الفصل الرابع

جولة في عالم الجينات الوراثية

ماهو الجين

الجين كلمة إغريقية مشتقة من كلمة جينوس وهي اسم إغريقي بمعني الأصل أو يحمل معني الميلاد To give birth to والجين بكل بساطة هو منطقة أو جزء من المادة الوراثية تحتوي علي معلومات خاصة ببناء بروتين معين أو عدة بروتينات تؤدي في النهاية للقيام بعمل معين أو إظهار صفة معينة . وإذا ما حاولنا إجمال النظر إلي جسم الإنسان بصفة عامة وأخذنا نحدد تكوينه أصغر فأصغر لنصل لأبسط مكون به وهو تركيب الجين فإنه يمكن إجماله في الخطوات التالية.

١- يتكون جسم الإنسان البالغ من حوالي ١٠٠ ألف مليار خلية.

٢- تحتوي كل خلية جسدية علي نواة (ماعدا بعض أنواع الخلايا التي تفقد نواتها لتلائم وظيفتها) وتحوي النواة ٢٣ زوج من الكروموسومات (٢٢ زوج كروموسوم أتوسوم + كروموسومان جنسيان) .

٣- تتكون الكروموزومات من جزيء الحامض النووي في شريط مزدوج.

٤- تتوالي ٣ مليار قاعدة بطول الشريط المزدوج وهناك ٤ قواعد مختلفة نرمز لها بالحروف A.C.G.T وتسلسل القواعد بالمئات أو آلاف الحروف يصنع الكلمات أو الجينات .

٥- كل جين مسئول عن أكثر من بروتين.

وفي ضوء ما سبق يمكننا إعطاء مفهوم للجينات كالآتي:

هي مجموعة من التعليمات مكتوبة في صورة شفرة ذات رموز منقوشة علي جزيء طويل هو جزيء الدنا الوراثي. ويحدد ترتيب الحروف (الرموز) كون هذا الكائن الحي إنسان أو ينتمي لنوع حي آخر. ولنقترب أكثر من تحديد المقصود بالجين وندرك المقصود بمعني «الشفرة ذات رموز منقوشة.» فنذكر أن

هذه المادة الوراثية الموجودة بالنواة تتكون أساساً في غالبية الكائنات الحية من الحمض النووي الديوكسي ريبوز (الدنا الوراثي DNA) والذي يتكون من وحدات تسمي النيوكليوتيدات تترتب أسفل بعضها وتتراص وترتبط مع بعضها في نظام وترتيب دقيق علي طول شريط الدنا الوراثي الحلزوني المزدوج لترتبط كل وحدة بالأخرى علي الشريط المقابل بزوج من القواعد النيتروجينية وحيث إنه من المعلوم أن كل نيوكليوتيدة تتكون من سكر خماسي، فوسفور ، قاعدة نيتروجينية . فالاختلاف بين النيوكليوتيدات يعود للإختلاف في القواعد النيتروجينية وهي أربع أنواع: أ دينين A سيتوسين (س) جوانين(ج) ، ثيمين(ث) ..وهذه القواعد الأربع تعتبر هي الرموز المنقوشة.

مندل أبو الوراثة

لن ننسي أن نذكر تجارب العالم مندل والذي يعتبر أبو الوراثة ذلك لأنه هو مؤسس الوراثة المندلية وإسمه هو «جريجور جوهان مندل» راهب وعالم نمساوي دون ملاحظاته وتجاربه علي نبات بسلة الزهور في بستان ديره في مدينة «برنو» ولم يعرف أو يلتفت أحد لقيمة أعماله وتجاربه المستفيضة علي نبات بسلة الزهور رغم أنه نشرها سنة ١٨٦٦ م وعرفت نتائجه بقوانين مندل وأطلق علي الصفات التي يتم توريثها بطريقة مباشرة ويمكن التنبؤ بها اسم (الأنماط المندلية للوراثة) أي تنتقل بآلائل مختلفة بعضها سائد Dominant وبعضها متنحي Recessive ولقد أطلق أحد علماء النبات الألمان عل عوامل الوراثة التي تحدث عنها مندل اسم (الجينات).

مفهوم الجين قديماً وحديثاً

كان المنظور أو المفهوم للجين فيما مضي ينظر إليه كمفهوم تركيبي فقط إلا أن وجهة النظر تغيرت الآن وأصبح هناك مفهوم جديد ظهر في إطار علم جديد يسمي : The Molecular Biology of the Gene.

أي البيولوجيا الجزيئية للجين . وهي محصلة جهد خارق ومتواصل من الأبحاث والتجارب من قبل العديد من العلماء لإثبات أن الدنا الوراثي هو المادة الوراثية لكل الكائنات الحية - باستثناء بعض الڤيروسات. والتي تمثل بها مادة RNA الوراثية (الرنا الوراثي) - المادة الوراثية بها.

ملحوظة :مادة الدنا الوراثي هي الحمض النووي منقوص الأكسجين (الديوكسي ريبوز) أما الرنا الوراثي فهي الحمض النووي الريبوزي.

