اسم المادة : علم الفسلجة (علم وظائف الأعضاء) PHYSIOLOGY

اسم المحاضرة : الفسيولوجيا / مجالاتها ومبادئها العامة

رقم المحاضرة : (١)

المراجع المعتمدة/

١. العلوجي ، صباح ناصر (٢٠١٤) . علم وظائف الاعضاء ، الطبعة الثالثة.

٢. زيتون ، عايش . (٢٠٠٨) . علم حياة الانسان ، الطبعة الاولى – الاصدار الرابع.

٣. يوسف محمد عرب ، صباح ناصر العلوجي ، فاروق ناجي كرماشة ، مروان عبد الرحيم . (١٩٩٨) فسيولوجيا الحيوان . جامعة بغداد.

٤. ضياء حسن الحسني ، صادق محمد امين الهيتي (١٩٩٠) . فسلجة الحيوان . جامعة بغداد

د. مثنى محمد عواد

علم الفسلجة (علم وظائف الأعضاء) PHYSIOLOGY

الفسيولوجيا / مجالاتها ومبادئها العامة

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 .

بمعنى اخر ، هو علم دراسة وظائف الكائن الحي بأكمله او وظائف اجزائه من اعضاء او نسج او خلايا ان لم نقل العضيات الدقيقة ضمن الخلية الواحدة.

أما **أبسط** تعريف يمكن أن ينطبق على الفسلجة :- **هو علم وظائف الكائنات الحية أو دراسة وظائف جميع أعضاء الجسم .**

وبذلك يمكن القول بان الهدف من علم الفسلجة **هو فهم معنى الحياة** .

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 ان علم الفسلجة يتضمن:

* **وصف وظائف الأعضاء في الكائنات الحية ((الإنسان ، الحيوان ، النبات...الخ)) .**
* **شرح وتفسير هذه الوظائف في ضوء القوانين الفيزيائية والكيميائية المعروفة.**

فلا يكفي ان نذكران عضواً ما يؤدي وظيفة معينة ونصف هذه الوظيفة ، بل الأهم أن نفسر كيف يؤدي ذلك العضو تلك الوظيفة ونحاول اكتشاف آلية هذه الوظيفة.

، لذا ، يمكن ان يوصف علم الفسيولوجي بأنه ((فيزياء وكيمياء الكائنات الحية)) ،

فضلا عن ذلك ،فان الفسيولوجيا تعنى بدراسة العلاقات بين ألانشطة المختلفة للكائن الحي والعوامل التي تؤثر على هذه الأنشطة.

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 حجمية مع تسجيل النتائج في شكل كتابي أو أفلام... الخ .

من خلال كل ذلك فأن الدراسات الفسيولوجية تهدف أساسا إلى محاولة الإجابة عن الأسئلة الآتية :

١- ما هي الوظيفة ؟
٢- كيفية أداء هذه الوظيفة .
٣- ما هي العوامل المؤثرة على الوظيفة ؟
٤- كيفية اندماج هذه الوظيفة مع الوظائف الأخرى .

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

- **ماهي الوظيفة التي يقوم بها القلب.**

١- ضخ الدم إلى جميع أجزاء الجسم لتزويد أنسجة وخلايا الجسم بالأوكسجين والمواد الحيوية....

- **كيف يؤدي القلب هذه الوظيفة:**

٢- 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 .

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

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

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

٤- 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 نستطيع ان نصف هذا العلم بأنه ((علم تحليل الوظيفة)) في الكائنات الحية . وهنا ، فان ما يهمنا هو دراسة الإنسان على وفق كل ما ذكر الذي يعد أكبر أعجوبة في بناءهِ وتركيب أجزاءه ووظائف أعضاءه ، إن تركيب هذا الكائن الحي الفريد يتكون من :

١. **الخلية** : وهي أصغر وحدة بنائية في جسم الإنسان فالدماغ مثلا يحتوي على ((١٣)) مليار خلية عصبية فهي وحدة بنائية ووظيفية ،حيث يوجد في جسم الإنسان عدة انواع من الخلايا .

٢. **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)).

٣. **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 .

٤. **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 منها :

١. جهاز القلب والدوران Heart and circulatory system
٢. الجهاز التنفسي Respiratory system
٣. الجهاز الهضمي Digestive system
٤. الجهاز العصبي Nervous system
٥. الجهاز الهيكلي Structural system
٦. الجهاز التناسلي (التكاثر) Reproductive system
٧. الجهاز البولي Urinary system
٨. الجهاز الليمفاوي والمناعة Lymphatic system and immunity
٩. جهاز الغدد الصماء Endocrine system
١٠. الجهاز العضلي Muscle Physiology

مجالات الفسيولوجيا

تقسم الدراسات الفسيولوجية إلى ثلاث فروع رئيسية :

١- **الفسيولوجيا العامة** : وهي تعنى بدراسة الخصائص الأساسية المشتركة بين معظم الكائنات الحية دون التقيد بنوع معين من هذه الكائنات كالحيوان ، الإنسان ، والنبات وهي دراسة العمليات الحيوية المميزة لكل كائن حي مثل التغذية ، التنفس ، التكاثر...الخ ، فهو يدرس التنفس مثلا كعملية حيوية بصورة عامة وهذا يعتمد على بناء الخلية والتي تتشابه في كثير من الخواص ((خلية أرنب ، سمكة ، ضفدعة)) هي واحدة ومتشابه.

