الفصل الأول

مفاهيم فسيولوجية أساسية

أساسيات في علم الفسيولوجيا

مفهوم وأهمية الفسيولوجيا

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 الصماء... إلخ».

وهذا يعني:

- وصف وظائف الأعضاء في الكائنات الحية «الإنسان، الحيوان، النبات .. إلخ».
- 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 ماهي وظيفة هذا العضو أو ذاك، فإن هذا الوصف غير كافٍ ولكن الأهم أن نفسر كيف يؤدي ذلك العضو تلك الوظيفة ونحاول اكتشاف آلية هذه الوظيفة فضلًا عن دراسة العلاقة بين أنشطة أعضاء الكائن الحي والعوامل التي تؤثر على هذه الأنشطة إذ يعتمد علم الفسيولوجي على الفيزيائية والكيميائية والحيوية بالجسم.

إن الفسيولوجيا ترتبط مع العلوم المورفولوجية مثل علم التشريح، علم الخلية،

علم الأنسجة وارتباطه أيضًا مع الكثير من علوم الطب فضلًا عن ارتباطه بعلم النفس ليشكل ما يسمى بعلم النفس الفسيولوجي، إن ما يهمنا بالموضوع هو ارتباط علم الفسيولوجي بعلم التدريب الرياضي.

تعتمد الدراسات الفسيولوجية على الملاحظة والتجريب للظواهر الحية لوصفها وتقديرها «نوعًا وكمًا» أو التعبير عنها في صور رقمية حجمية مع تسجيل النتائج في شكل كتابي أو أفلام... إلخ، من خلال كل ذلك فإن الدراسات الفسيولوجية تهدف أساسًا إلى محاولة الإجابة عن الأسئلة الآتية:

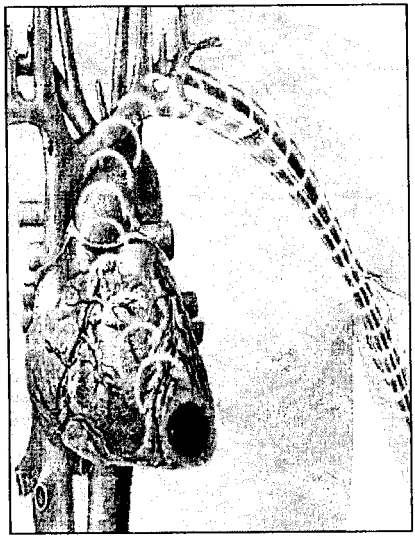
١- ماهي الوظيفة؟

٢- كيفية أداء هذه الوظيفة.

٣- ماهي العوامل المؤثرة على الوظيفة؟

٤- 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.

١- ضخ الدم إلى جميع أجزاء الجسم تزويد أنسجة وخلايا الجسم بالأوكسجين والمواد الحيوية ... وهذا هو الجواب على السؤال الأول.

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.

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

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..

أهمية الفسيولوجيا في التدريب الرياضي

تعد الدراسات الفسيولوجية في مجال فسيولوجيا التدريب أو فسيولوجيا الرياضة من الموضوعات الرئيسية للعاملين في حقل التربية الرياضية والتدريب الرياضي، والتي من خلالها أمكن التعرف على تأثير طرائق التدريب البدني على الأجهزة الحيوية لجسم الرياضي نتيجة الاشتراك في المنافسات أو التدريب، والتي من خلالها تستطيع تقنين حمل التدريب بما يتلائم وقدرة الفرد الفسيولوجية، وذلك للاستفادة من تأثيراته الإيجابية وتجنب التأثيرات السلبية التي ستؤثر حتمًا على الحالة الوظيفية مما يؤدي إلى الإخفاق في الإنجاز، فضلًا عن الحالة الصحية والتي قد تؤدي إلى إصابات مرضية خطيرة إذا ما عرفت واكتشفت بصورة مبكرة.

لذا فإن علم فسيولوجيا التدريب الرياضي يهتم بدراسة التغيرات الفسيولوجية التي تحدث أثناء التدريب «مزاولة النشاط البدني» بهدف استكشاف التأثير المباشر من جهة والتأثير البعيد المدى من جهة أخرى، والذي تحدثه التمرينات البدنية أو الحركة بشكل عام على وظائف أجهزة وأعضاء الجسم المختلفة مثل «العضلات، الجهاز العصبي، الجهاز العضلي، جهاز الدوران..... إلخ». لذا يعد علم فسيولوجيا التدريب الرياضي واحد من أهم العلوم الأساسية للعاملين في مجال التدريب الرياضي،

فإذا كان علم الفسيولوجي العام يهتم بدراسة كل وظائف الجسم فإن علم فسيولوجيا التدريب يعني «بأنه العلم الذي يعطي وصفًا وتفسيرًا للمؤشرات الفسيولوجية الناتجة عن أداء التدريب لمرة واحدة أو تكرار التدريب لعدة مرات بهدف تحسين استجابات أعضاء الجسم».

إن التدريب لمرة واحدة أو مزاولة أية نشاط بدني تحدث ردود أفعال للأجهزة الوظيفية نتيجة هذا النشاط، ومن ثم يحدث ما يسمى «بالاستجابة» وهذا يرتبط بالنقطة الأولى وهي عبارة عن تغيرات مفاجئة مؤقتة تحدث في وظائف أعضاء الجسم نتيجة للجهد البدني الممارس لمرة واحدة، وهذه التغيرات تختفي وتزول بزوال الجهد ومنها «زيادة معدل ضربات القلب، ارتفاع ضغط الدم وخصوصًا الانقباضي، زيادة معدل أو عدد مرات التنفس».

أما إذا كانت مزاولة الرياضة أو النشاط البدني والتدريب لعدة مرات فإن هذه التغيرات الفسيولوجية تحدث لدى الأجهزة الوظيفية وتبقى وتستمر بالتطور إلى أن تصبح حالة تكيف لهذه الأجهزة على الحالة الوظيفية الجديدة وهذا ما يطلق عليه في المصطلح الفسيولوجي «التكيف»، وتشمل تغيرات وظيفية وبنائية مثل «نقص معدل أو عدد ضربات القلب وقت الراحة، زيادة حجم الضربة، زيادة حجم الناتج القلبي، قدرة القلب على ضخ أكبر كمية من الدم إلى العضلات العاملة أثناء الجهد مع الاقتصاد في صرف الطاقة»، فضلًا عن تكيف الجهاز العصبي.

أهمية علم الفسيولوجي في المجال الرياضي

١- الانتقاء:

إن اكتشاف الخصائص الفسيولوجية التي يتميز بها الفرد ثم توجيهه لممارسة فعالية معينة بما يتناسب وخصائصه البيولوجية سوف يؤدي إلى تحسين المستويات الرياضية المتميزة خلال المنافسات الرياضية مع الاقتصاد بالجهد والمال الذي يبذل مع أفراد ليسوا

صالحين في ممارسة أية نشاط أو إن قابليتهم محدودة في هذا النشاط أو ذاك، وذلك يمكن أن يتم من خلال قياس أو اختبار أجهزة «الجهاز العضلي، جهاز الدوران، التنفس ... إلخ». إذ يتم توجيه الرياضي إلى الفعالية المناسبة المتطابقة مع إمكاناته الفسيولوجية.

٢- تقنين حمل التدريب:

إن تقنين حمل التدريب بما يتناسب والقدرة الفسيولوجية للرياضي تعد من أهم العوامل لنجاح المنهج التدريبي ومن ثم تحسين الإنجاز، إذ يعد حمل التدريب هو الوسيلة لإحداث التأثيرات الفسيولوجية للجسم مما يحقق تحسين استجاباته وتكيف أجهزته.

ويعتبر استخدام الحمل البدني الملائم للرياضي هو الشيء المهم، إذ أن استخدام أحمال بدنية يقل مستواها عن إمكانية الرياضي الفسيولوجية لن تؤدي إلى تطوير أجهزته الداخلية ويصبح التدريب مضيعة للوقت. أما إذا زادت هذه الأحمال عن قابلية الرياضي فأنها سوف تؤدي إلى الإرهاق وتدهور حالة الرياضي الصحية وكثرة الإصابات.

٣- التعرف على التأثيرات الفسيولوجية للتدريب:

عند أداء مكونات حمل التدريب الخارجي من حيث الحجم والشدة والاستشفاء خلال الجرع التدريبية لا يمكن للمدرب أن يفهم ويلاحظ مدى تطابق مكونات هذا الحمل مع قدرة الرياضي الفسيولوجية أثناء أداء مجموعات التمارين البدنية إلا من خلال الملاحظة أو سؤال الرياضي أو من خلال الزمن الذي طبق خلال الأداء أو الراحة، وهذا يعتمد على مدى التقويم الذاتي وصدق الرياضي، إلا أن الفهم الصحيح والتطابق ما بين مكونات الحمل الخارجي وإمكانية وقدرة الأجهزة الداخلية «الحمل الداخلي» للرياضي تأتي من خلال المؤشرات الفسيولوجية مثل النبض أثناء أو بعد الأداء مباشرة لمعرفة شدة الحمل البدني الممارس، فضلًا عن النبض وقت الراحة لمعرفة هل وصل الرياضي إلى مرحلة الاستشفاء أو لا وفق القدرة البدنية المراد تطويرها إضافة إلى الراحة بين التكرارات والمجاميع.

٤- الاختبارات والمقاييس:

تعد الاختبارات الفسيولوجية من أهم العوامل التي يجب أن تصاحب المنهج التدريبي حتى نتمكن من التأكد من ملائمة حمل التدريب لمستوى الرياضي، ومن ثم يمكن رفع وخفض حمل التدريب على وفق هذه الاختبارات، كما تساعد الاختبارات الفسيولوجية على الكشف عن أي خلل في الحالة الصحية ومن ثم معالجة ذلك قبل أن تتفاقم لدى الرياضي مما يؤدي إلى عدم المشاركة في التدريب أو المنافسة وحتى إلى خسارة الرياضي.

٥- الحالة الصحية:

إن تحسين الحالة الصحية للرياضي تعد واحدة من الأهداف التربوية للتدريب الرياضي. والتقنين الخاطئ لحمل التدريب يؤدي إلى حدوث خلل في أجهزة الرياضي، ولعل السبب المباشر لعلماء الطب الرياضي وفسيولوجيا التدريب عن الكشف على الحالة الصحية للرياضي إنما ناتج عن الزيادة الهائلة لأحمال التدريب من حيث الحجم والشدة، وهذا مما يتوجب على المدرب فهم البيانات الفسيولوجية عن تأثير حالة التدريب على حالة الرياضي الصحية، إن قلة الفهم الفسيولوجية من قبل المدرب واللاعب عن كيفية تخليص الجسم من الحرارة وأهمية تناول الماء في الجو الحار فضلًا عن التغيرات الفسيولوجية التي تحدث أثناء ممارسة النشاط الرياضي قد تؤدي إلى الإضرار بالرياضي من الناحية الصحية فضلًا عن نوع الغذاء المتناول.

من خلال ما تقدم شرحه من مفهوم وأهمية لكل من الفسيولوجيا بصورة عامة وفسيولوجيا التدريب الرياضي بصورة خاصة، إن ما يهمنا بالموضوع هو دراسة الإنسان على وفق كل ما ذكر الذي يعد أكبر أعجوبة في بنائه وتركيب أجزائه ووظائف أعضائه، إن تركيب هذا الكائن الحي الفريد يتكون من:

(١) **الخلية:** وهي أصغر وحدة بنائية في جسم الإنسان فالدماغ مثلًا يحتوي على

(١٣) مليار خلية عصبية فهي وحدة بنائية ووظيفية، إذ يوجد في جسم الإنسان عدة خلايا.

