

الفصل الثانى

جولات مع

بعض التطبيقات العملية للاستفادة من الاكتشافات
المتعلقة بالمحتوى الوراثى فى تطبيقات البصمة
الوراثية، وفى عمل استراتيجيات طبية متطورة

تمهيد للفصل..

يشمل الفصل ثلاث جولات؛ نلقى الضوء من خلالهم على تطبيقات متعددة
توضح بعض الجهود المبذولة من قِبل الباحثين لحسن الاستفادة من الاكتشافات
المتعلقة «بالمحتوى الوراثى» وذلك فى مجالات متعددة مثل التعرف على بعض
أجزاء منه (تابعات بعينها) لتصبح بصمة وراثية تستخدم فى مكافحة الجرائم
والكشف عن الجانى وفى اختبارات الأبوة، وفى تتبع الأصول الوراثية وغيرها...
- أيضاً نلقى الضوء فى جولة أخرى؛ على بعض التطبيقات التى توضح الجهود
المبذولة للاستفادة من «تداخلات الرنا (RNAi) فى إعاقه أمراض مثل السرطان
والإيدز.

وفى جولة ثالثة نشير إلى إعادة فهم العلماء للدور الذى تلعبه الترانزيبوزونات
واكتشاف أهميتها للإسهام فى التطور والتنظيم الجينومى للكائنات الحية الراقية
الأعلى؛ وغيرها من الوظائف الهامة التى لا زال بعضها غير مؤكد تماماً وفى انتظار
نتائج الأبحاث الجارية على قدم وساق لتكشف لنا عنها.

ومع البصمة الوراثية والتطبيقات المتعددة لحسن الاستفادة منها نلتقى فى الجولة
الأولى بهذا الفصل... فمعنا..

الجولة الأولى: الاستفادة من بعض الأماكن غير المكدودة لإنتاج البروتين
لتصبح بصمات وراثية وتطبيقات لها؛
تمهيد للجولة؛

سبق وذكرنا فى الفصل الأول كيف أن الكثير من الباحثين كانوا يطلقون على

تتابعات الدنا غير المشفرة للبروتينات على أنها [دنا لغو] يتألف من كيانات غريبة؛
وصنفوا هذه الكيانات الغريبة إلى:

جينات كاذبة، وجينات كاذبة ارتجاعية، وتوابع، توابع صغيرة وتوابع دقيقة
وترانسبوزونات ارتجاعية؛ ومع هذا التصنيف أعطوا لكل كيان من هذه الكيانات
خصائص مميزة له... وسيدور حديثنا في هذه الجولة عن الاستفادة الكبيرة التي تم
إنجازها من اثنين من هذه الكيانات .. وهما:

١- ما يطلق عليها (الترانسبوزونات الارتجاعية).

٢- والتوابع الدقيقة. مع عرض تطبيقات متنوعة توضح ذلك.

أولاً: الاستفادة من تتابعات «الترانسبوزونات الارتجاعية»:

من أكثر الترانسبوزونات الارتجاعية شيوعاً نذكر: «لاين»، و«آلو»... وسنبداً

لقائنا مع «لاين - ١».

(أ): فقرات «لاين - ١» «LINE»:

يبلغ طول «لاين - ١» ما بين ألف وستة آلاف «حرف» ويبلغ عموماً حوالى
(١٤٠٠) من الحروف، وتتضمن وصفة للمستنسخ العكسي قرب منتصفها، وفقرات
«لاين - ١» ليست شائعة جداً فحسب؛ فقد يكون هناك «١٠٠ ألف» نسخة منها في
كل نسخة من جينوم بشري ولكنها تتجمع في أسراب، بحيث أن الفقرة قد تتكرر
مرات عديدة متتابعة على الكروموسوم ويبلغ مقدارها على نحو مذهل ٦ و ١٤٪ من
الجينوم بأكمله. أي أنها تقريباً أكثر شيوعاً بخمسة أمثال من الجينات «الحقيقية».

وفقرات «لاين - ١» «كل فقرة - لاين - ١» منها تستطيع أن تستنسخ نفسها،
وتصنع المستنسخ العكسي الخاص بها. وتستخدم هذا المستنسخ العكسي لصنع نسخة
دنا نفسها، وتولج هذه النسخة في أي مكان بين الجينات. وهذا من أسباب وجود
نسخ كثيرة من لاين - ١.

وهناك تتابعات مميزة أخرى تسمى فقرات آلو (Alu) (الآليوهات Alus) وهى
يشيع وجودها أكثر من فقرات لاين - ١، وأقصر منها. ويبدو أنها تجيد استخدام
الجينات الموجودة في فقرات لاين - ١؛ حيث أنها تستطيع استخدام المستنسخ

العكسى عند غيرها لتضاعف من نفسها ... فهى - أى (فقرات ألو) - تجيد مضاعفة نفسها.

(ب) فقرات ألو "Alu repeat" (الآليوهات Alus):

هى قطع صغيرة من الدنا متشابهة فيما بينها فى التسلسل وأحياناً تتسخ «الآليوهات Alus» نفسها وتغرز نفسها عشوائياً فى كل مكان من جينوم صاحبها .. أى أننا نجد أن النسخة الناتجة تجدل نفسها عشوائياً فى موقع جديد على الصبغى (الكروموسوم) الأسمى أو على صبغى آخر، عادة فى موقع لا يكون له تأثير فى وظائف الجينات المجاورة - (وإن كان بعض الباحثين يرى أنها قد تسبب فى حدوث أمراض نذكرها بعد قليل).

إن كل غرز يتم، يمثل حادثاً منفرداً، فما إن يغرز أحد الآليوهات - حتى يبقى فى مكانه دهوراً، ينحدر من سلف لآخر (فهى لا تقطع نفسها)، لذلك إذا ما امتلك شخصان الآليو نفسه فى النقطة ذاتها من جينوم كل منهما، فيجب أن يكونا قد تحدرا من سلف مشترك واحد، أورثهما تلك القطعة من الدنا. ولقد ألهم ذلك الباحثين إمكانية استعمال «أنماط توزع الآليوهات» كمييار لتقدير مدى القرابة الجينية بين شخصين. وفى المتوسط بين جماعتين سكانيتين - (وسيكون لنا لقاء بعد قليل مع بعض هذه الجهود المبذولة لاستخدام الآليوهات فى هذا المجال).

والجدير بالذكر أن «نص ألو» قد يتكرر مليون مرة فى الجينوم البشرى، وبعض المراجع الأخرى تذكر أنه يتكرر ما يقرب ٩٠٠ ألف نسخة - حتى أننا لنجد نسخة منه داخل أو قرب كل جين بشرى.

والفقرة الواحدة من «ألو» تحوى ما بين ١٨٠ و ٢٨٠ حرفاً - أى أنه على الأقل ١٨٠ من الحروف، وهناك مراجع تفيد بأن طول كل مكرر نحو ٣٠٠ زق (زوج من القواعد). وكل هذه المكررات تحمل التتابع «أ ج ث س» وهذا موقع تعرف لإنزيم بتر اسمه ألو {Alu} ولها جميعاً ذيل طويل كله من النوتيدات «أ».

ويشبهه تتابع «ألو» شهباً وثيقاً تتابعات لجين حقيقى، وهو جين لجزء من ماكينة البروتين التى تسمى (الريبوسوم)، ولدى هذا الجين على نحو غير معتاد، ما يسمى

الحاث الداخلي، بمعنى رسالة تقبول «إقرأني» مكتوبة في تتابع في وسط الجين. وبالتالي فالجين يحمل إشارة لاستنساخه هو نفسه ولا يعتمد على أن يحط بالقرب من تتابع حاث آخر مماثل.

لا توجد فقرات ألو إلا في الرئيسيات، وهي تنقسم إلى خمس عائلات مختلفة، والفئران لديها ما يسمى فقرات ب 1 {B1}.

