قسم علوم الحياة / المرحلة الثالثة

المحاضرة الأولى الفسلجة الحيوانية د. مريم إبراهيم سلمان

الفسيولوجيا .... مجالاتها .... ومبادئها العامة

Physiology Scope and Principles

الفسيولوجيا من فروع علوم الحياة الكثيرة مثل التشريح وعلم النسج وعلم الخلية والوراثة والاجنة، وتتميز بكونها معنية بالعمليات الحيوية التي تمكن الكائن الحي من القيام بالفعاليات والأنشطة الضرورية للحياة، فهي علم دراسة الوظائف سواء كانت وظائف الكائن الحي بأكمله او وظائف اجزائه، من اعضاء اونسج او خلايا، ان لم نقل العضيات الدقيقة ضمن الخلية الواحدة.

لقد نشأت الفسيولوجيا منذ التاريخ القديم للبشرية، ورافقت في تطورها علم التشريح وصار الاثنان الأساس العقلاني لممارسة الطب، وبيطرة الحيوانات، والعناية بتنمية الثروات الزراعية. وقد افرزت الحضارة العربية الإسلامية عمالقة في الطب والفسيولوجيا البشرية، نذكر منهم ابن النفيس الذي اكتشف الدورة الدموية في الرئة، ووصف كل ماكتبه اطباء اليونان من امثال هيروفلس وارستراتوس وجالينوس وغيرهم، حول تشريح القلب وتنقل الدم بين تجاويفه. لقد عزا هذا العالم العربي الفذ انتقال الدم الى ضربات القلب واوضح انتقاله من البطين الأيمن الى الرئة وفيها يكون بتماس مع (الروح) الأوكسجين، وينقلها عبر جدران الأوعية الدموية الشعرية ومن الأخيرة يوزع على انسجة الجسم المختلفة.

مجالات الفسيولوجيا Scope of Physiology

اهتم علماء الفسيولوجيا بكل انواع عوالم الحياة، بدءاً بالبدائيات فالطليعيات، فالفطريات، واخيراً بالنباتات والحيوانات.

وقد تناولوا بالدراسة والبحث عضيات الخلية والنسج والاعضاء، ثم نشاطات الكائنات الحية كاملة، غير أن كثرة وتنوع الأحياء ادى الى ظهور تخصصات فرعية. ففي الفسيولوجيا البشرية ظهرت مثلاً تخصصات مثل الفسيولوجيا العصبية او فسيولوجيا الجهاز العصبي الوعائي وفسيولوجيا الغدد الصم او فسيولوجيا التكاثر. ومن تراكم المعلومات عن أحياء كثيرة أهتم بعضهم باوجه التشابه والفروقات في الطرائق التي تلجأ اليها الأحياء في أداء وظيفة معينة مثل التنفس او الهضم او الاخراج، فنشأ حقل جديد هو الفسيولوجيا المقارنة Comparative Physiology ، وعند محاولة رسم صورة موحدة ومتكاملة، نعتمد على المباديء المتشابهة في تصريف نشاطات الكائن الحي والتي تفرزها المعطيات من الفروع الأخرى للفسيولوجيا. فنشأ فرع جديد هو الفسيولوجيا العامة General Physiology وقد تداخلت الفسيولوجيا وفروع رئيسة من علوم الحياة مثل علم الأجنة والتشريح والأمراض، ليعالج الأوجه الوظيفية للظواهر التي تخص تلك العلوم ولذلك لانستغرب ظهور فروع للفسيولوجيا تحمل اسماء مثل فسيولوجيا البكتريا او الطحالب او الطفيليات او فسيولوجيا الاجنة، وللاهمية الاقتصادية المجاميع معينة من الأحياء اختص البعض بدراستها والبحث عن وظائفها فنشأت تخصصات كثيرة في هذا المضمار مثل فسيولوجيا الحشرات، وفسيولوجيا القشريات، والرخويات والأسماك، واللبائن وغيرها الكثير في عالم النبات، ولا يفوتنا أن نذكر اخيراً أن بعض التخصصات الحديثة النشأة نسبياً، قد اعتمدت على طريقة الدراسة ونتائجها، مثل الفسيولوجيا الكهربائية والفسيولوجيا التطبيقية.