٢- **الفسيولوجيا الخاصة** : ويعنى هذا الفرع بدراسة الخصائص الوظيفية لمجوعة معينة من الحيوان أو النبات مثل فسيولوجيا ((الثديات ، الحشرات ، الأسماك)) ، وقد تختص بدراسة نوع واحد ((فسيولوجيا الإنسان مثلا)).

٣- **الفسيولوجيا المقارنة** : وهي دراسة مقارنة الطرق التي تؤدي بها الكائنات الحية وظائف متشابه. مثال : لو أردنا دراسة ظاهرة التنفس فأن الإنسان يتنفس والضفدع يتنفس والاميبيا تتنفس ولكن طريقة تنفس وميكانيكية التنفس تختلف من كائن إلى آخر وعليه فأن الآلية تختلف والأعضاء تختلف .

اختلاف علم الوظائف عن بقية العلوم الحياتية في أنه يتعلق بديناميكية المادة الحية في حين تهتم العلوم الأخرى بالحالة الاستاتيكية . إذ يتم تفسير الحياة ومضارها بمدرستين هما :

المدرسة الحيوية Vitalistic ، أي وجود طاقة أو قوة حيوية تتحكم بالمادة الحية وهذه القوة كائنة خارج الجزيئات والذرات المكونة للمادة الحية .
والمدرسة الآلية Mechanism ، أي وجود أسس مادية لا تتعدى حدود الذرات والجزيئات المكونة للمادة ويتم اللجوء في هذا المفهوم إلى الوسائل الفيزياوية والكيمياوية لفهم معنى الحياة .

* لقد اظهرت الدراسات الحديثة رجاحة اعتقاد المدرسة الالية او الميكانيكية حيث ثبت بان المادة الحية تتبع القوانين الفيزيائية والكيميائية في فعالياتها (فعاليات المادة الحية عبارة عن فعالية الذرات والجزيئات المكونة لها) ، كما ان فلسفة هذه المدرسة اكثر واقعية من المدرسة الحيوية واكثر تحفيزاً للبحث والاستقصاء.

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 ، ثم علم وظائف اللبائن Mammalian physiology ، بعدها في بداية النصف الثاني من القرن التاسع عشر وبظهور نظرية التطور العضوي Organic evolution للعالم دارون ظهر في الفترة ذاتها علمان للفسلجة هما :
علم الوظائف المقارن Comparative physiology : يبحث في الوسائل المتباينة التي تتبعها الحيوانات المختلفة في اداء وظيفة معينة كالحصول على الاوكسجين والغذاء وطرح الفضلات وغيرها.
وعلم الوظائف العام General physiology : تعترف باختلاف الوسائل التي بواسطتها تؤدي الكائنات الحية وظائفها المتعددة الا انها تؤكد وحدانية القوانين المتحكمة بالمادة الحية .

* اظهرت الابحاث صحة فلسفة علماء الفسيولوجيا العامة ، فمثلاً التنفس الخلوي ((اي تحرر الطاقة من المواد الاولية وتحولها الى Co_2 وماء)) يكون متشابه في جميع الكائنات الحية من الاميبا الى الانسان ، لا شك ان هنالك اختلاف في تفاصيل عملية التنفس لكنها من الضئالة بحيث لا تتناقض مع وحدانية العملية ، ونفس الشي يقال عن انتقال الايعاز العصبي Nerve impulse ، حيث ان طبيعة الايعازات العصبية متشابهة الى حد كبير بغض النظر عن المصدر الذي يكون الليف العصبي .

* لولا صحة النظرية الفسيولوجية العامة لما امكن احراز هذا التقدم في الطب لان اكثر التجارب تجري على الحيوانات ثم تطبق على الانسان.

ثم بظهور النظرية الخلوية Cell theory التي تقول بأن جميع الكائنات الحية تتألف من خلية أو مجموعة خلايا وهذه الخلايا بالإضافة إلى كونها وحدات بنائية هي أيضا وحدات وظيفية ظهر علم الفسلجة الخلوي Cellular physiology الذي يدرس الفعاليات الأساسية للخلايا الحيوانية أو النباتية ، وعليه تعتبر الفعاليات الحيوية للكائن الحي أو العضو أو النسيج هي المجموع الكلي لفعاليات الخلايا

المكونة لذلك الكائن أو العضو أو النسيج مثلا التنفس (هو مقدار ما يتم استهلاكه من الأوكسجين وطرح ثاني أوكسيد الكاربون) هو مجموع الفعاليات التنفسية لملايين عديدة من خلايا الجسم ، اخيراً قد تدرس الفسلجة عند مستوى التفاعل بين الكائن الفرد والبيئة التي يعيش فيها حيث يسمى علم وظائف الاعضاء البيئي Ecological physiology .