ويختص هذا العلم الجديد (البيولوجيا الجزيئية للجين) بدراسة الجين وتركيبه وكيف يقوم بعمله (وظيفته) وبالتالي أصبح لدينا مفهوم جديد للجين في إطار علم البيولوجيا الجزيئية.

وهو يعني : (وحدة وظيفية توجه إنتاج كيان بيولوجي هام) ومعناه أن دوره ليس تركيبي فقط (عدد الديوكليوتيدات) التي تمثل وحدة بناء ولكن يضاف إليه

(الإطار الوظيفي) . (أي دوره في بناء البروتينات) وأطلق العلماء علي هذا المفهوم الجديد مصطلح سسترون Cistron) ولكن لازال اللفظ القديم هو المستخدم أي كلمة الچين لكن للإشارة إلي المعني الجديد (سسترون) .

جولة مع رسم خرائط للچينات

حيث بالإمكان رسم ٣ أنواع من الخرائط للچينوم البشري وسنتحدث عنها :

١- الخريطة السيتولوچية : Cytological Map

وهي توضح التفاصيل المظهرية للكروموسومات كما نراها تحت الميكروسكوب ويظهر كل كروموسوم عند صبغه نمط وشكل خاص من الشرائط السميكة والرفيعة تختلف من كروموسوم لآخر وتميز كل واحد عن الآخر مما يمكن من التعرف عليه بسهولة دون لبس أو خطأ .

٢- خريطة العبور :

يحدث العبور أثناء دورة إنقسام الخلية حيث يحدث في بعض الأحيان أن يتبادل الكروموسومان الأخوان أجزاء منهما ويسمي ذلك بالعبور ويؤدي لظهور صفات جديدة وفيها تكون المسافات بين الچينات هي نسب العبور بينها وتقاس بالسنتيمورجان الذي يساوي ١ ٪ عبور ويظهر الچينوم في هذه الخريطة علي هيئة خطوط كلٌ يمثل كروموسوم وعلي كل خط تتوالي النقاط التي تمثل الچينات ، تفصلها مسافات تعبر عن نسب العبور.

٣- الخريطة الثالثة :

هي الخريطة الفيزيقية الجزيئية التي توضح تتابع القواعد Sequence (أو الحروف أ، ث، ج،س) علي طول كل كروموسوم، ولن تكون المسافات بين الچينات علي أي كروموسوم في الخريطة الفيزيقية مناظرة للمسافات علي خريطة العبور، لكن تتابع الچينات سيكون واحد.

وفي آخر خريطة للچينات هي التي تحتوي علي ٣ آلاف ميجا من قواعد الدنا.

الجينات العاملة

ولقد أظهر تحليل خريطة الجينات البشرية وفقاً لتسلسل نحو ٣,١ مليار حرف من الحامض النووي (DNA) أن عدد الجينات بكل خلية جسدية في البشر يتراوح بين ٢٦ ألف و٤٠ الف جين فقط ويتناقض هذا الكشف مع التقديرات السابقة التي ذكرت أن عدد الجينات البشرية يتراوح بين ٦٠ ألف و١٠٠ ألف جين وفي تقدير آخر كانت تفترض أن العدد١٥٠ ألف جين.

وهناك جينات موجودة علي الكروموسومات ولكنها لاترمز لشيء (أي لامعني لها) - وتسمي إنترونات.

ولقد أظهرت الأبحاث أن نسبة تتراوح بين واحد في المائة وواحد ونصف في المائة فقط من الحامض النووي تحمل التعليمات (جينات عاملة) وهذه التعليمات متعلقة بصنع البروتينات داخل الخلايا .

وسنشير إلي كيفية صنع البروتين بعد قليل . وكان العلماء يعتقدون في السابق أن نسبة تصل إلي خمسة في المائة من الحامض النووي تنقل هذه التعليمات إلي الخلايا، وتمثل الطريقة المحددة لصنع البروتين داخل الخلية مفتاح عملها وبينتها وكشفت الأبحاث الخاصة بمشروع الجينوم عن انتظام الجينات في مجموعات عبر خطوط الحامض النووي (DNA) وأثار دهشة العلماء أن نسبة تصل إلي ٤٠ ٪ من الجينات البشرية ليست لها وظائف معلومة علي وجه الدقة.

الجينات القافزة

اكتشفتها الباحثة «ماكلنتوك» في أثناء تجاربها علي نبات الذرة وهذه الجينات تتحرك في المحتوي الجيني واسمها أيضاً «العناصر المتنقلة» وهي أجزاء من الدنا الوراثي تتحرك من مكان لآخر علي المحتوى الجيني. ممكن أن تدخل كبديل وكجزء أساسي من شريط الدنا الثابت في بعض الأحيان ومثال لها الجينات الخاصة بمقاومة العقاقير في البكتيريا فهي تحمل علي عناصر متحركة وتستطيع الانتقال من جزيء الدنا الرئيسي في داخل الخلية البكتيرية للبلازميد

(جزيء وراثي حلقي الشكل يوجد بخلية البكتريا غير شريطها الوراثي الذي يتكون مجازاً من كروموسوم واحد) والعكس.