(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 هي: «الطلائية، الضامة، العضلية، العصبية».

(٣) **العضو**: هو ارتباط نسيجان أو أكثر بطريقة خاصة وهذه الأعضاء أكثر تعقيدًا 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 ----->> النسيج 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 وظيفيًا والأجهزة أكثر وحدات الجسم تعقيدًا ويؤدي كل منها وظيفة معينة أو مجموعة من الوظائف.

مثال: الجهاز الهضمي يؤدي وظائف عديدة هي:

- تناول الغذاء وهضمه.
- امتصاص وطرد الفضلات التي لا يمكن هضمها.

هذا إذًا هو جسم الإنسان مجموعة من الأجهزة المعقدة يتألف كل منها من عدة أعضاء، وكل عضو من عدة أنسجة، وكل نسيج من عدة خلايا ومحصلة هذه الوظائف جميعها تكوّن ما يسمى بالنشاطات الحيوية للإنسان «هي الحياة نفسها».

وأخيرًا تقسم الدراسات الفسيولوجية إلى ثلاثة أقسام:

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... إلخ، فهو يدرس التنفس مثلًا كعملية حيوية بصورة عامة وهذا يعتمد على بناء الخلية والتي تتشابه في كثير من الخواص «خلية أرنب، سمكة، ضفدعة» هي واحدة ومتشابهة.

٢- **فسيولوجيا المجموعات الخاصة:** ويعنى هذا الفرع بدراسة الخصائص الوظيفية لمجموعة معينة من الحيوان أو النبات مثل فسيولوجيا «الثدييات، الحشرات، الأسماك» وقد تختص بدراسة نوع واحد «فسيولوجيا الإنسان مثلًا».

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

المصطلحات الأساسية في الفسيولوجيا

١- الأيض:

- كل التغيرات الكيميائية «الاستجابات» التي تحدث في الجسم أثناء إنتاج الطاقة للشغل أو العمل.
- عبارة عن التحولات التي تحدث لعناصر الغذاء الأولية المختلفة بعد امتصاصها من القناة الهضمية إلى الدم إلى أن تتأكسد داخل الخلايا لتعطينا الطاقة أو الحرارة التي يحتاجها الجسم لبناء مادته أو الحفاظ على حياته.

٢- العتبة التدريبية:

- هي الحد الأقصى لمعدل القلب الذي تحدث عنده الفائدة المرجوة من التدريب الرياضي وتمثل حوالي ٦٠٪ من احتياطي معدل القلب.
- أو هي مقدار الشدة الكافية لتحقيق الاستجابة المناسبة للجهازين الدوري والتنفسي أثناء الجهد البدني ويصل معدل القلب إلى ٦٠٪ من معدل القلب.

٣- العتبة الفارقة اللاهوائية:

- مستوى شدة الحمل البدني التي يزيد عندها معدل انتقال حامض اللاكتيك من العضلات إلى الدم بدرجة تزيد عن معدل التخلص منه.
- قدرة العضلات على العمل مع كفاءة الأنظمة الخاصة بتخليص الجسم من حامض اللاكتيك الناتج عن ذلك.
- حد التمرين الذي يكون عنده الإنتاج اللاهوائي للطاقة.

٤- الكفاءة اللاهوائية:

- قدرة الفرد في تكرار انقباضات عضلية قوية تعتمد على إنتاج الطاقة بطريقة لاهوائية وبمعدل «مدة» لا تزيد عن (١ – ٢) دقيقة.

٥- التحمل الهوائي:

- قدرة الجسم على استهلاك أكبر قدر من الأوكسجين خلال وحدة زمنية معينة وبالتالي إنتاج طاقة حركية تمكن الفرد من الاستمرار في الأداء البدني لفترة طويلة مع تأخير ظهور التعب.

٦- العتبة الأوكسجينية:

- هي العتبة التي بعدها يبدأ التحسن في النظام الأوكسجيني وتساوي ٦٠٪ من

HR–max. هي بداية الدخول إلى النظام الأوكسجيني بعد النظام اللاأوكسجيني.

٧- القدرة الأوكسجينية:

- ويطلق عليها المطاولة الهوائية وهي مقياس اللياقة البدنية من خلال قياس VO2 max. (قدرة الجسم على إنتاج الطاقة بوجود الأوكسجين).

٨- القدرة اللاأوكسجينية:

- قدرة الجسم على إنتاج الطاقة اللازمة للتقلص العضلي بدون الاعتماد على الأوكسجين، أي عدم الاعتماد على الأوكسجين الجوي.

٩- التمارين البدنية الأوكسجينية:

- هي تلك التمارين التي تؤدي إلى تحسين كفاءة نظم إنتاج الطاقة بوجود الأوكسجين وكذلك تحسين التحمل الدوري التنفسي.

١٠-الحالة الثابتة:

- هي تلك الحالة التي يستقر عندها الأداء بمعدل نبض ثابت تقريبًا لمدة معينة من الزمن وتبدأ بعد العمل اللاأوكسجيني «أو العجز الأوكسجيني».

١١- القدرة اللاأوكسجينية القصوى:

- وهي القدرة على إنتاج أقصى طاقة أو شغل بالنظام الفوسفاجيني وتتراوح ما بين (١ –١٠) ثانية وتشمل جميع الأنشطة الرياضية التي تؤدى بأقصى سرعة وقوة وفي أقل وقت.

١٢- القدرة اللاأوكسجينية اللاكتيكية «التحمل اللاأوكسجيني»:

- وهي القدرة على الاحتفاظ أو تكرار انقباضات عضلية قصوى اعتمادًا على إنتاج

الطاقة اللاأوكسجيني بنظام حامض اللاكتيك وتتراوح ما بين (١ -٢) دقيقة وتشمل جميع الأنشطة الرياضية التي تؤدى بأقصى انقباضات عضلية.

١٣- اللياقة الفسيولوجية:

- لياقة كل وظائف الجسم المختلفة وكفاءة عمل جميع أجهزته.

١٤- الكفاءة البدنية:

- كفاءة الجسم في إنتاج الطاقة الهوائية واللاهوائية خلال النشاط البدني.
- إمكانية الجسم في توفير مواد الطاقة الهوائية واللاهوائية اللازمة لأداء أقصى عمل عضلي ميكانيكي والاستمرار فيه لأطول فترة زمنية ممكنة.

١٥- اللياقة الدورية التنفسية:

- قدرة الجهازين الدوري والتنفسي على توجيه الأوكسجين إلى العضلات العاملة لاستهلاكه أثناء العمل البدني الذي يؤديه لمدة طويلة.

١٦- الوحدات الحركية:

- عبارة عن العصب المحرك ومجموعة الألياف العضلية التي يسيطر عليها ذلك العصب.
- مفهوم وظيفي يربط عمل جهازين مختلفي التركيب والوظيفة «هما الجهاز العصبي والجهاز العضلي».

١٧- المغازل العضلية:

- جسيمات خاصة تتحسس التغير الحاصل في طول العضلة «معدل ذلك التغير» وتكون منتشرة في العضلة ومتمركزة في الوسط.

١٨- أجسام كولجي الوترية:

- عبارة عن حويصلات مضغوطة من وسطها تتصل ببعضها البعض بواسطة خيوط تسمى الخيوط الشبكية أهم وظائفها تكوين الهرمونات والانزيمات.
- وهي عبارة عن أجسام الجس بالعضلة تعمل ضد المغازل العضلية.

١٩- بيوت الطاقة:

- أحد عضيات الخلية ليس لها شكل ثابت وتتغير حسب الحالة الفسيولوجية وهي تحتوي على مواد الطاقة اللازمة للخلية «المواد الزلالية، كلايكوجين، دهون ... إلخ». وهي عبارة عن حبيبات دقيقة أو عصى قصيرة أو خيوط.

٢٠- الاستجابة:

- عبارة عن ردود الأفعال التي تحدث في الأجهزة الداخلية عند التدريب لمرة واحدة. تغير في البناء أو الوظيفة تحدث نتيجة التدريب لمرة واحدة.

٢١- التكيف:

- تغير أو أكثر في البناء أو الوظيفة تحدث كنتيجة لتكرار مجموعة من التمرينات البدنية.

٢٢- هرمونات:

- مادة كيميائية تنتج بواسطة خلايا خاصة «الغدد» وتفرز داخل الدم حيث تنتقل لتؤثر على الأنسجة المحددة.

٢٣- الخلية:

- عبارة عن مادة حية معقدة التركيب على درجة كبيرة من التنظيم، من حيث البناء والهدم كما تؤدي كل خلية وظيفة معينة.

٢٤- الدين الأوكسجيني:

- كمية الأوكسجين التي تستهلك خلال فترة الاستشفاء وهي تزيد عن كمية الأوكسجين التي تستهلك وقت الراحة.

٢٥- النغمة العضلية :

- تعرف بأنها «الانقباض الضعيف الناشئ من انقباض بعض اللويفات العضلية».
- وتختلف عدد اللويفات المنقبضة في النغمة العضلية باختلاف وضع الجسم (وقوف ـ جلوس)، والنغمة العضلية تجعل العضلة معدة للحركة، إذ إن عدم وجود نغمة عضلية بالعضلة تجعل انقباضها يبدأ من الصفر ويكون بطيئًا.

٢٦- النقص الأوكسيجيني:

- الفرق بين كمية الأوكسجين المستهلك منذ الدقائق الأولى حتى الوصول إلى الحالة الثابتة أثناء الأداء «أو التدريب أو الجهد».

٢٧- معدل التمثيل الأساسي:

- هو قياس لكمية الطاقة المستهلكة في الجسم أثناء الراحة.

٢٨- النشاط البدني:

- أية حركة ناتجة من العضلات الهيكلية المكونة للجسم والذي تنتج عنه استهلاك طاقة.

٢٩- التقلص البدني:

- هو عبارة عن تحويل طاقة كيميائية مخزونة في العضلة إلى طاقة حركية «ميكانيكية» بمساعدة البناء التركيبي الخاص بالليف العضلي.

٣٠- دورة كريس:

- تحويل ذرات الكاربون إلى ثاني أوكسيد الكاربون (غاز) والتخلص منه مع الزفير، وكذلك تحميل المركبات الفيتامينية للهيدروجين لكي ينقل إلى السلسلة التنفسية.

٣١- السلسلة التنفسية:

- عبارة عن سبعة تفاعلات كيميائية أهميتها تكمن في تحويل الهيدروجين إلى ماء بفعل الأوكسجين القادم من الدم.