هناك أيضا فروع أخرى لعلم الوظائف أو الفسلجة حيث يتم دراسة مجموعة حيوانية كاملة منها علم فسلجة الحشرات Insect physiology وعلم وظائف أو فسلجة الاسماك Fish physiology بالإضافة إلى علم الوظائف النباتية Plant physiology . وقد تدرس على مستوى الكائن الحي الفرد الكامل ويسمى علم وظائف الكائن الفرد Organismal ph. .

خصائص الكائنات الحية :

يتميز الإنسان كغيره من الكائنات الحية بصفة الحياة ، وهذه الصفة تبدو من خلال عدة عمليات وصفات ، تميز الكائنات الحية من الكائنات غير الحية:

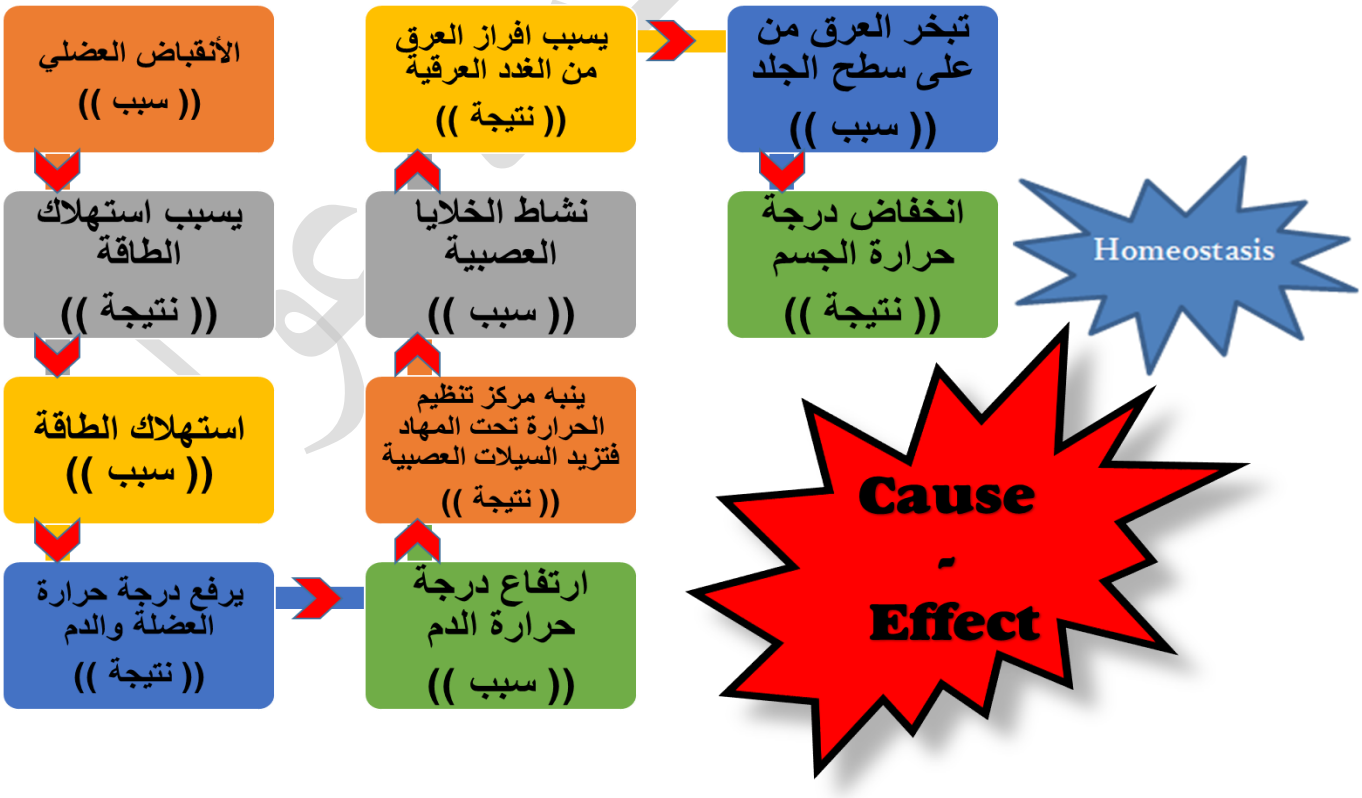
١- **التمثيل الغذائي** : ويشمل كل المراحل التي تبدأ من لحظة تناول الغذاء حتى لحظة التخلص من الفضلات .

٢- **النمو** : ويبدأ من بداية تكوين الجنين وينتهي بانتهاء الحياة.

٣- **التكاثر والتناسل** : وذلك للمحافظة على النوع ، ويتم ذلك بالانقسام في الكائنات الحية البدائية وبالتزاوج في الكائنات الحية الراقية.

٤- **الحركة** : وذلك للبحث عن الطعام والدفاع عن النفس ، فتتحرك الكائنات الحية وحيدة الخلية والقلب والتنفس لإمداد العضلات بالدم والأوكسجين ، أيضا يصاحبه زيادة في نشاط الجهاز الإخراجي للتخلص من الفضلات الزائدة ،

✓ ومثل هذه التغيرات والمتفاعلات تنتظم وتترابط عن طريق الجهاز العصبي والجهاز الغدد الصماء ، وهذا الاساس في علم وظائف الاعضاء.