ويُفسر بعض العلماء الدور الذي تلعبه فقرات «لاين» أ و «ألو» في أفراد البشر: بأنها تسبب طفرات في البشر بأن تشب (تقفز) من مكانها وتحط في الوسط من جينات من كل نوع. وهي مثلاً تسبب «الهيموفيليا» بأن تحط في جينات عامل التجلط. وهناك تقريباً طفرة واحدة من كل ٧٠٠ طفرة بشرية يعتقد العلماء أنها تحدث بسبب الجينات القافزة وفي الفئران ما يقرب من ١٠٪ من الطفرات تنتج من جينات قافزة.

ومن أهم ما يشير القلق فيما يتعلق «بزراع أعضاء من نوع غريب» في الإنسان، مثل أعضاء خنازير وقرود بابون، أن هذا ربما أدى إلى انطلاق أشكال جديدة من الجينات الوائبة على نوعنا.

وفيما يحتمل فقد يكون قد حدث قمع لفقرات ألو البشرية التسعة من جانب الجينات العاملة وعندها استقر به الأمر على وضعه الحالي الهادئ نوعاً فأصبح وكأنه تكيفات في سبات لما كان في الماضي طفيليات كثيرة فقط لديها القدرة على استنساخ نفسها. وهناك نظرية جديدة تفيد بأن الجينات كلها في أثناء التنامي المبكر للجين ينزع عنها، لزم من قصير أي مثيلة ويبدأ تشغيلها، ثم يلي ذلك أن يحدث تفتيش دقيق للجينوم بأكمله تقوم به جزيئات مهمتها أن تكشف عن التتابعات التكرارية وتغلفها بالمثيلة (إضافة مجموعة ميثيلية من ذرات الكربون والهيدروجين CH_3) تمنع أن يستنسخه أي قارئ.

وأول ما يحدث في الأورام السرطانية، إزالة مثيلة الجينات. ونتيجة لذلك يتحرر دنا الأنانى ويُعبّر عنه تعبيراً غزيراً في الأورام، ولما كانت الترانسبوزونات jumping genes مثل فقرات «ألو» و «لاين - ١» تُجيد الشوشرة على الجينات

الأخرى، فإنها تجعل السرطان أشد ضرراً، وحسب هذه الحجة فإن «المثلة DNA methylation» تفيد في قمع تأثير دنا الأنانى.

نظرة إيجابية للدور الذى تلعبه هذه الثغرات،.

سيكون لنا - عزيزنا القارئ - لقاء فى الجولتين الثانية والثالثة يكشف عن تغير وجهة نظر الباحثين للدور الذى تلعبه هذه الثغرات وغيرها مما كان يُعتقد أنه سقط جينومى.. وذلك وفقاً لآخر الأبحاث والدراسات فى الأعوام الأخيرة... وما يعيننا هنا، هو الإشارة إلى ما أعلنه «Y.E. ليفانوف» فى شهر ٧/ ٢٠٠٤م وآخرين عن اكتشاف مثير يتضمن عملية تحرير طبعة (A to I) {أدينوزين - إلى - إينوزين}، وهى التى يتبدل فيها تسلسل الرنا عند موقع نوعى جداً. وهو يحدث بأغلبية فى تاليات متكررة هى عناصر {Alu}، ويكون تحرير طبعة (AtoI) فعالاً فى الدماغ بشكل خاص. وارتبط التحرير الشاذ للطبعة بسلسلة من السلوكيات غير الطبيعية، يدخل ضمنها الصرع والاكتئاب.

ويذكر الباحثون أن هذا قد سمح بأن تصبح برمجة الدارية العصبية أكثر ديناميكية ومرونة وأنه يمكن لتلك التعددية فى الاستعمال أن تكون بدورها قد وضعت الأساس لنشوء الذاكرة والمستويات العليا من الإدراك فى النوع البشرى. ونحن فى انتظار الكشف عن مزيد من الأسرار والخفايا وتقديم تفسيرات جديدة أعمق وأكثر فهماً.

وكما يقول «H.T. هستور» {من جامعة كولومبيا}: «أمامنا كون كامل جديد، لم نبصره من قبل، وهذا مثير جداً».

ولا نستطيع عزيزنا القارئ، أمام كل هذا وما شهد به شاهد من أهلها إلا أن نذكر معك تلك الآيتين الكريميتين: بِسْمِ اللّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ ﴿وَمَا أَوْتِيْتُمْ مِّنَ الْعِلْمِ إِلَّا قَلِيلاً﴾ {الإسراء: ٨٥}، و ﴿مَا أَشْهَدْتُهُمْ خَلْقَ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَلَا خَلْقَ أَنْفُسِهِمْ وَمَا كُنْتُمْ مُتَّخِذِ الْمُضِلِّينَ عَضُدًا﴾ صدق الله العظيم {سورة الكهف: ٥١}.

بعض التطبيقات التي توضح الجهود المبذولة للاستفادة من تنبؤات «آلو»:

١. التطبيق الأول: استخدام إنزيم «آلو ١».

في الخطوة الخلوية الناتجة عن تهجين خلايا الفأر بخلايا الإنسان. فالعادة أن تطرد كروموزومات الإنسان مع الانقسام، ليتبقى جينوم الفأر ومع كروموزوم بشري أو جزء من كروموزوم بشري. وإذا عولجت الخلايا الهجين بإنزيم آلو، ثم اخترنا طليعتين من التسابع المميز لنا الموجود بمكرر آلو البشري، وأجرينا التفاعل المتسلسل، أمكننا أن «نلتقط rescue»، وتكاثر تنبؤات الدنا البشري وحدة من بين كل الشظايا الناتجة عن تشظي جينوم الفأر بالخلية.

٢. التطبيق الثاني:

«الاستفادة من «الأيوهات Alus» لتحديد ما إذا كانت الجماعات البشرية المختلفة يرتبط بعضها ببعض.

بما أن الأيوهات Alus، التي سبق أن عُززت في مكان ما، لا تقطع نفسها، فإنه يمكن استعمال أنماط توزيع الأيوهات ككمييار لتقدير مدى القرابة الجينية بين شخصين. وفي المتوسط بين جماعتين سكانيتين، فمثلاً يوجد أحد تعدد الأشكال آليو على الصبغي "1" في ٩٥٪ من عينة مكونة من سكان جنوبي الصحراء الإفريقية، وفي ٧٥٪ من الأوروبيين والأفارقة الشماليين، وفي ٦٠٪ من الآسيويين في حين أن تعدد أشكال آليو آخر على الصبغي «٧»، يصادف في نحو ٥٪ من سكان جنوبي الصحراء الأفريقية، و ٥٠٪ من الأوروبيين والأفارقة الشماليين وفي ٥٠٪ من الآسيويين ويحمل بعض الأفراد نوعي تعددات الأشكال كليهما. ولا يمكن لتعدد أشكال واحد أن يميز بمفرده جميع أفراد جماعة سكانية كبيرة من جميع أفراد جماعة أخرى، ولكن بتحليل مئات من تعددات الأشكال، يصبح بوسع العلماء أن يجمعوا الأفراد الذين تم أخذهم في عينات من مواضع جغرافية مختلفة في مجموعات محددة على أساس سجلهم الجيني.