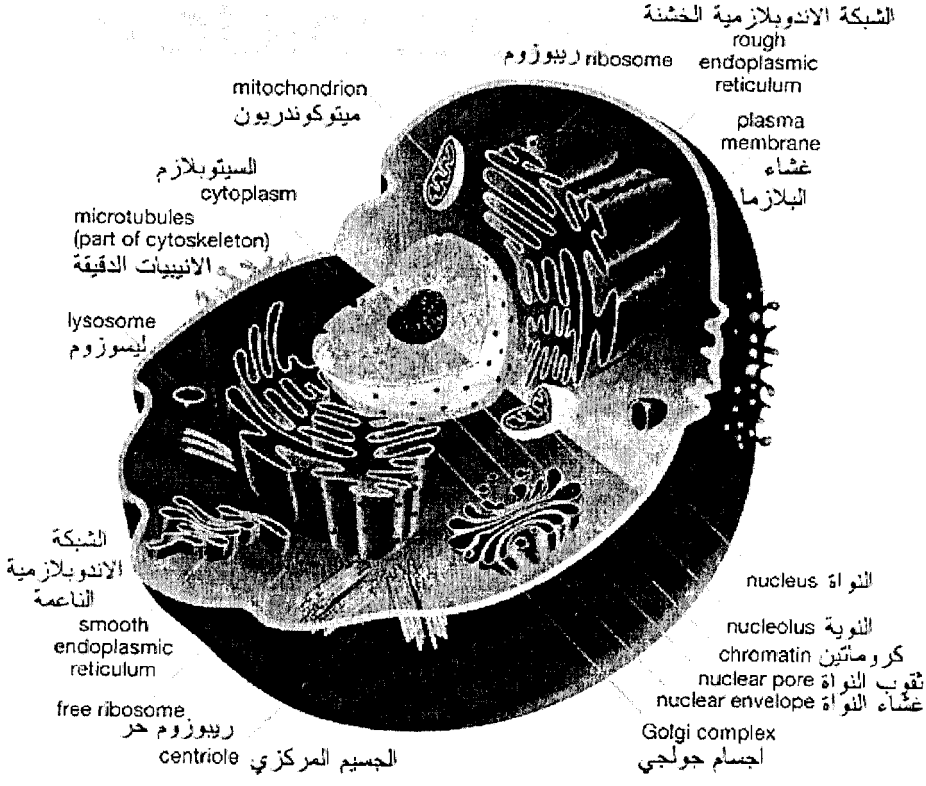
مفهوم الخلية

تعد الخلية الحية cell الوحدة الأساسية في بناء الكائنات الحية على اختلاف أنواعها - إنسانًا أو حيوانًا أو نباتًا - وإن اختلفت في أشكالها ووظائفها. والخلية الحية يمكن اعتبارها عالمًا فريدًا قائمًا بذاته، وعلى درجة عالية من التعقيد على الرغم من صغر حجمها، حيث لا يمكن أن نراها بالعين المجردة. وداخل هذا الكيان المتناه في الصغر توجد آلاف من الجزيئات العضوية المختلفة الأشكال والوظائف. كما يتم داخلها مجموعة من التفاعلات الكيميائية الهامة والمعقدة، وتتم جميع العمليات الحيوية من بناء وهدم. وبمعنى آخر فإن هذه الوحدة تكاد تمثل نشاط الجسم كله، الذي هو نتاج نشاط جميع خلاياه.

ويرجع الفضل في اكتشاف الخلايا الحية إلى العالم الإنجليزي روبرت هوك R.Hooke الذي استطاع في القرن السابع عشر (عام ١٦٦٥) أن يصنع لنفسه ميكروسكوبًا استخدمه في فحص بعض الأنسجة النباتية ومنها نبات الفلين، فاكتشف وجود فراغات صغيرة وتقسيمات منتظمة في رقائق الفلين، منفصلة عن بعضها البعض، وتشبه خلايا عش النحل، وأطلق على كل وحدة من هذه الوحدات خلية، وهو اسم يعني الفجوة الصغيرة. وفي عام ١٦٧٣ استطاع العالم الهولندي ليفنهوك أن يكتشف الخلايا الحيوانية،

بعد أن صنع ميكروسكوبًا ذا قوة تكبيرية أكبر، ساعدت على التعرف على أجزاء النسيج الحيواني. وعلى الرغم من هذا التاريخ الطويل إلا أن الخلية ظلت لفترة طويلة وإلى وقت قريب مجهولة التفاصيل، ولم يتمكن العلماء من معرفة أجزائها ومكوناتها على نحو دقيق إلا في منتصف هذا القرن، وساعدهم في ذلك التقدم التكنولوجي في صنع الميكرسكوبات الإلكترونية، ذات القوة الجبارة في التكبير.

الخلية الحية



صورة خلية حيوانية، تظهر مختلف مكوناتها

وتختلف الكائنات الحية بشكل عام في عدد الخلايا التي تتكون منها، كما تختلف في أشكالها ووظائفها أيضًا. فالكائن الحي الذي يتركب من خلية واحدة ـ كالبكتيريا ـ يقوم بجميع العمليات الحيوية اللازمة لبقائه داخل هذه الخلية الوحيدة. فهي التي تقوم بالحركة والتنفس، وعمليات التمثيل الغذائي، وعمليات التخلص من نواتج هذا التمثيل. بالإضافة إلى ذلك فإنها تقوم بعمليات الدفاع المختلفة التي تحتاجها في التخلص مما يحيط بها من أخطار. ومثل هذا النوع من الكائنات لا يملك أي خلايا متخصصة، تقوم كل منها بوظيفة محددة، وإنما خلية واحدة متعددة الوظائف. والأمر هنا يختلف عن الحيوانات والإنسان حيث نجد ملايين الخلايا المتخصصة.

وإذا ما نظرنا إلى الجسم البشري فسوف نجد أنه يتكون مما يقرب من مائة تريليون خلية أو أكثر. ويكفي القول لتوضيح ذلك بأن البوصة المربعة من جلد الإنسان تحتوي على حوالي مليون خلية، بينما يحتوي المخ على أكثر من ثلاثين بليون خلية. وهذه الخلايا لا توجد في فراغ، وإنما تسبح ـ إن صح التعبير ـ في محيط مائي يمكن تسميته بالبحر الداخلي، حيث يمثل الماء ٦٠٪ من الوزن الكلي لجسم الإنسان. وهذا الماء موزع على النحو التالي: ٤٠٪ موجود داخل الخلايا intracellular، ١٥٪ موجود خارج الخلايا extracellular، ٥٪ في الدم. والخلايا بشكل عام تحصل على احتياجاتها من الغذاء والأكسجين اللازم لعملياتها الحيوية من السائل المحيط بها. وفي نفس الوقت تفرز الخلايا في هذا السائل ما ينتج من هذه العمليات من نواتج احتراق غير مرغوب فيها، ولا يمكن للخلية الاحتفاظ بها داخلها. ويحمل الدم بعد ذلك هذه النواتج لينقلها إلى الكليتين بغرض التخلص منها إلى خارج الجسم في صورة البول.

والخلية الحية داخل جسم الإنسان على درجة عالية من التخصص. وكل مجموعة متشابهة من الخلايا تتخصص في القيام بوظيفة واحدة، أو عدة وظائف متخصصة. وينشأ من تجمع الخلايا معًا ما يُسمى بالنسيج الحي tissue، وكل مجموعة من الأنسجة تتجمع معًا لتكون ما يُسمى بالعضو organ، وكل مجموعة من الأعضاء تكون ما يسمى بالجهاز system. وكي نوضح الأمر فإن تجمع الخلايا العصبية مثلا ينتج عنه تكوين

النسيج العصبي الذي يتجمع ليُكوّن المخ مثلًا والمخيخ والحبل الشوكي. وهي مجموعة من الأعضاء التي تُكوّن في النهاية الجهاز العصبي بشكل عام. ونفس الكلام ينطبق على المريء والمعدة والأمعاء، وكلها تُكوّن الجهاز الهضمي. ولذلك فإننا نلاحظ أن جسم الإنسان يتكون من مجموعة من الأجهزة المتخصصة، التي يقوم كل منها بوظيفة محددة، لا تستطيع الأجهزة الأخرى القيام بها. فوظيفة الجهاز التنفسي مثلًا تتحدد في امتصاص الأكسجين من هواء الشهيق، والتخلص من ثاني أكسيد الكربون، حيث يُعد الغاز الأول مطلوبًا ولازمًا لعمليات التفاعل التي تتم داخل الجسم، بينما يُعد الغاز الثاني أحد النواتج غير المرغوب فيها لعملية التمثيل الغذائي. بينما نرى وظيفة الجهاز الهضمي تتمثل في بلع الطعام وهضمه وتحويله إلى مواد بسيطة يتم امتصاصها، يتم التعامل معها للاستفادة منها وتوزيعها على أجزاء الجسم، وهكذا بالنسبة لبقية الأجهزة.

ونظرًا لهذا التنوع في وظائف أجهزة الجسم المختلفة، فإننا نلاحظ أن كل نسيج خاص بكل عضو إنما يتكون من مجموعة من الخلايا التي تتفق وطبيعة الوظائف التي يقوم بها، سواء من حيث الشكل أو من حيث التركيب. فخلايا الجهاز التنفسي لها القدرة على امتصاص الأكسجين، بالإضافة إلى أن بعضها يحتوى على مجموعة من الأهداب على السطح تساعد في طرد الأجسام الغريبة من مجرى الهواء، حتى يتسنى للرئتين القيام بالوظيفة على نحو أمثل. ولعل كل منا يتذكر أنه عند الإصابة بالبرد وحدوث التهابات في الشعب الهوائية، يظهر السعال (الكحة) الذي يتكرر من حين لآخر حتى يتم طرد الأجسام الغريبة في صورة البلغم. كما نتذكر عند دخول أي طعام أو سائل في الحنجرة بدلًا من المريء، تتحرك عضلات القصبة الهوائية بشدة لتحدث (الشرقة) حتى يتم التخلص من هذا الطعام، ليسمح بعد ذلك بمرور الهواء إلى الرئتين. ويمكن أن نتصور الأمر بالنسبة للأجهزة الأخرى، وما يمكن أن تقوم به من وظائف. ومن ثم يمكن أن نعتبر الخلية وحدة بناء الجسم والوظائف الحيوية. فمجموعها من حيث العدد يؤدي إلى تكوّن الأنسجة فالأعضاء فالأجهزة، ومجموع وظائفها يعطى وظائف الجسم بشكل عام.

أشكال الخلايا وأحجامها

تختلف أحجام الخلايا فمنها الكبير كبيضة الطيور ومنها الصغير كالأميبا حيث يبلغ قطرها ٠,٣ مم والبعض لا يرى إلا بالمجهر كالبكتيريا حيث يبلغ قطرها ٠,٠٠٣ مم.

أما أشكال الخلايا فيكون دائمًا ملائمًا لوظيفتها فمثلًا الخلايا العضلية طويلة لأنها تقوم بالانقباض والانبساط. وهكذا.

وتقسم الخلايا حسب درجة تعقيدها إلى:

١- الخلايا بدائية النواة :نواتها غير محاطة بغشاء نووي كالبكتيريا.

٢- الخلايا حقيقية النواة: نواتها محاطة بغشاء نووي كالحيوانات والنباتات.

تركيب الخلية الحية

ساعد التطور التقني الحديث في صناعة الميكروسكوبات (المجاهر) الإلكترونية على الكشف عن الكثير من مكونات الخلية الحية، والتي كانت إلى وقت قريب عالمًا شبه مجهول. بل إن الأمر لم يقتصر على معرفة الأجزاء العامة للخلية، بل وصل إلى حد التعرف على طبيعة الأجزاء الدقيقة في كل جزء من أجزائها. بالإضافة إلى ذلك فقد تم تزويد هذه الميكروسكوبات بأجهزة الكمبيوتر التي يمكنها تسجيل أجزاء الخلية والاحتفاظ بها، وكذلك رصد ما يحدث داخل الخلية من حركة الجزيئات وتفاعلاتها الكيميائية.

