

علم الفسلجة (physiology) هو دراسة كيفية عمل الجسم وفي معناه الاعم والاشمل فأن علم الفسلجة يعني بالمملكتين الحيوانية والنباتية ، غير اننا سنقتصر على مايخص الحيوان فقط .

وعلم الفسلجة علم تجريبي ، اي انه يعتمد على التجارب ، وتستعمل المعلومات حيثما امكن ، يعمل قياسات موضوعية ، وعليه فأنه على الرغم من ان وضع اليد على حاجب الشخص قد تدل على انه محموم ، الا ان المحرار هو الذي سيؤكد ذلك بقياس درجة حرارة المريض .

يتكون جسم الحيوان من خلايا مجتمعة مع بعضها البعض على شكل اعضاء مختلفة ، ومجموع هذه الاعضاء تكون اجهزة تحكم وظائف الجسم ، وعليه فأن القلب والاوعية الدموية والدم تكون الجهاز القلبي الوعائي Cardiovascular system ، وان الرئتين والمجاري الهوائية والعضلات التنفسية تشكل الجهاز التنفسي Respiratory ، اما الجهاز الهضمي Digestive system فأنه يحول الاغذية المأخوذة عن طريق الفم الى شكل بسيط مناسب للنمو ولإصلاح الاجهزة التالفة وإنتاج الحرارة والطاقة وتطرح الفضلات من الجسم عن طريق الجهاز البولي Urinary System وهذا الجهاز يتكون من الكليتين المكونتان للبول ، حيث يمر الماء عن طريق الاكليل كبول .

تسيطر على وظائف الجسم اجهزة سيطرة Control system تتكون من قسمين فالغدد الصماء المنتجة للهرمونات Hormones او الرسل الكيماوية والتي تدور في الدم لتؤثر في عضو بعيد في الجسم بينما ينقل الجهاز العصبي المعلومات عن طريق الاعصاب على شكل نبضات عصبية وان الجهاز العصبي المحيطي Peripneral Nervous system يكون عادة تحت سيطرة الجهاز العصبي المركزي Central Nervous system والذي يتكون من الدماغ والحبل الشوكي ، ويبقى الجسم على معرفة بمحيطه الخارجي عن طريق الاعضاء الخاصة للرؤية والشم والسمع والتذوق .

فسلجة الجهاز العصبي

ان دور الاتصال Communicative للجهاز العصبي يتم بواسطة الخلايا العصبية او Neurons هذه الخلايا لها ثلاث صفات فسلجية اساسية لاداء هذه الوظيفة :

١. الاستثارة Excitability كل الخلايا تمتلك قابلية الاستثارة ، وهي القدرة على الاستجابة للتغيرات البيئية المسماة Stimuli الخلايا العصبية طورت هذه الصفة بدرجة عالية .

٢. التوصيل Conductivity الخلايا العصبية تستجيب للحوافز Stimuli بتكوين اشارات كهربائية تصل بسرعة الى الخلايا الاخرى في مواقع بعيدة.

٣. الافراز Secretion عندما تصل الاثارة الكهربائية الى نهاية الليف العصبي فأن الخلية العصبية تفرز رسائل عصبية كيميائية تؤدي الى اجتياز الملتقى وتحفيز الخلية التالية .

الخلية العصبية Neuron هي الوحدة الوظيفية والتركيبية للجهاز العصبي ، فهي تشابه خلايا الجسم الاخرى حيث تحتوي نواة وجميع العضيات داخل السايكوبلازم ، الا انها تختلف عن بقية الخلايا بشيئين :

(١) احتوائها على المحاور Axons والتشجيرات dendrites .

(٢) خلوها من ال Centrosome واهذا لاتستطيع الانقسام .

وتصنف الخلايا العصبية بثلاث طرق :

١. اعتماداً على عدد الاقطاب poles .

أ- وحيدة القطب . Unipolar N لها قطب واحد ، ومن هذا القطب المنفرد ينشأ المحور والتشجيرات ، هذا النوع من الخلايا العصبية موجود فقط في مرحلة الاجنة في الانسان .

ب- ثنائية القطب . Bipolar N الخلية العصبية لها قطبين ، ينشأ المحور من قطب والتشجيرات من القطب الاخر .

