرة توجد في السايتوبلازم **.**

**3. النواة Nuclue :**

كتلة بروتوبلازمية أكثف من السايتوبلازم . تقع النواة عادة في وسط الخلية أو في جانبها وتوجد في الخلية نواة واحدة وقد توجد أكثر من نواة ، ويظهر في المجهر الضوئي أو غير منتظم على شكل جسم كروي أو كلوي ، تسيطر النواة على نقل الصفات الوراثية من الإباء الى الأبناء كما انها تنظم الأفعال الحيوية في الخلية .

تتركب النواة بشكل عام من الأجزاء الآتية :

**أ . الغشاء النووي** Nucleus membrane : ويسمى أيضا" بالغلاف النووي وهو غشاء رقيق بحبط بالنواة ويحتوي على ثقوب دقيقة جداً يتراوح عرضه ما بين 10 – 30 نانو متر( يعادل 1/25000000 من المتر) ، وظيفته تنظيم مرور المواد من داخل النواة الى السايتوبلازم وبالعكس،.

**ب- البلازم النووي :**ويسمى أيضا بالسائل النووي ، وهو محلول لزج يشكل القوم الداخلي للنواة ويتكون من مواد سكرية وبروتينية ومركبات فسفورية ونتروجينيه وغيرها والتي تشكل الأحماض النووية وتنغمر فيها النوية والشبكة الكروماتينيةوهو يلعب دورا أساسيا في تهيئة المحيط أو الوسط المناسب لمكونات النواة وفي توفير المواد الغذائية اللازمة لها**.**

**جـ - الشبكة الكروماتينية : Chromatin net work :**

وتظهر على شكل خيوط دقيقة ملتفة على بعضها ومحببة وتسمى بالحبيبات الكروماتينية لأنها تصطبغ ببعض الصبغات ، تسمى هذه الصبغات ( الكروموسومات ) وكل نوع من الكائنات الحية له عدد ثابت من الصبغات التي تقوم بحمل المادة الوراثية ( المورثات ) للكائن الحي **.**

**حـ . النويه Nucleus :** وهي عبارة عن مجموعة من الخيوط الدقيقة ذات شكل دائري . ليس لها غشاء يحيط بها ، وتسبح وسط السائل النووي، وتبدو كجسم صغير أكثر كثافة من البلازم النووي وتحتوي النوية على كمية كبيرة من RNA ولذلك فهي تلعب دورا أساسيا في إنتاج الرايبوزومات وبالتالي تنظيم إنتاج البروتينات ، ولهذا يطلق عليها اسم ( ضابطة إيقاع الخلية )Pace) Maker CellK) ، وقد تحتوي النواة على أكثر من نويه واحدة أو قد لا تحتوي على نوية إطلاقاً .

**Physiology – Lecture (2) الثانية /المحاضرة**

**طرق انتقال المواد من والى الخلية**

**عبر الغشاء الخلوي**

أن حاجة الخلية للمواد والأيونات تختلف حسب نوع الخلية واحتياجاتها لمدة معينة دون غيرها فعلى سبيل المثال ، تحتاج جميع الخلايا لدخول غاز الأوكسجين للقيام بعملية التنفس الخلوي ولكن الخلايا العضلية تحتاجه اكثر من غيرها ، وجميع الخلايا تحتاج الى أيونات الصوديوم والبوتاسيوم ولكن الخلايا العصبية تحتاجها اكثر من غيرها ، وجميع الخلايا تأخذ السكر الكلوكوز والفركتوز ولكن خلايا الأمعاء والكبد تحتاجها اكثر من غيرها ، وهكذا فأن حاجة الخلايا للمواد والأيونات تحكمه عوامل متعددة .

وإذا كان على الخلية أن تعيش وتكبر فيجب أن تحصل على المغذيات والمواد الأخرى من السوائل المحيطية ، ومعظم تلك المواد تمر عبر غشاء الخلية بواسطة / الانتشار diffusion والنقل الفاعل active transport .

**- الانتشار** : بشكل مبسط الحركة عبر الغشاء الناتجة عن الحركة العشوائية لجزيئات المواد حيث تمر إما عبر مسام الغشاء الخلوي أو في حال المواد المنحلة في الدسم ( الدهون ) .

**- النقل الفعَّال (الفاعل)** : الحمل الفعلي للمواد عبر الغشاء بواسطة التركيب الفيزيائي للبروتين الذي يخترق الغشاء في كل الاتجاهات .

يمتاز الغشاء الخلوي بخاصية النفاذية الاختيارية{السماح لمواد دون أخرى بالنفاذ (المرور) من وإلى الخلية}.

يعتمد هذا المرور على :

أ- حجم المواد

ب- الطريق الذي تسلكه

ج- حاجتها للطاقة

هناك ثلاثة أنواع لطرق انتقال المواد من وإلى الخلية وهي :

– النقل السلبي .ويشمل ( الانتشار البسيط ، الخاصية الأسموزية ، الانتشار المسهل )

– النقل النشط .

– النقل الخلوي الكلي . ( الإدخال الخلوي ، والإخراج الخلوي )

**أولا:** النقل السلبي : نقل المواد عبر الغشاء الخلوي دون الحاجة إلى طاقة.

أنواع النقل السلبي:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **الانتشار البسيط** | **الخاصية الاسموزية** | **الانتشار المدعوم (مسهل )** |
| عملية انتقال الجزيئات من منطقة التركيز العالي لمنطقة التركيز المنخفض عبر قنوات بروتينية ناقلة ، تمر من خلالها الجزيئات دون الارتباط معها ولا تحتاج الى طاقة | هي انتقال حزينات (المذيب) الماء  عبر الغشاء الخلوي من وسط الجهد المائي المرتفع الى الجهد المائي المنخفض . | انتشار جزيئات المذاب بمساعدة بروتينات الغشاء الخلوي( البروتينات الناقلة ) التي ترتبط معها ارتباطا مؤقتا فتغير شكلها ثم تعود الى شكلها الطبيعي بعد انفصال جزيئات المذاب عنها ودخولها الى الخلية ، وهذه الإليه لا تحتاج الى طاقة |
| كانتشار جزيئات الأكسجين | * إذا كانت كمية الماء في محيط الخلية أقل من كميته داخلها فإن الماء ينتقل من داخله باتجاه الخارج والعكس صحيح. * تختلف الخلية الحيوانية عن الخلية النباتية في أنها تنفجر ان دخلها كميات كبيرة من الماء. | كانتشار جزيئات السكر |