وتعتبر الخلية ببساطة تجمعًا لمجموعة من الجزيئات التي يحيط بها غشاء محدد. وتتكون الخلية بصفة عامة من جزءين: الأول غشاء أو جدار الخلية، والثاني مادة البروتوبلازم protoplasm التي يحيط بها الغشاء، وتتميز إلى جزءين: سائل هلامي يُطلق عليه السيتوبلازم cytoplasm، ونواة الخلية. وفيما يلي تناول هذه الأجزاء.

أولًا: غشاء الخلية:

يُعد غشاء الخلية cell membrane بمثابة الجدار الواقي الذي يحمي الخلية، ويحافظ

على محتوياتها، وينظم العلاقة بينها وبين ما يحيط بها، وينظم ما يدخل إليها، وما يخرج منها. بالإضافة إلى أنه المسئول عن الشكل العام للخلية نظرًا لأنه يحيط بالسائل الهلامي الذي يتشّكل تبعًا لطبيعة جدار الخلية، بالضبط كما يتشكل الماء في الإناء الذي يحتويه. وتمثل أغشية الخلايا الحدود التي تفصل بين بعضها البعض. وقد أطلق كارل نيجلي K. Nageli عام ١٨٥٥ على هذه الأغشية اسم الغشاء البلازمي plasma membrane.

ويتكون غشاء الخلية من بعض الجزيئات العضوية الدهنية التي تعرف بالفوسفوليبدات phospholipids حيث يشير المقطع (فوسفو) إلى الفوسفور، والمقطع (ليبيدات) إلى الدهون. بالإضافة إلى جزيئات البروتين. ويتكون جدار الخلية من المئات من هذه الجزيئات التي تتراص بجوار بعضها البعض بانتظام شديد، وبطريقة معقدة تشكل في النهاية ذلك الغشاء المحيط بالخلية. ويمكن أن نصور جزيء الفوسفوليبيد على نحو مبسط بجزءين: الأول يسمى رأس الجزيء وهو الذي يحتوي على الفوسفور، والثاني ذيل الجزيء ويتكون من الدهون. ويعد رأس الجزيء محبًا للماء hydrophilic head أي ينجذب نحو الماء، بينما يعد ذيل أو هدب الجزيء كارهًا للماء hydrophobic أي يبتعد عن الماء.

ويتكون الغشاء من طبقتين من الفوسفوليبيدات توجدان في اتجاهين متضادين. ونظرًا لأن الخلية كما سبق وقلنا تسبح في الماء داخل الجسم، فإن الجزيئات المكونة لجدارها تنتظم بطريقة معينة، حيث تنتظم الجزيئات في الطبقة العليا بحيث تتجه الرؤوس الفوسفورية إلى الخارج لتلامس الماء الموجود خارج الخلية، بينما تنتظم جزيئات الطبقة السفلي بحيث تتجه الرؤوس الفوسفورية إلى الداخل لتلامس الماء الموجود بداخل الخلية. وعلى هذا النحو تصبح الذيول الدهنية (الكارهة للماء) لجزيئات كل من الطبقتين واقعة في وسط جدار الخلية، ومبتعدة عن الماء.

وبالإضافة إلى جزيئات الفوسفوليبيدات المكونة لغشاء الخلية توجد جزيئات أخرى هامة هي جزيئات البروتين، التي تتخلل طبقة الفوسفوليبيدات، ولها العديد من الوظائف، إذ أنها تساعد على دعم وتقوية جدار الخلية، كما تعمل كمناطق فصل بين

الأجزاء الدهنية في الغشاء، بالإضافة إلى أنها تعمل على حمل المواد التي سيتم نقلها من الخلية أو إليها، حيث تستقبل الهرمونات وتعمل كقنوات تساعد على عملية التبادل بين السيتوبلازم داخل الخلية من ناحية، والوسط المائي المحيط بالخلية من ناحية أخرى. كذلك تلعب هذه البروتينات دورًا هامًا في عمليات الدفاع داخل جسم الإنسان، لأنها تعمل على تمييز خلايا الجسم عن غيرها من الخلايا الدخيلة ممثلة في الميكروبات، وبالتالي فهي تساعد الأجسام المضادة antibodies التي يفرزها الجسم للدفاع عن نفسه، في التعرف على الخلايا الغريبة عنه لتهاجمها، وتترك خلايا الجسم.

ويتميز غشاء الخلية بخاصية هامة هي خاصية شبه النفاذية semi permeability، فغشاء الخلية غشاء شبه نفاذ، أي يسمح لبعض المواد بالنفاذ من خلاله ولا يسمح للبعض الآخر بذلك. وهذه الخاصية تساعده على التحكم بصورة بالغة في نفاذ المواد الداخلة إلى الخلية أو الخارجة منها، وذلك وفقًا لاحتياجات الخلية. وتوجد على هذا الجدار بوابات gates ومستقبلات خاصة تعمل على تنظيم هذه العملية.

ثانيا: البروتوبلازم:

يعد البروتوبلازم المادة الأساسية للحياة، وكلمة البروتوبلازم كلمة ذات أصل لاتيني ذات مقطعين (بروتو) وتعني أولي أو أساسي، و(بلازم) وتعني المادة الحية، والكلمة في مجملها تعني المادة الحية الأولية. والبروتوبلازم مادة شبه سائلة تشبه في قوامها زلال البيض، ويشكل الماء أربعة أخماس وزنها، وتسبح فيها الكثير من الأجسام العضوية على هيئة حبيبات. كما يوجد فيها العديد من المواد العضوية كالكربوهيدرات، والدهون، والبروتينات، والأحماض النووية. بالإضافة إلى ذلك توجد الأملاح المعدنية كأملاح الحديد والكالسيوم والصوديوم والبوتاسيوم وغيرها. وكما سبق وذكرنا فإن البروتوبلازم ينقسم أو يتميز إلى السيتوبلازم، ونواة الخلية. وسنعرض فيما يلي لكل منهما.

أ- السيتوبلازم:

السيتوبلازم cytoplasm كلمة مكونة من مقطعين (سيتو) بمعنى له علاقة

بالخلية، و(بلازم) أى المادة الحية، والكلمة في مجملها تعني المادة الحية الخاصة بالخلية. وهو سائل هلامي يوجد داخل الخلية، ويحيط به جدارها. ويشكل الماء ٦٠-٩٠٪ من وزنه. والسيتوبلازم سائل لزج يشبه في قوامه بياض البيض، تسبح فيه مئات من الجسيمات المختلفة الأشكال والوظائف والتركيب. ويتكون هذا السائل من الأحماض الأمينية Amino Acids (وهى الجزيئات المكونة للبروتينات) مع مزيج من المواد الكيميائية العالقة به أو الذائبة فيه. وتتم في هذا السائل عمليات التفاعل الكيميائي المستمر، والمسئول عن النشاط الحيوي في جسد الكائن الحي. ويحتوي السيتوبلازم على مجموعة هامة من المكونات تشمل: الشبكة الإندوبلازمية، والريبوسومات، والميتوكوندريا، وجهاز جولجي، والليسومات، والجسم المركزي أو ما يعرف بالسنتروسوم. وفيما يلي تركيب ووظيفة كل من هذه المكونات:

١ - الشبكة الإندوبلازمية:

اكتشف بورتر Porter الشبكة الإندوبلازمية Endoplasmic Reticulum عام ١٩٤٥. وتشير الكلمة الأولى منها (Endoplasmic) إلى وجود شيء بداخل السيتوبلازم، بينما تعني الكلمة الثانية (Reticulum) الشبكة. والكلمة في مجملها تعني الشبكة الموجودة داخل السيتوبلازم. وتعد هذه الشبكة محطة الريبوسومات المسئولة عن تكوين البروتينات.

وتتكون الشبكة الإندوبلازمية من مجموعة من التجاويف الدقيقة جدًا، والتي تتخذ شكل الأنابيب الوعائية التي تحيط بها أغشية رقيقة، وتتشابك هذه الأنابيب لتكون داخل الخلية شبكة متصلة. ويمكن القول بأن هناك نوعين على الأقل من الشبكات الإندوبلازمية: الأول النوع الخشن، وفيه نجد على السطح الخارجي للشبكة مجموعة من الحبيبات الدقيقة هي الريبوسومات، وهو ما يعطيها السطح الخشن، والنوع الثاني النوع الأملس الذي يفتقر إلى هذه الريبوسومات، فيكون سطحها أملسًا. وتلعب هذه الشبكة دورًا رئيسيًا في توصيل الغشاء الخارجي للسيتوبلازم، بالغشاء الداخلي لنواة الخلية، كما أنها تمتد فيما بين الخلايا لتصل

إلى أغشية الخلايا المجاورة، مما يساعد على ترابط الشبكة الإندوبلازمية للخلايا المختلفة. وتمثل الشبكة الإندوبلازمية دعامة داخلية لسيتوبلازم الخلية، وكأنها هيكل يقوي من شكل الخلية.

ويمكن أن نوجز وظائف هذه الشبكة في أنها تعمل على توصيل المواد الغذائية داخل أجزاء سيتوبلازم الخلية الواحدة، أو تعمل على نقل هذه المواد من نواة الخلية إلى السيتوبلازم، أو نقلها من خلية إلى أخرى. كما تعمل على نقل المواد من خارج الخلية إلى داخلها. بالإضافة إلى ذلك يقوم النوع الخشن منها (المحتوى على الريبوسومات) بدور هام في تكوين وتخليق البروتين، بينما يقوم النوع الأملس منها (المفتقر إلى الريبوسومات) بتخليق وتكوين الدهون والجليكوجين، ولذلك يكثر هذا النوع في الأماكن المسئولة عن تخليق هذه المكونات كالخلايا الدهنية، وخلايا الكبد.

٢- الريبوسومات:

الريبوسومات Ribosome عبارة عن حبيبات دقيقة جدًا توجد بكثرة على السطح الخارجي للشبكة الإندوبلازمية الخشنة، كما أنها توجد متجمعة بين أجزاء هذه الشبكة في السيتوبلازم. وتتكون هذه الحبيبات من الحمض النووي المعروف باسم حمض الريبونيوكلييك Ribo Nucleic Acid، والمعروف اختصارا بالـ (R.N.A) أو الرنا. وتعتبر الريبوسومات المصانع الرئيسية المسئولة عن تخليق البروتين، حيث تحتوي على مجموعة من الإنزيمات التي تعمل على ربط الأحماض الأمينية.

٣- الميتوكوندريا:

وُصفت الميتوكوندريا Mitochondria على يد العالم فليمنج Flemming، ولكن كان أول من سماها بهذا الاسم العالم بيندا Benda عام ١٨٩٧. وتتكون الكلمة من مقطعين (ميتو) وتعنى الخيط، و(كوندريا) وتعنى الحية. وتعتبر الميتوكوندريا المصانع الرئيسية المولدة للطاقة في الخلية. وهى عبارة عن جسيمات صغيرة مستطيلة

أو عصوية الشكل تسبح في السيتوبلازم، وتوجد داخل الخلايا بأعداد متوسطة، وإن كانت بعض أجزاء الجسم كخلايا الكبد تحتوي على أعداد هائلة منها تصل إلى الآلاف، بل وقد يصل حجمها إلى ٢٠٪ من وزن الخلية. وتحتوي الميتوكوندريا على إنزيمات التنفس أو الإنزيمات اللازمة لعملية الأكسدة، كما تحتوي على أماكن تخزين الطاقة. وتتركب الميتوكوندريا من جزءين رئيسيين: الغلاف أو الجدار، والحشوة أو الجزء الداخلي أو الجسم.