وتظل بعض أنواع من العناصر المتنقلة كامنة لعدة أجيال ولكن عندما تظهر فهي تحدث تأثير كبير علي المحتوي الجيني.

جولة مع جينات ضبط التعبير الجيني.

وهذه الجينات تلعب دورها في الانقسام الخلوي بطريقتان :

١- إما بطريقة الحث الجيني :

يعني إثارة جينات الانقسام وحثها ليحدث الانقسام من خلال مجموعة من التفاعلات تجعلها تعمل بالمعدل المطلوب بدقة.

٢- طريقة التثبيط الجيني

وهي تؤدي لإنتاج بروتينات وهذه البروتينات تتسبب في تثبيط (إيقاف عمل) جينات الإنقسام وتؤدي لعدم حدوث الإنقسام الخلوي أو إبطاؤه ولهذا فالاتجاه في مجال الهندسة الوراثية يتجه نحو الاستفادة من نوعية (جينات التعبير الجيني) ومحاولة عزلها واستنساخها (إكثارها) بكميات كبيرة للأستفادة منها في علاج العديد من الأمراض ﴿وَفِي أَنفُسِكُمْ أَفَلَا تُبْصِرُونَ ﴿٢١﴾﴾ (الذاريات).

ويترتب علي معرفتنا بجينات ضبط التعبير الجيني فهمنا لموضوع البرمجة الجينية .. تري ما هي ؟!! تعالوا معنا في جولة.

جولة مع البرمجة الجينية الداخلية في علم الأجنة.

فكل نطفة مخصبة يكون مقدر فيها كل أجهزة الجسم وهذا التقدير المسبق هو ما يعرف بالبرمجة الجينية الداخلية ويتحدد من خلالها خصائص ومميزات الأجنة قبل ظهورها شكلاً ووظيفة وللعلم فإن كل خلية جسدية من خلايا الجسم والتي يوجد بها نواة نجد كل منها يحوي كل الجينات التي تعطي وتظهر كل صفات الجسم. لذا نسأل .

س : لماذا يختلف البشر رغم أنهم من أم واحدة وأب واحد؟! ولماذا نحن بشر ولسنا قرود ؟!

وكل نسيج من أنسجة الجسم له مجموعة خلايا مختلفة في الشكل والوظيفة عن خلايا النسيج الآخر بنفس الجسم؟!!

والإجـــابة: تكمن فى الطقم الوراثى الخاص بالبشر والذى نرثه من آبائنا جيل بعد جيل، منذ آدم وحواء من خلال النظرية الحديثة في التمايز الخلوي: وهي أنه في حالة تمايز خلية من الخلايا فإن الخلية يلحقها تنشيط لبعض الجينات دون الأخرى (ويحدث تثبيط لبعض الجينات) بمعني أن جميع الجينات تصبح مثبطة وغير نشطة inactive genes ما عدا الجزء المسئول (الجينات المسئولة) عن صفات الخلية المتمايزة أي أن كل خلية بشرية بها جميع الصفات البشرية (جينات هذه الصفات) لكنها تظهر في كل خلايا نسيج دون أخري فتعطي الخصائص المميزة للنسيج الذي يؤدي للنهاية لاختلاف أجهزة الجسم وبالنسبة للبشر فتظهر بإناس وتختفي عند آخرين وهكذا أصبح الناس شعوباً وقبائل مختلفة ومجموعات بشرية (صينيون - عرب - أوروبيون) مصداقاً لقول الحق جلا وعلا ﴿ يَا أَيُّهَا النَّاسُ إِنَّا خَلَقْنَاكُم مِّن ذَكَرٍ وَأُنثَىٰ وَجَعَلْنَاكُمْ شُعُوبًا وَقَبَائِلَ لِتَعَارَفُوا إِنَّ أَكْرَمَكُمْ عِندَ اللَّهِ أَتْقَاكُمْ ﴿١٣﴾ ﴾ (سورة الحجرات).

جولة جديدة و...الجينات محطات إذاعة !!!؟

لاحظ بعض علماء الفيزياء الحيوية مثل «فريتز ألبرت» بألمانيا، و«دوتوي ج» بالمركز القومي للبحث العلمي بفرنسا و«لي يانج» بمعهد الفيزيقا في بكين و«كلهان» من فلوريدا . لاحظ كل منهم وأثناء قيامهم منفصلين بإجراء تجارب علي بعض الخلايا المزروعة. لاحظوا أنها عندما تنقسم تنطلق منها إشعاعات فوق بنفسجية ذات فوتونات متماسكة (أي شعاع ليزري) وأكد هؤلاء العلماء علي هذه الحقيقة وهي أن الجينات الوراثية هي بمثابة محطة إذاعة تبث إرسالها من الإشعاع وكما أن الجينات ترسل الإشعاع الليزري، فإنها تستقبل الإرسال أيضاً فهي إذن بمثابة محطة إرسال واستقبال وكأنها تقوم بالحوار والتخاطب مع الوسط الخارجي والكون المحيط بها. هذه الطريقة في الحوار والتخاطب والإحساس المباشر بتغيرات الوسط المحيط هي المسئولة عن التغيرات البيولوجية والفسيولوجية في الخلية الحية وهذه الأمواج تتصف بأنها مترابطة ولو كانت خالية من الترابط Coherent لما خضعت الخلية الحية لأي قانون