**ثانيا: النقل النشط: نقل المواد عبر الغشاء الخلوي مع استهلاك الطاقة.**

في هذا النوع يحتاج بالإضافة للبروتينات الناقلة استهلاك البروتينات للطاقة لنقل الجزيئات عبر الغشاء وبعد تحرر الجزيئات من البروتينات ترتبط بجزيئات أخرى.

والنقل النشط (Active Transport) هو أحد الطرق التي تتحرك بها الجزيئات والمواد الأخرى داخل وخارج الخلايا والأغشية الخلوية الداخلية، حيث تتحرك هذه الجزيئات أو الأيونات عكس تدرّج التركيز من منطقة ذات تركيز منخفض إلى منطقة ذات تركيز عالٍ، فهذه العملية لا تحدث بشكل تلقائي في الخلايا، لذلك يلزم وجود طاقة (ATP) وإنزيمات حتى يتمكن المذاب من الانتقال عبر الغشاء، وعادةً ما يتم النقل النشط للجزيئات الصغيرة أو الأيونات عبر غشاء الخلية بواسطة بروتينات النقل الموجودة في الغشاء، والتي تحتوي على مناطق استقبال ترتبط بهذه الجزيئات، ثم تنقلها إلى الخلية.

**ثالثا: النقل الخلوي الكلي :**

**1- الإدخال الخلوي :**

**- الأكل الخلوي (البلعمة) :**

إدخال الجزيئات الكبيرة جدا بإحاطتها بالغشاء الخلوي.

لأن الغشاء الخلوي يمتاز بانحنائه للدخل عند ملامسة الجزيئات الضخمة( كالبروتينات والبكتيريا) له ليحيط بها وينغلق على نفسه مكونا الفجوة.

تستخدم العديد من الأحياء وحيدة الخلية الحرة ، هذه الطريقة في تغذيتها مثل الأميبا والخلايا الأكولة في جهاز المناعة .

**- الشرب الخلوي :** يتم أدخال مادة سائلة (إدخال المحاليل ) الى الخلية .

2- **الإخراج الخلوي**: يتم بطريقة معاكسة للبلعمة حيث تندمج الفجوة بالغشاء لتنطلق مكوناتها للخارج. وبهذه الطريقة تفرز المعدة إفرازاتها المساعدة على الهضم.

والبلعمة هي قدرة الغشاء البلازمي على الانثناء إلى الداخل في المنطقة التي يلامس بها الأجسام الكبيرة ، بحيث تصبح هذه الأجسام داخل الانغماد الذي يتحول إلى فجوة ضمن السيتوسول[[2]](#footnote-2).

**أهمية البلعمة:**

1- تغذية الكائنات وحيدة الخلية مثل الاميبا .

2- إدخال الجزيئات الكبيرة والمواد الصلبة الى داخل الخلية .

3- ابتلاع الأجسام الغريبة بوساطة خلايا الدم البيضاء .

**أهم اليات عمل الغشاء الخلوي :**

1. تحصل الخلية على المواد التي تحتاجها في عملياتها الأيضية من البيئة المحيطة بها عبر الغشاء البلازمي .

2. تنتقل جزيئات المواد خلال الغشاء البلازمي اعتمادا على نوعها ، حجمها ، قدرتها على الذوبان في الدهون .

3. تنقل جزيئات المذاب الصغيرة من و إلى الخلية بواسطة البروتينات الناقلة في عمليات الانتشار البسيط ، الانتشار المسهل ، النقل النشط .

4. تدخل جزيئات المذاب الكبيرة الصلبة إلى الخلية بعملية الأكل الخلوي ، أما الجزيئات السائلة الكبيرة فتدخل بعملية الشرب الخلوي

5. تشتمل عملية البلعمة على العمليات ( الأكل الخلوي ، الشرب الخلوي ، دخول المستقبل الوسيط ) .

6. تخرج بقايا المواد المتكونة بعملية البلعمة من الخلية بالإخراج الخلوي .

7. يتم دخول وخروج الماء ( المذيب ) من وإلى الخلية حسب الخاصية الإسموزية)

**وظائف الخلية الرئيسية :**

**1- إعطاء الجسم الهيكل والدعامة :** فهي تعطي الجسم بنيته وشكله.

**2- النقل:** فالخلايا تحتاج لنقل الغذاء والأكسجين من الدم إلى داخلها وكذلك نقل وإخراج ثاني أكسيد الكربون والفضلات إلى خارجها، ويتم نقل وتبادل المواد بعدة طرق عبر غشاء الخلية ومنها الانتشار البسيط والنقل النشط.

**3- إنتاج الطاقة :**

وهي من أهم وظائف الخلايا؛ فالخلية تقوم بآلاف التفاعلات الكيميائية والتي تحتاج إلى طاقة حتى تتم، وتقوم الخلية بإنتاج الطاقة عبر عملية تسمى التنفس الخلوي.

**4- التمثيل الغذائي:**

ويشمل التمثيل الغذائي جميع التفاعلات الكيميائية التي تحدث في الخلية لإبقائها حية، وهذه التفاعلات قد تكون تفاعلات هدم أو قد تكون تفاعلات بناء.

