*الفسيولوجيا .. مجالاتها مبادئها العامـــــــــــة

الفسيولوجيا من فروع علوم الحياة الكثيرة مثل التشريح وعلم الانسجة وعلم الخلية والوراثة والاجنة ، وتتميز بكونها معنية بالعمليات الحيوية التي تمكن الكائن الحي من القيام بالفعاليات والانشطة الضرورية للحياة .

فعلم الفسلجة Physiology هو علم دراسة الوظائف سواء كانت وظائف الكائن الحي بأكمله أو وظائف جزء من أجزاء الكائن الحي كعضو أو نسيج أو خلايا فضلا عن العضيات الخلوية الدقيقة ضمن الخلية الواحدة.

*مجالات الفسيولوجيا Scope of Physiology

لقد اهتم علماء الفسيولوجيا بكافة أنواع عوالم الحياة مثل البدائيات فالطليعيات فالفطريات والنباتات والحيوانات وقد تناولوا بالدراسة والبحث العضيات الخلوية والنسج والأعضاء ، ثم نشاطات الكائنات الحية بصورة كاملة . ولكثرة التنوع الإحيائي أدى إلى ظهور تخصصات فرعية ضمن علم الفسلجة . ففي الفسلجة البشرية ظهرت تخصصات مثل الفسلجة العصبية أو فسلجة الجهاز العصبي الوعائي وفسلجة الغدد الصم وفسلجة التكاثر وغيرها . ومن خلال تراكم المعلومات عن أحياء كثيرة اهتم البعض بأوجه التشابه والاختلاف في الأساليب التي تلجأ إليها الأحياء في أداء وظائف معينة مثل التنفس والحركة والهضم والإخراج وكان هذا سببا في ظهور حقل جديد ضمن علم الفسلجة هو الفسلجة المقارنة Comparative Physiology وعند المحاولة لرسم صورة موحدة ومتكاملة تعتمد على المبادئ المتشابهة تفسير نشاطات الكائن الحي نشأ فرع جديد هو الفسلجة العامـــــة General Physiology ، كما أسهم التقدم العلمي بتداخل علم الفسلجة مع كثير من فروع علم الحياة الأخرى مثل علم الأجنة وعلم التشريح وعلم الأمراض وذلك ليعالج الأوجه الوظيفية للظواهر التي تخص تلك العلوم ولذلك نلاحظ ظهور فروع أخرى لعلم الفسيولوجيا مثل فسيولوجيا البكتريا أو الطحالب اوالطفيليات او فسيولوجيا الاجنة . وكذلك للأهمية الاقتصادية لبعض المجاميع الحيوانية اهتم بعض علماء الفسلجة بدراستها والبحث عن وظائفها مما أدى إلى ظهور تخصصات إضافية ضمن علم الفسلجة مثل فسلجة الحشرات والقشريات والرخويات والأسماك واللبائن وغيرها الكثير في عالم النبات.وفي الفترة الأخيرة ظهر نوع من المجالات الحديثة التي اهتم بها علم الفسلجة والتي اعتمدت على طرق الدراسة والنتائج مثل الفسيولوجيا الكهربائية والفسيولوجيا التطبيقية.

*الطرائق التجريبية للفسيولوجيا

Experimental Method of Physiology

علم الفسلجة من العلوم التجريبية ، يبدأ البحث بالملاحظة ووصف الظواهر أو العمليات الحيوية على مستويات مختلفة تنتهي بنشاط وسلوك الكائنات الحية ومن أول هذه الخطوات فحص التشريح العام والتشريح النسجي والخلوي فقد ثبت أن هناك ترابطا كبيرا بين التركيب والوظيفة وصارت هذه العلاقة من المبادئ الأساسية لعلم الفسلجة فمثلا دراسة تركيب العضلة الهيكلية تحت المجهر الضوئي والتركيب الدقيق لأليافها تحت المجهر

الالكتروني ومعرفة التركيب الكيميائي للمكونات العضلية وتفاعلات الطاقة الضروري للتقلص العضلي يعطي الإمكانية لتفسير التقلص العضلي بصورة علمية ومنطقية.