طرائق دراسة الفسيولوجيا :

يعتبر علم الفسيولوجيا وعلم الكيمياء الحيوية Biochemistry من العلوم التجريبية Experimental Sciences اي ان نتائجها ومعطياتها Data يتم الحصول عليها من التجارب . بينما تعتبر العلوم الحياتية الاخرى على الاكثر علوم وصفية Descriptive Sciences اي انها تعتمد على الوصف Description والملاحظة Observation الدقيق دون الحاجة الى التجارب .

مثلاً : عندما يدرس عالم التشريح Anatomist عضلة معينة في الجسم فانه يحدد موقعها في الجسم وعلاقتها بالعضلات الاخرى وكيفية استنادها على العظم والاعصاب المتصلة بها والاوعية الدموية المغذية لها وربما يدرس ليف عضلي تحت المجهر ليقف على دقائق تركيب العضلة . اما علماء الفسيولوجيا Physiologist فانه لا يدرس العضلة بمجرد النظر اليها وانما يُعرض العضلة الى ظروف مختلفة ويدرس كيف تتقلص وقوتها ومقدار ما تصرفه من المواد الغذائية والاوكسجين والفضلات الناتجة عن التقلص وعلاقة التقلص بمقدار الحافز ... الخ .

اذاً مهمة عالم الفسيولوجيا معقدة وتحتاج الى نظام معقد من التجارب المعقدة وتحتاج الى مهارة خاصة للعمل وتفسير النتائج ، لذلك جندت كل العبقريات لمساعدة علماء الفسيولوجيا لتصميم اجهزة دقيقة فاصبح مختبر الفسيولوجيا زاخر بكافة الاجهزة والمعدات الالكترونية والميكانيكية . وبمقدور عالم الفسيولوجيا الان ان يضع حيوانا كالجرذ مثلا في جهاز خاص ليسجل ما يستهلكه من اوكسجين وما يطرحه من Co2 بواسطة حركة مؤشرات بدون الحاجة الى تحليل الهواء الداخل او الخارج من الرئتين.

ومن الطرائق التقليدية لمعرفة وظائف الاعضاء هي:-

١. استئصال جزء من الكائن الحي كأن يكون نسيج او عضو وملاحظة تأثير فقدانه على فعالية الكائن الحي.
٢. استخدام بعض العقاقير الكيمياوية او الوسائل الآلية كربط وعاء دموي وقطع جريان الدم الى عضو معين وذلك لتعطيل عمل العضو مؤقتاً وملاحظة تأثير هذا التدخل في وظيفته.
٣. تغيير معدل نشاط العضو وملاحظة رد الفعل في جزء منه او في كله.
٤. محاولة التعويض عن العضو بإعطاء الحيوان جرعاً من مفرزاته مثل الثايروكسين عند استئصال الغدة الدرقية، او اعطاء الانسولين عند ازلة البنكرياس.

وقد استمدت الفسيولوجيا الحيوانية الكثير من معاملاتها عن طريق التغيرات التي تطرأ على الكائن الحي نتيجة وقوع اضطراب متعمد في نشاط اعضائه بالوسائل السابقة.

وليتمكن علماء الفسيولوجيا من متابعة التغيرات في نشاط الاعضاء وتسجيلها وقياسها للوصول الى نتائج كمية متوقعة احصائياً، استعملو كل الوسائل والاجهزة والمواد التي تتيح لهم الوصول الى الهدف. كما في ادناه :

الوسائل التي تساعد في البحث ودراسة الفسيولوجيا :

اولاً : المجاهر Microscopes : وهي كثيرة ومتنوعة ومنها:

١- المجهر المركب Compound M.
٢- المجهر ذو الاشعة فوق البنفسجية Ultraviolet M.
٣- المجهر المستقطب Polarizing M.
٤- المجهر ذو الحقل المظلم Dark-field M.
٥- المجهر الالكتروني Electron M.

ثانياً: علم الكيمياء الحياتية Biochemistry

وهي دراسة التوزيع الطبيعي للانزيمات والمواد الاخرى في المناطق المختلفة من الخلية عن طريق تفاعلات تحدث بين مادة الخلية ومواد تضاف اليها ((الصبغات الحامضية والقاعدية)).

ثالثاً : دراسة الطيف الشمسي Spectroscopy

وهي دراسة مقدار امتصاص المواد للأشعة المرئية عن طريق امرار اشعة فوق البنفسجية ذات اطوال موجية مختلفة خلال اجزاء الخلية وقياس الاشعة الممتصة في كل حالة .

رابعا : النظائر المشعة Radioisotopes

احدث استعمالها في البحوث البايلوجية ثورة عارمة خاصة في مجال الفسيولوجيا والكيمياء الحيوية والوراثة .

خامساً : فصل الاجزاء الخلوية Cell fractionation

يمكن فصل الاجزاء الخلوية عن بعضها البعض وتنقيتها ثم دراستها ، وتتم الطريقة عن طريق مجانستها Homogenization في محلول ثم فصلها بواسطة جهاز الطرد المركزي Centrifuge .

