الأستنساخ والترجمة وبناء البروتين والطفرة الوراثية

الجين أو المورثة هي الوحدات الأساسية للوراثة في الكائنات الحية. فضمن هذه الجينات يتم تشفير المعلومات المهمة لتكوين أعضاء الجنين والكائن الحي والوظائف العضوية الحيوية له. تتواجد الجينات عادة ضمن المادة الوراثية للكروموسوم التي تمثلها الدنا (DNA) أو في بعض الحالات النادرة في الرنا (RNA) . بالتالي فإن هذه الجينات هي التي تحدد تشكيل وتطور وسلوكيات هذا الكائن الحي. والفوارق الجسدية وبعض الفوارق النفسية بين الأفراد تعزى لفوارق في الجينات التي تحملها هذه الأفراد.

تنتقل المادة الوراثية من جيل لآخر، خلال عملية التكاثر، بحيث يكتسب كل فرد جديد نصف جيناته من أحد والديه والنصف الآخر من الوالد الآخر. في بعض الحالات يمكن للمادة الوراثية أن تنقل بين أفراد غير أقرباء بعمليات مثل العدوى الصناعية أو عن طريق الفيروسات.

تتركب النيوكليوتيدات في جزيئة DNA من اربعة قواعد نتروجينية هي A و G و T و C والتي تتشكل تكون النيوكليوتيد وتنتظم النيوكليوتيدات الى شفرة ذات ثلاثة حروف تدعى بالكودون codon ، ويؤلف مجموع هذه الكودونات ما يعرف بالشفرة الوراثية genetic code. تشفّر الكودونات المنتظمة خطياً (الجينات) إلى تخليق عدّة جزيئات RNA ، معظمها تدخل في بعض مظاهر تخليق البروتين.

نظرا لأن الحامض النووي DNA كله تقريباً يوجدً في نواة الخلية ، و نظرا لأن معظم وظائف الخلية تجري في السيتوبلازم ، فلا بد من وجود وسائل لجينات النواة للتحكم في حدوث العمليات الكيميائية الخلوية في سيتوبلازم الخلية . و يتحقق ذلك بتوسط نوع آخر من الأحماض النووية و هو الحمض الريبي النووي RNA الذي يتحكم يش في النواة بتكوينه في عملية تسمى الاستنساخ Transcription.

الاستنساخ Transcription

هو عملية النسخ الأنزيمية التي يقوم بها أنزيم RNA polymerase (و هو إنزيم كبير جداً ذو خواص وظيفية ضرورية لتكوين جزيء الرنا) لتحويل تسلسل DNA (لجين معين) إلى سلسلة RNA الموافقة المتممة وبهذه العملية يتم نقل المعلومات الوراثية من الـ DAN إلى الـ RNA، تسمى هده النظرية بوجهة النظر المركزية (Central Dogma). كان يعتقد أن عكس العملية مستحيل، لكن وجد أن الكثير من الفيروسات لها القدرة على تحويل الرنا إلى الدنا مثل فيروس نقص المناعة المكتسب فيروس العوز المناعي البشري. في حالة كون الدنا يحوي معلومات حول تشكيل سلسة ببتيدية (سلسة احماض أمينية)، فإن مرحلة النسخ تكون المرحلة الأولى من عملية طويلة تتوسطها الرنا المرسال mRNA، وتنتهي بتشكل السلسلة الببتيدية المطلوبة. من ثم يمكن صنع بروتين من السلسلة المكونة من الرايبوسوم.

بمعنى اخر ان الاستنساخ هو عملية انتاج الببتيدات أو البروتينات تنطلق الشفرة من الجينات حيث تكون غير قادرة على انتاج البروتينات بصورة مباشرة ولكنها تعمل على تحفيز انتاجها من خلال عملية انزيمية بواسطة انزيم RNA polymerase حيث يتحول DNA الى RNA عن طريق سلاسل نيوكلوتيدية مكملة في جزيئات الحامض النووي الـ RNA الذي يعرف بـ (الحامض النووي الرسولmRNA). بعد ذلك تنتقل جزيئات mRNA إلى السايتوبلازم لتاخذ دورها في بناء سلسلة متعددة الببتيدات أو البروتينات.