التسلسل AAAG واستخدامه في تتبع أصول الإنسان هي من وحدات تُعرف بالكررات الترادفية القصيرة والتي توجد على الكروموسومات... والتسلسل

AAAG ما بين مرتين وسبع مرات لدى الأمريكيين من ذوى الإرث الإفريقي، ولكن ما بين خمس وثمانى مرات لدى الذين أتى أسلافهم من أوروبا أو من الشرق الأوسط، ومن المعروف أن الفرد الواحد يرث مجموعة من هذه المكررات عن أمه وأخرى عن أبيه، بناء على ذلك فإن الشخص الذى يحمل اثنين وثلاثة مكررات، يُرجح أن تكون أسلافه أفريقية، فى حين أن شخصاً آخر، يحمل ستة وثمانية مكررات، يرجح أن تكون أسلافه من أوروبا أو من الشرق الأوسط بيد أن من يحمل ما بين خمسة وسبعة مكررات، يُصادف فى كلتا الجماعتين السكانييتين؛ وبالطبع فى هذه الحالة يلزم البحث عن تتابعات أخرى لتصنيف هؤلاء الأفراد.

ثانياً: التتابع الدقيقه hypervariable minisatellites واتخاذها بصمة وراثية للبشر:

فى عام ١٩٨٤م كان العالم أليك جفريس (من جامعة لستر بالمملكة المتحدة) ومساعدته الفنية فيكى ويلسون يدرسان كيف تتطور الجينات بأن يقارنا الجين البشرى لبروتين العضلات الميوجلوبين مع مرادفه فى الفقمه فلاحظا امتداداً من دنا تكرارى بوسط الجين، وتم إطلاق اسم (التتابع الدقيق الفائق المتغير) على هذا الشكل المحدد بخصائص معينة، فهو يوجد على كل الكروموسومات، وهو يظهر عند أكثر من ألف موقع فى الجينوم، ويتكون هذا التتابع فى كل حالة من «عبارة» وحيدة، طولها عادة من حوالى عشرين «حرفاً» تتكرر ثانية المرة بعد الأخرى مرات كثيرة. ويمكن أن تختلف الكلمة حسب الموقع والفرد، ولكنها عادة تحوي «الحروف» المركزية نفسها، ج ج ج س أ ج أ ص ج (حيث «ص» يمكن أن تكون أى «حرف») ومغزى هذا التتابع هو أنه مشابه تماماً لتتابع تستخدمه البكتيريا لتشغيل تبادل للجينات مع خلية بكتيريا أخرى من النوع نفسه، ويبدو أن له دوراً فى تشجيع التبادل بين الكروموسومات عندنا أيضاً، والأمر كأن كل تتابع هو جملة فى وسطها كلمات «هيا بادلنى». وهذا مثلاً للتكرار بتتابع دقيق:

هـ ص ع ك هـ ي أ ب أ د ل ن ي ل و ب ل - هـ ص ع ك هيا بادلنى لوبل -

هـ ص ع ك هيا بادلنى لوبل - هـ ص ع ك هيا بادلنى لوبل -

هـ ص ع ك هيا بادلنى لوبل - هـ ص ع ك هيا بادلنى لوبل -

هـ ص ع ك هيا بادلنى لوبل - هـ ص ع ك هيا بادلنى لوبل -

هـ ص ع ك هيا بادلنى لوبل - هـ ص ع ك هيا بادلنى لوبل، وهى فى هذه الحالة عشرة تكرارات. وفى الأماكن الأخرى، عند كل موقع من ألف موقع، قد يكون هناك خمسون أو ستون تكراراً للعبارة نفسها، وحسب التعليمات تبدأ الخلايا فى تبادل العبارات مع سلسلة مرادفة فوق النسخة الأخرى للكر وموسوم نفسه، ولكنها، وهى تفعل ذلك، ترتكب أخطاء تتكرر نوعاً ما، بحيث تضيف أو تقلل من عدد التكرارات، ويهذه الطريقة يحدث لكل سلسلة من التكرارات أن يتغير طولها تدريجياً، ويحدث ذلك بسرعة كافية لأن تختلف السلسلة عند كل فرد، ولكنها من ناحية أخرى سرعة بطيئة نسبياً، بحيث يكون للأفراد كلهم، فى معظم الأحوال، أطوال التكرارات نفسها كوالديهم، ولما كان هناك آلاف من السلاسل، فإن النتيجة تكون مجموعة فريدة من الأرقام لكل فرد.

وحيث إن كل تابع دقيق يتشارك مع الآخر فى التابع نفسه الموجود فى القلب منه، الذى يتكون من اثني عشر حرفاً، ولكن حيث إن عدد التكرارات أيضاً يمكن أن يختلف اختلافاً كبيراً، فإن هذا كله يؤدي إلى أن يصبح من الأمور البسيطة نسبياً التقاط مصفوفة التابع الدقيق هذه، ومقارنة حجم المصفوفة فى الأفراد المختلفين. وثبت فى النهاية أن عدد التكرارات غاية فى التباين بحيث إن لكل فرد بصمة وراثية فريدة: سلسلة من واسمات سوداء تبدو بالضبط مثل شفرة قضبان. ولقد تبين «چفريس» ترواً معنى ما اكتشفه. وصرف النظر عن جينات الميوجلوبين التى كانت هدف دراسته، وبدأ يبحث فيما يمكن صنعه...

ها هى البشرية.. وقد أقدمت «عزيزى القارى» على تحقيق إنجاز كبير حيث تم الاستفادة من هذا الكشف الخطير وإطلاق مصطلح عليه هو مصطلح: - (البصمة الوراثية)... فما هو المقصود منها؟!
أولاً: المقصود بالبصمة الوراثية:

من خلال ما تقدم يتبين لنا أنها: اختلافات فى التركيب الوراثى بمنطقة الإنترون

وينفرد بها كل شخص .. باستثناء نوع نادر من التوائم الناشئة عن انقسام بويضة مخصصة واحدة بحيوان منوى واحد. والبصمة الوراثية تورث طبقاً لقوانين مندل، ونجد الطفل يحصل على نصف الاختلافات من الأم والنصف الآخر من الأب، ليكون مزيجاً وراثياً جديداً يجمع بين خصائص الوالدين وخصائص مستودع وراثي متسع من قدامى الأسلاف.

والجدير بالذكر أن نسبة الاختلافات تصل إلى حوالي ١ : ٣٠٠ مليون شخص أى أنه من بين ٣٠٠ مليون شخص يوجد شخص واحد فقط يحمل نفس البصمة الوراثية، وللدنا تباين وافر، فهناك نحو موقع للتباين بين كل ١٠٠٠ نوتيدة دنا فى جينوم يحمل نحو ٣ بلايين نوتيدة، والدنا يوجد بكل خلايا الجسم فيما عدا كرات الدم الحمراء، ودنا الشخص متطابق فى كل خلايا الجسم ولا يتغير أثناء الحياة (هذا العادى ما لم يتعرض أى جزء من أجزاء الجسم لظروف بيئية أو ميراث شاذ أدى لعدم التطابق ووجود اختلاف) ، وجزء الدنا ثابت لحد بعيد والأرجح أن يُحفظ فى اللطخ الجافة.

أيضاً وجد أن البصمة الوراثية تختلف تبعاً لما سبق وتقدم - باختلاف الأنماط الجغرافية للجنينات فى شعوب العالم فعلى سبيل المثال يختلف الآسيويون (الجنس الأصفر أو المغولى عن الأفارقة).

ثانياً : بدايات الاستفادة من هذا الكشف واعتباره بصمة وراثية للتمييز بين الأفراد:

١- بدأت محاولات عديدة للاستفادة من هذا الاكتشاف فى التمييز بين الأفراد، وتم ذلك فى جهات عديدة نذكر منها:

(أ) سلطات الهجرة والاستفادة من البصمة الوراثية:

لما كان للأجانب بصمات وراثية مختلفة، بحكم ما تبين لنا فلقد اهتمت سلطات الهجرة فى بريطانيا، فوراً باختبار مزاعم من سيكونون مهاجرين من حيث كونهم أقرباء قرابة وثيقة لأفراد موجودين من قبل فى البلاد، وأثبتت البصمات الوراثية أنهم عموماً كانوا صادقين.