المبادئ الاساسية للفسيولوجيا: Basic principles of physiology

ان من اهم المبادئ الاساسية للفسيولوجيا والذي يعتمد عليه نشاط الكائن الحي هي:

اولاً : تبادل المواد مع المحيط Exchange of Material with the Environment

يتميز الكائن الحي عن محيطه بالنواحي التنظيمية والكيميائية للحصول على مصدر الطاقة والمواد الضرورية لنموه ومستلزمات فعالياته الحيوية ، ومن اجهزة التبادل مع البيئة الخارجية الرئتان والكلية والقناة الهضمية والجلد وهذه الاعضاء تتميز بسعة سطوحها واتصالها بالأوعية الدموية الشعرية، ويقدر السطح الفعال للأمعاء الدقيقة حوالي ١٠ امتار مربعة وللرئة ٥٥ متر مربع وللكلية ٦ أمتار مربعة.

ثانيا : الأيض Metabolism

يحصل الكائن الحي على الطاقة الضرورية لنموه وترميم اعضائه وانجاز فعالياته الحيوية من الغذاء ويتم تحرير الطاقة عن طريق تفاعلات كيميائية معقدة يتم من خلالها تحطيم الجزيئات الكبيرة الى جزيئات بسيطة او اكسدتها الى ماء وثاني اوكسيد الكاربون وتدعى عملية التقويض هذه بعملية الهدم **Catabolism** كما يقوم الكائن الحي في الوقت نفسه ببناء مواد معقدة من مواد بسيطة تسمى عملية البناء **Anabolism** وتدعى المحصلة النهائية لعمليتي البناء والهدم بالأيض.

ان دارسة الايض في مجال الكيمياء الحياتية يقتصر على التفاعلات الكيمياوية ، اما في مجال دارسة الجوانب الفسيولوجية فيقتصر دارسة الايض على استهلاك الاوكسجين والغذاء وانتاج ثاني اوكسيد الكاربون وانبعاث الحرارة او نتائج أخرى ، ومن الاجهزة المستخدمة لتحديد معدلات الايض هو جهاز قياس السعرات **Calorimeter** ، ان الطاقة المتولدة من عمليات الايض لبناء جزيئات ضخمة مثل البروتين تكون عالية اما في عمليات التحويل من غذاء الى طاقة فتتصف بكونها طاقة واطئة وذلك لان معظم الطاقة تتحول الى حرارة بدلاً من طاقة نافعة ، ومن اهم العوامل والنشاطات التي تؤثر في معدلات الايض هي النوم والعمل الشاق والاضطرابات الحاصلة بسبب خلل في الغدد الصم.

ثالثاً : التنسيق الداخلي Internal Co-ordination :

يعتمد التنسيق الداخلي على حجم الكائن الحي ففي الاحياء وحيدة الخلية تكون الحركة العشوائية للمواد كافية لانتقالها بين اجزاء الخلية ، كما تعجل الحركة الدو رانية Cyclosis عملية التنسيق ، اما في الاحياء ضخمة الاجسام توجد اليات أخرى لتحقيق التنسيق المطلوب بين اعضائها وخلاياها ومن بين هذه الاليات:

أ- وجود جهاز نقل متخصص مثل جهاز الدوران الذي يجلب مواد الى الخلايا ويحمل منها مواداً اخرى ((إذ ينقل جهاز الدوران المواد المنتجة عن الهضم لخزنها على هيئة كلايكوجين في الكبد او لنقل خزين الشحوم الى الخلايا لتوليد الطاقة كما ينظم درجة حرارة الدم ويحمل الفضلات لطرحها خارج الجسم)) .

ب- وجود جهاز للغدد الصم ((الذي يتألف من مجموعة غدد صم تفرز هرموناتها في الدم والذي ينقلها بدوره الى الانسجة والاعضاء المستهدفة فتزيد من نشاطها او تثبطه)) وتتميز الهرمونات بعملها التنسيقي البطيء مقارنة بالجهاز العصبي.

ت- وجود الجهاز العصبي الذي يحمل الرسائل على هيئة سيالات عصبية بين اجزاء الجسم بسرعة فائقة كما يحصل عند الاستجابة على هيئة منعكسات شوكية ، ويحدث التنسيق العصبي في حالات تتطلب سرعة التنفيذ مقابل التنسيق الهرموني الذي قد يستغرق عدة ساعات كما ان الاستجابات للتأثير الهرموني تكون طويلة الامد بينما تكون الاستجابات بواسطة الجهاز العصبي ليس بالأمر السهل وتسبب له انهاكاً لأنها تتطلب توليد سيالات عصبية متكررة ومستمرة لفترات طويلة اي تكون قصيرة الامد ، ويشترك الجهاز العصبي وجهاز الغدد الصم بآلية من النوع الثنائي التأثير المتضاد إذ يكون نشاط العضو محصلة إما لتأثير هرمونين متضادين او لتأثير تنبيهين عصبيين متضادين وتسمى هذه الآلية بالدفع والسحب Push-Pull وهذه الآلية تكون افضل من استخدام تأثير واحد متدرج يتحكم بنشاط العضو.