أما عن الجدار فهو يتكون من طبقتين أو غشاءين رقيقين يفصل بينهما فراغ صغير. ويعطي الغلاف الخارجي الشكل الخاص بالميتوكوندريا، بينما ينثني الغشاء أو الغلاف الداخلي فيعطي شكلًا متعرجًا داخل جسم الميتوكوندريا، وهذه التعرجات تساعد على زيادة مساحة السطح الداخلي الذي تتم فيه عمليات الأكسدة.

أما الحشوة أو الجسم الداخلي للميتوكوندريا فهو عبارة عن مادة عالية اللزوجة، تحتوي على بروتينات ودهون، وحبيبات الحمض النووي ديوكسى ريبونيوكلييك Deoxy ribo Nucleic Acid والمعروف اختصارا بالـدنا أو الـ (D.N.A). وفي هذا الجزء تتم عمليات أكسدة المواد الغذائية، وتحتاج عمليات الأكسدة هذه إلى مصدر مستمر من مصادر الطاقة، لدفع عمليات التفاعل (الأكسدة) إلى نهايتها. وتنتج من هذه العمليات أيضا كميات هائلة من الطاقة، يتم تخزينها لحين الاستفادة منها مرة أخرى في عمليات التفاعل. ويتم تخزين هذه الطاقة على هيئة مركبات تسمى مركبات أدينوزين ثلاثي الفوسفات Adenosine Tri Phosphate والتي تعرف اختصارا باسم (A.T.P). وهذا المركب يتحول إلى مركب الأدينوزين ثنائي الفوسفات Adenosine Di Phosphate أو (A.D.P) حيث ينتج من هذا التحول انطلاق الطاقة، ثم يتحد الـ (A.D.P) بمجموعة فوسفات أخرى ليكوّن الـ (A.T.P) وهكذا، لتخرج الطاقة التي تستخدمها الخلية والكائن الحى بوجه عام في وظائفها المختلفة.

وتستطيع الخلية أن تعيد استخدام الطاقة المختزنة على عدة أشكال، فهي تستطيع تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة حركية تستخدمها العضلات، وقد تحولها إلى طاقة كهربية تستخدمها الأعصاب في نقل إشاراتها.

ويُعد سكر الجلوكوز Glucose هو المصدر الأساسي للطاقة بالنسبة للجسم، ويتحول الجلوكوز مع عمليات الأكسدة إلى ثاني أكسيد الكربون والماء، وينتج عن إحراق أو أكسدة مقدار قدره ١٨٠ جرامًا من الجلوكوز طاقة عالية جدا تبلغ ٦٩٠٠٠٠ سعرًا حراريًا. وعادة ما تتم عملية الأكسدة على مراحل حتى تستطيع الخلية أن تستخدم الطاقة الناتجة عن كل خطوة من خطوات التفاعل. ويتم تخزين هذه الطاقة الناتجة على هيئة جزيئات الـ A.T.P التي تُعد بمثابة البطارية التي تحتفظ بالطاقة، وتعطي هذه الطاقة لمن يريد استخدامها من أعضاء الجسم عند الطلب. ويمكن أن نلخص عملية استخلاص الطاقة وانتقالها في الخلية الحية على النحو التالي:

يتأكسد سكر الجلوكوز الناتج عن تحلل المواد الغذائية، على عدة مراحل في التفاعلات الكيميائية، وفي كل خطوة من التفاعل ينتج مقدار من الطاقة، يتم استغلاله في تكوين جزيئات عالية الطاقة هي جزيئات الـ A.T.P التي تنتقل داخل الخلية من مكان لآخر لتعطي الطاقة اللازمة لمن يطلبها. وعندما تُعطي جزيئات الـ A.T.P بعض طاقتها تتحول إلى جزيئات الـ A.D.P وهي جزيئات ذات مستوى أقل في الطاقة.. ثم يتم إعادة شحن جزيء الـ A.D.P بمجموعة فوسفات ليتحول إلى جزيء A.T.P مرة أخرى محتفظًا بالطاقة.

ويكفي القول بأن عملية أكسدة جزيء واحد من الجلوكوز تعطي قدرًا من الطاقة يكفي لتحويل ٣٨ جزيئًا من A.D.P إلى ٣٨ جزيئًا من الـ A.T.P، وأن عملية إعادة جزيء واحد من الـ A.D.P إلى جزيء من الـ A.T.P يحتاج إلى قدر من الطاقة يصل إلى حوالي ١٢٠٠٠ سعرًا حراريًا، أي أن تحول ٣٨ جزيئًا يحتاج حوالي ٤٥٦٠٠٠ سعرًا حراريًا، أن يستهلك نحو ٦٦٪ من الطاقة الناتجة من أكسدة جزيء الجلوكوز (٦٩٠٠٠٠ سعرًا).

٤ - الليسوسومات والإنزيمات:

تعتبر الليسوسومات Lysosomes الأجسام المسئولة عن عمليات الهدم في الخلية، إذ أنها كما يشير الاسم تعتبر الأجسام المحللة، فهي تحتوى على مجموعة كبيرة من الإنزيمات التي تعمل على تحلل الأجسام الكبيرة إلى وحدات صغيرة يمكن استخدامها بعد ذلك في تكوين مركبات جديدة، أو تمهيدًا لعملية أكسدتها والحصول على الطاقة منها. وتتكون الليسوسومات من غشاء دقيق يحتوي داخله على عدد كبير من الأجسام الدقيقة التي تحتوي على إنزيمات التحلل المائي Hydrolysis وتسمى هذه الإنزيمات (هيدروليز) Hydrolase. وتقوم الإنزيمات الموجودة في الليسوسومات بعمليات تحلل البروتينات، أو تحلل الأحماض النووية، أو تحلل الدهون وغير ذلك. ويعمل الإنزيم الخاص بتحلل البروتينات التي نحصل عليها في الطعام مثلًا على تحللها إلى مكونات صغيرة هي الأحماض الأمينية التي يعاد استخدامها في تصنيع البروتين مرة أخرى، ليستفيد منه الجسم، وهكذا الأمر بالنسبة لبقية المكونات الغذائية، ولذلك تسمى إنزيمات هاضمة.

وجدير بالذكر أن الإنزيمات تتكون في سيتوبلازم الخلية، وتنتقل بعد ذلك إلى داخل الليسوسوم حيث يتم الاحتفاظ بها لحين عملها في عمليات التمثيل الغذائي. ويقوم غشاء الليسوسوم بعملية في غاية الأهمية تحافظ على ثبات وحياة الخلية، فهو يمنع خروج الإنزيمات من داخل الليسوسوم إلى السيتوبلازم، بينما يسمح بدخول الإنزيمات إلى داخل الليسوسوم لزيادة تركيزها. وتعد هذه العملية على درجة عالية من الأهمية، لأن خروج الإنزيمات إلى السيتوبلازم يؤدي إلى تفاعلها مع المكونات المختلفة للخلية، مما يعني حدوث خلل في عملياتها الحيوية، وقد يصل الأمر إلى تحلل هذه المكونات مما يتسبب في موت الخلية.

وتعتبر الإنزيمات بوجه عام أحد المكونات الهامة داخل الخلية نظرًا لأنها المسئولة عن عمليات الهدم والبناء، حيث تستخدم كعوامل مساعدة في التفاعلات الكيميائية التي تتم داخل الخلية، وهي لا تدخل في عملية التفاعل، وإنما تساعد على

دفع وتنشيط التفاعل إلى نهايته، ولذلك فهي تبقى دون تغيير ودون أن تفقد شيئا من تركيبها. ونظرًا لأن هناك العديد من التفاعلات الكيميائية التي تتم داخل الخلية فلنا أن نتصور عدد الإنزيمات الموجودة بالخلية. وقد تم التوصل إلى ما يقرب من ٦٠ نوعًا من الإنزيمات، التي هي عبارة عن جزيئات من البروتين محددة التركيب، بما يتفق ووظيفة التفاعل الذي تنشطه. ولذلك فالإنزيمات على درجة عالية من التخصص، فالإنزيم الخاص بتفاعل ما لا يمكن أن يقوم بتنشيط تفاعل آخر، كما أنه لا يتدخل في عمل إنزيم آخر.

وبالنسبة للإنزيمات الهاضمة التي سبقت الإشارة إليها فهي المسئولة عن عمليات تحويل البروتينات إلى أحماض أمينية كي يستخدمها الجسم بعد ذلك في تصنيع أنواع أخرى من البروتينات التي يحتاج إليها في بناء نفسه. ومن أمثلة هذه الإنزيمات إنزيم التريبسين Trypsine، وإنزيم الكيموتريبسين Chemotrypsine. وعلى الرغم من أن هذه الإنزيمات مسئولة عن تحليل البروتينات، وهي مكونة من بروتينات أيضًا إلا أنها لا تقوم بتحليل نفسها، وإنما تهاجم جزيئات البروتين الأخرى وتحللها. وهناك مجموعة من الإنزيمات التي تقوم بدور الحارس في الخلية لتنظفها من الدخلاء، أو من المواد غير المرغوب فيها مثل الأجزاء الخلوية التالفة، وبعض النواتج الضارة الناتجة من عمليات التفاعل. كما يوجد نوع خاص يسمى باللايسوزايم Lysozyme، أو الإنزيم المحلل. ويرجع الفضل في اكتشافه إلى العالم البريطاني ألكسندر فليمنج (١٨٨١-١٩٥٥) الذي اكتشف البنسلين. وهذا الإنزيم له قدرة عالية على إذابة وتحليل خلايا بعض البكتيريا. فهو يتحسس جدارها ويقوم بتحليل جزء منه، وكأنه يقضم جزءًا من الخلية ويثقبه، فإذا بمحتويات خلية البكتيريا تندفع إلى السوائل المحيطة بها وتموت.

٥- جهاز جولجي:

تم في عام ١٨٩٨ اكتشاف مجموعة من الأجسام الصغيرة الموجودة بالقرب من نواة الخلية سُميت بأجسام جولجي نسبة إلى مكتشفها العالم الإيطالي كاميللو

جولجي C.Golgi. وسميت بعد ذلك بجهاز جولجي Golgi apparatus. وتتكون هذه الأجهزة من أغشية وأكياس وتأخذ شكل الأوعية الملساء أو الحويصلات الصغيرة. وتشبه هذه الأوعية الشبكة الإندوبلازمية، بل وتكون على اتصال بها.

وتعمل هذه الأجسام والأوعية كمكان تتجمع فيه المواد البروتينية التي تكونها الريبوسومات، ثم تنتقل بعد ذلك إلى الشبكة الإندوبلازمية. كما تختزن فيها المواد الدهنية والإنزيمات. وتقوم أوعية جهاز جولجي بنقل المواد التي تفرزها إلى جميع أجزاء الخلية مثلها مثل الشبكة الإندوبلازمية. كما تتحرك الأجسام أو الحويصلات الخاصة بهذا الجهاز داخل سيتوبلازم الخلية، لتمد أجزاءها بما تحمله من مواد.