يحفظ بقاءها ولأصبحت مجرد مادة عضوية مستقلة ومعزولة وقد تقطعت بها الأوصال عن العالم المحيط بها، أي لا تتصف بصفات الكائن الحي الذي ينتمي إلي هذا الكون وهناك دراسات تؤكد علي ضرورة تلك الطاقة وأهميتها للنشاط الحيوي بالخلية ليسهل من دقة إجراء العمليات الفيزيوكيميائية :(وهي عمليات تؤدي لنقل الرسائل البيولوجية بالخلية وبين الخلايا وبعضها) أيضاً دورها للتجديد المستمر للمادة الحية. لذا فلن نقلل من شأن الفوتونات المكونة للضوء إذا قلنا أن الخلية تحيا بسبب دخول فوتون وحدة الضوء ذي الطاقة الكبيرة وهذه الفوتونات تطلق نبضات كهربائية في العصب.

ومن خلال فهمنا لطبيعة موجات الليزر وهو أنها أشعة ضوئية لها نفس الطول الموجي ومن خصائصها توافق الأمواج في ارتفاعاتها وانخفاضاتها وتطابق القاع بالقاع والقمة بالقمة لتتقوى بعضها ببعض وتصبح كأنها موجة واحدة تمتاز بالقوة والحدة والتركيز سنسوق إليكم الدراسات الآتية:

وهي دراسات تؤكد علي ما سبق إيضاحه :

وتعطي تفسير جديد لسبب حدوث الطفرات، حيث اكتشف العلماء من خلال تتبعهم المستمر ودراساتهم لذلك الحوار الليزري للخلايا الحية والمتبادل بين چينات الخلايا وإليها أنه يتم بشكل متدفق ويؤدي إلي تراكمه، وعندما يصل التراكم لمرحلة معينة، ينشأ له تواتر حرج يؤدي إلي ظهور الطفرات Mutation ورقي الأنواع وتطورها ، وأن عملية الاصطفاء النوعي ليست عشوائية بل تخضع لقانون صارم جداً يتدخل ليزرياً في الچينات الوراثية للخلايا الحية.

جولة مع عجائب وغرائب الچينوم البشرى

ويبلغ إجمالي عدد الچينات بعدما تم الإعلان عنه في فبراير ٢٠٠١ حوالي من ٢٦ ألف ـ ٣٨ ألف چين بعدما كان الاعتقاد أنه حوالي ١٠٠ ألف چين .

ويتفاوت حجم الچينات، ففي المتوسط يبلغ حجم الچين ١٠٠٠ زوج من القواعد النيتروچينية وإن كان معظم الچينات علي شريط الدنا الوراثي في الإنسان تحوي من ٥ـ١٠ آلاف زوج من القواعد النيتروچينية وهناك ما يبلغ

مليوني زوج مثل چين بروتين الدينورفين Dynorphin في الإنسان فطوله ٢ مليون حرف .

إذا أردنا أن نقرأ الچينوم البشري بسرعة حرف واحد في الثانية لمدة ٢٤ ساعة يومياً فسيستغرق الأمر قرن كامل للإنتهاء من قراءة كتاب الحياة.

وإذا بدأ شخصان مختلفان في قراءة كتاب الحياة الخاص بكل منهما بسرعة حرف واحد في الثانية فسيستغرق الأمر نحو ٨ دقائق ونصف الدقيقة (٥٠٠ ثانية) قبل أن يصلا لأول اختلاف في ترتيب حروف كتابيهما.

يحتاج الطّباع Typist الذي يكتب بسرعة ٦٠ كلمة في الدقيقة (نحو ٣٦٠ حرف) ولمدة ٨ ساعات يومياً إلي نصف قرن للإنتهاء من طباعة كتاب الحياة.

يحتوي الچينوم البشري علي ٣ مليارات زوج من هذه القواعد في حين يحتوي الجسم البشري علي نحو ١٠٠تريليون خلية ١٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠ خلية.

تكفي المعلومات التي يحتوي عليها الچينوم البشري لملء كتب ورقية يبلغ ارتفاعها ٦١ م أي ما يوازي المعلومات التي يحتوي عليها ٢٠٠ دليل للهواتف يحتوي كل منها علي ٥٠٠ صفحة!