**5- التكاثر:**

وهي من أبرز وظائف الخلية وأهمها من أجل الحفاظ على النوع، ويحدث التكاثر في الخلايا الجنسية في الإنسان وهي الحيوانات المنوية في الذكور والبويضات في الإناث، وطريقة انقسام هذه الخلايا هي الانقسام المنصف وهي الوسيلة للحفاظ على الجنس البشري وتنقسم الخلية الواحدة لتكون خليتين متطابقتين، وتستخدم الخلايا الانقسام إما لإعادة إصلاح الخلايا التالفة أو للنمو وزيادة الحجم والطول.

**6- التنفس :**

ويعني أكسدة المواد الغذائية داخل الخلية لإنتاج الطاقة بوجود الهواء ، أما عند عدم وجود الهواء فتلجأ الخلية لتوليد الطاقة عن طريق تخمير الكربوهيدرات حيث ينتج عنها حامض اللبنيك وحامض الكربونيك والكحول .

**7- الإفراز :**

تفرز الخلايا العديد من المواد العضوية مثل الأنزيمات والهرمونات وغيرها .

**8- الإخراج :**

وهي عملية التخلص من الفضلات والمواد الى خارج الجسم عن طريق البول والعرق وغيرها .

**9- الامتصاص :**

وهي قدرة الخلايا على إدخال العناصر الغذائية والمواد التي تحتاجها الى داخل الخلية لغرض الاستفادة منها .

**10- الحركة :**

ويقصد بها أما حركة العضيات والمكونات الأخرى داخل الخلية وتسمى بالحركة الداخلية ، أو انتقال الخلية من مكان الى اخر وهي الحركة الخارجية مثل حركة النطف الذكرية أو البويضات الأنثوية .

**11- قابلية التقلص :**

وهي قدرة الخلية على تغيير شكلها ويقصد به التصغير نتيجة استجابتها لمنبه معين مثلا .

**12- قابلية الأثارة :**

وهي قدرة الخلية على الاستجابة بردود أفعال نتيجة تعرضها لمنبه كيميائي أو فيزيائي ، وقدرة الخلية على نقل هذا المنبه من مكان حدوثة الى مكان اخر في الخلية .

**المحاضرة / الثالثة Physiology – Lecture (3)**

**الجهاز العصبي**

يُقسم الجهاز العصبيّ (بالإنجليزية: Nervous System) إلى نوعين؛ الجهاز العصبي المركزي (بالإنجليزية: Central nervous system) واختصاراً (CNS)، والذي يُمثّل مركز السيطرة الرئيسي في جسم الإنسان .

والجهاز العصبي المحيطي (بالإنجليزية: Peripheral nervous system) واختصاراً (PNS)، الذي يربط الجهاز العصبي المركزي بباقي أجزاء الجسم المختلفة، ويعمل كلا الجهازين على جمع المعلومات من داخل الجسم ومن البيئة الخارجية، ومن ثم يقومان بمعالجة المعلومات المجمّعة وإرسال التعليمات إلى باقي أنحاء الجسم، مما يسهل تحقيق الاستجابة المناسبة.

**1- الجهاز العصبي المركزي :**

يُمثّل العصبون أو الخلية العصبية الوحدة الأساسية للجهاز العصبي المركزي، ويتكون الجهاز العصبي المركزي بشكل **رئيسي من**

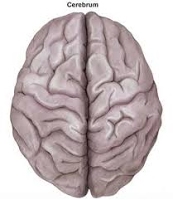
**- الدماغ**

**- الحبل الشوكي**

إذ يُحيط بهما السائل الدماغيّ الشوكيّ (الإنجليزيّة: Cerebrospinal fluid) ويتخلل التّجاويف الخاصة بالجهاز العصبي المركزي، ويغلف الدماغ والحبل الشوكي ثلاث طبقات أو أغشية سحائية، وتُمثل هذه الطبقة الدرع الواقي المسؤول عن حماية الدماغ والحبل الشوكي. وفيما يلي بيان لكل جزء من أجزاء الجهاز العصبي المركزي

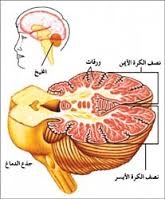
**أ- الدماغ:** يحتوي الدماغ على حوالي 90% أو أكثر من الخلايا العصبية الموجودة في جسم الإنسان ويتكون الدماغ من أجزاء ثلاثة رئيسية لكلٍ منها وظائف مختلفة، ألا وهي المخ (بالإنجليزية: Cerebrum)، والمُخيخ (بالإنجليزية: Cerebellum)، وجذع الدماغ (بالإنجليزية: Brainstem)، وفيما يلي بيان لكل جزءٍ منها

**-** **المخ :** ان المخ اكبر جزء في الدماغ من حيث الحجم حيث يشغل مساحة  90% من مساحة الدماغ ويتكون المخ من قسمين متماثلين كل منهما على  شكل نصف كرة تقريبا و يفصل بينهما شق طولي ويوجد على سطح المخ انثناءات عديدة تدعى التلافيف ويُمثل المخ أكبر وأكثر جزء تطوري في الدماغ البشري، وفيما يتعلّق بوظيفته فهو مسؤول عن العديد من الوظائف العُليا في الجسم، بما في ذلك الوظائف الإدراكية العُليا، والكلام، والعواطف، والتّحكم بالوظائف الحركية الدقيقة والمعقدة. وتجدر الإشارة إلى أنّ المخ مُقسّم إلى نصف أيمن ونصف أيسر،



المخ

**- المُخيخ:** يُمثل المُخيخ ثاني أكبر منطقة في الدماغ، وهو كتلة دماغية تقع تحت المخ وينتشر على سطحة تلافيف وهو مسؤول عن الحفاظ على التوازن والتّحكم بالحركة. **وظيفة المخيخ** المحافظة على توازن الجسم عند تأدية الحركات الإرادية مثل : حالة الركوب على الدراجة