ت- متعددة الاقطاب . Multipolar N ينشأ المحور من احد هذه الاقطاب بينما تنشأ التشجيرات من الاقطاب الاخرى .

٢. اعتماداً على الوظيفة Function

- أ- حركية Motor N. وتعرف أيضاً بالخلايا العصبية الصادرة Efferent Neurons Cells حيث تحمل النبضات أو السيالات الحركية من الجهاز العصبي المركزي CNS الى الاعضاء المحيطية المتأثرة Peripheral Effector Organs مثل العضلات ، الغدد ، الاوعية الدموية ،،،، الخ ، وهذه الخلايا لها محاور طويلة وتفرعات قصيرة .
- ب- حسية Sensory N. وتعرف أيضاً بالخلايا الواردة ، هذه الخلايا تحمل نبضات حسية من الاعضاء المحيطية الى الجهاز العصبي المركزي CNS ولها محاور قصيرة وتفرعات طويلة .
٣. اعتماداً على طول المحور Axon وتقسّم الى نوعين .
- أ- Golgi type I لها محاور طويلة ، حيث يقع جسم الخلية العصبية Cell body في الجهاز العصبي المركزي CNS ويصل المحور الى الاعضاء المحيطية البعيدة .
- ب- Golgi type II الخلايا العصبية لهذا النوع لها محاور قصيرة ، حيث توجد في النشرة الدماغية Cerebral Cortex والحبل الشوكي Spinal Cord .

تركيب الخلية العصبية Structure of Neuron

تتكون الخلية العصبية من ثلاث اجزاء .

١. جسم الخلية Cell body ويطلق عليه أيضاً some او Perikaryon وهو غير منتظم الشكل ، ويشتمل بقية الخلايا بأحتوائه على ال Neuroplasm المغطى بغشاء الخلية ، وأحتوائه على نواة كبيرة ، اجسام Nissl ، الياف عصبية Neuroplasm , tochondria و Golgi Apparatus :
- النواة Nucleus : كل خلية عصبية تحتوي على نواة واحدة في مركز جسم الخلية ولها نوية او نويتان Nucleoli والتي تكون بارزة ، والنواة ال Centrosome ولهذا فأن الخلية العصبية لا تستطيع ان تتضاعف مثل بقية الخلايا .
 - Nissl bodies اجسام او حبيبات قاعدية صغيرة Basophilic موجودة في جميع انحاء جسم الخلية Soma عبر ال Axon Hillock حيث تعطى مظهراً منطقياً للسايتوبلازما ، وتكون موجودة داخل التشجيرات وعلى هذا الاساس يمكن تمييز التشجيرات عن المحاور بخلو الاخيرة من هذه الحبيبات .

واجسام Nissl هي عضيات غشائية تحتوي على الرايبوسومات Ribosomes ولهذا فأن هذه الاجسام تقوم بتخليق البروتينات في الخلايا العصبية .

ويختلف عدد هذه الاجسام Nissl تبعاً لحالة العصب فعند التعب او جرح الخلية العصبية فأن هذه الاجسام تتكسر وتختفي بعملية يطلق عليها Chromato ويعود ظهور الحبيبات بعد الشفاء من التعب او بعد اعادة تولد الياف عصبية .

- الالياف العصبية Neuro Fibrils عبارة عن تراكيب خيطية في تركيب شبكي داخل جسم الخلية Soma والمعالجات العصبية ووجود هذه الالياف هو معلم مميز اخر للخلية العصبية وتتكون الالياف العصبية من ال Microtubules و Microfilaments

- الميتاكوندريا Mitochondria

موجودة في جسم الخلية وفي المحور ، وهي تشكل بيوت الطاقة power house للخلية العصبية حيث تنتج ال ATP

٢- التشجيرات Dendrites

تفرعات الخلية العصبية تحتوي على حبيبات Nissl والالياف العصبية والتشجيرات والتفرعات تصل جسم الخلية العصبية بالمحيط لذا فهي تنقل النبضات الحسية باتجاه جسم الخلية وعادة ، تكون التشجيرات اقصر من المحاور

٣- المحور Axon هو اطول جزء في الخلية العصبية ينشأ من Axon Hillock لجسم الخلية العصبية ولايحتوي على حبيبات Nissl يمتد المحور لمسافة طويلة بعيداً عن جسم الخلية العصبية ، اطول محور يبلغ طوله حوالي متر واحد .