* نتائج أبحاث جديدة للعالم (چيمس واطسون) الحاصل علي جائزة نوبل عندما كان عمره ٢٦ عام. وهذا العالم هو مع زميلة قاما بالكشف عن الشكل الحلزوني لمادة الدنا الوراثي سنة ١٩٥٣م ويبلغ من العمر الآن(٧٠عام) حيث ألقي محاضرة في جامعة باركلي بولاية كاليفورنيا. وذكر أنه كلما كان لون البشرة أميل إلي السمرة كان صاحبها أقوى جنسياً وكلما كانت المرأة أكثر امتلاء كانت أكثر قوة وإثارة جنسية، والشعوب اللاتينية هي الأكثر تذوقاً للجنس مثل الفرنسيين، الإيطاليين أما شعوب الشمال فتسرف في شرب الخمور، تعويضاً عن خيبتها الجنسية. وذكر أن السمراوات اللاتي يتعرضن للشمس أقوى جنسياً ممن يحتجبن عنها وفسرها كيميائياً فقال: إن في الخلية بروتينا اسمه «بوم - س» هو سر السعادة الجنسية . وهناك «الميلانين» الذي يساعد علي تلون البشرة.. وهناك بروتين «بيتا أندروفين» الذي يتحكم في المزاج والإثارة والاشتهاء. وهناك «اللبتين» الذي يساعد علي بناء الدهون في الجسم. وأجرى تجاربه بأن حقن

بعض الناس بمادة الميلانين . فكانت النتيجة زيادة في الطاقة الجنسية . وأكد حديثه بأن مشاهير العشاق والعاشقات في التاريخ من الشعوب اللاتينية.. وكتب الأدب والجنس مملوءة بمغامراتهم وشعرهم وأغانيهم.

*عدد القواعد النيتروجينية المكونة للمادة الوراثية الموجودة في كل خلية تتكون من ٣,٢ بليون قاعدة نتيروجينية ولو أن هذه البلايين من الجزيئات قد كتبت علي شكل خط مستقيم وبالحجم التالي نفسه. TCCTGGT, TTAAGGG, TCAAA فإن هذا الخط سيمتد إلي مسافة ٥ آلاف كم، وهو يعادل المسافة بين نيويورك وباريس ولو أدركنا كتابة المعلومات الوراثية الموجودة في خلية واحدة من خلايا جسمنا لملأت مليون وخمسمائة صفحة من الحجم العادي.

*إن مجرد تغير حرف من مكانه في هذه الكتابة الطويلة (٥٠٠٠ كم) قد يسبب موت الطفل الوليد وهذا ما نسمية (بأمراض الطفرات الوراثية) ومن أسباب هذه الطفرات أسباب خارجية مثل الإشعاعات الضارة والمواد الكيميائية أو تكون عوامل داخلية تحدث أثناء تضاعف المادة الوراثية بعد كل انقسام خلوى ولقد سبق أن تعرضنا لأمثلة مختلفة من هذه الطفرات لأسباب بيئية أو أثناء الانقسام فى الأبواب السابقة.

وكمثال لأحد الأمراض الوراثية، نذكر مرض «هنتنجتون» والذى نعرضه من خلال مقالة للدكتورة مارى ويكسلر،التى شرحت أعراض مرض هنتجتون.

Huntington's disease. وهو مرض وراثى يصيب جميع الجسم ويؤدى لإصابة صاحبة برعشه وإصدار حركات التوائية ولايستطيع المريض التحكم والسيطرة على حركاته ويصاحبها تدهور عقلى شديد وبالطبع فتحدث له اضطرابات نفسية مع المحاطين به وأعراض اكتئاب وهلوسه وهذا المرض لايؤدى إلى الموت السريع فأعراضه بطيئة وتستغرق فترة طويلة من ١٥ ـ ٢٥ سنة والنهاية الوفاة .

ـ وهناك من يصاب بالمرض فى سن ٣٥ ـ ٤٥ سنة ولكن إذا كان وراثته للمرض شديدة فقد يصاب به وهو لازال طفل فى عمر السنتين !!!

وهناك من يصابون بالمرض فى عمر الثمانين.. فسبحان الله وتنتقل السيدة مارى ويكسلر إلى نقطة أخرى هى:

ومن الفحص الوراثى للمصابين وتوضح أن حاملى المرض :

١- فنجد هناك حامل المرض دون ظهور الأعراض عليه ويسمى (المريض الصامت) وذلك لأن كروموسومات خلايا جسمه تحمل الجين المسبب لظهور أعراض المرض لكنه جين واحد ولأن المرض منح فإن الجين المقابل له على الكروموسوم الثانى والذى يكون سليم يسيطر ببروتيناته السليمة على هذا الجين المتنحى. الحمد لله فلا يظهر المرض .

٢- بينما الشخص المصاب بالمرض (يحمل نسختين من الجين المتنحى المسبب لظهور المرض) فتظهر عليه أعراض المرض.

وتعود بنا مرة أخرى لمرض هنتجتون وفيه أن هذا المرض سببه جين واحد سائد لكنه يؤدى لظهور أعراض المرض أى أن الجين السليم الذى يكون معه على الكروموسوم المقابل يعجز عن تكوين البروتين السليم بينما الجين السائد هو المتسبب فى ظهور الأعراض المرضية!!!

