الجولة الثانية

جولة مع التطبيقات المتنوعة
للاستفادة من تفاعل PCR

أولاً: بعض التطبيقات للاستفادة من تفاعل PCR فى الكشف عن القابلية للإصابة بالأمراض المختلفة: وتشمل:

١ـ الاستفادة من التفاعل PCR فى كشف الطفرات بالجينات {Oncogenes} وتتضمن أربعة تطبيقات هى:

التطبيق الأول:

فى التحقق من وفاة نائب الرئيس نيكسون متأثراً بسرطان المثانة (بعد وفاته بسنوات عديدة!!):

كانت هناك قائمة طويلة بأمراض عديدة مُحيرة تحول أدوات الطبيب والإمكانات المتاحة لديه دون تمكنه الدقيق من تشخيص المرض وعلاجه على الوجه الأكمل والمطلوب ولم يعد مجرد شكوى المريض فى مكان محدد ووسائل التحاليل المعهودة أو أخذ عينات من الأنسجة لفحصها تحت الميكروسكوب وعمل الأشعة؛ بكاف لتشخيص المرض فى بدايته وعلاجه والقضاء على المرض وما يسببه من معاناة للمريض وكثيراً ما أدى ذلك لتأخر حالة المريض ووقوعه تحت براثن مضاعفات المرض بل والوفاة متأثراً بذلك .

ولنذكر لكم هنا واقعة شهيرة حدثت فى سنة ١٩٦٧م بالولايات المتحدة الأمريكية.. وقتها كان للرئيس الأمريكى نيكسون نائب هو {هيوبرت H همفرى} وكان هذا النائب قد لاحظ نزول دم مع البول وبعمل الفحوص المتاحة وقتها وأخذ آراء الأطباء لم يتمكن الطب من تشخيص الحالة وظل هذا النائب يعانى حتى عام ١٩٧٦ حيث تقدمت الفحوص الطبية وظهرت مضاعفات مرضية عديدة لنائب الرئيس وتمكن الباحثون من تشخيص الحالة بأنه مصاب بسرطان المثانة أى تأخر

التشخيص ٩ سنوات ورغم أنواع العلاج التى تلقاها (هيوبرت H همفرى) لكنه توفى متأثراً بالسرطان .

وبعد وفاته بـ ٢٧ عامًا وابتكار طرق واختبارات جزيئية جديدة منها اختبار PCR تم استئذان زوجة النائب وأخذ عينة بول كان مُحتفظًا بها منذ عام ١٩٦٧ ومقاطع سرطان مثانة همفرى منذ ١٩٧٦م. كان محتفظًا بها أيضاً وإجراء التحاليل بطرق حديثة أوضحت وجود طفرة فى الجين {P_{53}} فى المادة الوراثية الخاصة بالنائب ومن عينة البول المأخوذة منذ سنة ١٩٦٧م مما يدل على إصابة النائب بالورم منذ ذلك الوقت.

وهكذا أدى عدم التشخيص المبكر للورم إلى أن يعانى الرجل ٩ سنوات حتى ظهرت عليه أعراض الورم وتأخر العلاج وتدهورت حالته الصحية ثم الوفاة. كان المثال السابق موضحًا لمأساة آلاف الحالات التى تؤكد مدى دور التقدم السريع الذى حدث فى مجالات البيوتكنولوچيا والإستفادة من الأدوات والأجهزة التكنولوچية الحديثة وفروع للعلوم الأخرى.

لقد أدى ازدياد قدرة الباحثين على فهم أسرار المادة الوراثية وتحكمهم فيها. وتحاليل الدنا الوراثى يمكن استخدامها الآن فى مجال الكشف عن أورام سرطانية بعينها عن طريق أخذ عينات من الرئة أو البول أو البراز أو الدم ... إلخ تحوى خلايا مشكوكًا فيها لتحليلها حيث يمكن أن تكتشف مجموعات صغيرة جداً من الخلايا الطافرة المنفصلة من عضو حديث التسرطن.. وهذه العينة يمكن أخذها من بول المريض أو القشع أو حتى السوائل المُفرزة من حلمات الثدى... إلخ ... والحمض النووى بالعينة هو عبارة عن سلم حلزونى مزدوج يتم تكبيره باختبار PCR ثم يُفرق الشريطان المعروفان لحلزون الدنا الوراثى من منتصفه Hybridization، ثم يُعرَّضان لمجسات أو مسابير وراثية Genetic Probes.

[سبق الحديث عنها] وهى مؤلفة من شريط واحد من الدنا يحوى طفرة معينة، وهذه الطفرة هى التى توجد عادة على المادة الوراثية بالخلية السرطانية المتسببة فى حدوث الورم. ومن منطلق أنه إذا كان لدينا دنا وراثى موجود فى العينة المأخوذة من

المريض يحوى الطفـرة نفسها وكـانت هذه الطفرة هى نفس الطفرة الچينـية الموجودة على الدنا الوراثى المفرد بالمجس الوراثى فسنجد أن شريط الدنا الطافر بالعينة سيتحد مع المجس ويعـود الشـريطان المهـجنان من الحمـض النووى ليتـكاملا مـعـاً، وتنغلق السوستـة ويصبح دنا حلزونيًا مزدوجًا لكـن هجين والذى يمكن وسمه بصبغـة تألقية (فلورستية Fluorescent dye) أو أى مادة مشعة radioactive وعند إعطاء تحليل إيجابى بالصبغة دل ذلك على وجـود الچين المتسبب فى الطفرة وبإعطاء تحليل سلبى بالصبغة دل على عدم وجوده.