خطوات الاستنساخ وترجمة بناء البروتين

تُعَد البروتينات من الجزيئات الكبيرة الأكثر تنوعاً في الأنظمة الحية حيث تقوم بأداء وظائف بيولوجية على نطاق واسع ويعكس ذلك تنوعها التركيبي. تتكون البروتينات بصورة أساسية من (الكاربون، الهيدروجين، النيتروجين، الأكسجين، والكبريت)، بالإضافة إلى بعض العناصر الأخرى التي توجد في بروتينات متخصصة محددة مثل عنصر الحديد في بروتين الهيموغلوبين وعنصر الفسفور في بروتين الكازين.

تعتمد عملية بناء البروتين على الريبوسومات جنباً إلى جنب مع الأحماض النووية (دنا DNA) و (رنا RNA) بأنواعه (الرنا الرسول mRNA والرنا الناقل tRNA، والرنا الريبوسومي rRNA الذي يعتبر الوحدة الوظيفية للرايبوسوم).

تُسمى كل ثلاث نيوكليوتيدات متجاورة على الرنا الرسول بالكودون (وهوعبارة عن شفرة **من ثلاث قواعد نيتروجينية** من أصل أربع قواعد: الأدنين، الكوانين، السايتوسين، اليوراسيل)، ويبلغ عدد الكودونات إجمالاً ٦٤ كودوناً، منها ٦١ مخصصة لتشفير ٢٠ حمض أميني، أما الثلاث المتبقية لا تُشفر أي حمض أميني بل تسمى بكودونات الايقاف.

يحدث تخليق البروتين في عمليتين مهمتين الأولى تدعى النسخ و الثانية تدعى الترجمة

أولا: النسخ Transcription

وهي عملية يتم من خلالها نسخ جزيء الرنا الرسول mRNA من جين معين موجود على الدنا DNA عبر سلسلة من الخطوات تبدأ بارتباط إنزيم RNA polymerase على موقع موجود على الدنا DNA تسمى المحفز، بعد ذلك تنفصل سلسلتي الدنا ليبدأ الإنزيم بإضافة النيوكليوتيدات (وهي وحدات البناء في الأحماض النووية) الخاصة بالرنا الرسول (مع استبدال القاعدة النيتروجينية ثايمين بالقاعدة النيتروجينية يوراسيل) من أحد سلسلتي الدنا، وحينما يصل إنزيم البلمرة إلى إشارة الانتهاء (وهي منطقة معينة على الدنا DNA مكونة من تسلسل معين من النيوكليوتيدات المحددة لنهاية الجين) يتم تحرير الرنا الرسول الناتج وتعود سلسلتا الدنا DNA إلى الالتفاف من جديد.

ثانيا: الترجمة

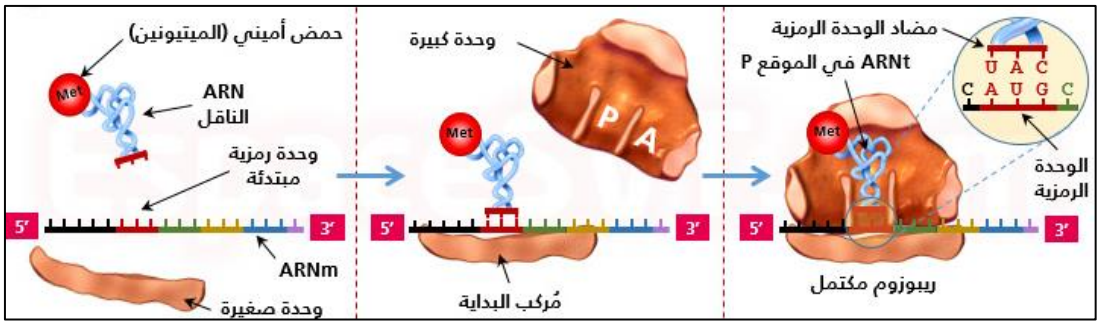
تمر في ثلاث خطوات رئيسية: وهي البدء initiation، والاستطالة elongation ، والانتهاء termination.
تشابه هذه العملية عمليتي التضاعف replication والاستنساخ transcription في صفاتها العامة والاختلاف بين الاستنساخ والتضاعف يكمن في عدد من النواحي، فالاستنساخ مثلا يشمل جزء (او قطعة) قصير من الحامض النووي الـ DNA كذلك، بعكس التضاعف، فان الاستنساخ يؤدي إلى تكوين خيط واحد او سلسلة مفردة من الحامض النووي الـ RNA.