****

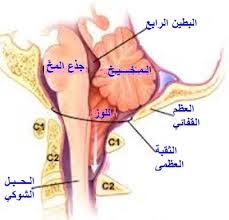
**المخيخ**

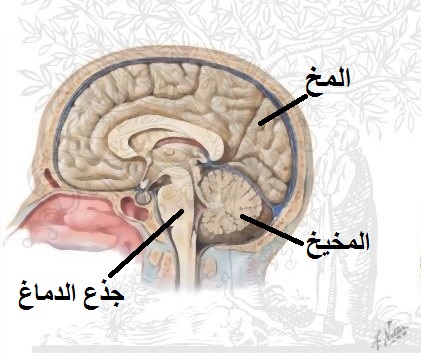
- **جذع الدماغ**: يُمثل جذع الدماغ المسار الواصل بين الدماغ والحبل الشوكي، ويؤدي وظائف عديدة :

1-النقل حيث ينقل الأوامر من الدماغ الى أعضاء الجسم وينقل المعلومات الحسية من أعضاء الجسم الى الدماغ.

 2-السيطرة على عمليات البلع والمضغ ولاستفراغ وذلك عن طريق مراكز عصبية يحتويها.

3- التّحكم في التنفس، ومعدل دقات القلب، وضغط الدم، واليقظة، والانتباه.

  
شكل جذع الدماغ



شكل الدماغ

**ب- الحبل الشوكيّ:** يقع الحبل الشوكيّ بداخل قناة العمود الفقري، ويُعتبر الحبل الشوكي امتداداً للدماغ، حيث يقوم بنقل الرسائل والإشارات العصبية بين الدماغ وباقي أنحاء الجسم .

 موقعه : يمتد من منطقة النخاع المستطيل في جذع الدماغ إلي داخل العمود الفقري الذي يوفر له الحماية تخرج منه مجموعة من الأعصاب تسمى الأعصاب الشوكية

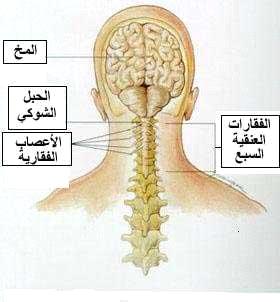
**وظيفته:**

نقل الإحساس الوارد من أعضاء الحس الى الدماغ ونقل الأوامر من الدماغ الى العضلات للانقباض

تنظيم عدد من الحركات الإرادية مما يمكن الأنسان من إعطاء رد فعل سريع لبعض المؤثرات الخارجية وهو ما يسمى رد الفعل المنعكس



الحبل الشوكي



المخ – الحبل الشوكي

**الجهاز العصبي المحيطي :**

ويشمل كل التكوينات العصبية الموجودة خارج تجويف الجمجمة وخارج قناة الفقرات ويتكون من

**- الأعصاب المخية ( القحفية ):** وهي الأعصاب التي تخرج من المخ أو من ساق المخ يبلغ عددها 12 زوجاً، وتقوم مهمّتها بشكل أساسي على نقل المعلومات المُتعلّقة بالبصر، والشم، والتّذوق، والسمع، والتوازن من المستقبلات الحسيّة في الرأس، ليتم استقبال هذه المعلومات ومعالجتها من خلال الجهاز العصبي المركزي، ومن ثم تنتقل الاستجابة عبر الأعصاب المخية (القحفيّة) إلى العضلات الهيكلية للتّحكم بالعديد من حركات الوجه والحنجرة.

**- الأعصاب الشوكيّة:** يبلغ عددها 31 زوجاً، وتنشأ من المناطق المختلفة للنّخاع الشوكي، بحيث يمتلك كل منهما جذراً ظهرياً (بالإنجليزية: Dorsal root) وجذراً بطنياً (بالإنجليزية: Ventral root)، وتقوم مهمّة الجذر البطني على نقل الرسائل من الحبل الشوكي إلى أجزاء مختلفة من الجسم لتقوم بالاستجابة لتعليمات الجهاز العصبي المركزي، أمّا الجذر الظهري فهو يعمل على حمل المعلومات من المستقبلات الحسيّة إلى الحبل الشوكي.

**الجهاز العصبي الذاتي:** (بالإنجليزية: Autonomic nervous system)، يُقسم هذا الجهاز إلى قسمين رئيسين، وفيما يلي بيان لكل منهما:

- الجهاز الودّي (بالإنجليزية: Sympathetic system)، ويرتبط بنوع من الاستجابة تُسمّى بالكر والفر (بالإنجليزية: Fight-or-flight response)، ذلك أنّه يقوم بتحفيز كل من الجهاز التنفسي وجهاز الدوران والجهاز العضلي، ويؤثر الجهاز الودي في أجهزة الجسم المختلفة من خلال الوصلات الخارجة من المناطق الصدرية وأعلى القطنية من الحبل الشوكي، ومن الأمثلة على استجابة هذا الجهاز زيادة معدل دقات القلب وارتفاع ضغط الدم كرد فعل لحدث معيّن. ويكون هذا الجهاز مسؤولاً عن تسارع ضربات القلب واتساع حدقة العين و توسع القصبات الهوائية والأوعية الدموية في العضلات و تتضيق الأوعية الدموية في الجلد والشعور بالبرودة و يزيد التعرق و يتقلص صمام المثانة البولية

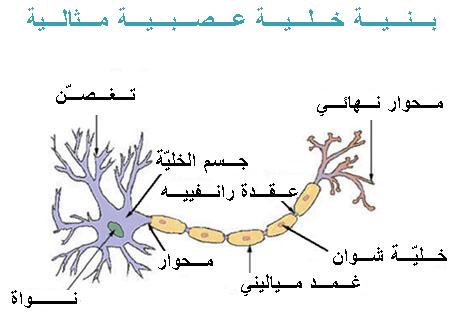
- الجهاز اللاودّي (بالإنجليزية: Parasympathetic system)، ويُطلق عليه أيضاً مصطلح الجهاز القحفي العجزي (بالإنجليزية: Craniosacral System) ويرتبط هذا الجهاز بأوقاتَ الراحة والهضم (بالإنجليزية: Rest and digest)، ويلعب دوراً في وظائف حفظ الطاقة، وزيادة حركة وإفراز الجهاز الهضمي، وزيادة انقباضات المثانة ويؤدي إلى التقليل من ضربات القلب و زيادة إفراز الغدد اللعابية و زيادة حركة الأمعاء و توسع الأوعية الدموية في الجلد و ارتخاء صمام المثانة البولية و تضيق حدقة العين و تحرك العينين للداخل (لوضوح الرؤية القريبة).