الطرائق التجريبية للفسيولوجيا Experimental Methods of Physiology

الفسيولوجيا من العلوم التجريبية، غير أن البحث في المشكلات الخاصة بها تبدأ عادة بالملاحظة، ووصف الظاهرة او العملية الحيوية على مستويات مختلفة تنتهي بنشاط وسلوك الكائن الحي، ومن اول هذه الخطوات. فحص التشريح العام والتشريع النسيجي والخلوي، فقد ثبت أن هناك ترابطاً كبيراً بين التركيب والوظيفة، وصارت هذه العلاقة من المباديء الاساسية للفسيولوجيا وان الدراسة المعمقة والمفصلة لاحدها تنبيء بطبيعة الأخرى. فدراسة تركيب العضلة الهيكلية تحت المجهر الضوئي والتركيب الدقيق لالياقها

تحت المجهر الإلكتروني، ومعرفة الخلفية الكيميائية للمكونات المتقلصة، والتفاعلات الكيميائية التي تولد الطاقة الضرورية للتقلص العضلي، بعد أن تتكامل كلها تجعل عملية التقلص امراً ممكن التفسير بمنطقية علمية.

من الطرائق التقليدية لمعرفة وظائف الأعضاء ما يأتي:

١. استئصال جزء من الكائن الحي كأن يكون نسيجاً او عضواً وملاحظة تأثير فقدانه على فعالية الكائن الحي.
٢. استخدم بعض العقاقير الكيمياوية أو الوسائل الالية كربط وعاء دموي وقطع جريان الدم الى عضو معين، لتعطيل عمل العضو مؤقتا وملاحظة تأثير هذا التدخل في وظيفته.
٣. تغيير معدل نشاط العضو وملاحظة رد الفعل في جزء منه أو في كله.
٤. محاولة التعويض عن العضو باعطاء الحيوان جرعا من مفرزاته مثل الثايروكسين عند استئصال الغدد الدرقية، والأنسولين وبعض الأنزيمات الهاضمة عند ازالة البنكرياس.

وقد استمدت الفسيولوجيا الحيوانية الكثير من معاملتها عن طريق ملاحظة 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 احصائيا، تستعمل اجهزة سيطرة وقياس المثبتات Parameters أساسية، مثال درجة الحرارة، والضغوط، والجهود الكهربائية، والتيارات الكهربائية، والأس الهيدروجيني (PH) للدم والسوائل الجسمية، ومقادير ومعدلات استهلاك الأوكسجين، وكمية الحرارة المنبعثة من العمليات الفسيولوجية.

المبادىء الأساسية للفسيولوجيا General Principles of Physiology

ان معرفة العلاقة بين التركيب والوظيفة مهم جدا لفهم الظواهر الفسيولوجية وتفسير العمليات الحيوية. فالاجسام الحية تختلف عن المحيط الخارجي اختلافاً واضحا. فهي تتألف من خلايا والخلية محاطة بغشاء يفصلها عن الوسط الخارجي، والكائن الحي من متعددات الخلايا محاط بغلاف خارجي هو الحد الفاصل بين داخله وخارجه وينظم تبادل المواد بين الجانبين. ومادة الخلية والبروتوبلازم مكونة من بروتينات واحماض نووية ومواد عضوية ولا عضوية لا توجد في المحيط الخارجي، وان وجدت كما هو الحال بالنسبة للأيونات الخاصة بالاملاح البسيطة، فإن تراكيزها تختلف في الحالتين. ففي الوقت الذي توجد فيه ايونات الصوديوم والكلور بتراكيز عالية في المحيط الخارجي تكاد تنعدم في داخل الخلايا والعكس بالعكس فإن تركيز البوتاسيوم في داخل الخلايا يربو على عشرين ضعفاً من تركيزه في المحيط الخارجي. ان مجرد هذه الاختلافات في مكونات الكائن الحي من حيث التنظيم العالي تجعله في حاجة مستمرة الى الطاقة لادامته وعندما يفقد القدرة على توليد الطاقة ينهار التنظيم المعقد وتعود مكوناته الى مواد اولية تتناثر في المحيط الخارجي.