ومن أهم الطرق التقليدية لدراسة ومعرفة وظائف الأعضاء ما يأتي :-

1- استئصال جزء من الكائن الحي كنسيج أو عضو معين وملاحظة تأثير فقدانه على فعالية الكائن الحي
2- استخدام بعض العقاقير الكيميائية أو الوسائل الآلية كربط وعاء دموي وقطع جريان الدم إلى عضو معين لتعطيل عمل العضو بصورة مؤقتة وملاحظة تأثير هذا الفعل في الوظيفة.
3- تغيير معدل نشاط العضو وملاحظة ردة الفعل في جزء منه أو في كل العضو
4- محاولة التعويض عن العضو بإعطاء الحيوان جرعا من إفرازات العضو مثل الثايروكسين عند استئصال الغدة الدرقية والأنسولين وبعض الإنزيمات الهاضمة عند إزالة البنكرياس.

ولغرض متابعة التغيرات في نشاط الأعضاء وتسجيل تلك التغيرات وقياسها للوصول إلى نتائج كمية متوقعة إحصائيا تستعمل أجهزة لقياس المتغيرات الأساسية parameters مثل درجة الحرارة والضغط والأس الهيدروجيني PH للدم والسوائل الجسمية، والجهود الكهربائية ومقادير ومعدلات استهلاك الأوكسجين وكمية الحرارة المنبعثة من العمليات الفسيولوجية.

*المبادئ الاساسية للفسيولوجيا

General Principles of physiology

إن من أهم المبادئ التي قام عليها علم الفسلجة هو العلاقة بين التركيب والوظيفة وتأثيرها في فهم الظواهر الفسلجية وتفسير العمليات الحيوية ،فالأجسام الحية تختلف عن المحيط الخارجي اختلافا واضحا فهي تتألف من خلايا وهذه الخلايا تكون محاطة بغشاء يفصلها عن المحيط الخارجي والكائنات الحية متعددة الخلايا تحاط أجسامها بغلاف خارجي هو الحد الفاصل بين داخل الكائن الحي وخارجه ، وهذا الغلاف يعمل على تنظيم تبادل المواد بين الجانبين .

تتكون مادة الخلية والبروتوبلازم من بروتينات وأحماض نووية ومواد عضوية ولا عضوية لا توجد في المحيط الخارجي للكائن الحي وان وجدت كما هو الحال بالنسبة للايونات الخاصة بالأملاح البسيطة فأن تراكيزها يختلف في الحالتين ففي الوقت الذي توجد فيه ايونات الصوديوم والكلور بتركيز عالية في المحيط الخارجي تكاد تنعدم في داخل الخلايا والعكس بالعكس فأن تركيز البوتاسيوم داخل الخلايا الحية يزيد بعشرين ضعف عن تركيزه في المحيط الخارجي. إن مجرد هذه الاختلافات في مكونات الكائن الحي من حيث التنظيم العالي تجعله في حاجة مستمرة إلى الطاقة لديمومة هذا المستوى من التنظيم ، وعندما يفقد القدرة على توليد الطاقة ينهار التنظيم المعقد وتعود مكوناته الى مواد اولية تتناثر في المحيط الخارجي .

ومن الاوجه الاخرى لنشاط الكائن الحي التي تعد مبادئ عامة للفسيولوجيا ما يأتي : -

1- تبادل المواد مع المحيط

Exchange of Material with the Environment

على الرغم من تميز الكائن الحي عن محيطه الخارجي من النواحي التنظيمية والكيميائية إلا انه يبقى المحيط مصدرا للطاقة والمواد الضرورية لنموه ومستلزمات فعالياته الحيوية ، فالمحيط الخارجي ممتد الى داخل الكائن الحي ومن أجهزة التبادل مع البيئة الخارجية في الكائنات الحية الرئتان اوما يقابلها من أعضاء في الكائنات الأخرى والقناة الهضمية والكلية والجلد إلى حد ما وهذه الأعضاء تتميز بســـعة سطوحها واتصالها بالأوعية الدموية الشـــعرية . يقدر السطح الفعال للأمعاء الدقيقة بحوالي 10 متر مربع وهو يعادل خمسة أضعاف سطح الجسم ، أما السطح الفعال للرئة فيقدر بحوالي 55 متر مربع ، والكلية بحدود 6 متر مربع.