**المحاضرة / 4 Physiology – Lecture/4 الخلية العصبية**

**تُعرف على أنّها الوحدة المسؤولة عن بناء الجهاز العصبي في الجسم.**

العصبون أو الخلايا العصبية هي خلايا ذات درجة عالية من التخصص من أجل معالجة ونقل الإشارات الخلوية. ونظراً لتنوع المهام التي تؤديها الخلايا العصبية في أجزاء مختلفة من الجهاز العصبي فلذلك تختلف اختلاف واسع في أشكالها وأحجامها، وهذه الخصائص الكهروكيميائية يمكن أن تختلف حسب حجم جسم الخلايا العصبية من 4-100 ميكرومتر في القطر.

**أجزاء الخلية العصبية :**



**1-جسم الخلية :**

يُعرف جسم الخلية (بالإنجليزية: Cell body) باسم سوما (soma)، حيث يمثل مركز الخلية العصبية الذي يحمل المعلومات الوراثية، ويحتوي على النواة، وبعض العضيات المتخصصة، كما يحافظ على هيكل الخلية العصبية، ويزوّدها بالطاقة اللازمة للقيام بالأنشطة المختلفة، ومن الجدير بالذكر أن جسم الخلية يحاط بغشاء يعمل على حمايته، ويسمح له بالتفاعل مع المحيط الخارجي.

وتتكون من:

أ- غشاء الخلية الذي يسمح لمواد معينه في النفاذ عبره ولا يسمح لغيره من المواد النفاذ عبره, فيسمح للأكسجين والماء والجلوكوز بالنفاذ, ولا يسمح للبروتينات بالنفاذ, ووظيفة الغشاء هي حماية المكونات الداخلية ويعطي لها شكل ويسمح بمرور أو عدم مرور المواد عبره كما يسمح بانتقال السياله العصبية.

ب- السائل الخلوي هو الوسط الذي تسبح به أجزاء الخلية .

ج- النواة وهي عبارة عن جزء كبير كروي الشكل داخل الخلية بالمنتصف ترجع أهميته لوجود تركيب مهم جدا اسمه الصبغيات أو الكروموسومات

**2- المحور العصبي:**

(بالإنجليزية: Axon)، تحتوي كل خلية عصبية على محور عصبي واحد، ويتميز المحور العصبي بأنه طويل، يشبه الذيل، ويرتبط بجسم الخلية في جزء متخصص متقاطع يسمى رأس المحور (بالإنجليزية: axon hillock)، ومن الجدير بالذكر أن العديد من المحاور العصبية تكون محاطة بمادة دهنية تسمى ميالين (Myelin)، تعمل على توصيل الإشارات الكهربائية. وقد تحتوي الخلية العصبيّة على محور واحد كما في الأعصاب الطرفية، وأحياناً قد لا تحتوي على محور كما في الخلايا العصبيّة المغذّية للعين والدماغ، وأيضاً قد تحتوي على أكثر من محور، وتكون متشعّبة ومتصلة بالخلايا الأخرى، وينتهي طرفها بتفرّعات يطلق عليها النهايات العصبيّة.

**3- الزوائد الشجرية :**

(بالإنجليزية: Dendrites)، وهي تفرُّعات من جسم الخلية، تعمل على استقبال الإشارات الكهربائية من المحاور العصبية للخلايا العصبية الأخرى، وتحتوي الخلايا العصبية على مجموعات من الزوائد الشجرية تعرف بالتشعّبات الشجرية (dendritic trees)، أما بالنسبة لعددها فهذا يختلف باختلاف وظيفتها؛ فمثلاً خلايا بُركينيي (Purkinje cells) -وهي نوع من الخلايا العصبية التي توجد في المخيخ- تحتوي على مجموعة من الزوائد الشجرية المتطورة التي تسمح باستقبال آلاف الإشارات العصبية.

**أنواع الخلايا العصبية**

هناك ثلاثة أنواع للخلايا العصبية من حيث الوظيفة كما يأتي:

**الخلايا العصبية الحسية:**

وتكون هذه الخلايا حساسة لمختلف المحفزات غير العصبية، ويوجد هذا النوع من الخلايا في الجلد، والعضلات، والمفاصل، والأعضاء، كما يتم من خلالها الإحساس بدرجة الحرارة، والضغط، والألم، ومن الأمثلة عليها الخلايا المتخصصة التي توجد في الأنف، واللسان التي تكون حساسة للتذوّق، والرائحة، والخلايا التي توجد في الأذن الداخلية التي تكون حساسة للاهتزازات وتزود الإنسان بمعلومات حول الأصوات المختلفة.

**الخلايا العصبية الحركية:**

تعمل الخلايا العصبية الحركية على تحفيز الخلايا العضلية في جميع أنحاء الجسم، بما في ذلك عضلات القلب، والحجاب الحاجز، والأمعاء، والمثانة، والغدد.

**الخلايا العصبية الموصلة:**

تربط الخلايا العصبية الموصلة (بالإنجليزية: Interneurons) بين الخلايا العصبية الحسية، والخلايا العصبية الحركية، ومن الأمثلة عليها الخلايا العصبية في الجهاز العصبي المركزي؛ كالدماغ.