٦- السنتروسوم:

يوجد بالخلية جسم مركزي يعرف باسم السنتروسوم Centrosome وذلك على مقربة من نواة الخلية. ويتكون هذا الجسم من جزءين يطلق على كل منهما السنتريول Centriol، وهما أساس نشاط السنتروسوم الأساسي، وهو نشاط هام في عملية انقسام الخلية، حيث يتجه كل سنتريول ـ عندما تبدأ الخلية في الانقسام ـ إلى أحد قطبي الخلية، ثم تمتد منها ألياف دقيقة من البروتين تتجه نحو منتصف الخلية، مكونة ما يعرف باسم خيوط المغزل.

٧- مكونات أخرى في السيتوبلازم:

يحتوي سيتوبلازم الخلية على مجموعة من المواد الكيميائية الأخرى كالدهون، والهرمونات، والكربوهيدرات، والفيتامينات، والأملاح المعدنية. أما بالنسبة **لقطرات الدهون** فهي منتشرة في الخلية، وتعد مصدرًا مهمًا من مصادر الطاقة، حيث يتم أكسدتها فينتج عن ذلك قدر كبير من الطاقة أكبر بكثير من أكسدة الجلوكوز. وعادة ما تختزن الدهون في أنسجة بعض المناطق الخاصة في الجسم لإعادة استخدامها مرة أخرى في توليد الطاقة إذا لزم الأمر ذلك.

الهرمونات كذلك تحتوى الخلية على الهرمونات التي تلعب دورًا مهمًا في العمليات الحيوية في الجسم. ومع ذلك فهي لا توجد في كل أجزاء الجسم، وإنما تفرزها مجموعة من الغدد التي يطلق عليها الغدد الصماء. ولكل هرمون دور معين، ووظيفة ثابتة، ومن أمثلة ذلك هرمون النمو، وهرمون الإنسولين، والهرمونات الجنسية، وهرمون الكورتيزون، وهرمون الغدة الدرقية، وهرمون الأدرينالين، وغير ذلك.

المواد الكربوهيدراتية

أما بالنسبة **للمواد الكربوهيدراتية** التي تحتويها الخلية فأهمها مجموعة من المواد السكرية تشمل الجلوكوز Glucose (سكر العنب)، والفراكتوز Fractose (سكر الفاكهة)، والسكروز Sucrose (سكر القصب). كما يوجد نوع خاص يسمى بسكر الريبوز Ribose الذي يدخل في تكوين الأحماض النووية. كما يوجد نوع خاص من النشا يسمى بالنشا الحيواني أو الجليكوجين Glycogene، تمييزًا له عن النشا النباتي. وتعد هذه المواد من المصادر المهمة للطاقة، فكما أوضحنا من قبل فإن جزيء واحد من الجلوكوز (١٨٠ جرامًا) يكفي عند أكسدته تأكسدًا كاملًا أن يعطي ٦٩٠٠٠٠ سعرًا حراريًا. كما يمكن عند الضرورة أن يقوم هرمون الأدرينالين (هرمون تفرزه الغدة الكظربة) بتحويل الجليكوجين المختزن في الكبد إلى سكر بالدم، تتم أكسدته للحصول على الطاقة اللازمة.

وتحتوي الخلية على مجموعة من المواد المهمة في تنظيم عملياتها الحيوية وهي **الفيتامينات** التي يؤدي النقص فيها إلى اختلال وظائف الجسم، بل والمرض أو الوفاة. وتشمل هذه الفيتامينات العديد من الأنواع نذكر منها ما يلي:

١- **فيتامين (أ)**: وهو مكون هام لصحة وسلامة خلايا الجلد، وخلايا العين الخاصة باستقبال الضوء.

٢- **فيتامين (ب) المركب**: وهي مجموعة من الفيتامينات تشمل ب١، ب٢، ب٦، ب١٢، وهي هامة بالنسبة لسلامة الأنسجة العصبية بوجه عام.

٣- **فيتامين (ج)**: أو حمض الأسكوربيك الذي يلعب دورًا مهمًا في تكوين الأنسجة الضامة في الجسم Connective Tissues، وأنسجة العظام، والأسنان، وجدران الأوعية الدموية.

٤- **فيتامين (د)**: وهو يحافظ على توازن أيونات الكالسيوم والفوسفور في الجسم، وله علاقة وثيقة بتكوين العظام.

٥- **فيتامين (ك)**: وهو المسئول عن توقف عمليات النزف، ويسبب تخثر (تجلط) الدم.

الأملاح المعدنية

وأخيرًا تأتي الأملاح المعدنية التي تسبح في سيتوبلازم الخلية على هيئة أيونات، وتشمل العديد من الأملاح من أهمها الكالسيوم، والصوديوم، والبوتاسيوم، والماغنسيوم. ولكل من هذه الأيونات وظيفة معينة، فأيونات الكالسيوم ضرورية بالنسبة لعمل الإنزيمات وسرعة نشاطها، كما أنها مهمة بالنسبة لتوصيل الإشارات العصبية. أما أيونات الصوديوم فتعمل على ضبط عملية انتشار المواد ونفاذها عبر جدار الخلية، وتساعد أيونات البوتاسيوم على تقلص العضلات، وضبط الإشارات العصبية.

ب- نواة الخلية:

لكل خلية نواة Nucleus كروية الشكل أو بيضاوية، تقع في منتصف الخلية تقريبًا، ويحيط بها السيتوبلازم من كل جانب. وتُعد هذه النواة بمثابة المخ بالنسبة للكائن الحي، إذ أنها تُعد مركز النشاط الحيوي في الخلية، فهي على درجة كبيرة من الأهمية، لكونها المسئولة عن العديد من العمليات كانقسام الخلية وتكاثرها، وانتقال الصفات الوراثية من جيل إلى آخر، كما أنها تعد مركز الهيمنة والسيطرة الذي يعطى الأوامر لكل وظائف الخلية.

وأثناء مرحلة التطور الجسمي من الجنين إلى الشخص البالغ، تعمل نواة الخلية على تحديد نوع البروتين المطلوب تكوينه لكل خلية، ونوع البروتين هذا هو الذي يحدد تركيب كل خلية، والوظيفة التي ستقوم بها. وتتم عمليات الضبط والسيطرة عن طريق تفاعل كيميائي يحدد نوع التفاعل الذي ستقوم به الخلية، وهذه التعليمات (مشفرة) Coded ولها الشفرة الخاصة بها التي تتحدد وراثيًا.

وتتركب النواة من غشاء رقيق يسمى بالغشاء النووي Nuclear Membrane الذي يتكون من غشاءين متلاحمين معًا، ويوجد بينهما ثقوب صغيرة تتصل بالشبكة الإندوبلازمية، كما يوجد بداخله السائل النووي. ويوجد داخل هذا الغشاء كتلة متشابكة من الخيوط الدقيقة التي تعرف بالخيوط أو الشبكة الكروماتينية Chromatin. وعندما تصبح الخلية على وشك التكاثر بانقسام نفسها إلى خليتين فإن الشبكة الكروماتينية تتكثف على هيئة مجموعة من الأجسام تسمى بالكروموسومات أو الصبغيات أو الأجسام الملونة Chromosome. كما تعرف أيضًا بمادة الوراثة نظرًا لأنها المسئولة عن هذه العملية. ويوجد في كل خلية من خلايا الجسم البشرى ٢٣ زوجًا من هذه الكروموسومات. ويتركب كل كروموسوم من قضيبين مزدوجين ومتماثلين يُسمى كل منهما بالكروماتيد Chromatide، يرتبطان معًا ويلتصقان في نقطة مركزية تسمى بالسنترومير Centromere.

ويوجد بداخل كل كروموسوم خيوط كيميائية طويلة ومجدولة من البروتينات والحمض النووي المعروف بالدنا (D.N.A). ويعتقد أن كل كروموسوم يدخل في تركيبه جزيء واحد من الـ (دنا) يمتد من أحد طرفيه إلى الطرف الآخر، ويلتف حول نفسه عدة مرات، ويرتبط بالعديد من البروتينات، مكونًا الكروماتين. ويوجد هذا المركب على شكل سلم حلزوني لولبي بلا نهاية، يُسمى بالحلزون **المزدوج Double Helix**، والذي يشكل ما يُعرف بالجينات أو المورثات Genes.

ويتكون الحمض النووي (D.N.A) من سلسلة طويلة تنتظم فيها جزيئات تسمى النيوكليوتيدات Nucleotides، ويتركب كل نيوكليوتيد من مكونات ثلاثة

هي: سكر الريبوز، وجزيئات من الفوسفات، وواحدة من القواعد النيتروجينية الأساسية الأربع. وهذه القواعد هي: الأدينين Adenine، والجوانين Guanine، والثايمين Thymine، والسيتوزين Cytosine. ويُرمز لهذه القواعد بالحروف C, T, G, A على الترتيب. وهذه السلسلة تلتف حول نفسها لتترابط مجموعة السكر على كل ناحية بالمجموعة الأخرى على الجانب الآخر من السلسلة، وذلك بالتتابع لآلاف المرات. ويعني هذا أنه يوجد بين كل جزءين من السكر مجموعتين من القواعد الأساسية، وذلك على طول سلسلة الحمض النووي، وتترتب بطرق متعددة، فقد يتلو بعضها البعض، وقد تتكرر الواحدة منها أكثر من مرة، وهكذا. ولنا أن نتصور الاحتمالات الناتجة من هذا الترتيب، وما يمكن أن ينشأ عنها من تركيبات يعد كل منها شفرة خاصة تبنى عليها الصفات الوراثية لكل حمض نووي، ومن ثم الصفات الوراثية المميزة للفرد. ويمكن تصور الأمر على نحو حروف الأبجدية التي يمكن أن نرتبها بطرق عديدة، ليعطينا كل ترتيب كلمة معينة، فهل يمكن أن نتصور ما قد ينشأ من كلمات إذا ما قمنا بذلك.

وترتبط سلسلتا الحلزون المزدوج معًا عن طريق القواعد الأربعة التي ذكرناها آنفا. وعادة ما يقابل قاعدة الأدينين في إحدى السلسلتين قاعدة ثايمين في السلسلة المقابلة، كما يرتبط الجوانين في إحدى السلسلتين بالسيتوزين في السلسلة المقابلة. ومن ثم يصبح السلم الحلزوني يتركب من هيكل (سلسلتين) يمثل جزيئات السكر والفوسفات، بينما تمثل القواعد الأربعة درجات السلم. وعادة ما يتكون كل حلزون من عشر نيوكليوتيدات مجدولة، وإذا أمكن فك هذا الحلزون في كل كروموسوم ووضعت جزيئات السلم ممتدة معا فقد يصل طول هذا السلم إلى ٢ متر.

وفي كل جزيئات الـ(دنا) يكون عدد النيوكليوتيدات المحتوية على الأدينين مساويًا لعدد النيوكليوتيدات المحتوية على الثايمين، وكذلك الأمر بالنسبة للنيوكليوتيدات التي تحتوي على الجوانين، فإنها تتساوى مع تلك المحتوية على السيتوزين.