2- الايض **Metabolism**

يحصل الكائن الحي على الطاقة الضرورية لنموه وترميم أعضائه وأنسجته ولانجاز فعالياته الحيوية من الغذاء . و يتم تحرير الطاقة بتفاعلات كيميائية معقدة يتم خلالها تحطيم الجزيئات الكبيرة إلى جزيئات بسيطة اوأكسدتها إلى ثاني اوكسيد الكاربون وماء ويطلق على هذه العملية بالتقويض او الهدم Catabolism . وفي الوقت نفسه يقوم الكائن الحي باستخدام تلك المواد البسيطة لبناء مواد معقدة بعملية يطلق عليها البناء Anabolism والمحصلة النهائية لهاتين العمليتين تدعى بالايض Metabolism والايض هو مجموعة التفاعلات والتحولات الكيميائية التي تقع ضمن مجال الكيمياء الحياتية أما الجوانب الفسيولوجية لعملية الايض فتقتصر على استهلاك الأوكسجين وإنتاج ثاني اوكسيد الكاربون أو نواتج أخرى وانبعاث الحرارة واستهلاك الغذاء. تستخدم الطاقة الناتجة من عمليات الايض في بناء الجزيئات الضخمة مثل البروتينات والأحماض النووية أو لأداء التقلص العضلي أو نقل السيالات العصبية .

تتصف عمليات تحويل الغذاء إلى طاقة بكونها ذات كفاءة واطئة لا تتجاوز ٢٥% لان معظم الطاقة تتحول إلى حرارة بدلا من طاقة نافعة ، ومن الجدير بالذكر أن التفاعلات الايضية متشابهة إلى حد كبير في الأحياء المختلفة فمثلا تحطيم جزيئه الكلوكوز إلى جزيئات ابسط تمهيدا لعملية الأكسدة في الخلايا العضلية هي مشابهة لما تتبعه خلايا الخميرة باستثناء الخطوات الأخيرة.

على الرغم ان التفاعلات الايضية ليست من اختصاص علماء الفسلجة الا انه من الضروري الإلمام بالتفاعلات الايضية لتكامل الصورة النهائية للظواهر الفسلجية تحت الدراسة غير انهم يهتمون بالعوامل والنشاطات التي تؤثرفي معدلات الايض مثل النوم والعمل الشاق والاضطرابات الحاصلة بسبب خلل في الغدد الصم.

3- التنسيق الداخلي Internal Co – ordination

يعتمد التنسيق الداخلي على حجم الكائن الحي ، ففي الكائنات وحيدة الخلية تكون الحركة العشوائية للمواد كافية لانتقالها بين أجزاء الخلية وتحقيق التنسيق الكيميائي أو عن طريق الحركة الدورانية Cyclosis (تدفق السايتوبلازم او دوران الهيولي) لتلك الكائنات . أما في الكائنات متعددة الخلايا ذات الأحجام الكبيرة فإنها تحتاج إلى آليات أخرى لغرض تحقيق التنسيق المطلوب بين الأعضاء المختلفة والخلايا ومن أهم تلك الآليات :

1- وجود جهاز نقل متخصص لنقل المواد من والى الخلايا والأعضاء مثل جهاز الدوران
2- وجود جهاز للغدد الصم - والذي يتألف من مجموعة من الغدد الصم التي تفرز هرموناتها في الدم ليتم نقلها إلى الأنسجة والأعضاء المستهدفة فتزيد من نشاطها او تثبطه، وتتميز الهرمونات بنشاطها البطيء مقارنة بالجهاز العصبي
3- وجود الجهاز العصبي الذي يحمل الرسائل على هيئة سيالات العصبية بين أجزاء الجسم المختلفة بسرعة فائقة وتحصل الاستجابة على هيئة منعكسات شوكيه .

حيث يعمل جهاز الدوران على نقل المواد من مناطق تركيزها العالي إلى مناطق أخرى تكون فيها اقل مثل نقل الأوكسجين من الرئتين إلى الأنسجة أو نقل ثاني اوكسيد الكاربون من الأنسجة إلى الرئتين للتخلص منها كما يقوم بنقل المواد الغذائية من مناطق الهضم إلى الكبد أو العضلات الهيكلية لتحويلها إلى كلايكوجين أو نقل الخزين من الشحوم إلى الخلايا لغرض توليد الطاقة أو بناء مواد تحتاجها الخلية كما يقوم جهاز الدوران بحمل الفضلات النتروجينية مثل اليوريا إلى الكلية لإخراجها خارج الجسم كما يقوم بتنظيم حرارة الجسم من خلال نقلها من الأجزاء النشطة إلى الأجزاء الخاملة نسبيا والتخلص من الفائض عن طريق الجلد .