(ب) استعمال التابع الدقيق الفائق للتغاير والطب الشرعي؛

ونذكر هنا مثلاً يوضح مدى الاستفادة التي تحققت من استخدام إنجاز إليك جفريس {«الأول»} وكان في حادث مقتل التلميذة إدون أشويرث في عام ١٩٨٦ م { وكان كالآتي :

حيث عُثر على جثمان هذه التلميذة وعمرها خمسة عشر عاماً في دخل شائك قريب من قرية «ناربورو» في ليستر شاير في بريطانيا وكانت قد اغتصبت ثم خُنت؛ وألقت الشرطة القبض بعدها على بواب شاب في مستشفى، وهو «ريتشارد بوكلاندا» اعترف بارتكاب الجريمة، وكان حزيناً أن يستقر الأمر على ذلك، فسيذهب بوكلاندا إلى السجن مداناً بقتل الفتاة، على أن أفراد الشرطة كانوا حريصين على استجلاء قضية أخرى لم تحل، عن فتاة أسمها ليندا مان، وعمرها أيضاً خمسة عشر عاماً، وأيضاً من ناربورو، وهي أيضاً قد اغتصبت وخُنت وتركت في حقل في الخلاء، ولكن هذا كان قبل ذلك بما يقرب من ثلاث سنوات، كانت الجريمةتان متماثلتين تماماً بالغاً بحيث بدا من غير المعقول ألا يرتكبهما الرجل نفسه، ولكن بوكلاندا رفض الاعتراف بقتل مان.

وصلت إلى الشرطة أخبار عن إنجاز إليك جفريس في البصمة الوراثية، وذلك عن طريق الصحف، ولما كان جفريس يعمل في ليستر، على بُعد أقل من عشرة أميال من ناربورو، فقد اتصلت الشرطة المحلية بجفريس، وسألته إن كان يمكنه إثبات إدانة بوكلاندا في قضية مان، ووافق على محاولة ذلك، وأمدته الشرطة بسائل متوى أخذ من جثت الفتاتين وبعينة من دم بوكلاندا.

لم يواجه جفريس سوى صعوبة قليلة في العثور على التوابع الدقيقة المختلفة الموجودة في كل عينة، وبعد البحث لمدة تزيد على الأسبوع كانت البصمات الوراثية جاهزة، وتبين أن عينتي المنى الاثنتين متطابقتان، ولا بد من أن تكونا آتيتين من رجل واحد، وأغلقت القضية، إلا أن ما شاهده جفريس بعدها أذهله، كان لعينة الدم بصمة تختلف جذرياً عن عينتي المنى: لم يكن بوكلاندا هو القاتل.

احتجت شرطة ليستر شاير بحماس بأن هذا استنساخ سخيف، وأنه لا بد من أن

جفريس قد أخطأ، وأعاد جفريس إجراء الاختبار، كما فعل ذلك أيضاً معمل الطب الشرعى بوزارة الداخلية، وخرجا بالنتيجة نفسها بالضبط، وعلى مضض، سحب رجال الشرطة المحيرون اتهامهم لبوكلاند، وحدث لأول مرة فى التاريخ أن برىء رجل على أساس تنابعات دناه.

إلا أنه ظلت هناك شكوك مزعجة، فبوكلاند، على كل حال، قد اعترف ورجال الشرطة كانوا سيجدون أن البصمة الوراثية مقنعة إقناعاً أكثر كثيراً لو أمكنها أن تدين المدنب مثلما يمكنها تبرة البرىء، وبالتالي، فبعد خمسة شهور من موت آشويرث أخذت الشرطة فى اختبار دماء ٥٥٠٠ رجل فى منطقة ناربورو بحثاً عن بصمة وراثية تتوافق مع ذنى القاتل المختصب، ولم تتوافق أى عينة.

ثم تصادف أن رجلاً يعمل فى مخبأ ليستر، اسمه أيان كيلي ذكر لزملائه أنه أجرى اختبار الدم برغم أنه لا يعيش بالقرب من ناربورو، وأن عاملاً آخر فى القرن قد طلب منه ذلك، وهو كولن بيتشفورك الذى يعيش بالفعل فى ناربورو. زعم بيتشفورك لكيلي أن الشرطة تحاول تليفق التهمة له، وأعاد أحد زملاء كيلي ذكر الحكاية للشرطة، فألقت القبض على بيتشفورك، وسرعان ما اعترف بيتشفورك بقتل الفتاتين الاثنتين، إلا أنه ثبت فى هذه المرة أن الاعتراف حقيقى، فقد توافقت بصمة دنا دمه مع بصمة المني الموجودة فى الجثمانين، وحُكِم عليه فى ٢٣ يناير عام ١٩٨٨ بالسجن مدى الحياة.

وبمرور الوقت وحسن الاستفادة أصبحت البصمة الوراثية إلى حد مذهل دقيقة وجديرة بالاعتماد عليها، إذا استخدمت على الوجه الصحيح وهى تعتمد على عينات صغيرة من أنسجة الجسم، بل حتى مخاط من الأنف، أو بصمة، أو شعر أو عظمة من جثة طال بها الموت.

وفى السنوات الماضية أصبحت البصمة الوراثية أداة لا غنى عنها واستخدمت المباحث الفيدرالية المعلومات عن الدنا فى التعرف على المتهمين فى جرائم خطيرة وصنعت قائمة معلومات عن الأشخاص المجرمين والدنا الخاص بهم. هذه القائمة الموجودة فعلاً فى المجترا. وهى سجل قومى حيث تحوى المعلومات الوراثية لكل

شخص ارتكب جريمة منذ عام ١٩٩٥ م. وأيضاً المشتبه فيهم في حالات القضايا التي لم يصلوا لفاعلها.

وكما استفادت إنجلترا من تطبيق بصمة الدنا استفادت أيضاً الولايات المتحدة الأمريكية ونذكر هنا:

في أواسط الثمانينات أسست بضع شركات خاصة لتجوير عملية تحديد بصمة الدنا لتعيين هوية المتهمين وأبرزها شركة «سيلمارك دياجنوسينيكس» في مرييلاند، وفي عام ١٩٨٨م أدخلت بصمة الدنا لأول مرة في المحاكم لتستخدم كدليل في قضية «فلوريدا ضد تومي لى أندروز».

وفي عام ١٩٨٩م بدأت وكالات الاستخبارات الأمريكية، بعد دراسة متأنية للتكنولوجيا في معاملها الخاصة، في قبول دراسات تقصى السيرة من مؤسسات الطب الشرعى للولايات.. ومنذ ذلك التاريخ وحتى بداية التسعينات استخدمت بصمة الدنا في أكثر من «مائة قضية» بالولايات المتحدة، وأجيزت - وقتها - رسمياً في دائرة قضائية واحدة على الأقل في نحو ٣٠ الولايات.

ولقد قطعت البصمة الوراثية طريقاً طويلاً في العقد الذي تلا استخدام سلطات الهجرة للبصمة الوراثية وقضية بيتسفورك (في بريطانيا)، واستخدامها في الولايات المتحدة الأمريكية، وتعددت القضايا التي استفادت من بصمة الدنا، وفيما يلي بعض التطبيقات الموضحة للاستفادة من بصمة الدنا:

ثالثاً: التطبيقات:

١- التطبيق الأول:

الاستفادة من بصمة الدنا للتحقق من هوية أشخاص متوفين:

حيث تمكن الباحثون من خلال حسن استغلال البصمة الوراثية في التأكيد على هوية (جوزيف مينجل)، والتي استخرجت من القبر في عام ١٩٩٠م.

٢. التطبيق الثانى:

الاستفادة من بصمة الدنا فى التعرف على الأشخاص المتهمين فى الجرائم المختلفة،

وتشمل الأمثلة الآتية:

١- تم الحكم على مواطن بريطانى بالسجن «١١» عاماً لاتهامه بسرقة بنك، والجدير بالذكر أنه تم عمل بصمة وراثية للسارق من اللعاب الموجود على شاشة الأمن.