**وظائف الخلايا العصبية:**

يوجد العديد من الوظائف للخلايا العصبية، ومنها ما يأتي:

1- استقبال الإشارات العصبية، أو المعلومات.

2- دمج الإشارات العصبية التي تصل إليها لتحديد إمكانية نقل المعلومات مباشرة أم لا.

3- توصيل الإشارات العصبية إلى الخلايا الهدف (target cells) مثل الخلايا العصبية الأخرى، أو العضلات، أو الغدد

**المحاضرة / 5 Physiology – Lecture/5 انتقال السيال العصبي**

**السيال العصبي :** السيال العصبي : هو عبارة عن رسالة ذات طبيعة كهروكيميائية , تترجم إليه المؤثرات المختلفة في الجسم لإحداثاستجابة معينة**.**

إن عملية انتقال السيال العصبي تتضمن مرحلتين.

-1 انتقال السيال العصبي على طول العصبون ( محور الخلية العصبية ) .

-2 انتقال كيميائي للسيال من خلية لأخرى عبر التشابك العصبي أو التشابكات العصبية  **)النقل المتواصل أو المستمر(** .

انتقال الإشارة العصبية:

     يفصل غشاء الخلية العصبية بين وسطين؛ أولهما: السائل الخلوي، وثانيهما: السائل الموجود خارج الخلية. ويتفاوت الوسطان في نوع العناصر الموجودة وتركيزها.

ويمكن تقسيم الخلايا العصبية تبعاً لوظائفها إلى ثلاثة أنواع رئيسية وهي :-

أ . الخلايا العصبية الحسية ( الموردة ) : وظيفتها نقل الإشارات العصبية من خارج الجسم إلى داخله .

ب . الخلايا العصبية الحركية ( المصدرة ) : وظيفتها نقل الإشارات العصبية من الجهلز العصبي المركزي إلى الأجهزة والأعضاء الخاصة بالحركة .

جـ . الخلايا العصبية الداخلية : وظيفتها الربط بين الخلايا العصبية الموردة والمصدرة.

  و يفصل غشاء الخلية العصبية بين شحنتين كهربائيتين متضادتين، الأولى شحنة موجبة، وتوجد على السطح الخارجي، والثانية شحنة سالبة، وتوجد على السطح الداخلي، لذلك يوصف غشاء الخلية بأنه يعاني فرقاً في الجهد الكهربائي أي فرقاً في الشحنة. ويرجع فرق الجهد الكهربائي إلى الأسباب الآتية:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1. | يكون السائل الخلوي غنياً بعنصر البوتاسيوم، وفقيراً في عنصر الصوديوم، بعكس السائل الموجود خارج الخلية. وذرات البوتاسيوم والصوديوم بطبيعتها متعادلة كهربياً.  توجد أيونات البوتاسيوم(K+) في السائل الخلوي بتركيز يزيد 30 ضعفاً عن تركيزها في السائل الموجود خارج الخلية. في حين ينقص تركيز أيونات الصوديوم (Na+) في السائل الخلوي  من 10- 15 مرة عن تركيزها في السائل الموجود خارج الخلية. | |
| 2. | تمتلئ الخلية العصبية بالمواد العضوية (مثل البروتينات) التي توجد على هيئة أيونات ذات شحنة سالبة. | |
| 3. | يتميز غشاء الخلية العصبية بنفاذيته للبوتاسيوم حتى يسمح بتسرب كمية من أيونات البوتاسيوم من داخل الخلية إلى خارجها، في حين لا تستطيع أيونات الصوديوم الدخول إلى الخلية. | |
| 4. | لا تستطيع أيونات المركبات العضوية (السالبة) أن ترافق أيونات البوتاسيوم (الموجبة)، نظراً إلى كبر أوزانها الجزيئية، الأمر الذي يمنع خروجها من فتحات الغشاء الخلوي. | |
| 5. | تستقر أيونات البوتاسيوم المتسربة على السطح الخارجي للغشاء الخلوي لكونها منجذبة من قِبل الأيونات العضوية سالبة الشحنة داخل الغشاء الخلوي، والباقية داخل الخلية فيكتسب الغشاء الخلوي شحنة موجبة على سطحه الخارجي. | |
| 6 | ينتج عن توزيع الشحنات على جانبي الغشاء الخلوي حالة من الاستقطاب الكهربائي (Polarization)، الأمر الذي يولد فرقاً في الجهد الكهربي (Electrical Potential Difference) على جانبي الغشاء الخلوي   يتكون السيال العصبي عند وصول مؤثر يؤدي إلى تغيير مقدار الجهد الكهربائي على جانبي غشاء العصبون .  أ **الاستقطاب " جهد الراحة " جهد الغشاء البلازمي وقت الراحة : -**   يحيط العصبون غشاء بلازمي يفصل مكونات السيتوبلازم عن السائل بين الخلوي المحيط به.  **-1** يكون العصبون في حالة استقطاب " يكون السطح الداخلي للغشاء البلازمي يحمل شحنة سالبة والسطح الخارجي يحمل شحنة " .  **-2** وجود **فرق الجهد** على جانبي الغشاء مقداره **) 70- (** ملي فولت يسمى بجهد الراحة )  **حالة الراحة " :(** وهي حالة وجود فرق في الجهد الكهربائي 70- (على جانبي غشاء العصبون حيثيكون مشحون من الداخل بشحنة سالبة ومن الخارج بشحنة موجبة  **-3** تتوزع الايونات على جانبي الغشاء بصورة غير متساوية , حيث تتركز أيونات الصوديوم "موجبة الشحنة" **) ( Na+**والكلوريد "سالبة الشحنة" **) CL- (** خارج العصبون , في حين تتركز أيونات البوتاسيوم "موجبة الشحنة" **) K+ )**وبروتينات أخرى كبيرة الحجم " سالبة الشحنة " داخل العصبون .  -4 يؤدي اختلاف توزيع الأيونات داخل العصبون وخارجه بجعل الغشاء البلازمي في حالة " استقطاب " أي أن داخل الغشاء البلازمي يكون سالبة وخارجه موجب **.**  **-5** يؤدي هذا الاختلاف في تراكيز الأيونات إلى توليد فرق جهد كهربائي بين داخل الغشاء البلازمي وخارجه **تسمى هذه العملية بجهد الراحة ) -70 ( ملي فولت** | |
| 7. | تستهلك الخلايا العصبية كمية هائلة من الطاقة، للمحافظة على فرق الجهدالكهربي ثابتاً، فهي تنقل الأيونات الموجبة إلى خارج الخلية، وبهذه الطريقة تحافظ هذه الخلايا على بقاء شحنة موجبة خارج الخلية، والشحنة الكلية داخل الخلية سالبة باستمرار وعند تنبيه خلية عصبية بمؤثر خارجي (مثل رؤية خطر أو شم رائحة)، فإن هذا التنبيه سرعان ما ينتقل عبر الخلية العصبية وحتى نهاية محورها، ويكون انتقال الإشارة العصبية مصحوباً بالتغيرات الآتية:  **../Local%20Settings/Application%20Data/Microsoft/CD%20Burning/أنتقال%20الأشارة%20العصبية_files/20.gif**../Local%20Settings/Application%20Data/Microsoft/CD%20Burning/أنتقال%20الأشارة%20العصبية_files/20.gifأنتقال الأشارة العصبية |