رابعاً : الأستتباب Homeostasis:

يرى البايولوجيون أن الحياة عبارة عن نظام متناسق من التفاعلات الكيميائية. وبالطبع فليس كل نظام من التفاعلات الكيميائية يمكن أن يكون حياة . ولكن الحياة لا يمكن أن تكون بدون النظام المتناسق من هذه التفاعلات.

يؤدي تَعرُض الكائن الحي للمثيرات إلى اختلال النظام المتناسق لتفاعلاته الكيميائية ، أي اختلال إتزانه الكيميائي والحيوي الذي كان قائماً قبل تعرضه لهذه المثيرات . وفي هذه الحالة يسعى لاتخاذ استجابة معينة من شأنها أن تُعيد إليه حالة الاتزان السابقة . فتعرُض العين مثلاً للضوء يُغير من الحالة الكيميائية لشبكية العين ، نتيجة سقوط الضوء عليها . وهذا التغير

الكيميائي يتحول إلى تغير كهربائي ، وشحنة كهربائية ينقلها العصب البصري إلى المخ لإتمام عملية الإبصار . ولكن إذا تعرضت العين لضوء مُبهر شديد فإن التغير الكيميائي الناتج يكون شديداً هو الآخر ، إلى حد إحداث الألم ، أو يعرّض شبكية العين لخطر دائم . وفي هذه الحالة يسعى العضو - العين- إلى إزالة الألم في محاولة لاستعادة الاتزان مرة أخرى ، وذلك بغلق جفن العين لإبعاد تأثير الضوء المبهر الذي أدى إلى اختلال الاتزان . ويؤدي تعرض الجلد لمثير مؤلم - وخز إبرة مثلاً - إلى اختلال اتزانه نتيجة ما أحدثه المثير من تغير كيميائي في الخلايا اللمسية الموجودة على سطح الجلد . وهنا ينسحب العضو الذي تعرض للمثير بصورة آلية للابتعاد عن مصدر الألم ، وبالتالي استعادة الاتزان السابق . ومثل هذه العمليات تتم على هيئة الفعل المنعكس الآلي ، الذي لا يتدخل فيه الفرد .

وبشكل عام فإن الكائن الحي في حالة تعرض مستمر للمثيرات ، سواء كانت مثيرات داخلية أو خارجية . وهذا التعرض يؤدي إلى توتر أعضاء الجسم ، فتسعى للتخلص من هذا التوتر ، بحيث تعود إلى حالة الاستقرار مرة أخرى . وتتم عملية إعادة التوازن هذه عن طريق الجهاز العصبي الذاتي ، والحبل الشوكي . وبالتالي يمكن أن نعرف عملية الاتزان البيولوجي أو الحيوي على أنها العملية التي تعمل على ثبات النشاط الوظيفي للكائن الحي . وتتم هذه العملية من خلال العديد من أنظمة الضبط والسيطرة التي توجد على مستوى الخلايا والأعضاء والأجهزة ، وما يربط كل هذه المستويات من علاقات .

إذن فالاتزان البيولوجي أو الحيوي : إتزان داخلي يشير إلى ثبات البيئة الداخلية للكائن الحي . فالعوامل الداخلية والخارجية تعمل باستمرار على تغير حالة الكائن وأنسجته وخلاياه وأعضائه . وعلى الرغم من هذا التعرض المستمر فإن وسائل التوافق والتوازن ، وعوامل المقاومة داخل كل من الجهاز العصبي والجهاز الغُدي ، تعمل على بقاء حالة الكائن الحي ثابتة ومستقرة برغم العوامل المتغيرة التي يتعرض لها .

وقد ظهر مصطلح الاتزان الحيوي Homeostasis في أواخر القرن التاسع عشر ، ليُشير إلى مجموعة من العمليات البيولوجية التي تميل للحفاظ على بعض متغيرات الجسم قرب مستوى الثبات . ولتوضيح هذا المصطلح نتعرض لمفهوم التغذية الرجعية Feedback الذي يُعد أحد المفاهيم الأساسية في علم الضبط والتحكم Cybernetics الذي يعني مجموعة من المفاهيم التي تحكم عمل أي منظومة System تتكون من أجزاء مختلفة ، وتعمل في ترابط وبعلاقات متبادلة . بحيث تتحكم المنظومة في ذاتها ، معتمدة على ما تتبادله أجزاؤها من معلومات تجعل كل جزء فيها يعدل من عمله في ضوء النتائج التي تصل إليها الأجزاء الأخرى أثناء عمل المنظومة التي تهدف في عملها إلى تحقيق هدف معين وهو الاتزان.

ويبدو من السابق أننا بإزاء منظومة تدخل لبعض أجزائها معلومات معينة نسميها مُدخَلات Inputs ، وهذه المعلومات يستقبلها اجزاء اخرى فتقوم بدورها باعطاء معلومات نسميها مُخرَجات Outputs . وكل هذا يحدث في دائرة مغلقة تمر بها التغذية الرجعية ، ترتد.