نواة الخلية والمادة الوراثية

تعتبر الجينات جزيئات من الحمض النووي (D.N.A) تتجمع فيها التعليمات الوراثية، وهي بالتالي تحمل سجلًا لماضي الجسم، كما أنها تحوي شفرة وخريطة مستقبله، إذ أن هذه التعليمات هي المسئولة عن تكوين الخصائص الجسمية لكل جزء في الجسم، ومن ثم يطلق عليها المحتوى الجيني أو الوراثي للفرد. فبعض الجينات يحمل التعليمات الخاصة ببناء البروتين، والبعض الآخر يحمل التعليمات الخاصة بتتابع النيوكليوتيدات في جزيء الـ (رنا R.N.A) الموجود في الريبوسومات. وبالإضافة إلى ما تحمله الجينات من معلومات وراثية خاصة بالفرد ككل، فإنها تحمل أيضًا المعلومات الوراثية اللازمة لبناء كل تركيب ووظيفة في الجسم والتحكم فيها. ويفسر ذلك أن احتياجات كل خلية تختلف عن احتياجات خلية أخرى، فما تحتاجه خلية عصبية مثلا يختلف تمامًا عن احتياجات خلية تنتج الإنسولين في البنكرياس .... إلخ. وهذه الشفرة الوراثية تتكون نتيجة ترتيب ترابط القواعد النيتروجينية للحمض النووي، وهي شفرة خاصة ببناء البروتينات المختلفة التي تحتاجها الخلية في عملها، وهذه التعليمات الوراثية تتحكم في جميع صفات الكائن الحي من لون العيون، والبنية الجسمية من طول وخلافه، بل تتحكم كذلك في طبيعة العمليات الحيوية التي تتم داخل الجسم، وتصبح مسئولة عن طبيعة التمثيل الغذائي. وكما سبق وقلنا عن حروف الأبجدية، فإن كل كلمة في القاموس تعتمد على ترتيب حروف الهجاء فيها، كذلك فإن تفرد كل مورث أو جين يعتمد على ترتيب القواعد الأربعة. ويكفي أن نقول أن عدد جينات كل خلية يتراوح بين ٥٠-١٠٠ ألف جين، وبالتالي لنا أن نتصور كم الصفات الوراثية، وكم الشفرات التي توجد داخل الجسم البشري، إذا كان كل جين أو مجموعة جينات تحمل صفة بعينها.

ويتحكم الجين في الصفة الوراثية من خلال تحكمه في عمليات التفاعل الكيميائي داخل الخلية. ويعني هذا أن الصفة الوراثية تتحول في النهاية إلى عملية تفاعل كيميائي، حيث يتحكم الجين في إنتاج الإنزيمات اللازمة لجميع العمليات البيولوجية التي تحدث داخل الجسم. ولذلك فإن كل نوع من الخلايا التي تنتمي إلى جهاز معين يكون لها الجين

الخاص بإنتاج الإنزيمات الضرورية لأداء وظيفة معينة كالهضم مثلًا، أو تكوين أصباغ لون الجلد، أو تكوين الهرمونات ... إلخ.

ويوجد داخل كل نواة جسم دقيق يعرف باسم النوية Nucleulus، وهي عبارة عن تجمعات من الحمض النووي (رنا) أو R.N.A، وهو الحمض المسئول عن تخليق البروتين طبقا للشفرة التي يحملها. فهذا الحمض يقوم بدور الوسيط في قراءة الشفرة المكتوبة على جزيء حمض (الدنا) D.N.A، ثم يقوم بنقل هذه المعلومات وينطلق بها عبر سيتوبلازم الخلية ليصل إلى الريبوسومات التي تقوم بتخليق نوع البروتين وفقًا لطبيعة الرسالة القادمة إليها. وتشبه جزيئات الـ (R.N.A) جزيئات الـ (D.N.A) من حيث طبيعة التركيب، فهي تتكون من سلسلة طويلة من الوحدات البنائية المعروفة باسم النيوكليوتيدات، وفيها يتكون كل نيوكليوتيد من ثلاثة وحدات هى السكر، والفوسفات، والقاعدة النيتروجينية. ومع ذلك توجد هناك أوجه اختلاف بين كل من الحمضين، ويمكن تلخيص أوجه الاختلاف هذه فيما يلي:

١- يحتوي حمض الرنا على سكر الريبوز، بينما يحتوي حمض الدنا على سكر اليوكسي ريبوز.

٢- يتكون حمض الرنا (في أغلب الأجزاء) من شريط مفرد من النيوكليوتيدات، بينما يحتوي حمض الدنا على شريط مزدوج.

٣- يختلف حمض الرنا عن حمض الدنا فيما يتعلق بطبيعة القواعد النيتروجينية الأربعة الموجودة في نيوكليوتيدات كل منهما. فعلى حين يحتوي الدنا على أدينين وجوانين وسيتوزين وثايمين، نجد الرنا يتكون من نفس القواعد مع وجود قاعدة اليوراسيل بدلًا من الثايمين، وهذه القاعدة هي التي ترتبط بالأدينين.

وجدير بالذكر أن كمية الدنا الموجودة بالخلايا تكاد تكون واحدة تقريبا في جميع الخلايا، مع الفارق في أن الخلايا الجسمية (الخلايا الخاصة بأجزاء الجسم) تحتوي على ضعف كمية الدنا الموجودة في الخلايا الجنسية (الخلايا الخاصة بنوع الفرد وهى

الحيوان المنوي والبويضة). وذلك ببساطة لأن عدد الكروموسومات الموجودة في الخلية الجسمية (٤٦ كروموسومًا) ضعف عدد الكروموسومات الموجودة في الخلية الجنسية (٢٣ كروموسومًا).

وظائف الأحماض النووية

قلنا أن الأحماض النووية تشكل المكون الوراثى للفرد، ويقوم كل نوع من هذه الأحماض بوظائف محددة في العمليات الوراثية، وانتقال الصفات. فالمعلومة الوراثية المختزنة في حمض (الدنا) تخدم غرضين أساسيين: الأول أنها مصدر المعلومات الهامة لتصنيع كل أنواع البروتين للخلية وللكائن الحي بشكل عام. والثاني أنها تعطي نسخة طبق الأصل من المعلومات الوراثية الخاصة بالخلية الأم، للخلايا الجديدة الناتجة من انقسام الخلية، ومن ثم فإنها تقوم في البداية بنسخ المعلومة لحمض (الرنا) ثم تعمل في المرحلة الثانية على تكرار المعلومة لجزيء (الدنا) الناتج. ويعني هذا أن كمية (الدنا) يجب أن تتضاعف لتعطي النسخة الثانية من المعلومات. وتسمى هذه العملية بعملية نسخ (الدنا)، وتتطلب وجود عدد من الإنزيمات والبروتينات في الخلية يسمح بعملية النسخ أو التضاعف.

أنواع حمض (R.N.A)

على الرغم من أن حمض (الرنا) يتشابه إلى حد كبير مع حمض (الدنا) إلا أنه يختلف عنه في الوظائف. ففي حين نجد أن معظم جزيئات (الدنا) تحتوي على معلومات وراثية، نجد بعضها الآخر لا يحتوي على هذه المعلومات، أي أنها جزيئات لا تمثل شفرة بالنسبة للخلية، وقد تكون وظيفتها في هذه الحالة الحفاظ على تركيب الكروموسومات.

وإذا كانت المعلومات الوراثية مهمة بالنسبة لتصنيع بروتين الخلايا، فإن عملية التصنيع هذه تتطلب وجود أنواع معينة من حمض (الرنا) نعرضها فيما يلي:

١- الحمض الرسول:

ويُعرف حمض الرسول Messenger R.N.A اختصارا باسم (mR.N.A)، ويتم بناؤه في النواة، ويوجد في بداية كل جزيء منه موقع ارتباطه بالريبوسوم، ومن ثم فهو ينتقل من النواة إلى الريبوسومات الموجودة على سطح الشبكة الإندوبلازمية ليدخل في عملية تصنيع البروتين، وكأنه بهذا المعنى ينتقل عبر السيتوبلازم حاملا رسالته ليشارك في تخليق البروتين. ولذا يقوم هذا النوع من الحمض بدور الوسيط الذي يقوم بفك الشفرة المكتوبة على جزيء (D.N.A) ثم يقوم بنقل هذه المعلومات من النواة إلى الريبوسومات.

٢- الحمض الناقل:

ويعرف الحمض الناقل Transfere R.N.A اختصارا باسم (tR.N.A) ويدخل أيضًا في عملية بناء البروتين، ويتلخص دوره في نقل الأحماض الأمينية (المكونات الأساسية للبروتين) إلى الريبوسومات التي تستخدمها بعد ذلك في تصنيع البروتين. ويوجد من هذا الحمض أنواع عديدة إذ أن لكل حمض أميني (عشرون نوعًا) نوع خاص من (tR.N.A)، هو المسئول عن التعرف عليه، ونقله إلى الريبوسومات.

٣- الحمض الريبوسومي:

النوع الثالث من أحماض (R.N.A) يسمى بحمض الريبوسوم Ribosome R.N.A، ويعرف اختصارًا باسم (rR.N.A). وكما يشير الاسم فهذا الحمض يدخل في بناء الريبوسومات، التي تتكون أساسًا في نوية النواة. ويتم بناء البروتينات الداخلة في تركيب الريبوسومات في السيتوبلازم، ثم تنتقل هذه البروتينات إلى النواة عبر الغشاء النووي، حيث يتم تكوين الحمض النووي الريبوسومي، الذي ينتقل بعد ذلك إلى سطح الشبكة الإندوبلازمية مكونًا الريبوسومات.

وبعد .... فإنه يتضح لنا من خلال ما تناولناه في تركيب الخلية أن ما يحدث داخل الخلية الواحدة إنما هو صورة مصغرة لكل ما يحدث في بقية أجزاء الجسم، ويتضح لنا

أيضًا أن هذه الوحدة الأساسية لبناء الكائن الحي تحمل داخلها كل العناصر المطلوبة للحياة، وأن نشاطها هو أساس نشاط الكائن الحي. وكما سبق وذكرنا فإن تجمع الخلايا معًا يعطي نسيجًا، وتجمع الأنسجة معًا يُعطي عضوًا، وتجمع الأعضاء يعطى كائنًا حيًا. ونشاط هذا الكائن الحي ما هو إلا تجمع نشاط خلاياه التي تعد الواحدة منها عالمًا فريدًا قائمًا بذاته.

انقسام الخلية، وعمليات التكاثر

بعد أن تناولنا تركيب الخلية يبقى لنا أن نشير إلى عمليات الانقسام والتكاثر التي تمر بها الخلية واللازمة لعمليات النمو. والحقيقة أن عمليات التكاثر التي تتم داخل الجسم تتم على مستويين ينتج من كل منهما نوعين مختلفين من الخلايا، ولا نقصد بالاختلاف هنا اختلاف التركيب، إذ أن كل خلايا الجسم ـ كما ذكرنا من قبل ـ تتشابه في التركيب، وتختلف في الشكل والوظيفة. ولكن ما نقصده بالاختلاف يقتصر فقط على ما تحتويه الخلايا من عدد الكروموسومات. ويوجد بالجسم ـ وفق هذا البعد ـ نوعين من الخلايا هما: الخلايا الجسمية، والخلايا الجنسية.

١. الخلايا الجسمية:

ويقصد بها الخلايا التي تتكون منها أعضاء الجسم المختلفة، ويؤدي تكاثرها إلى نمو الجسم سواء كان ذلك في الجنين، أو بعد الولادة وأثناء نمو الفرد. وتنتج هذه الخلايا من عملية انقسام الخلية بنوع من الانقسام يسمى الانقسام الميتوزي Mitosis أو الانقسام الخيطي، أو الانقسام غير المباشر. وتحتوي هذه الخلايا على العدد الكامل لكروموسومات الجسم (**٤٦ كروموسومًا**). وسوف نتعرف على طبيعة هذا النوع من الانقسام لاحقًا.