١- مرحلة البدء initiation

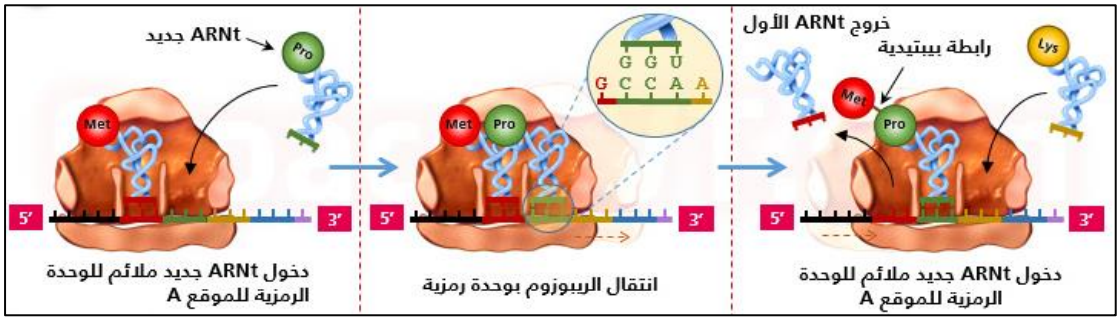
تتضمن مرحلة ابتداء الترجمة كل المكونات الضرورية لتخليق البروتين، والتي تتألف من:

(١) جزيئة mRNA و (٢) الوحدات الثانوية الصغيرة والكبيرة للرايبوسوم و (٣) ومجموعة من ثلاث بروتينات تدعى بعوامل الأبتداء و (٤) وجزيئة tRNA الابتدائية.

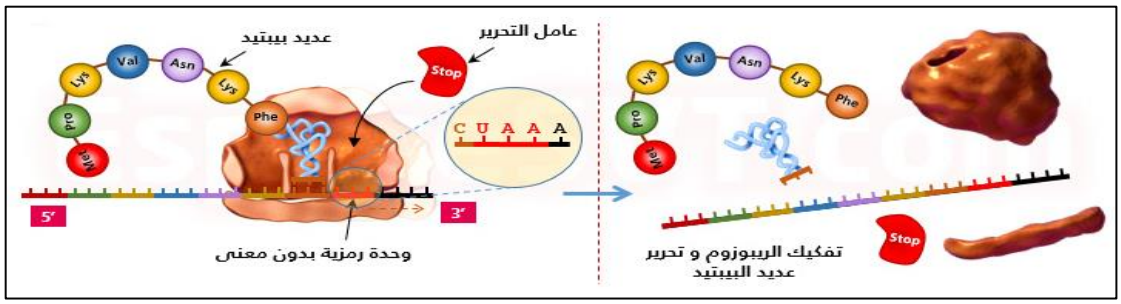
تنطلق خطوة البدء بارتباط الوحدتين البنائيتين للريبوسوم مع الرنا الرسول mRNA والرنا الناقل tRNA، ثم يبدأ الرنا الرسول بالمرور بين وحدتي الريبوسوم حتى يتم ترجمة الكودونات إلى أحماض أمينية بواسطة الكودون المضاد الموجود على الرنا الناقل tRNA، فتبدأ الترجمة بكودون البدء (AUG) على الرنا الرسولmRNA والذي يشفر للحمض الأميني ميثيونين (لايمكن أن تبدأ الترجمة بدون كودون البدء AUG).



٢- **الاستطالة Elongation:** حيث ينفصل الرنا الناقل الأول ويترك حمضه الأميني (الميثيونين) خلفه، ويدخل رنا ناقل جديد إلى الريبوسوم حاملا حمضاً أمينياً للكودون التالي على الرنا الرسول، وتستمر هذه العملية حتى يصل الريبوسوم إلى كودون الإيقاف الموجود على الرنا الرسول (وهو الكودون الذي لا يتوفر له كودون مضاد على الرنا الناقل وبالتالي لا يشفر إلى حمض أميني).