وهذه التغذية تعتمد على المعلومات التي تتبادلها أجزاء المنظومة ، بهدف تثبيت البيئة الداخلية . وهي في سبيل ذلك تمر بحالة من عدم الاستقرار ، سرعان ما تستعيد الثبوتية المطلوبة .

يفصل غطاء الجسم في الحيوانات بين البيئة الخارجية والبيئة الداخلية ، ومن اهم منجزات التنسيق الداخلي هو تحقيق ثبوت البيئة الداخلية ، وان الكثير من المثبتات كدرجة الحرارة والاس الهيدروجيني للسوائل الجسمية ونسبة كلوكوز الدم او تركيز الايونات تبقى ثابتة ضمن حدود ضيقة وان اي حيود عنها يمكن ان يعبر عن حالة مرضية لذلك مكنت حالة الاستتباب الخلايا من المحافظة على تركيبها الكيمياوي بما يتناسب نشاطها واذا اختل لسبب او لآخر فسرعان ما يعود الى وضعه السابق بفضل **آلية التغذية الاسترجاعية Feedback Mechanism** ..... **وهذه الآلية تكون على نوعين**:-

أ- تغذية استرجاعية موجبة . Positive F.B.M

مثالها: ان انخفاض نسبة مستوى هرمون الاستروجين في الدورة الشهرية تحفز هرمون المحفز للجريبات **FSH** (**Follicle Stimulating Hormone**) والذي بدوره يحفز افراز الاستروجين وتكون النتيجة زيادة في تركيز كل من هرموني الاستروجين والهرمون المحفز للجريبات.

ب- التغذية الاسترجاعية السالبة Negative F.B.M.

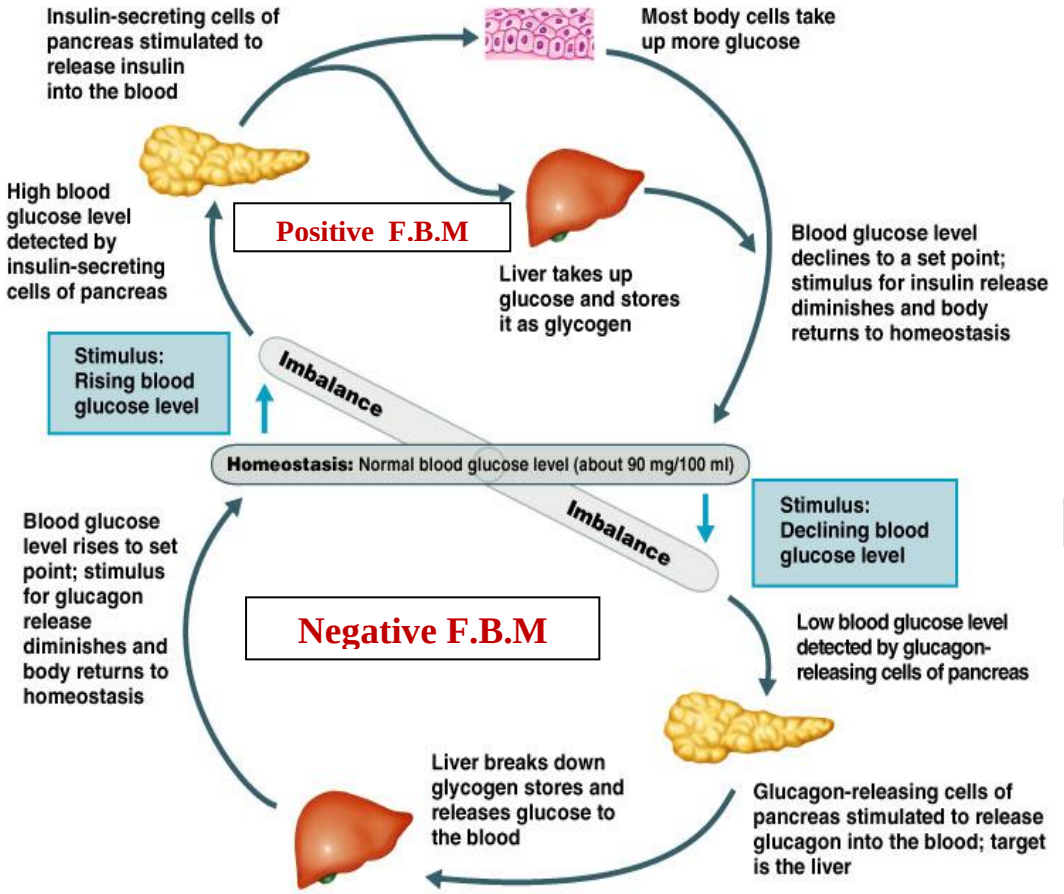
وهذه التغذية تكون أكثر شيوعاً في العمليات الفسيولوجية وتحصل فيها استجابة او رد فعل فسيولوجي فمثلا يعمل هرمون الكلوكاكون الذي يفرزه البنكرياس- بتحويل الكلاكوجين المختزن في الكبد إلى كلوكوز يزيد من مستوى السكر في الدم ، في حالات انخفاض السكر . أما في حالات زيادة مستوى السكر في الدم يقوم البنكرياس بإفراز الإنسولين الذي يعمل على أكسدة الكلوكوز ، وتحويل بعضه إلى كلاكوجين فتتنبه خلايا الكبد لتخزينه . وبهذه الطريقة يظل مستوى السكر ثابتاً في الدم ، وهو الأمر الذي يعد ضرورياً لعمل الجهاز العصبي على نحو سليم .