وبالتالى نجد أعراض المرض ظاهره بجين واحد سائد.

وتوضح أن الفحص الوراثى هو لخدمة ومنفعة الناس وحاملى المرض الوراثى والمعاقين وليس للتخلص منهم كما قد يظن البعض.

أمثلة للبروتينات المختلفة

عرفنا أن الجينات عبارة عن عدد من الديوكليوتيدات وأساس تكوين كل نيوكليوتيدة هو القواعد النيتروجينية والتي نمثلها ونرمز لها بالحروف أو الجزيئات (A.C.G.T) وبإمكان تلك الأحرف أن تعطي عدد غير محدود من الكلمات وهي يمكن أن تعني بروتيناً أو إنزيماً والذي يكون مسئول عن وظيفة محددة داخل الخلية، وهكذا فإن هذا الاختلاف والتنوع الكبير في البروتينات الموجودة في الخلايا هو السبب في أن الخلية مؤهلة لأداء دور محدد وهو الذي يجعل منها خلية عصبية أو خلية جلدية أو تكاثرية كالبويضة أو الحيوان المنوي(النطفة) وهكذا فجميع خلايا الجسم تحتوي علي المادة الوراثية نفسها، غير أنها تختلف فيما بينها في نوعية المورثات النشطة في داخل كل خلية والإنزيمات الهامة الضرورية لحدوث أي تفاعل داخل جسم الكائن الحي حتي لتناسخ شريط الوراثة (الدنا)، هذه الإنزيمات هي أيضاً نوع من أنواع البروتين

الوظيفي، وأي صفة بالجسم مثل لون العيون، لون البشرة، لون الشعر وغيرها هي مكونة أساساً من أنواع مختلفة من البروتين. وأي جهاز بجسم الكائن الحي يتكون بأنسجته وخلاياه من البروتين الذي يمثل قوالب الطوب لجسم الكائن الحي سواء نبات- حيوان. وبياض البيض ما هو إلا بروتين وهوبروتين تركيبي وعضلات الجسم هي مجموعة من البروتينات المختلفة وإنقباض وإنبساط هذه العضلات هو نتيجة تحرك البروتينات داخل الألياف العضلية وهو بروتين الكولاچين في الأنسجة الضامة وصبغة الهيموجلوبين الحمراء التي توجد بكرات الدم الحمراء هي أيضاً بروتين والبلاستيدات الخضراء بالنبات بروتين.

ومادة الكيراتين الموجودة في الأغطية الواقية كالجلد والشعر والريش والحوافر والقرون والأظافر هي أيضاً بروتين (تركيبي).

إن البروتينات تختلف بطبيعتها فى أنسجة الجسم، فنجد- أيضاً- الأجسام المضادة التي تكون الجهاز المناعي . وبروتينات التجلط والأنزيمات الهاضمة التي تقوم بهضم الطعام هي بروتين وظيفي.

وهناك البروتينات الحارسة مثل الهستونات، والأنواع المختلفة من الهرمونات مثل هرمون الغدة الدرقية، هرمون الأنسولين . ومن البروتينات ما يعمل كجهاز الاستقبال حيث يوجد جزء منه بغشاء الخلية وجزء يطل خارج الخلية ويوجد علي الجزء المطل خارج الخلية موقع خاص باستلام الرسائل مثل استلام رسالة يمكن أن تكون علي سبيل المثال هرمون معين.

وهناك البروتينات المستقبلة (البوسطجي) التي تعمل علي نقل الرسائل بين الخلايا وبعضها البعض في تناسق فهي كجهاز. وعلي الجزء المطل خارج الخلية موقع خاص بإستلام الرسائل مثل «رسالة لهرمون معين» مطلوب دخوله وهذه المواقع متخصصه وكل موقع مخصص لاستلام نوعية خاصة من الرسائل تتوافق معها من حيث الحجم والشكل فيتم تركيبهما معاً مثل القفل والمفتاح فيرتبط الهرمون القادم. بالبروتين المستقبل وكأنه طريق للقراءة والنتيجة أن تظهر مدى الاستجابة بتغير في شكل المستقبل كتعبير عن أنه قد تمت القراءة والاستجابة ويتم نقل الرسالة لداخل الخلية لعمل اللازم وحتي شريط الدنا يحاط بنوعيات خاصة من البروتين لحمايته.

وجدير بالذكر من خلال أحدث الدراسات أن عدد البروتينات وتنوعاتها في الإنسان تزيد بثلاثة أضعاف عدد الجينات.

السلاسل الببتيدية

هي سلاسل مكونة من أحماض أمينية ويبلغ عدد الأحماض الأمينية المكونة لهذه السلاسل ٢٠ نوع من الأحماض الأمينية، وتعد هذه السلاسل بمثابة قوالب الطوب والتي علي أساسها يتم تكوين البروتين وبالتالي فالبروتين يتكون من عدة سلاسل ببتيدية مرتبطة مع بعضها بطريقة معقدة تكون سلسلة عديد الببتيد وعن طريقها يتكون البروتين المطلوب ويؤدي ماسبق إلي تبادر السؤال التالي :

وهو: أنواع البروتينات كثيرة فكيف تتكون من ٢٠ حمض أميني فقط؟

والإجابة تكمن في أنه بحسب طريقة ترتيب الأحماض الأمينية وراء بعضها ونوعية الأحماض الأمينية المشتركة في جزيء البروتين المطلوب وطول سلسلة عديد الببتيد وبالتالي يكون لدينا فرصة لظهور أنواع عديدة وكثيرة من البروتينات.