٣- **مرحلة الانتهاء Termination:** يصل الريبوسوم إلى أحد كودونات الإيقاف (UAG – UAA – UGA) حينها يغادر آخر رنا ناقل الريبوسوم وتنفصل الوحدتان البنائيتان للرايبوسوم عن بعضهما ويبتعد الريبوسوم عن الرنا الرسول، ويتحرر البروتين الناتج إلى السايتوبلازم.



أن عملية الترجمة في الخلايا حقيقية النواة تكون أكثر تعقيداً مما عليه في بدائية النواة وتتطلب عوامل بدأ ترجمة أكثر من مثيلاتها في بدائية النواة. و يمكن أن تختلف عملية بناء البروتينات في الخلايا الحقيقية النواة عن تلك البدائية النواة، فمثلاً: عملية النسخ تحدث داخل أنوية الخلايا الحقيقية النواة وبعد الانتهاء منها تبدأ عملية الترجمة أما بالنسبة للخلايا بدائية النواة فنظراً لعدم احتوائها على نواة فإن عملية النسخ تحدث في السيتوبلازم لوجود الدنا في السايتوبلازم وبالتالي يمكن أن تبدأ عملية الترجمة قبل انتهاء عملية النسخ وتسمى هذه العملية باقتران النسخ والترجمة.

الطفرة Mutation

الطفرة Mutation في علم الأحياء هو أي تغير يحدث في المعلومات الجينية - حيث يحدث تغير في تسلسل او عدد النيوكليوتيدات في الحامض النووي الـ DNA يؤدي إلى تكوين تسلسلات جديدة من النيوكليوتيدات فينتقل آثارها بصفات معينة إلى الأبناء.

أن اصغر وحدة وراثية قابلة لاحداث طفرة يطلق عليها ميوتون Muton والذي يمثل اصغر عدد من النيوكليوتيدات المتنقلة والقادرة على انتاج طفرات مظهرية. وان الميوتون يمكن أن يكون من الصغر لحد نيوكليوتيدة واحدة، تؤدي اغلب الطفرات إلى اختلاف في عدد الكروموسومات او التغيرات في تركيب الكروموسوم الواحد، وان هذه التغيرات يمكن أن تحدث بصورة تلقائية او بصورة مستحدثة من خلال المطفرات (mutagens) (لاشعاع والمواد الكيميائية) اذا كان التغير على مستوى الجين قد يؤدي إلى تغير صورته أي تحول إلى حالة اخرى، وقد يكون هذا التغير خطرا يؤدي إلى وقف عمل الجين لعملية معينة (كانتاج انزيم او هرمون معين) ويصبح موقوف النشاط او قد يقلل هذا التغير من انتاج الجين او قد يزيد هذا التغير من مقدرة الجين في انتاج نشاط معين.

تقسم الطفرات إلى نوعين

أ- الطفرات الجينية Gene Mutations

او يطلق عليها بالتغيرات الصغيرة Microlesions او الطفرات النقطية point mutations والتي تشمل تغير في زوج نيوكليوتيدي واحد وكما تؤدي إلى تغير في عدد وتركيب الجينات ضمن الكروموسوم الواحد (تغيرات في تركيب الكروموسوم).

ب- الطفرات الكروموسومية Chromosome mutations

يطلق عليها بالتغيرات الكبيرة Macrolsions او التغيرات في عدد الكروموسومات.

ويمكن تقسيم الطفرات على اساس تأثيراتها المظهرية:-

١- الطفرات المميتة: تسبب موت الكائن الحي الذي يحتويها في أي مرحلة من مراحل النمو.
٢- الطفرات الشكلية: طفرات تؤدي إلى تغير اللون او الشكل او الحجم.
٣- الطفرات الفسيولوجية: تؤدي إلى تغيرات في الوظيفة كالتغيرات في معدل نمو الفرد او في مقدرته على مقاومة ظروف بيئته كالحرارة والمنبهات الكيمياوية وغيرها
٤- الطفرات الكيميائية: تؤثر على قابلية الكائن الحي لانتاج مادة ايضية مثل نيوكليوتيدة او سكر او حامض اميني.