ومن الأوجه الاخرى النشاط الكائن الحي التي تعد مبادىء عامة للفسيولوجيا ما يأتي:

١. تبادل المواد مع المحيط Exchange of Material with the Environment

على الرغم من تمييز الكائن الحي من محيطه من النواحي التنظيمية والكيميائية يبقى الأخير مصدر للطاقة والمواد الضرورية لنموه ومستلزمات فعالياته الحيوية فالمحيط الخارجي ممتد الى داخل الكائن الحي. ففي الإنسان يصل الى رئته وقناته الغذائية ليجهزه بالاوكسجين والغذاء ويخلص الجسم من الفضلات، وهنا نجد أن للجهاز البولي والجلد دوراً مهماً في عملية الإخراج، ومن اجهزة التبادل مع البيئة الخارجية، الرئتان أو مايقابلها من أعضاء في أحياء أخرى، والقناة الهضمية والكلية والى حد ما الجلد، وهذه الأعضاء كلها تتميز بسعة سطوحها وباتصالها بالأوعية الدموية الشعرية، ويقدر السطح الفعال للأمعاء الدقيقة بحوالي ١٠ مترا مربعاً، وهذا يعادل خمسة أضعاف سطح الجسم، اما السطح الفعال للرئة فيقدر بحوالي ٥٥ متراً مربعاً وللكلية بحوالي ٦ امتار مربعة.

٢ . الأيض Metabolism

يحصل الكائن الحي على الطاقة الضرورية لنموه ولترميم اعضائه ونسجة ولانجاز فعالياته الحيوية من الغذاء، ويتم تحرير الطاقة بتفاعلات كيميائية معقدة بتحطيم الجزيئات الكبيرة الى جزيئات بسيطة أو أكسدتها الى ثاني أوكسيد الكاربون وماء. وعمليات التفويض هذه تدعى عمليات الهدم Catabolism كما يقوم في الوقت نفسه ببناء مواد معقدة من مواد بسيطة وتدعى هذه بعمليات الابتناء Anabolism والمحصلة النهائية للعمليتين هي الأيض Metabolism وعند دراسة الأيض تقع التفاعلات الكيمياوية ضمن مجال الكيمياء الحياتية. اما الجوانب الفسيولوجية فتقتصر على استهلاك الأوكسجين وانتاج ثاني اوكسيد الكاربون او نتائج أخرى وانبعاث الحرارة واستهلاك الغذاء. وقد استخدمت اجهزة قياس السعرات Calrlimeters لتحديد معدلات الأيض.

أن الطاقة التي تتولد من عمليات الأيض لبناء جزئيات ضخمة مثل البروتينات والأحماض النووية او لاداء شغل مثل التقلص العضلي او انتقال السيالات - العصبية. أما عمليات التحويل من غذاء الى طاقة فتتصف بكونها ذات كفاية واطئة لا تتجاوز ٪٢٥ وتتدنى الى ٪٥ في بعض الأحيان لأن معظم الطاقة تتحول الى حرارة بدلا من طاقة نافعة. ومن النقاط الأخرى الجديرة بالاهتمام والذكر أن التفاعلات الأيضية متشابهة الى حد كبير في الأحياء المختلفة وعلى سبيل المثال آن تحطيم جزيئة الكلوكوز الى جزئيات ابسط تمهيداً لاكسدتها في خلايا العضلة هي تفاعلات مشابهة لما تتبعه خلية الخميرة Yeast cell باستثناء بعض الخطوات الاخيرة في تحويل جزيئة الكلوكوز الى جزئتين من الكحول الإثيلي.