٢- بحلول منتصف عام ١٩٩٨م بلغ عدد عينات دنا التى جمعتها مصلحة الطب الشرعى فى بريطانيا وحدها ٣٢٠ ألف عينة استخدمت لإيجاد الصلة بين ٢٨ ألف فرد ومشهد الجريمة. واستُخدم ما يقرب من ضعف هذا العدد من العينات لتبرئة أفراد أبرياء. وبسط من التكنيك، بحيث يمكن استخدام مواقع واحدة للتوابع الدقيقة بدلاً من مواقع كثيرة كما حدث أيضاً تكبير للبصمة الوراثية، بحيث إن التوابع الصغيرة، بل حتى التوابع الدقيقة، يمكن استخدامها لتعطى «شفرات قضبان» فريدة. ويمكن إجراء تحليل لا يقتصر على أطوال تكرارات التوابع الصغيرة، وإنما يتناول أيضاً تنابعاتها الفعلية ليضفى على الإجراء حنكة أكثر.

٣- أعلن عمدة نيويورك فى ديسمبر سنة ١٩٩٩م أنه لا يمانع فى أخذ البصمة الوراثية لكل مولود جديد فى المدينة وبالرغم من أن هذه الطريقة ستجعل من كل واحد فى المدينة مشتبهاً به فالشخص الوحيد الذى من حقه أن يخاف من هذا الاختبار فقط هو المشتبه فيه الرئيسى.

٤- فى عام ٢٠٠٠م كانت فرنسا تستعد لإصدار سجل قومى يضم الآثار الجينية بالإضافة إلى البصمة الوراثية لمرتكبى جرائم القتل والاعتصاب.

٥- ذكر تقرير رسمى صدر (فى عام ٢٠٠٣م) أن بريطانيا تحتفظ بسجلات لحوالى ١,٥ مليون شخص فى قاعدة بيانات الحمض النووى، التى تهدف إلى استخدامها عام ٢٠٠٤م فى مكافحة المجرمين الذين يبلغ عددهم حوالى ٣ ملايين مجرم فى بريطانيا. ومن المعلوم أن الحكومة البريطانية تتفق ١٨٧ مليون جنيه

استرليني لتوسيع القاعدة لمساعدة الشرطة على الاكتشاف والاعتقال المبكر وتحقيق المزيد من الإدانات للمجرمين.

بعد حوالي ثلاثين عاماً من ارتكاب جريمة قتل راحت ضحيتها البريطانية هيلدا موريل مدافعة السلام النشيطة تم التوصل إلى الجاني الذي أجهز على ضحيته بعدة طعنات وذلك بفضل النتائج المدهلة التي توصل إليها الحامض النووي أو (ال. دي . إن. إيه).

وترجع أهمية اكتشاف هذا الحادث في التوصل إلى الجاني الحقيقي بعد هذه السنوات الطوال إلى تأكيد حقيقتين مهمتين أولاهما أن الجريمة لا تموت والحقيقة الثانية هي ما أثبتته العلم الحديث من أهمية الحامض النووي في اكتشاف الجاني.

وكما هو معروف أنه لا توجد أبداً جريمة كاملة فلا بد أن يترك المجرم أثراً له في مسرح الجريمة مثل ما حدث في قضية هيلدا حيث عثر رجال البحث الجنائي على خصلة من شعر الجاني كما وجد أيضاً منديلاً عليه بقعة دم بجانب الضحية ومن هنا كان مفتاح الجريمة إما جثة المجنى عليها ذاتها فقد عثر عليها ملقاة وسط شجيرات كثيفة على بعد عدة كيلومترات من منزلها بعد أيام من إبلاغ جاريتها باختفائها. وقد ثبت من تقرير الطبيب الشرعي أن المجنى عليها قد تعرضت لعدة طعنات أودت بحياتها بعد أن تركها الجاني في الغابات الكثيفة تنزف وحدها حتى الموت بدماء باردة.

وحيث إن هيلدا كانت لديها اهتمامات شتى بحركات السلام في العالم والدفاع عن الحريات الشخصية. فكان من الطبيعي أن تتجه أصابع الاتهام إلى وجود جريمة بدافع آخر غير السرقة خاصة أنها لم تقتل في منزلها بل اقتادها الجاني بسيارتها إلى موقع الجريمة حيث لقطت أنفاسها الأخيرة.

ومما أكد أن الجريمة لم تكن بدافع السرقة أنه لم يثبت وجود أي مفقودات خاصة بالقتيلة، إلا أن رجال الشرطة قد عثروا على بعض الأوراق والوثائق الخاصة بالمجنى عليها مبشرة في منزلها كما ثبت أيضاً أن الجاني قد قام بقطع خط الاتصال الموصل إلى منزلها.

ووفقاً لنتائج البحث الجنائي وتقارير الشرطة اتضح وجود علاقة بين الجريمة

وحركات المجنى عليها الشبيطة المناهضة للعنف وتصنيع الأسلحة النووية وتأثيرها القوي على أتباعها باعتبارها كانت أهم عنصر في (اللوبي) الراض لهذه الأسلحة بكل أشكالها والتي يطلق عليها حالياً أسلحة الدمار الشامل.

كما أدلت إحدى الشهادات وهي قريية للقتيلة بمعلومات مهمة خلال التحقيقات التي أجريت حول الجريمة آنذاك وهي أن الضحية كانت لديها معلومات مهمة حول غرق الباخرة (بيلجرانو) المثير للجدل والذي يعد إلى الآن أحد الألغاز السياسية.

وكما هو معروف فقد تحطمت الباخرة بالكامل عام ١٩٨٢ واستقرت في قاع المحيط بركابها وطاقمها وكان على متنها أكثر من ٣٢٠ راكباً إبان حرب فوكلاند.

وقد أكد نشطاء السلام من تلاميذ هيلدا وجود علاقة قوية بين توجهات المجنى عليها المناوئة للعنف والإرهاب وبين مصرعها وطالبوا بمعرفة الحقائق كاملة بعد استجواب الجاني أو التهم للوقوف على الأسباب الحقيقية لمقتلها.

وقد اتضح أن الجاني المقبوض عليه حالياً بتهمة قتل هيلدا موريل هو رجل في السبعين من عمره أي أنه كان في الأربعينيات عندما نفذ جريمته واعتقد أنه أفلت بها. كما اتضح أيضاً أنه كان جاراً للمجنى عليها ويقطن في منطقة شروزبيري وهو نفس الحي الذي كانت تعيش فيه القتيلة.

وتتجه التهمات بالكامل حول هذا المتهم بعد أن ثبت تطابق الحمض النووي للمشتبه به مع نتائج عينة الدم المثبتة لدى أجهزة الفحص الجنائي أدلة أخرى من موقع الحادث إلى جانب تطابق تقارير الشرطة حول أسباب الجريمة ودوافع المتهم وهذا ما ستؤكداه أو ستنتفيح التحقيقات الجارية حالياً مع المشتبه به.

(عن صحيفة الصنداى تايمز البريطانية)

٧- وفي هذا الصدد يُذكر أن مكتب التحقيقات الفيدرالي الأمريكي قد وضع - في الوقت الحالي - معياراً يقوم على ١٣ حيناً مختلفاً عندما تُستخدم معاً يمكن التعرف بها على أي شخص. هذا المركب في الجينات يميز أي شخص عن كل الناس على سطح الأرض.