جولة مع الجين وتكوين البروتينات بناء على الشفرة الوراثية

Protein Biosyn thesis and Genetic Code

وسنحاول إجمال هذه العلاقة في عدة خطوات وحقائق كما يلي:

١- يتكون الجين من مادة الدنا الوراثي والجين قد ينتج عدة بروتينات ويتفاعل مع جينات أخرى لتكوين بروتينات وإظهار صفات أخري أي أنه مسئول عن تكوين البروتينات وذلك من خلال حدوث عدة عمليات هامة ومعقدة في منطقة الجين.

٢- وتتم عملية تكوين البروتين بناء علي معرفتنا بالشفرة الوراثية Genetic Code

٣- وهذه الشفرة تتكون وفقاً لترتيب القواعد النيتروجينية المكونة للنيوكليوتيدات والأخيرة هي وحدات تكوين الجين المطلوب حيث تعتبر هذه القواعد النتيروجينية بمثابة الحروف التي تكتب بها الرسالة الوراثية أو بمعني آخر اللغة الوراثية وهي الشفرة الكيميائية الوراثية. وبمعرفتنا بهذه الشفرة يكون متاح تكوين البروتين ومعرفة نوعه بحسب طريقة ترتيب الرسالة الوراثية وترجمتها بنفس الدقة لنحصل علي نفس ترتيب الأحماض الأمينية المعتمدة

عليها كلياً ونوعية الحمض الأميني المطلوب دون غيره.

٤- يتم نسخ نفس ترتيب القواعد النيتروجينية في صورة تتابع مقابل للقواعد النيتروجينية في جزيء يسمي MRNA أي (الرنا المرسال) وهذا النسخ يتم بمنتهي الدقة وجزيء الرنا المرسال هو نوع من الأحماض النووية يتم إعداده بنفس ترتيب الجين المطلوب ومع ملاحظة أنه يتم إستبدال الثيامين بقاعدة نيتروجينية أخرى هي اليوراسيل (u) ونكون من خلال عملية الإعداد هذه قد قمنا بتكوين الرسالة الوراثية ثم يقوم هذا الجزيء (MRNA) بنقل الرسالة من النواة (حيث الجين) إلي السيتوبلازم حيث يخرج من خلال ثقوب معينة بالغشاء النووي.

٥- يذهب (الرنا المرسال) إلي عضيات معينة تسمي الريبوسومات حيث نوع آخر من الأحماض النووية هناك يسمي (الرنا الريبوسومي) وعندها يتم تكوين البروتين. حيث يتم عند الريبوسوم استدعاء الأحماض الأمينية وترتيبها في سلاسل عديدة الببتيد لتنتهي بتكوين البروتين المطلوب وأي تغير في ترتيب أو تتابع القواعد النيتروجينية في منطقة الجين بجزيء الدنا أو في أثناء صناعة MRNA (الرنا المرسال) سيؤدي لأن يحمل MRNA رسالة غير دقيقة وبها خطأ حتي ولو كان في حرف واحد فسيؤدي لتجميع وإستدعاء حمض أميني مختلف .

٠٠. تكوين بروتين مختلف أو بروتين مُشوه لايعمل يؤدى فى الغالب لإحداث أضرار بالغة تتوقف علي نوعية البروتين وأهميته.

والشفرة الوراثية والتي تمثل اللغة السرية التي تنتقل بها الخصائص الوراثية من جيل لآخر باستخدام رموز نستطيع تبسيطها وتقريب مفهومها للأذهان لنعرف كيف تعمل بأنها مثل كلمات اللغة، وكما أن كلمات اللغات تتكون من حروف فإن الشفرة الوراثية لها حروف خاصة بها وحروف الجينات مكونة من أربع حروف فقط هي رموز القواعد النيتروجينية المكونة للنيوكليوتيدات وهي «أ، A» (أدينين ، «ج، G» (جوانين)، «س، C» (سيتوزين) ، «ث، T» (ثيمين) وهي شبيهة باللغة المستعملة في نقل البرقيات وهي شفرة موريس Morse Code المعتمدة علي النقطة، الشرطة (. ، -) لنقل الكلام.