٣ . التنسيق الداخلي Internnal Co - ordination

يعتمد التنسيق الداخلي على حجم الكائن الحي، ففي الأحياء الوحيدة الخلية تكون الحركة العشوائية للمواد كافية لانتقالها بين اجزاء الخلية وتحقيق التنسيق الكيميائي أو حتى في هذه الأحياء تعجل الحركة الدورانية Cyclosis عملية التنسيق وفي الأحياء ضخمة الاجسام توجد اليات اخرى لتحقيق التنسيق المطلوب بين اعضائها وخلاياها. ومن بين هذه الاليات الاتي :

أ - وجود جهاز نقل متخصص مثل جهاز الدوران الذي يجلب مواد الى الخلايا ويحمل منها مواد أخرى.

ب - وجود جهاز للغدد الصم ـ الذي يتالف من مجموعة غدد صم تفرز هرموناتها في الدم الذي ينقلها بدوره الى الأنسجة والأعضاء المستهدفة فتزيد نشاطها او تثبطة. وتتميز الهرمونات بعملها التنسيقي البطيء مقارنة بالجهاز العصبي.

ت - وجود الجهاز العصف الذي يحمل الرسائل على هيئة سيالات عصبية بين اجزاء الجسم بسرعة فائقة كما يحصل عند الاستجابة على هيئة منعكسات شوكية.

يعمل جهاز الدوران على نقل المواد من المناطق التي توجد فيها بغزارة الى مناطق اخرى تفتقر اليها مثل نقل الأوكسجين من الرئة الى النسج حيث يستهلك بسرعة او نقل ثاني أوكسيد الكاربون من النسج الى الرئة للتخلص منه، وبنقل المواد المنتجة عن الهضم لحزنها على هيئة كلايكوجين، في الكبد او العضلات الهيكلية او نقل الحزين من شحوم الى الخلايا لاغراض توليد الطاقة او لبناء مواد تحتاجها لأغراض شتى. كما يقوم جهاز الدوران بحمل الفضلات النتروجينية مثل اليوريا الى الكلية لاخراجها. وتنظيم درجة حرارة الدم بنقل الحرارة وتوزيعها في انحاء الجسم من الأعضاء النشطة الى الأعضاء الحاملة نسبياً والتخلص من الفائض منها عن طريق الجلد.

تغير الهرمونات التي تصل الى النسج والأعضاء نشاط هذه الأهداف وقد يكون للهرمون الواحد نشاطان متضادان كما هو الحال مع الأدرينالين الذي يوسع الأوعية الدموية في العضلات الهيكلية ويضيق الأوعية الدموية في الجلد وذلك بمد العضلات بالأوكسجين والطاقة اللازمنين عند الانفعال ولتهيئة الحيوان لحالة الكرب Stress التي تتطلب منه الكر والفر Flight Or Fight.

يحدث التنسيق العصي في حالات تتطلب سرعة التنفيذ كما يحدث في المنعكسات الشوكية التي تستغرق أجزاء من الثانية مقابل التنسيق الهرموني الذي قد يستغرق عدة ساعات امثال ذلك الوقت الذي تستغرقه بعض هرمونات الغدة النخامية مثل هرمون النمو. والملاحظ أن الاستجابات للتأثير الهرموني تكون طويلة الأمد عادة وتحقيق مثل هذه الاستجابات بوساطة الجهاز العصبي ليس بالأمر السهل وتسبب له انهاكاً لانها تتطلب توليد سيالات عصبية متكررة ومستمرة الفترات طويلة.