التطبيق الثالث:

الاستفادة من بصمة الدنا فى جرائم الاغتصاب وإثبات الزنا:

ويشمل هذه أمثلة:

١- المثال الأول:

فى عام ١٩٩٣م اقتحم أحد المجرمين شقة سيدة أمريكية فى منطقة «روزديل بولاية جورجيا» .. وتحت تهديد السلاح اغتصبها وأرهبها. وتم فى النهاية التعرف على هذا الجانى وهو «جون سيزكا» ٤٧ سنة وتمت إدانته وصدر ضده حكم بالسجن مدى الحياة لاغتصابه خمس سيدات من جامعة جورجيا خلال الفترة من عام ١٩٩٥م وعام ١٩٩٦م. وقد تم مقارنة بصمته الوراثية بعينات من مسرح الجريمة فى جورجيا ثم أخيراً تم ربطه بعينات خاصة بحادث الاغتصاب - (فى شقة السيدة الأمريكية) فى روزيل عام ١٩٩٣م.

٢ - المثال الثانى:

من خلال دليل البصمة الوراثية استطاعت فتاة عمرها ١٢ سنة إقناع البوليس بأنها تعرضت لتحرش جدها لوالدها. فقد جمعت الضحية بعض المنى الناجم عن عملية الاغتصاب وأدى هذا الدليل إلى إلقاء القبض على هذا الجد المغتصب.

٣- المثال الثالث:

مونيكاو كليتون:

تم استخدام البصمة الوراثية فى جريمة مشهورة بأمریکا وهى قضية مونيكاو والرئيس الأمريكى السابق «بيل كليتون»، حيث صدر قرار من المحقق لأخذ عينة من دم الرئيس كليتون فى ٣ / ٨ / ١٩٩٨م بواسطة طبيب البيت الأبيض - بعد ادعاء مونيكاو لوينسكى المتدربة السابقة فى البيت الأبيض بأن الرئيس الأمريكى السابق كليتون كان يمارس معها الجنس فى البيت الأبيض، وقدمت فستانها الأزرق الشهير والذى كانت عليه بقعة من السائل المنوى للرئيس ظلت محتفظة به بحالته لمدة ١٧ شهراً - وتم إجراء اختبار البصمة الوراثية فى معامل المباحث الفيدرالية، وثبت من خلاله تطابق الحمض النووى فى البقعة الموجودة على الفستان الأزرق مع

الحمض النووي في دم الرئيس السابق كليتون. وللعلم فإن نسبة تكرار حدوث هذه البصمة في حالة الرئيس كليتون، تبلغ ٠,٠٨٧ تريليون حالة. وهذا يؤكد أنه لنفس الشخص بيل كليتون وبالطبع ليس له توأم سيامي نلقي عليه هذه الفعلة.

٤. بصقة .. على الطريقة الأمريكية.. تكشف عن مجرم؛

سبق وذكرنا كيف تمكن البوليس في بريطانيا من القبض على مجرم من خلال أخذ بصقته، وهنا نذكر أنه مع بداية عام ٢٠٠٢م نجح أحد رجال البوليس في منطقة (سان بيتر سبورج) بولاية فلوريدا الأمريكية في تعقب متهم يدعى «تشارلز سي بيترسون» الذي تشبه أوصافه «دوك روبر» الذي يتميز بأصابع أقدامه وهو رجل متهم في ١٥ حادث سرقة وحادثي اغتصاب، وأثناء عملية المقارنة توقف المتهم بيترسون في إشارة المرور وبصق على الأرض قبل أن يهرب بدراجه. وفي ذلك الوقت قام رجل البوليس الذي كان يتعبه بأخذ عينة من البصقة على ورقة لتكون الدليل ضده وبعد أيام قليلة ظهر تقرير المعمل يؤكد مطابقة عينات العينة بعينات المنى الذي قدمته إحدى ضحاياه وتم إلقاء القبض على بيترسون.

٤. التطبيق الرابع:

استخدام بصمة الدنا في مجال اختبار الأبوة:

ومثال لذلك ما حدث في عام ١٩٩٨م حيث أقامت شركة (جين الهوية) لافتات على الطرق الرئيسية عبر أمريكا تعلن التالي: من الأب؟ اطلب غط دنا - ١٨٠٠! وتلفت الشركة ثلاثمائة مكالمه يوميا تطلب اختباراتنا التي تكلف ٦٠٠ دولار، وكانت المكالمات من أمهات غير متزوجات، يطالبن بنفقة لإعالة الطفل من «آباء» أطفالهن، وكذلك مكالمات من آباء متشككين غير واثقين إن كان أطفال رفيقاتهم هم كلهم أبناءؤهم، وبينت أدلة دنا في أكثر من ثلثي الحالات أن الأمهات كن صادقات. ومن النقاط التي تثير الجدل ما إذا كانت الإساءة التي تلحق ببعض الآباء، عندما يكتشفون خيانة رفيقاتهم، تزيد أهمية عما يحدث لغيرهم من استعادة طمأنينتهم، عندما يعرفون أن شكوكهم لا أساس لها من الصحة، وما يمكن التنبؤ به ما حدث في بريطانيا من هياج محموم في وسائل الإعلام عندما عُرِضت هذه

الخدمات الخاصة تجارياً لأول مرة، فيفترض في بريطانيا أن تبقى هذه التكنولوجيات الطبية ملكاً للدولة وليس للأفراد.

٥ تطبيقات أخرى للاستفادة من بصمة الدنا،

في بداية التسعينات من القرن العشرين ذكر العالم «ليروي هود» عن إمكانية استخدام بصمة الدنا في تحديد هوية أفراد القوات المسلحة، وأنه إذا ما طبقنا تشخيصات الدنا على الحيوانات فإنها ستحدد دون لبس نَسَبَ «ماشية الجوائز أو خيل السباق» أيضاً تتبأ هذا العالم بأنه سترسم الخرائط الوراثية للمحاصيل النباتية الرئيسية، وتستخدم في تحديد هوية ثم فيما بعد هندسة الصفات البيولوجية المرغوبة، مثل المحتوى المرتفع من البروتين أو الطعم الأفضل.

رابعاً: من أسباب النجاح المتزايد لاستخدام بصمة الدنا،

ونذكر من بين الأسباب التي كانت وراء النجاح المتزايد لاستخدام البصمة الوراثية أن كل ما هو مطلوب لتعيين بصمة الدنا هو عينة صغيرة من الأنسجة التي يمكن استخلاص الحمض النووي منها (DNA) فعلى سبيل المثال نحتاج: عينة من الدم في حالة إثبات أبوة، عينة من الحيوانات المنوية في حالة اغتصاب، قطعة من تحت الأظافر أو شعيرات من الجسم يكثر وجودها في حالة وفاة بعد مقاومة المعتدى، دم أو سائل منوى مجمد، أو جاف موجود على مسرح الجريمة، عينة من اللعاب.

ولقد تمكن العالمان الأستراليان «رولندفان»، «ماكسويل جونز» في عام ١٩٩٧م من عزل واستخلاص المادة الوراثية من إحدى عينات الدليل ومن دم المتهم، وذلك من الأشياء التي تم لمسها مثل المفاتيح والتليفون والأكواب.

المنهج الأساسي لتحديد بصمة الدنا،

١- يستخلص الدنا أولاً من إحدى عينات الدليل، ومن دم المتهم، ثم يقطع الدنا في كل من العينتين إلى ملايين الشظايا باستخدام إنزيم تحديد يتسر عند تتابعات بذاتها.

٢- تُفَرَّدُ الشظايا بعد ذلك وتفصل عن طريق استخدام جهاز الفصل الكهربى {الكتروفسوريسيز} وهو يُفَرَّدُ بالجيل: Pulsed _ Field gel electrophoresis

(PFGE) حيث تُحمَل كل عينة على رأس حارة خاصة على الجيل، وتُعرض لمجال كهربائي، يجرى على طول هذا الجيل، فتتحرك شظايا الدنا بسرعات تختلف حسب حجمها (الشظايا الأصغر تتحرك أسرع من الشظايا الأكبر). في نهاية العملية تُنقل شظايا الدنا إلى غشاء نيلون وتُثبت لتصبح جاهزة للتحليل.