تعمل الهرمونات المفرزة من الغدد الصم والتي يتم نقلها بواسطة جهاز الدوران على تغيير نشاط وفعالية الخلايا المستهدفة بالتنشيط أو التثبيط وقد يكون للهرمون الواحد نشاطان متضادان مثل الأدرينالين الذي يوسع الأوعية الدموية في العضلات الهيكلية ويضيق الأوعية الدموية في الجلد وبذلك يزود العضلات بالأوكسجين والطاقة اللازمتين عند الانفعال وذلك لتهيئة الحيوان لحالة الكرب Stress التي تتطلب منه الكر أو الفرار Flight or Fight

أما التنسيق العصبي فانه يحدث في الحالات التي تتطلب السرعة في التنفيذ كما في المنعكسات الشوكية التي تستغرق أجزاء من الثانية مقابل التنسيق الهرموني الذي قد يستغرق عدة ساعات .

يشترك الجهاز العصبي والغدد الصم بالية من النوع ثنائي التأثير المتضاد ويكون نشاط العضو محصلة لتأثير هرمونين متضادين أو لتأثير تنبيهين عصبيين متضادين وتسمى هذه الآلية بالدفع – والسحب – Pull Push حيث تكون الأعضاء كالقلب والمعدة والأمعاء وبقية الأحشاء خاضعة لهذه الآلية. وهذه الآلية من حيث النتائج أفضل من استخدام تأثير متدرج يتحكم بنشاط العضو.ومعظم التنسيق العصبي الداخلي يحدثه الجهاز العصبي الذاتي بشقيه الودي ونظير الودي فالقلب والامعاء وبقية الاحشاء الداخلية خاضعة لالية الدفع والسحب .