|  |  |
| --- | --- |
| 1 | يُحدث تنبيه الخلية تغيراً في فرق الجهد على جانبي الغشاء. ويكون هذا التغير مصحوباً بتغيرات أخرى في نفاذية الخلية لأيونات الصوديوم والبوتاسيوم الموجبة. |
| 2 . | عند تغير فرق الجهد من -65 إلى - 50 ملليفولت، تُفتح قنوات خاصة  (Voltage Dependent Sodium Channels) تمكن أيونات الصوديوم من التدفق إلى داخل الخلية، مؤدية إلى زيادة كمية الشحنة الموجبة داخل الخلية وزيادة الشحنة السالبة خارجها، ويصبح للحظة وقتية داخل الخلية موجباً بالقياس إلى خارجها، وهو ما يطلق عليه "زوال الاستقطاب" (Depolarization) |
| 3 . | فإذا ما بلغ فرق الجهد +40 ملليفولت، فإن قنوات الصوديوم تُغلق، ومن ثَمَّ يتوقف دخول أيونات الصوديوم إلى داخل الخلية، وعندئذٍ تُفتح قنوات خاصة تسمح بخروج أيونات البوتاسيوم إلى خارج الخلية، معيدة الاستقطاب ثانية إلى الخلية (Repolarization). |
| 4 . | وعلى الرغم من أن التغيرات الموضعية في نفاذية غشاء الخلية لا تتجاوز اللحظات الوجيزة جدًّا، فإنها تسبب تغيرات مماثلة في المنطقة الهادئة المجاورة للمنطقة المنبهة، وهكذا ينتقل فعل الجهد من منطقة إلى منطقة تليها حتى نهاية محور الخلية العصبية. |
| 5 . | يطلق على موجات زوال الاستقطاب، وإعادته عبر محور الخلية فعل الجهد المحوري (Axonal action Potential)، وهو المسؤول عن نقل الإشارة العصبية من مكان صدورها إلى المكان المراد توصيلها إليه. |

**التغيرات التي تحدث عند وصول منبه معين : -**

 **عتبة التنبيه :** هي أقل شدة للمؤثر تلزم لفتح بوابات قنوات ايونات الصوديوم التي توجد في غشاء العصبون .

 **عند تعرض العصبون لمنبه يساوي عتبة التنبيه أو أكثر تتغير حالة الغشاء البلازمي للعصبون كما يلي :**

**-1 إزالة الاستقطاب**

**:** عندما يتعرض العصبون لمنبه يزيد أو يعادل شدة عتبة التنبيه " كيميائي , ضوئي , حراري " تفتح قنوات خاصة في الغشاء البلازمي يؤدي ذلك إلى زيادة نفاذية غشاء العصبون لأيونات الصوديوم في منطقة التنبيه مما يؤدي إلى دخول كميات كبيره من الايونات الموجبة التي تعادل الشحنات السالبة الموجودة في الداخل **مؤدية إلى تلاشي فرق الجهد إلى الصفر وازالة الاستقطاب** .

-2 **انعكاس الاستقطاب**

**:** استمرار دخول أيونات الصوديوم إلى داخل العصبون يجعل الداخل موجبا مقارنة مع خارجة الذي يصبح سالبا ويؤدي ذلك الى انعكاس الاستقطاب حيث يصل **فرق الجهد الى 30+ ملي فولت**

**3- إعادة الاستقطاب:**

بعد انعكاس الاستقطاب لا يستمر دخول ايونات الصوديوم إلى الداخل , إذ تغلق بوابات قنوات أيونات الصوديوم تلقائيا , وتفتح بوابات قنوات أيونات البوتاسيوم مؤدية إلى انتقال أيونات البوتاسيوم الموجبة إلى الخارج الغشاء وهذا يجعل الداخل سالبا مقارنه بالخارج موجب مما يؤدي إلى إعادة الاستقطاب

**4- جهد الفعل :** هو المراحل التي يتم فيها إزالة وانعكاس وإعادة الاستقطاب .

**-- ينشأ السيال العصبي عندما ينتقل جهد الفعل بعيدا عن منطقة التنبيه** وتحتاج منطقة التنبيه إلى فترة تتراوح بين **) 3- 1 (** ملي ثانية لا تستجيب فيها لأي مؤثر وتسمى **" فترة الجموح "** يقوم إثنائها العصبون **-**بعملية نقل نشط لأيونات الصوديوم إلى الخارج , وأيونات البوتاسيوم إلى داخله عبر مضخة الصوديوم والبوتاسيوم لاستعادة حالة الاستقطاب . لذلك فأن اثر جهد الفعل **" السيال العصبي "** ينتقل باتجاه واحد على طول محور العصبون .