وبعد العديد من الدراسات والأبحاث المستفيضة لشكل هذه الشفرة وطبيعتها تم الوصول إلي «الشفرة الثلاثية» والموجود بالنواة وهي Triplet Code وتتكون من تتابع ٣ قواعد نيتروجينية متصلة ليس بينها فواصل وبالتالي فإن التوافيق الثلاثية الممكنة للأربع نيوكليوتيدات هي $(٤)^{٣}$ وتسمح نظرياً بـ ٦٤ شفرة فالمطلوب شفرة خاصة لإستدعاء حمض أميني، ومن المعلوم أن بسيتوبلازم الخلية ٢٠ حمض أميني . إذاً الـ ٢٠ حمض أميني يكون لهم ٢٠ شفرة وراثية وهنا سيكون لدينا «٦٤» إمكانية شفرة لإستدعاء هذه الأحماض الأمينية لذلك فهناك أحماض أمينية لها أكثر من شفرة وبناءاً عليه سيكون لدينا شفرات ذات معني Sense Codons (تستدعي أحماض أمينية) وأخري غير ذات معني أي لاتستدعي أحماض أمينية Non Sense Codons وربما للأخيرة دور في بدء وانتهاء عملية تخليق البروتين.

وسنعطي مثال آخر يوضح:

مثال قريب من الواقع يوضح أهمية ترتيب الشفرة الوراثية وكيفيةعملها:

تخيل أن هذه الشفرة علي هيئة ٣ حروف عربية :(ع، ر، ب) فهذه الحروف يمكن أن ترتب لتكون عرب أو رعب، أو ربع أو برع أو عبر.. إلخ ولكل كلمة مدلول مختلف عن الأخرى رغم أنها جميعها من نفس الحروف لكن تغير المفهوم نتيجة استبدال حرف بدلاً من حرف وبالمثل في حالة الشفرة الوراثية الكيميائية فعند تغير وترتيب واستبدال قاعدة نيتروجينية محل أخرى علي الچين نفسه بسبب خلل حدث به وهذا الخلل قد يكون لسبب وراثي أو لتدخل عوامل بيئية متعددة مثل التعرض للإشعاع، وغيره مما نطلق عليه اسم «طفرة» فإن الچين سيعطي أمر بتكوين بروتين مختلف وفق الترتيب الخاطئ الذى لديه.

∴ سيتكون بروتين له وظيفة مختلفة مما يؤثر علي الصفة المطلوبة وبحسب أهمية الچين والبروتين المتكون يكون الضرر والكارثة وعدد الچينات التالفة والتي تؤدي لظهور الأمراض الوراثية والعيوب الخلقية ، القابلية أو الاستعداد للإصابة بالمرض أو للوفاه والمعاناة بل وللعلم عزيزى القارىء فإن الأمر يصل لدرجة أن البروتينات تختلف بطبيعتها فى الحالات المرضية عنها عندما يكون النسيج فى حالة صحية.

من خصائص الشفرة الوراثية أنها شمولية Universal ويعني ذلك تماثلها في جميع الكائنات الحية فشفرة إستدعاء الحمض الأميني في البكتريوفاج (الڤيروسات آكلة البكتريا) مثلها في الإنسان «أي نفس شفرة استدعاء نفس الحمض الأميني بالإنسان» وهكذا.

أمثلة للشفرات الوراثية الخاصة بالأحماض الأمينية.

الحمض الأميني	الشفرة الثلاثية
١ـ ألا نين.	CGU . CCU
٢ـ تريتوفان.	GGU
٣ـ ڤالين.	UGU
٤ـ جليسين.	GUU
٥ـ جلوتامين .	AAC, AGG

إن البروتينات تحدد الكثير والكثير بالنسبة للكائن الحي ومنها كيف يبدو شكل الكائن الحي، وكيف يستقبل (Metabolize) جسمه الطعام أو يقاوم العدوى، وأحياناً يحدد حتى الطريقة التي يتصرف بها. ولقد بلغ من أهمية دراسة البروتينات أن نشأ مصطلح أحدث من الجينوم والذى سنفرد له جولة بعد قليل. هذا المصطلح يسمى «البروتيوم» والذى يحدثنا عنه د. منير الجنزورى أستاذ بيولوجيا الخلية ورئيس قسم علم الحيوان بعلوم عين شمس من جريدة الأهرام يوم الثلاثاء ٢٠٠١/١١/٦ ويذكر أن هذا المصطلح ظهر لأول مرة سنة ١٩٩٤ بأمريكا وأنه يبين لنا مجمل خصائص وأنشطة جميع المركبات البروتينية فى مختلف خلايا وأنسجة الجسم والتى يصنعها الكائن الحى خلال حياته. وسبق لنا توضيح بعض هذه البروتينات والعمليات. وبالكشف عن البروتيوم فى الإنسان وبعض الكائنات الممرضة له التوصل إلى عقاقير تستهدف تماماً المركبات البروتينية ذات العلاقة بكل مرض من الأمراض، مما يحقق ضمان الشفاء من الأمراض، وفى الوقت نفسه يساعد على تجنب الأعراض الجانبية الناشئة عن تناول العقاقير التقليدية، كما يساعد الكشف عن البرتيوم فى تخليق لقاحات ضد الأمراض المختلفة، وبهذا يكون البروتيوم أكثر شقة فى الكشف عنه من الجينوم نفسه.