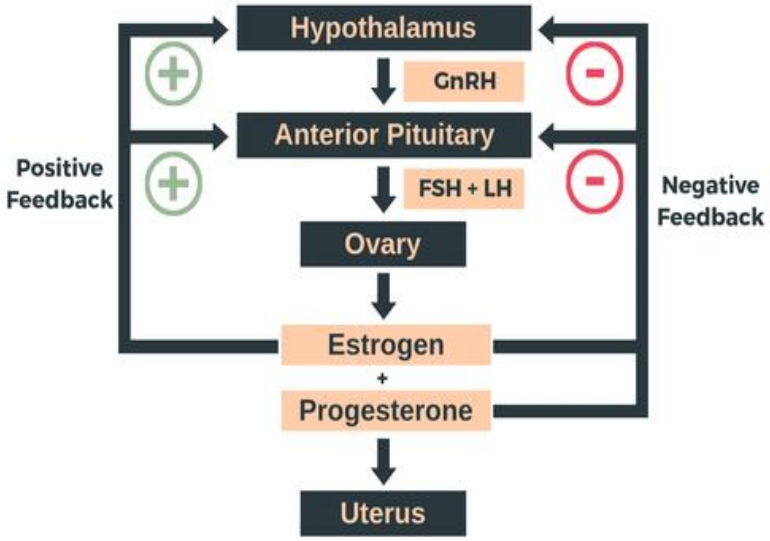
4- حالة الاستتباب Homeostasis

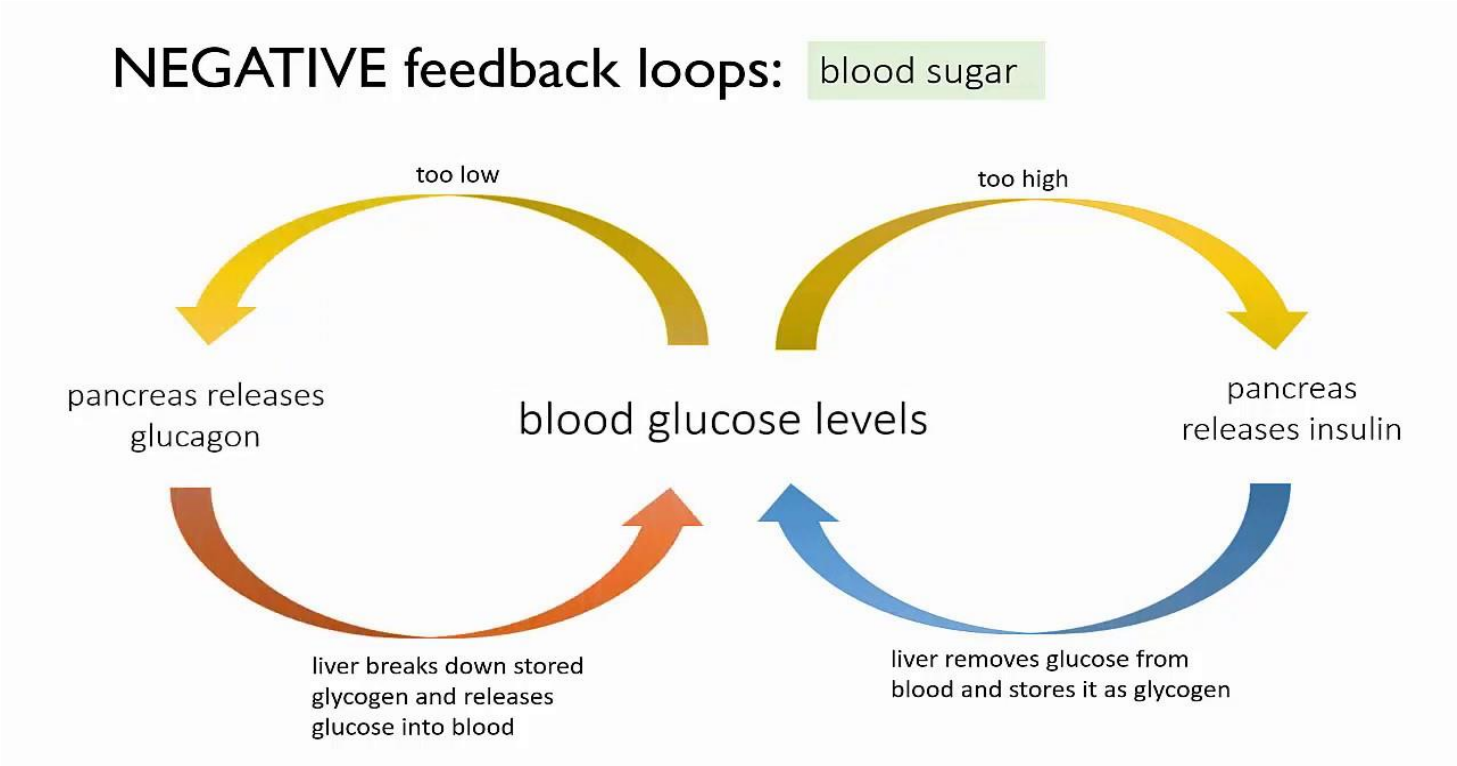
هو حالة المحافظة على التوازن مابين البيئة الداخلية للكائن والبيئة الخارجية ، حيث يفصل الجلد في الحيوانات بين البيئتين لتحقيق الثبوتية للبيئة الداخلية من خلال تنظيم العديد من المتغيرات مثل درجة الحرارة والأس الهيدروجيني والسوائل الجسمية وتركيز الايونات ونسبة الكلوكوز في الدم لتبقى ثابتة ضمن حدود ضيقة حيث ان اي تغير في نسب تلك المتغيرات يعد حالة مرضية ، والاستتباب الداخلي يمكن الخلايا من الحفاظ على تركيبها الكيميائي بما يتناسب ونشاطها. إن الاختلال الذي يحدث في حالة الاستتباب الداخلي سرعان ما يعود إلى وضعه الطبيعي وذلك من خلال مـــا يسمى **بالية التغـذية الاســترجاعية Feed back Mechanism** والتي تكون على نوعين :-