**- يعد حدوث جهد فعل نتيجة لمنبه في منطقة ما على غشاء العصبون منبها جديدا للمنطقة المجاورة فيؤدي إلى مما يلي :**

**-1** زيادة نفاذية غشاء العصبون لأيونات الصوديوم محدثة إزالة الاستقطاب ثم انعكاس الاستقطاب ثم إعادة الاستقطاب .

**-2** خروج ايونات البوتاسيوم إلى خارج العصبون حتى يعود العصبون إلى حالة الراحة .

**-3** يتكرر حدوث ما سبق على طول محور العصبون مما يؤدي إلى انتقال السيال العصبي في العصبون بسرعة **120،0.5 م/ث.**



**نلاحظ من الشكل السابق :** انتقال السيال العصبي في العصبون **)أ(** يبدأ تأثير المنبه بزيادة نفاذية غشاء العصبون لأيونات الصوديوم ودخولها إلى الداخل , وبهذا يحدث جهد فعل **.)ب(** يؤثر هذا الجهد في المنطقة المجاورة مسببا حدوث جهد فعل فيها **.)ج(** عودة المنطقة الأولى إلى جهد الراحة وهكذا على طول محور العصبون

**التشابك العصبي Synapse**

**التشابك العصبي : هو اتصال عصبونين متجاورين يمر من خلالها السيال العصبي إلى الخلية المجاورة**

**التغيرات التي تعقب وصول سيال عصبي إلى الزر التشابكي "انتقال السيال العصبي من عصبون إلى آخر " :**

**-1** يسبب وصول السيال العصبي إلى الزر التشابكي زيادة نفاذية الغشاء قبل التشابكي لأيونات الكالسيوم , مما يؤدي إلى دخولها عبر قنوات خاصة .

-2 تساعد أيونات الكالسيوم على :

أ- التحام الحويصلات التشابكية بغشاء الزر التشابكي فتنفجر . -

ب - تحرر محتويات الحويصلات من نواقل عصبية في الشق التشابكي . -

-3 يرتبط الناقل العصبي بمستقبلات خاصة على الغشاء بعد التشابكي .

-4 تزداد نفاذية الغشاء بعد التشابكي لأيونات الصوديوم , فيؤدي لدخولها وتكوين جهد فعل في العصبون التالي .

-5 لا يدوم ارتباط الناقل العصبي بمستقبلاته , إذ تعمل آليات مختلفة في منطقة التشابك على تحطيمه بعد فترة قصيرة.

فمثلا الناقل العصبي "استيل كولين " يحطمه إنزيم استيل كولين استريز إلى حمض " الايثانويك" ) الخليك( .وكولين, الذي ينتقل بواسطة النقل النشط إلى الزر التشابكي لتكوين استل كولين من جديد **.**

****

**الشكل يوضح : منطقة التشابك العصبي,إذ ينتقل عبرها السيال العصبي -**

**من عصبون إلى آخر عبر الشق التشابكي :** )أ( يصل السيال العصبي إلى الزر الطرفي للعصبون وتدخل أيونات الكالسيوم داخله )ب( تلتحم الحويصلات التشابكية مع الغشاء قبل التشابكي بمساعدة أيونات الكالسيوم **وتنفجر لتحرر الناقل العصبي** في الشق التشابكي , ويرتبط **بمستقبلات خاصة** علىالغشاء بعد التشابكي )ج( **تفتح قنوات ايونات الصوديوم** في الغشاء بعد التشابكي لتدخل أيوناتالصوديوم إلى العصبون التالي , ويتكون جهد فعل فيه .

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

       يفصل شق التشابك العصبي بين الأزرار الموجودة في نهايات محور خلية (ويطلق عليها الأزرار الطرفية Terminal Button ) وبين جسم خلية أخرى أو زوائدها. ويطلق على الخلية الأولى، "خلية ما قبل التشابك" (Presynaptic Neuron)، وعلى الثانية، "خلية ما بعد التشابك" (Postsynaptic Neuron).

       وتحتوي الأزرار الطرفية على عدد كبير من الحويصلات مُخَّزنٍ بها مواد كيميائية معينة، مثل: مادتي أسيتَيل كولين (Acetyl Choline) ونور أدرينالين (Noradrenaline)، وهي مواد هامة في نقل الإشارة العصبية من خلية إلى أخرى، ويطلق عليها "الناقلات العصبية" (Neurotransmitters).

       وعلى الرغم من وجود هذا الفراغ، تكون الخليتان العصبيتان المتجاورتان قريبتين بصورة كافية، بحيث تسمحان للإشارات العصبية بالمرور عبر التشابك بينهما، وفي اتجاه واحد فقط، من نهايات خلية عصبية إلى جسم الخلية الأخرى.

إن نقل المعلومات في الجهاز العصبي المركزي يتم بشكل كمونات عمل (action potential) في العصب وتدعى بنبضات العصب، تمر خلال تتالي العصبونات واحداً تلو الآخر.

1. - البروتوبلازم : سائل عديم اللون ونصف شفاف أكثر كثافة من الماء ويدخل الماء بنسبة تصل نحو 70-80 % من وزن البروتوبلازم وما تبقى مواد بروتينية وسكريات ودهون وأملاح . يمكن ان تتغير سيولة البروتوبلازم بتأثير درجات الحرارة وعوامل التدريب وعوامل أخراي . [↑](#footnote-ref-1)
2. - السيتوسول هو جزء سائل من السيتوبلازم شبه السائل يملأ الفراغ بين المكونات الهيكلية الداخلية للخلية. والسيتوسول هو البيئة الداخلية للخلية. [↑](#footnote-ref-2)