٥- الطفرات الشرطية: التي يظهر تأثيرها على الكائن في حالة وضع الكائن تحت ظروف نمو معينة وليس غيرها كالطفرات الشرطية الحساسة للحرارة التي تؤثر على نمو الكائن في درجة حرارة معينة وليس غيرها.

كما يمكن تقسيم الطفرات على اساس سبب حدوثها إلى :

١- الطفرات التلقائية: تسمى ايضا بالطفرات الذاتية والتي تحدث عند عدم تعرض الكائن لمادة مطفرة معروفة وقد يكون سبب حدوثها:-

أ- تعرض الكائن الحي للاشعاعات الموجودة في الطبيعة.

ب- تفاعلات بايوكمياوية تجري داخل الخلية.

ت- حصول تبدلات طبيعية في درجة الحرارة.

ث- الطفرات المستحدثة: وهذه الطفرات تحدث نتيجة التعرض إلى بعض المواد\ الكيمياوية او الفيزياوية.

٢- الطفرات النقطية Point mutations: الطفرات النقطية هي تلك التي تؤثر على نيوكليوتيدة واحدة او على عدد قليل منها ويمكن أن يحدث فيها الارتداد reversion.

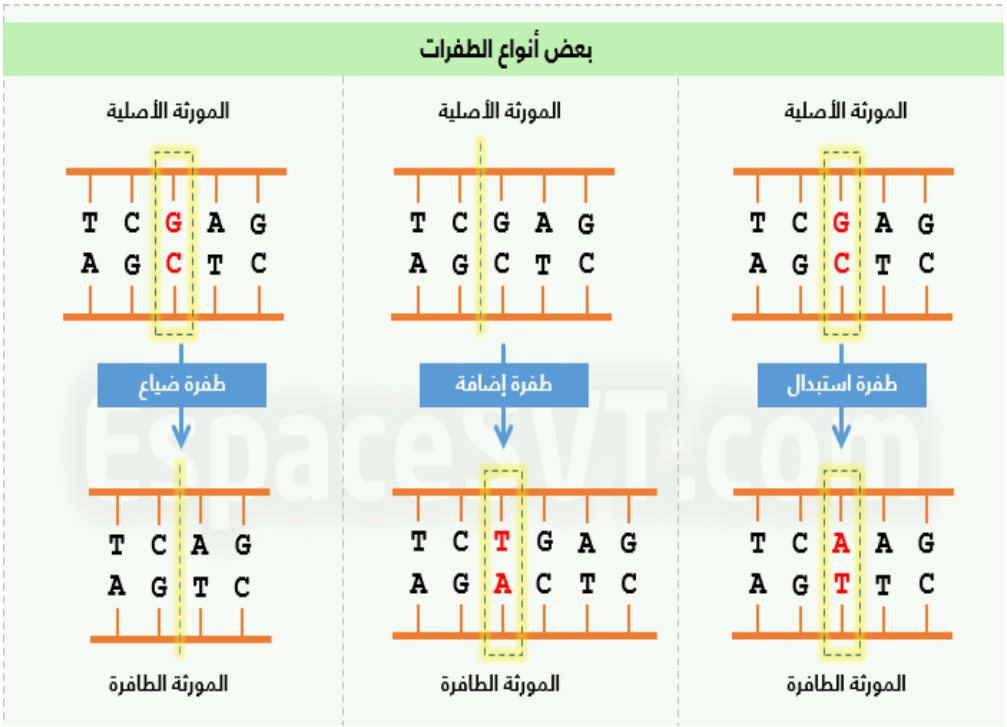
العوامل المسببة للطفرة

هناك العديد من العوامل المختلفة التي تسبب طفرات وراثية في عدد الكروموسومات او نوع الكروموسوم الواحد و تؤثر في تسلسل النيوكليوتيدات اذا ماعرض نسيج معين من الكائن الحي اليها مثل.

١- عوامل فيزيائية : مثل الأشعة المؤينة وأشعة فوق البنفسحية

٢- عوامل كيميائية : وهي مواد كيميائية مثل كغاز الخردل وحامض النتروز HNO2 وغيرها.ددالمواد

٣- المواد المسرطنة : هي مواد تؤدي إلى تحويل الخلايا الاعتيادية إلى خلايا الاورام الخبيثة malignant



شكل يبين أنواع الطفرات