تلك الخلية العصبية ونبؤاتها سلوك بطارية صغيرة ، وان الفولتية الساكنة داخل الخلية العصبية ، هي -٧٠ ملي فولت ، (الفولت = ١٠٠٠ ملي فولت) وهذه الفولتية يمكن تمثيلها على رسم بياني كما في الشكل ولكي تبان بأن الفولتية سالبة فانها اوضع اسفل الخط الاساسي .

ان اصطلاح الوسع (Potential) قد يستعمل كبديل للفولتية او لذا فأنه قد يمكننا القول بأن وسع السكون Resting Potential للخلية العصبية هو - ٧٠ ملي فولت .

تحتوي الخلية العصبية كما هو الحال في بقية خلايا الجسم في داخلها على املاح البوتاسيوم في الحالة المتأينة الايونات K^{+} وتحاط الخلية العصبية بالسائل النسيجي حيث كلوريد الصوديوم هو الملح الرئيسي الذي يتأين الى ايونات Na^{+} وعليه فأن هناك ايونات البوتاسيوم داخل الخلية العصبية وايونات الصوديوم خارج الخلية العصبية .

ففي حالة السكون فأن ايونات الصوديوم تمنع من دخول الخلية العصبية بواسطة مضخة الصوديوم Sodium Pump وهذا هو الاسم المعطى للحدثيات الايضية ، حيث ان اي كمية من الصوديوم تدخل الخلية تبرز راساً الى خارجها .

ان النبضة العصبية حدث عابر اذ انه لفترة قصيرة جداً من الوقت يتغير غشاء الخلية لكي يسمح لايونات الصوديوم بالدخول ، وعند دخولها الى الخلية فأنها تأخذ معها شحنات موجبة تغير بها الفولتية داخل الخلية من -٧٠ ملي فولت الى +٤٠ ملي فولت ويطلق على هذه الحدثية زوال الاستقطاب Depolarization وبعد ذلك مباشرة فأن عدداً مساوياً من ايونات البوتاسيوم تترك الخلية معيرة الفولتية الى سابق مقدارها -٧٠ ملي فولت .

ان تغير الفولتية من -٧٠ ملي فولت الى +٤٠ ملي فولت هو تغير ل ١١٠ ملي فولت او تقريباً ١١,٠ فولت ويطلق على هذا التغير الفجائي بالفولتية بوسع الفعل Action potenial وعلى قياس وقت بطئ فأن وسع الافعال تشبه سلسلة من الذروات (شكل ١٤٧) اليسار ، وعلى مقياس وقت اسرع فأن طريقة تغيرات الفولتية يمكن مشاهدتها في شكل (١٤٧) ايمن) ويطلق

على تسجيل الفعالية المارة على طول العصب بالمخطط العصبي الكهربائي Electroneurogram وان مل ذروة او وسع يعود الى نبضة عصبية .

ان التغير في حالة الغشاء تنتشر على طول العصب ، اذا حدث تغير في غشاء الخلية العصبية فإنه يكون هناك تغير متزايد في دخول الصوديوم وخروج البوتاسيوم وهذه الكمية قليلة بالنسبة الى مجموع المقدار الموجود من الصوديوم والبوتاسيوم وخلال طور السكون فإنه يحدد اخراج تدريجي للصوديوم الذي سبق ان دخل الى الخلية العصبية وان لم يكن مثل ذلك فإنه على مدى العمر ستدخل الى الخلية العصبية كميات كبيرة من الصوديوم بحيث تصبح الاعصاب غير قادرة على توصيل النبضات العصبية .

تستمر النبضة العصبية ١ ملي ثانية اي ٠,٠٠١ من الثانية تحصل خلالها جميع حدثيات دخول الصوديوم وخروج البوتاسيوم ، وهذا يعطي حد نظرياً مقداره ١٠٠٠ نبضة في الثانية كحد اعلى لعدد النبضات التي تستطيع العصب توصيلها في الثانية .