وبوجود النوعين مع ذلك فإن الجسم لا يستخدمها لأنها ببساطة بدلاً من أن تؤدي إلى تنظيم وتحقيق الثبات الداخلي ، وبالتالي الاستمرار في الحياة ، نجدها تؤدي إلى الموت . فكيف يحدث ذلك ؟ .

إن التغذية الرجعية الموجبة تخلق حلقة مفرغة من الآثار المترتبة على مثير واحد، إنها تسير في اتجاه واحد وليس اتجاهاً دائرياً .

وادناه مثالاً توضيحياً لهذه التغذية :

لو أن أحد الأشخاص نزف كمية كبيرة من الدم (٢ لتر أو أكثر) ، فإن هذا النزف - **وفقاً للتغذية الرجعية الموجبة** - يؤدي إلى نقص كمية الدم في الجسم ، وبالتالي تنقص كمية الدم المتاحة للقلب لضخها ، ومن ثم ينخفض ضغط الدم . وينتج عن هذا الانخفاض نقص كمية الدم المغذية لعضلة القلب ، مما يؤدي إلى ضعف هذه العضلة بشكل متزايد ، فلا تستطيع أن تضخ كمية الدم المطلوبة للأعضاء للقيام بوظائفها . وهكذا تستمر هذه العملية في دائرة مفرغة تنتهي بالموت . **أما في التغذية الرجعية السالبة** - وهي التي تحاول استعادة التوازن - فإن نزف الدم ونقص كميته يؤدي إلى تنظيم ضربات القلب وضغط الدم ، وأتساع الأوعية الدموية . وكل هذه الوظائف تسعى للحفاظ على ما تبقى من دم داخل الجسم ، حتى تستطيع بقية الأعضاء القيام بوظائفها . إنها تحاول تقليل نسبة الفاقد من الدم ، أي تحاول الحفاظ على حياة الكائن . وبالطبع فإن هناك حدوداً لهذه العملية تتوقف على مدي ما يفقده الجسم من الدم . وإذا ما تعدت هذه الكمية نطاق قدرة الجسم على الحفاظ على أدائه ، فإن النتيجة تكون الموت أيضاً .


Insulin-secreting cells of pancreas stimulated to release insulin into the blood
Most body cells take up more glucose
High blood glucose level detected by insulin-secreting cells of pancreas
Positive F.B.M
Liver takes up glucose and stores it as glycogen
Blood glucose level declines to a set point; stimulus for insulin release diminishes and body returns to homeostasis
Stimulus: Rising blood glucose level
Imbalance
Homeostasis: Normal blood glucose level (about 90 mg/100 ml)
Imbalance
Stimulus: Declining blood glucose level
Blood glucose level rises to set point; stimulus for glucagon release diminishes and body returns to homeostasis
Negative F.B.M
Low blood glucose level detected by glucagon-releasing cells of pancreas
Liver breaks down glycogen stores and releases glucose to the blood
Glucagon-releasing cells of pancreas stimulated to release glucagon into the blood; target is the liver

أرتفاع الجلوكوز بالدم
1
تحفيز أفراز الإنسولين
2
الجلوكاجون
3
تكسير الجليكوجين إلى جلوكوز
4
رفع الجلوكوز بالدم
5
الكبد
الجليكوجين
الجلوكوز
Sehha.com
البنكرياس
3
الإنسولين
تحويل الجلوكوز إلى جليكوجين
5
يساعد على دخول الجلوكوز من الدم إلى الخلايا
4
الخلايا
تحفيز أفراز الجلوكاجون
2
خفض الجلوكوز بالدم
6
1
أنخفاض الجلوكوز بالدم

خامساً : التنسيق الخارجي External Co-ordination

تؤثر التغيرات في عوامل البيئة الخارجية على نشاط وسلوك الاحياء لذلك جهز تطور الاحياء بجهاز عصبي واعضاء الحس الخاص لفحص المحيط واستشعار ما يطرأ عليه من تغيرات ، 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 الاستجابة على نوعين:

أ- استجابة بسيطة على هيئة منعكسات اذا تمت بمستوى الحبل الشوكي من غير أن يتدخل الدماغ وذلك لكون رد الفعل السريع يجنب الحيوان الخطر ولا يحتاج الى تفكير.

ب-استجابة معقدة تحصل في حالة تدخل الدماغ ويحدث في حالات وسلوكيات غريزية تحسبا لظروف الشتاء كجمع الغذاء او الهجرة الى اماكن مناسبة ، او قد تأخذ الاستجابة شكلاً تكيفياً مثل السبات او نمو الفراء بغزارة او بناء المساكن وتبدل في عادات التغذية والملبس كما يحدث عند البشر.