يشترك الجهاز العصي وجهاز الغدد الصم بالية من النوع الثنائي التأثير المتضاد ويكون نشاط العضو محصلة اما لتأثير هرمونين متضادين او لتأثير تنبيهين عصبيين متضادين وتسمى هذه الالية بالدفع والسحب Push - Pull وهي من حيث النتيجة افضل من استخدام تأثير واحد متدرج يتحكم بنشاط العضو، ومعظم التنسيق العصبي الداخلي يحدثه الجهاز العصبي الذاتي بشقيه الودي ونظير الودي، فالقلب والامعاء وبقية الأحشاء الداخلية خاضعة لإلية الدفع والسحب.

٤ . حالة الاستتباب Homoestasis

يفصل غطاء الجسم في الحيوانات بين البيئة الخارجية والبيئة الداخلية ومن اهم منجزات التنسيق الداخلي تحقيق ثبوت البيئة الداخلية. والكثير من المثبتات Parameters الفسيولوجية مثل درجة الحرارة والأس الهيدروجين (pH) للسوائل الجسمية ونسبة كلوكوز الدم أو تركيز الأيونات تبقى ثابتة ضمن حدود ضيقة، وان أي حيود عنها يمكن أن يعبر عن حالة مرضية. لقد مكنت حالة الاستتباب الخلايا من المحافظة على تركيبها الكيمياوي بما يتناسب ونشاطها واذا ما اختل لسبب او لاخر فسرعان ما يعود الى وضعه السابق بفضل الية التغذية الاسترجاعية Feed back Mechanism وهي على نوعين تغذية استرجاعية موجبة Positive F . B . M ومثالها، أن مستويات متدنية من الاستروجين في الدورة الشهرية تحفز الهرمون المحفز للجريبات FSH الذي بدوره يحفز افراز الأستروجين وتكون النتيجة زيادة في تركيز كل من الاستروجين والهرمون المحفز اللجريبات اما التغذية الاسترجاعية السالبة Negative F . B . M فهي الأكثر شيوعاً في العمليات الفسيولوجية وتحصل عادة استجابة او رد فعل فسيولوجي فعند زيادة مستوى الكلوكوز في الدم يفرز الأنسولين الذي يقوم بتحويل الفائض منه الي كلايكوجين يخزن في الكبد فينخفض مستوى الكلوكوز الى الحد الطبيعي وعندئذ فقط يتوقف افراز المزيد من الأنسولين، ومستوى الهرمون ضد الأبالة ADH مثال آخر اذ يفرز هذا الهرمون من الفص الخلفي للغدة النخامية ويسيطر على اعادة الامتصاص النبي للماء. يزداد افرازهذا الهرمون عند فقدان الجسم للماء وارتفاع الضغط التناضحي للدم فيعاد امتصاص الماء من السائل في داخل النبيب الملتوي الداخلي في النفرون وعندئذ ينخفض الضغط التناضحي للدم ويتوقف افراز الهرمون.

٥. التنسيق الخارجي External Co - ordination

تؤثر التغييرات في عوامل البيئة الخارجية على نشاط وسلوك الاحياء، لذلك جهز التطور العضوي الأحياء بقابليات لفحص المحيط واستشعار مايطرأ عليه من تغيرات ومثل هذه القابليات صارت في الأحياء الوحيدة الخلية من خصائص البروتوبلازم غير انها انتقلت الى الجهاز العصبي وأعضاء الحس الخاص في المتعددة الخلايا، ففي الفقريات تصل المعلومات عن المحيط الخارجي من المستقبلات الي 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 بمستوي الحبل الشوكي من غير أن يتدخل الدماغ، وذلك لكون رد الفعل السريع يجنب الحيوان الخطر ولايحتاج الى تفكير. أما في حالة تدخل الدماغ فأن الاستجابة تأخذ شكلا معقداً كما يحدث في سلوكيات غريزية تحسباً لظروف الشتاء كجمع الغذاء او الهجرة الى اماكن مناسبة. قد تأخذ الاستجابة شكلاً تكيفيا مثل السبات او نمو الفراء بغزارة أو بناء المساكن وتبدل في عادات التغذية والملبس كما يحدث عند البشر.