ولكى تظهر شظايا الدنا المناظرة لأي موقع على الكروموسوم، لا بد أن يستخدم مسبراً مشعاً يحمل من الدنا تابعاً قصيراً من هذه المنطقة يُغمر الغشاء بالمسبر المشع فيقترن بالتابعات المكملّة، وتظهر شظايا مشعة، ثم يُعرض الغشاء لفيلم أشعة سينية طوال الليل لتري أين اقترن المسبر المشع، تميز هذه المواقع بظهور شرائط أنيقة قائمة اللون تسمى «الصورة الإشعاعية الذاتية» "Autoradiography" تشكل الشرائط نموذج دنا العينة للموقع الذي نحن بصدده، يجرى الباحثون أو علماء الطب الشرعي مقارنة بالنسبة لكل موقع ويتبين لهم من خلال ذلك ما إذا كانت نماذج دنا العينة (عدد الشرائط ومواقعها بالضبط) تتوافق مع نظيراتها من دم المتهم، وإذا لم تتوافق النماذج عند كل موقع فإنها تكون مأخوذة من مصادر مختلفة. ومن خلال هذه المقارنة يتبين إذا ما كان المشتبه فيه مذنباً حقيقة أم لا.

خامساً: أهمية بصمة الدنا وضرورة مراعاة الدقة في إجراءاتها:

ها أنت عزيزي القارئ ترى كيف أصبحت بصمة الدنا مآثرة هائلة وأحد الأدلة الرئيسية في علم الطب الشرعي، بل وفي مجال تشخيصات الدنا أيضاً، وقدمتها البيولوجيا الجزيئية إلى نظام القضاء الجنائي، الذي أصبح يعتمد على لغة الجينات. وبات جزئ الدنا كبنك معلومات جينية عن أسلافنا وأصولهم ويعطينا هذه المعلومات كمعطيات سهلة ميسرة وبسرعة ودائماً ما تُستبدل الإجراءات في مجال (تحديد بصمة الدنا) كل فترة بتقنيات أكثر حساسية وسهولة في استخدامها وأقل تكلفة مادية وجهد، بما في ذلك استفادتها من تكتيكات أخرى مثل الإكثار باستخدام تفاعل (PCR)، وطرق الكشف التي تسمح بالاستدلال المباشر من تتابع الدنا، والأجهزة المؤتمنة التي تقلل احتمالات الخطأ البشري، أيضاً يلزم عند استخدام بصمة الدنا في الجرائم المختلفة مراعاة دقة إجراءات المعمل والعاملين به، فتوافر الدقة يؤدي

لأن يطمئن القاضى للنتائج التى بين يديه وخاصة عند وعيه وإمامه بالنواحي المختلفة المتخذة لتحليل الدنا فيتمكن من إصدار حكمه وهو على ثقة وباطمئنان لمعادلة الحكم. ونعتبر من إحدى القضايا وهى قضية اشتهرت فى فترة نهاية الثمانينات بالولايات المتحدة الأمريكية باسم «نيويورك ضد كاسترو» حيث لم يتوافر عنصر دقة باحثى معمل شركة «لايفكودر» والذى كان مختصاً بتحليل الدنا فأصدر القاضى حكمه فى النهاية بأن بيّنة بصفة الدنا مقبولة من ناحية المبدأ، لكن التحليل فى هذه القضية لم يتبع المبادئ المقبولة، وحكم بأن بيّنة الدنا عن التوافق بين الدم الموجود على الساعة وبين دم القتيلتين بيّنة غير مقبولة قانوناً.

الجولة الثانية: الاستزادة من تداخلات الرنا (RNAi) فى إعاقاة السرطان والإيدز،

هى ظاهرة اكتشفت حديثاً وتعرف باسم تداخلات الرنا أو التدخل الرناوى أو اعتراض الرنا (RNA interference {RNAi}، وهى آلية تستعملها الخلايا لإحصار التعطيل {التعبير الجينى}. وهى تمنع جزيئات الرنا التى انتسخت عن الجينات من أن تكون البروتينات التى تكوّنونها هذه الجينات وتحدث هذه الطريقة الطبيعية فى الإسكان الجينى مثلاً: عندما تحاول الفيروسات أن توجه آلة صنع البروتين الخلوية لإنتاج البروتينات الفيروسية.

ويحاول الباحثون - الآن - الاستفادة منها فى اعتراض أو تعطيل الرسائل السيئة القادمة من الجينات - (والتي يترتب عليها الإصابة بالسرطان أو تكاثر الفيروسات الممرضة كالإيدز)، ويأمل الباحثون أن يستعملوا ظاهرة RNAi لعلاج الإيدز والسرطان أو لاتقاء رفض الجسم لعمليات نقل الأعضاء وغيرها من الغراس transplants.

ولقد تم تعرف ظاهرة "RANI" أول مرة عام ١٩٩٨م فى الديدان الخيطية، وفسرها العلماء بأنها تبدو كوسيلة لإيقاف تكاثر الجينات الوائبة {Jumping genes} (الترانسبوزونات transposons). أما فى الكائنات الحية الأخرى فالإنزيمات الخلوية، وهى جزء من آلية RNAi، تستهدف نوعياً (كسراً شاردة من الرنا ذى الخيطين)، قد

تنشأ عن الفيروسات، وتفصل كلاً من الخيطين بعيداً عن الخيط الآخر . ويمضى عندئذ الخيطان المتحرران، في سيرة شرع العلماء لتوهم في فهمها ليرتبط كل منهما بأى مرسال (mRNA) له التسلسل الوراثي المتمم له، ومُبتلاً فعله.

وفي عام ٢٠٠١م وجد «T. توثل» أن نسخاً مختزلة من الرناوات المزدوجة الشريطة - سميت الرناوات الاعترافية القصيرة short interfering RNA_s (SiRNA_s) - تستطيع إحصار (تعطيل) الجينات في خلايا الثدييات. وتضاعف بسرعة حد الأبحاث التي تناولت الآلية RNAi مما لا يزيد قليلاً على العشرة في العام ١٩٩٨م إلى عدة مئات في عام ٢٠٠٣م.

ومنذ فترة قامت مجموعة من الباحثين يقودها «ل. ل. رُسي» إمن معهد بيكمان للأبحاث في مركز سرطان مدينة الأمل City or Hope Cancer Center بكاليفورنيا؛ قامت بهندسة خلايا بشرية لتصنع أنواعاً من الرنا ذى الخيطين، ثلاثم بعض تسلسلات فيروس نقص المناعة البشرى (HIV) ووجد الباحثون أن أنواع الرنا هذه، منعت الخلايا كلياً - بعد إعدادها من صنع بروتينات الفيروس HIV. واستعمل باحثون آخرون ظاهرة RNAi لتعطيل البروتينات ذات الصلة بالسرطان، مثل (الكاتينين بيتا و P53).

وخطت مجموعة «رُسي» لاختبار ذلك لمدة سنتين عند متطوعين مُصابين بالإيدز، ومن تجاربه التي خطط القيام بها... إزالة الخلايا التائية (التي يقضى فيروس الإيدز عادة على عدد كبير منها) من هؤلاء الأفراد، وباستعمال الفيروسات لتقل إلى الخلايا التسلسلات الوراثية لأنواع الرنا ذى الخيطين التي تُكوِّد بروتينات الفيروس (HIV)، ومن ثم إعادة الخلايا المعدلة ونشرها في أجسام المرضى. وتأمل مجموعة «رُسي» في إنشاء مَعين من الخلايا التائية، التي يمكنها مقاومة الفيروس، ومن ثم يبقى المصابون أصحاب ويستعمل زميلان من زملاء «رُسي» ومساعدون لهما الظاهرة RNAi لتوليد ما يشبه جندياً خلويًا عامًا لمهاجمة السرطان.