سرعة التوصيل Conduction Velocity

تنتشر النبضات العصبية بسرعة عالية جداً في الالياف العصبية ذات الاقطار الواسعة ان اوسع الالياف العصبية في الجسم (الانسان) والتي قطرها ٢٠ مايكروز تكون سرعة توصيلها ١٢٠ م في الثانية ، وهذه اعصاب مغمدة اي ان لها غلظاً دهنيّاً وتسمى الثغرات في الغمد والتي تكون في كل ملم على طول العصب بعقدة رانفيير Nodes of Ranvier

ان النبضات العصبية المارة على طول هذا العصب لا تمر بصورة مستمرة في المحور ، بل تثب من عقدة الى اخرى او للعقدة التي تلي في الثانية (شكل) وعليه فإن النبضة العصبية تقفز كالصفدع الى اسفل العصب . والكلمة اللاتينية لقفزة الصفدع هي saltare او الوثب ومن هنا جاءت تسمية هذا التوصيل العصبي بالتوصيل الوثبي Saltatory Conduction

المشابك العصبية Synapses

الملتقي بين خليتين عصبيتين يدعى بالمشابك Synapse حيث النشاط الكهربائي في احدى الخلايا العصبية يؤثر في استثارة الخلية الثانية .

تصنيف المشابك Classification of synapse

يصنف تبعا لانتهاؤ محور الخلية العصبية الاولى بالخلية العصبية الثانية :

١. ينتهي محور الخلية الاولى بجسم الخلية الثانية Axosomatic synapse
٢. ينتهي محور الخلية الاولى بتشجيرات الخلية الثانية Axodendritic synapse .
٣. محور الخلية الاولى بمحور الخلية الثانية Axoaxonic synapse

اما التصنيف الوظيفي على اساس نقل النبضات العصبية Transmission of impulses .

١. المشابك الكهربائي Electrical synapse

٢. المشابك الكيميائي chemical synapse

عموماً فإن كلمة مشابك synapse تعود الى المشابك الكيميائي وذلك تكون المشابك الكهربائية يتحقق عن طريق الاتصال المباشر بين الخلايا العصبية gap junction حيث يجري تبادل مستمر ومباشر للأيونات بين الخليتين العصبيتين لذا فإن وسع الفعل Action potential

في النهاية الخلية العصبية الاولى presynaptic ينتج عنها تغيرات في ال postsynaptic للخلية العصبية الثانية .
النبضات العصبية المتحررة من احد الخلايا العصبية تنتشر عبر ملتقى خارج الخلية لتؤثر على فعالية الخلية الثانية .

المشابك الكيميائية Chemical Synapse

هو ملتقى الليف العصبي والليف العضلي او بين ليفين عصبيين ، من خلاله يتم نقل النبضات عن طريق تحرير رسائل كيميائية ، ففي المشابك الكيميائية لا توجد استمرارية الاتصال بين ال presynaptic و post synaptic لوجود فراغ يدعى synaptic cleft بين الخليتين العصبيتين ، وسع الفعل الواصل الى ال presynaptic يؤدي الى تحرير الرسالة العصبية Neurotransmitter substance من الحويصلات Vesicles لهذه النهايات الطرفية . هذه المواد والرسائل العصبية عند وصولها الى ال post synaptic للخلية العصبية الثانية من خلال Synaptic cleft تحدث تغيرات في فعلها .

التشريح الوظيفي للمشابك الكيميائية function anatomy of Chemical synapse
التشريح الوظيفي للمشابك الكيميائي موضح في الشكل . لخلية العصبية التي ينشأ منها المحور تسمى pre synaptic Neuron والخلية العصبية التي ينتهي اليها المحور تدعى post synaptic N حيث ينقسم محور ال pre Synaptic الى فروع عديدة وصغيرة قبل ان يكون ال synapse وتعرف هذه الفروع بال pre synaptic terminals بعض اطراف هذه الفروع تستطيل قليلاً وتصبح كالمقبض knobs وتسمى بالمقابض الطرفية وهي مسؤولة عن الاستشارة Excitatory اما بقية الفروع فلها علاقة بوظيفة التثبيط

ويحتوي ال pre synaptic terminal على تركيبين مهمين

١ . الميتوكوندريا Mitochondria التي تساعد في تخفيف السيالات العصبية .

٢ .