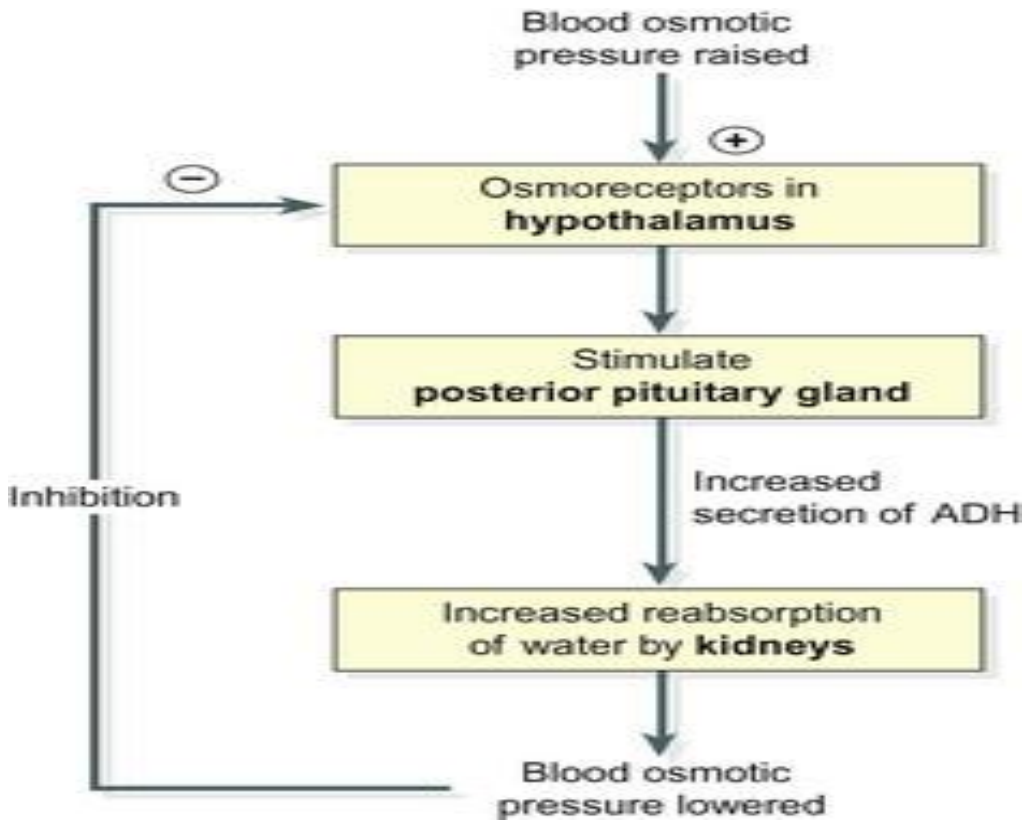
1- التغذية الاسترجاعية الموجبة **Positive F.M.** ومثال عليها المستويات المتدنية من هرمون الاستروجين في الدورة الشهرية تعمل على تحفيز إفراز الهرمون المحفز للجريبات المبيضية FSH والذي بدورة يحفز لزيادة إفراز الاستروجين وبذلك تكون النتيجة الزيادة في إفراز الاستروجين و FSH .

2- أما النوع الثاني فيعرف بالتغذية الاسترجاعية السالبة **Negative F.M.** وهي الأكثر شيوعا في العمليات الفسيولوجية تحصل كاستجابة أو رد فعل فســـيولوجي ومثال عليها *(عند حدوث زيادة في مستوى الكلوكوز في الدم فانه يحفز إفراز الأنسولين الذي يقوم بتحويل الفائض من الكلوكوز إلى كلايكوجين يخزن في الكبد وبذلك ينخفض مستوى الكلوكوز إلى الحد الطبيعي عندها يتوقف إفراز الأنسولين).

*وكذلك الحال مع الهرمون المضاد للابالة ADH الذي يفرز من الفص الخلفي للغدة النخامية ويسيطر على إعادة الامتصاص النبيبي للماء حيث يزداد إفراز هذا الهرمون في حالة فقدان الجسم للماء وارتفاع الضغط التناضحي للدم فيعمل الهرمون على إعادة امتصاص الماء من السائل في داخل النبيب الملفوف الداخلي في النفرون وعندئذ ينخفض الضغط التناضحي للدم ويتوقف إفراز الهرمون .