٢. الخلايا الجنسية:

ويقصد بها الخلايا التي تتكون منها أعضاء التناسل الأساسية، أو ما يعرف بالمناسل

(الخصيتين، والمبيضين) وهي الخلايا المسئولة عن تحديد نوع جنس الفرد، ويكون عدد الكروموسومات فيها نصف عدد الكروموسومات الموجودة في الخلية الجسمية (٢٣ كروموسومًا). وهذه الخلايا هي الحيوان المنوي Sperm عند الذكر، والذي ينتج من عملية انقسام خلايا الخصية، والبويضة Ovum وتنتج من انقسام خلايا المبيض. وهذا الانقسام يسمى بالانقسام الميوزي Miosis أو الانقسام المنصف، أو الاختزالي، نظرًا لأنه ينصف أن يختزل عدد الكروموسومات الناتجة من انقسام الخلية الأم.

عمليات الانقسام

قلنا أن كلًا من الخلايا الجسمية والخلايا الجنسية ينشأ عن نوع مختلف من الانقسام، ويمكن أن نستعرض هذين النوعين فيما يلي:

١. الانقسام الميتوزي:

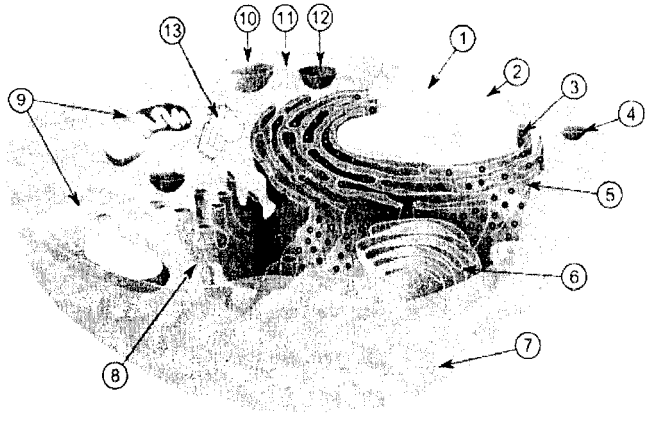
وهو الانقسام الذي يحدث في الخلايا الجسمية فقط، ويؤدي إلى نمو الجسم، وتكاثر خلاياه، ويسمى هذا التكاثر بالتكاثر اللاجنسي. وتكون الخلايا الناتجة منه متماثلة في عدد الكروموسومات للخلية الأصلية التي بدأ فيها الانقسام، كما تتماثل هذه الخلايا معها في التركيب والوظيفة، بمعنى أنها لها نفس الإمكانيات الوراثية، وتقوم بنفس وظيفة الخلية الناشئة عنها. فإذا كانت الخلية الأم خلية خاصة بالجهاز الهضمي مثلًا كانت الخلية الجديدة أيضًا بنفس تركيب الخلية الهضمية، وتقوم بنفس وظائفها. بمعنى آخر فهو يهدف إلى توصيل الجينات بدقة بالغة إلى كل خلية جسمية منذ تكوين الجنين، وحتى تكوين الجسم كله. وعادة ما يكون هذا الانقسام سريعًا (عدة ساعات).

٢- الانقسام الميوزي:

وهو الانقسام الذي يحدث في المناسل (أعضاء التناسل) كالخصيتين والمبيضين، وذلك بهدف إنتاج ما يعرف بالأمشاج أو الجاميتات Gamets (الحيوان المنوي أو

البويضة) المسئولة عن التكاثر الجنسي. ويكون عدد الكروموسومات في الخلايا الناتجة نصف عددها في الخلية الأصلية (٢٣ كروموسومًا). وهو المسئول عن تضاعف خلايا الخصيتين والمبيضين فقط. ونظرًا لأن عدد الكروموسومات يختلف في الخلايا الناتجة عن الخلية الأم، فإن التركيب الوراثي لهذه الخلايا يكون مختلفًا، ومن ثم تختلف صفات الكائن الجديد لتغير الكروموسومات عشوائيًا عند توزيعها.

وجدير بالذكر أن عمليات الانقسام السابقة بنوعيها تتم على مجموعة من المراحل، التي تختلف نسبيًا في كل نوع عن الآخر، ولسنا بصدد تناولها بالتفصيل، ولكن نختصر الأمر فنقول أن العملية تبدأ عادةً بتفكك الشبكة الكروماتينية الموجودة في نواة الخلية، ثم تصطف كروموسومات الخلية، وتنشق إلى نصفين (كروماتيدين) من منطقة السنترومير، وتتجه إلى قطبي الخلية على هيئة المغزل، ثم ينقسم السيتوبلازم في النهاية لتتكون خليتان جديدتان، يحتوي كل منهما على المكونات الأساسية للخلية، مع اختلاف عدد الكروموسومات تبعًا لطبيعة ونوع الانقسام كما ذكرنا من قبل.



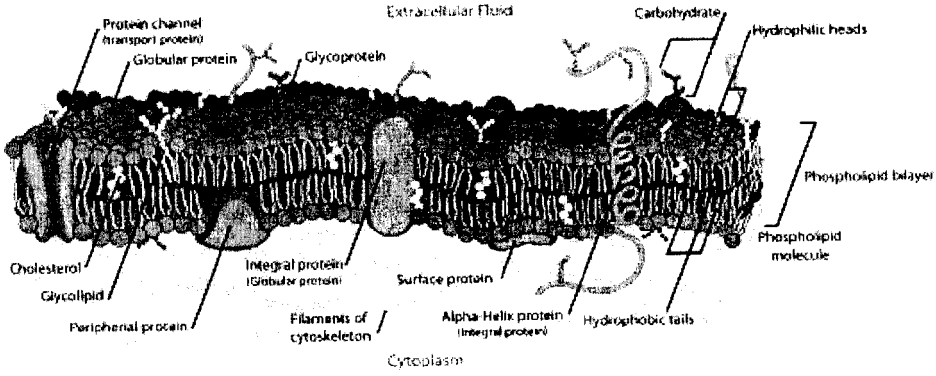
صورة خلية حيوانية، تظهر مختلف مكوناتها

١. النويّة
٢. النواة
٣. الجسيم الريبي
٤. حويصلة
٥. الشبيكة الهيولية الخشنة
٦. جهاز غولجي
٧. الغشاء الخلوي
٨. الشبيكة الهيولية الملساء
٩. الحبيبة الخيطيّة
١٠. فجوة
١١. الهيولى
١٢. الجسيم الحالّ
١٣. المريكز

الغشاء الخلوي

الغشاء الخلوي هو طبقة ثنائية دسمة اختيارية النفاذية مشتركة في جميع الخلايا الحية. يحتوي هذا الغشاء مجمل كيان الخلية من الهيولى وما فيها من عضيات خلوية يتألف بشكل خاص من البروتينات والدهنيات مرتبة بشكل فسيفسائي، هذه المكونات الغشائية تدخل في مجموعة واسعة من العمليات الخلوية. في نفس الوقت يمكن أن يعمل كنقطة اتصال بين الهيكل الخلوي والجدار الخلوي في حال وجوده. ربما تكون مهمته الأساسية هي تنظيم دخول وخروج الجزيئات إلى الخلية وخروجها منه، عدا عن استقبال الإشارات الحيوية من خارج الخلية عن طريق ما يسمى المستقبلات . يقوم الغشاء الخلوي أيضا بإحاطة السيتوبلازم وفصلها فيزيائيا عن بقية المكونات خارج خلوية بهذا يقوم بمهمة جدار فاصل مشابه لمهمة الجلد. هذا الحاجز قادر على تنظيم الخرج/ دخل للخلية الحية باعتباره نصف نفوذ أو نفوذ نوعيا ـ انتقال المواد عبر الغشاء يمكن أن يتم بشكل منفعل Passive حسب قواعد الانتشار وفق تدرج التركيز وهنا يتطلب أن تكون المادة منحلة في الدسم لتنحل في الطبقة الثنائية الدسمة أو منحلة في الماء لتؤمن عبورها مع الماء عبر القنوات الشاردية الموجودة ضمن البروتينات الغشائية، طريقة أخرى للنقل تدعى بالنقل الفعال تتطلب صرف طاقة يتم الحصول عليها عن طريق جزيئات آ تي بي تقوم بها جزيئات بروتينية خاصة تعمل كمضخات شاردية .

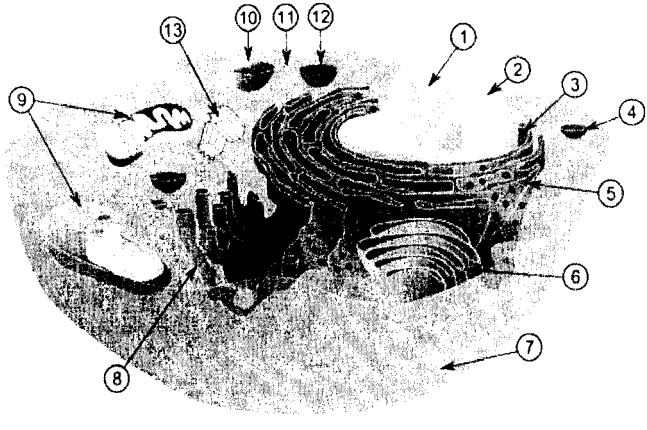
تتواجد أيضا ضمن الغشاء مستقبلات بروتينية تعمل على استقبال الإشارات الحيوية من البيئة الخارجية للخلية على شكل مرسلات خلوية كيميائية أو هرمونات. يتم نقل هذه الإشارات إلى الداخل الخلوي مما يؤدي للاستجابة على هذه الإشارة. بعض البروتنيات الأخرى تعمل كعلامات تميز هذه الخلايا بالنسبة لخلايا أخرى لإتمام التواصل. ترابط هذه البروتينات مع مستقبلاتها النوعية في الخلايا الأخرى تشكل الأساس للتآثر الخلوي في الجهاز المناعي.



عشاء خلوي

توتر غشاء الخلية الكهربائي هو اختلاف الشحنة الكهربائية على جانبي جدار الخلية بسبب اختلاف تركيز الأيونات مابين داخل الخلية المحاطة بالغشاء الخلوي، والوسط المحيط بها. وهذا التوتر تحافظ عليه الخلية الحية عن طريق قنوات شاردية ليكوّن الأساس لما يسمى كمون الفعل المساهم بنقل الشارة الكهربائية بشكل سيال عصبي أو انقباض عضلي وهكذا.

هيولى (خلية)



١. النويّة
٢. النواة
٣. الجسيم الريبي
٤. حويصلة
٥. الشبيكة الهيولية الخشنة
٦. جهاز غولجي
٧. الغشاء الخلوي
٨. الشبيكة الهيولية الملساء
٩. الحبيبة الخيطيّة
١٠. فجوة
١١. الهيولى
١٢. الجسيم الحالّ
١٣. المريكز

الهُيُولَى أو هَيُولَى الخَلِيَّة (يعرف أيضًا باسم السيتوبلازم في الترجمات الحرفية، من الإنكليزية: Cytoplasm) المكون الرئيسي الذي يملأ الخلية، يمثل حجمه ٥٤ - ٥٥٪ من حجم الخلية. يحده خارجيًّا الغشاء الخَلَوِيّ، وداخليًّا (في الخلايا الحقيقية النوى، إذ تفتقد الخلايا البدائية النوى للنواة) الغشاء النَوَوِي.