وهناك اختلاف بين استعمال الرناوات SiRNA_s كأدوية عن علاجات الرناوات المضادة للتعبير الجيني... فالدواء المضاد للتعبير الجيني يتألف من سلسلة تركيبية من

النكليوتيدات التي تترايط برنا مرسال mRNA يضم تسلسلاً متمماً. فهذا الترابط يحصر التعبير الجيني... إن «الرنا SIRNA» يسكت هو الآخر الجينات، حتى إنه من المحتمل أن يستعمل شريطة رنا متمم؛ أي رنا مضاد للتعبير الجيني، كى يقوم بذلك، ولكن ما إن يصبح الرنا SIRNA داخل الخلية؛ حتى يترايط بتجمع من البروتينات، يدعى معقد الإسكات المحرض بالرنا RNA induced Silencing Complex (RISC) الذى يحتفظ فقط بشريطة الرنا المضاد للتعبير الجيني. ويترايط عندئذ المعقد RISC الحامل لشريطة "SiRNA" بالرنا المرسل المستهدف، مانعاً إياه من القيام بوظيفته. أيضاً... خلافاً لأدوية الرناوات المضادة للتعبير الجيني، التى ظلت قيد التطوير خلال الخمسة عشر عاماً الماضية، فإن الرناوات SiRNAs لا تقوض فقط جزيئاً مفرداً من الرنا المرسل، بل تعمل كمحفزات تنجز العمل نفسه مراراً وتكراراً، وهذا يفسر ولو جزئياً فعاليتها الواضحة. بل ويضاف لذلك أنها تفوق فعالية الرناوات المضادة للتعبير الجيني ما يزيد ١٠٠ إلى ١٠٠٠ مثل.

ويؤكد على ذلك تعليق إحدى الباحثات بمعهد هاورد هيوز الطبى بجامعة يوتا حيث تذكر أن ظاهرة RNAi كانت فى التجارب المختبرية أكثر نجاحاً فى إعاقه التعبير الجيني من تقنية الرنا المضاد للانتساخ antisense.

لقد أصبح الرنا RNAi أداة بحثية متميزة خلال وقت قصير، وأيضاً هناك عدد من العقاقير المضادة للانتساخ؛ التى تعمل بارتباطها بالرنا، تختبر حالياً فى الإنسان، لكن آلية عملها لا تزال غير واضحة وتأثيرها غير ثابت. وإمكانات «الرنا RNAi» - كدواء ذى أساس جيني لن تتضح إلا بعد انقضاء سنوات عدة، عندما تبرهن التجارب السريرية الأولى أنه فى مقدرة حقنة بسيطة أن توقف التأثيرات التى تنجم عن جينة تُسبب مرضاً من الأمراض.

الجولة الثالثة: مع بعض الجهود المبذولة لإعادة فهم أسرار البرنامج الوراثي الخفى بالخلية والاستفادة منه:

يتنبأ الباحثون وفق ما تبين لهم حديثاً أن يتمكنوا من وضع منظومة منظمة شاملة معتمدة على الرنا يكون لها تطبيقات في علم الأدوية وتطوير العقاقير والتفحص الوراثي.

فالعديد من الاختلافات الوراثية التي تحدد الحساسية لمعظم الأمراض وتعزز خصوصيتنا الفردية ربما يكمن في الهندسة المعمارية لجينومنا، التي تُنظم ولا تكود والتي تتحكم في النمو والتنامي .. لقد جرى بالفعل ربط رناوات غير مكوّدة بحالات مرضية عديدة تشمل لقومة الخلية البائية وسرطان الرئة وسرطان البروستاتة (الموتة) والتوحد والفصام (الشيزوفرينيا). والمتوقع أن يكون فهم هذه المنظومة المنظمة في النهاية حاسماً لفهم شخصيتنا بدنياً ونفسياً، إضافة إلى تباين الخلات في النباتات والحيوانات. وقد يكون مقدمة لاستراتيجيات طبية متطورة من أجل تدخلات طبية ترتقى بالصحة. ومن أجل هندسة وراثية متقدمة بالفعل في أنواع أخرى.

إن جهود الباحثين الآن ليست موجهة فقط نحو الإنترونات ولكن يُضاف إلى الإنترونات ذلك المصدر الكبير الآخر لما كان يُعتقد أنه سقط جينومي ويتألف من الجينات القافية (الترانزيبوزونات) وعناصر متكررة أخرى وتمثل في مجموعها نحو ٤٠٪ من الجينوم البشري لقد أهد الباحثون هذه التتاليات - فيما سبق - بأنها طفيليات جزئية، استعمرت جينوماتنا بشكل موجات في أزمنة مختلفة من التاريخ التطوري، شأنها في ذلك شأن الإنترونات. وكجميع المهاجرين ربما لم يكن مُرحباً بها في البداية، ولكن ما إن رسخت أقدامها في المجتمع (الجينوم البشري) حتى أصبحت هي وسلالتها بصورة تدريجية جزءاً من ديناميته، تتغير وتسهم وتتطور معه.

وتعتقد الكاتبة أن هذا غير صحيح بل هو من صميم المحتوى الجينومي للبشر وليست متطفلة ونحن في انتظار الجديد من نتائج الأبحاث التي تكشف لنا صدق هذا الاعتقاد وأهمية الدور الذي تلعبه - ولقد بدأت بالفعل نتائج هذه الأبحاث ..

حيث ثمة أدلة جيدة وإن كانت غير مكتملة تشير إلى أن الجينات القافزة تسهم في التطور والتنظيم الجينومي للكائنات الحية الراقية الأعلى وقد تؤدي دوراً رئيسياً في الوراثة اللاجينية (تعديل الخلات الوراثية) إضافة إلى ذلك أعلن «Y.E. ليفانوف» في شهر ٧/ ٢٠٠٤م وآخرين، عن اكتشاف مشير يتضمن عملية تحرير طبعة (AtoI) (أدينوزين - إلى إينوزين) وهي التي يتبدل فيها تسلسل الرنا عند موقع نوعي جداً. وأوضحوا أن تحرير طبعة (AtoI) من نسخ الرنا في البشر يفوق بمرتبتي كبير ما كان يعتقد سابقاً، وهو يحدث بأغلبية ساحقة في تتاليات متكررة هي عناصر {Alu} التي تكمن في تتاليات الرنا غير المكوّدة. ويكون تحرير طبعة (AtoI) فعالاً في الدماغ بشكل خاص.

وقد ارتبط التحرير الشاذ للطبعة بسلسلة من السلوكيات غير الطبيعية، يدخل ضمنها الصرع والاكتئاب. ومع أن تحرير طبعة الرنا - يحدث إلى حد ما في الحيوانات، فإن عناصر {Alu} لا توجد إلا في الرئيسيات. أيضاً تظهر لنا إمكانية مشيرة للاهتمام وهي أن استعمار عناصر (ALU) لسلسلة الرئيسيات (إن لم تكن موجودة أصلاً به ولم تستعمره) - جعل من الممكن بروز مستوى تعقيد جديد في تشغيل الرنا وسمح بأن تصبح برمجة الدارية العصبية أكثر ديناميكية ومرونة. ويمكن لتلك التعددية في الاستعمال أن تكون بدورها قد وضعت الأساس لنشوء الذاكرة والمستويات العليا من الإدراك في النوع البشري.

إن ما قد سبق ونبذ كسقط لأنه لم يكن مفهوماً، قد يتضح في نهاية الأمر أنه يحمل أسرار التعقيد البشري، وأنه مرشد إلى برمجة الأنظمة المعقدة بشكل عام. (المرجع: العلوم ٣/ ٤/ ٢٠٠٥م) موضوع (البرنامج الخفي لدى الكائنات الحية المعقدة) ص ٧٦ - ٨٣.