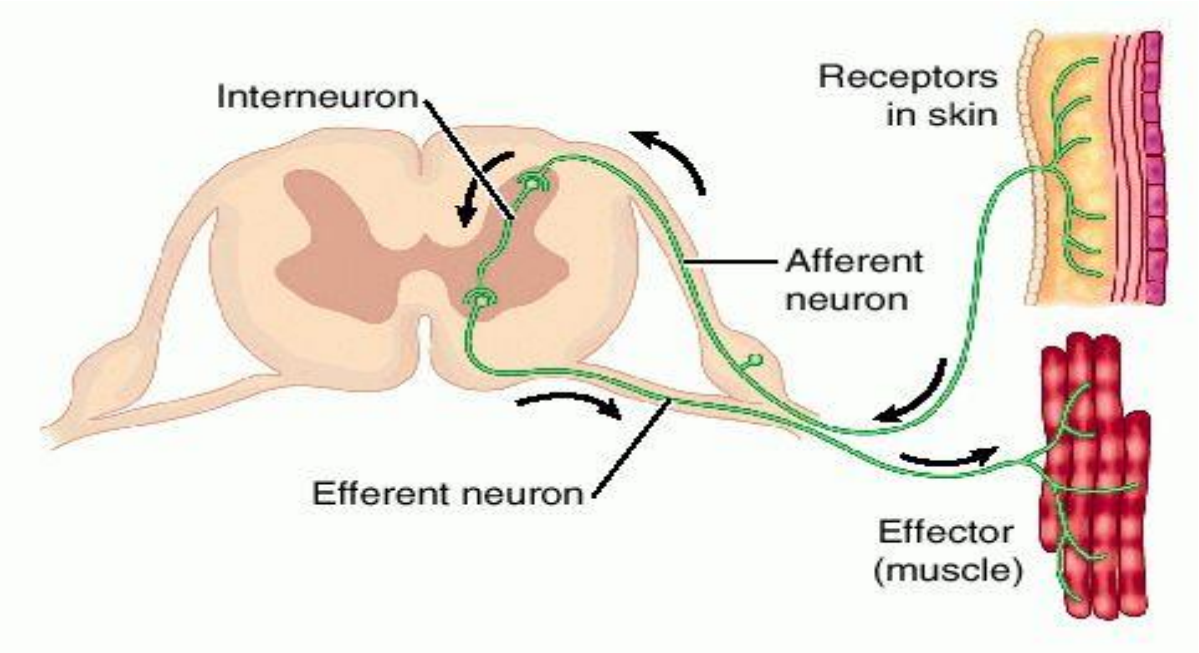

NEGATIVE feedback loops: blood sugar
too low
too high
pancreas releases glucagon
blood glucose levels
pancreas releases insulin
liver breaks down stored glycogen and releases glucose into blood
liver removes glucose from blood and stores it as glycogen


Blood osmotic pressure raised
Osmoreceptors in hypothalamus
Stimulate posterior pituitary gland
Increased secretion of ADH
Increased reabsorption of water by kidneys
Blood osmotic pressure lowered
Inhibition

5- التنسيق الخارجي External Co – ordination

تؤثر التغيرات في عوامل البيئة الخارجية على نشاط وسلوك الاحياء ، لذلك جهز التطور العضوي الاحياء بقابليات لفحص المحيط واستشعار ما يطرأ عليه من تغيرات تختلف باختلاف تطور الكائن الحي واجهزته ، ففي الاحياء وحيدة الخلية صارت هذه القابيات من خصائص البروتوبلازم اما في الكائنات متعددة الخلايا انتقلت تلك القابليات الى الجهاز العصبي واعضاء الحس .

ففي الفقريات تصل المعلومات عن المحيط الخارجي من المستقبلات الى الجهاز العصبي المركزي عبر الالياف العصبية الحسية ويستجيب اليها الحيوان بسيالات عصبية من العصبات المحركة الى المنفذات (العضلات والغدد) ، وتكون الاستجابات بسيطة على هيئة منعكسات اذا تمت بمستوى الحبل الشوكي من غير ان يتدخل الدماغ وذلك لكون رد الفعل السريع يجنب الحيون الخطر ولا يحتاج الى تفكير .

اما في حالة تدخل الدماغ فان الاستجابة تاخذ شكلا معقدا كما يحدث في سلوكيات غريزية تحسباً لظروف الشتاء كجمع الغذاء او الهجرة الى اماكن مناسبة .

قد تاخذ الاستجابة شكلا تكيفياً مثل السبات او نمو الفراء بغزارة او بناء المساكن وتبدل في عادات التغذية والملبس كما يحدث عند البشر .