التطبيق الثانى:

(ب) مع الچين «راس»:

ومن هذه الچينات نذكر الچين [راس ras]، ومن المعروف أن الطفرات فى هذا الچين تحدث فى الكثيـر من أنواع السرطانات البشرية ولقد بينت الفـحوص السريعة المستخدمـة لتفاعل الـ PCR والتى تم فيها أخذ عـينات حمض نووى لخلايا سرطانية مأخوذة من مرضـى السرطان اللمفاوى الخبيث؛ إن الصـور المختلفة من المرضى تنتج عن طفرات مختلفة فى چين [راس]. والجدير بالذكر أنه قـد استخدمت طريقة المسبر كأداة تشـخيـصيـة جزيئية للكشف عن هذا الچين الطافـر من خلال المثـقب المصنَّع خصيصاً له وكذلك الچين الطافر P_{53}.

التطبيق الثالث:

ومنها أيضاً مرض الليمفوما الحويصلية Follicularlyphoma:

الذى ينشـأ عن انتقـال يحدث مـا بين الكروموزومين ١٤، ١٨ فى الإنـسان، إذ يرحل جزء مـحدد من الموقع الدناوى (أ) المشفِّـر للسلسلة الثقيلة لجلوبيـولين المناعة Grmmunoglobulin على الكرومـوزوم ١٤، إلى مـوقع (ب) چين سـرطنة الثـدى BCL_2 على الكرومـوزوم ١٨ من الممكن تصـمـيم طليعـتين واحـدة للطرف ٣َ من الموقع (أ) والأخرى للطرف (٥َ) من الموقع ب. فإذا مـا عُرِّض الدنا للتفاعل (PCR) فإنه يضاعف مقطعاً دناوياً (طوله ٣٠٠ زق) إذا كان هناك بالفـعل انتقال، ليشير ذلك إلى وجود المرض، وإلا التحم المقطعان كلٌّ بمنـطقته المكملة على الكروموزوم ١٨ أو ١٤، ولم يظهر هذا المقطع القصير، أيضاً فى أمراض سرطان القولون، الثدى.

التطبيق الرابع

الكشف عن الجين P_{53}

فى عام ١٩٩٣م تمكَّن فريق بحثى من جونز هوبكنز من عمل مجس جينى للجين P_{53}، وهذا الجين من مجموعة الجينات الهامة التى تسمى مثبطات الورم، وعند وجود خلايا سرطانية شاذة بالجسم فإن هذا الجين يعطى لها الأمر بأن تفرمل [أى تتوقف عن الانقسام العشوائى الشاذ بل ويأمرها بأن تنتحر Apoptosis .. لكن عند حدوث طفرة فى الجين نجد أنه لن تحدث هذه الفرملة التى تمنع الخلايا السرطانية من الانقسام العشوائى .. فتستمر مأساة هذه الخلايا فى الانقسام العشوائى ليتكون الورم السرطانى.

وبعد تمكُّن الباحثين من اكتشاف الطفرة التى تحدث فى الجين P_{53} وعمل المجس الورائى اللازم والاستعانة بتفاعل PCR ويتم استخدامها مع المرضى الذين سبق استئصال أورام سرطانية فى المستقبل حيث يتم فحص الخلايا والغدد الليمفاوية التى كانت محيطة بالأورام المستئصلة للبحث عن الجين P_{53} بها. وبمتابعة هؤلاء المرضى تبين أن الذين عاد لهم الورم مرة أخرى هم الذين كان فحص الجين P_{53} بعد اختبارهم [إيجابى] وأن الورم عاد فى نفس الأماكن التى تم أخذ العينات منها. بينما الأشخاص الذين كان لديهم هذا الفحص [سلبياً] لم يعد إليهم الورم مرة أخرى.

والعلاج الكيماوى الذى يتلقاه هؤلاء المرضى بعد إزالة الورم .. الهدف منه تدمير نواة الخلية السرطانية... وطالما أن الجين P_{53} تالف ولا يعمل إذن لا طائل من العلاج الكيميائى لأن الجين تالف ولن يوقظ أو ينتهى ليأمر أى خلايا سرطانية بالانتحار ... لذا يجب إجراء الاختبار الورائى للتأكد من وجود الجين P_{53}.

وتجدر بنا الإشارة إلى أن هناك أنواعًا أخرى من الاختبارات لا تعتمد على المجسِّ الورائى فى الكشف عن الأورام السرطانية، ولا تعتمد على فحص الجين P_{53}، ومن هذه الاختبارات نذكر:

١. **اختبار PSA**: ظهر هذا الاختبار فى أواخر الثمانينات وتم استعماله لقدرته

على التحذير من الإصابة بسرطان البروستاتا، وهو ما لم يكُنْ بالاستطاعة اكتشافه من قبل، ويتم فى هذا الاختبار قياس كمية البروتين المسمى (Phostate Specific Antigen) بمعنى المستضد البروستاتى النوعى {P. S. A} وهو يفيد فى الكشف عن أى ورم بالبروستاتا فى بدايته بالرجال قبل ظهور أعراض أخرى بخمس سنوات أو أكثر.

ويُقدر أن أكثر من ٤٠ ألف رجل ماتوا بسبب سرطان البروستاتا سنة ١٩٩٦م فى الولايات المتحدة الأمريكية.

٢. تطبيقات متنوعة للاستفادة من تفاعل الـ "PCR" فى الكشف عن الأمراض المرتبطة بالجنس فى الأجنة، ولبيان مدى قابلية الإنسان بالأمراض المختلفة:

(أ) هناك أمراض مرتبطة بالجنس متنحية ، تقع جيناتها على الكروموسومX، وتظهر فى الذكور فقط فى الجينوم يحملها تتجنب النسوة (ذوات التركيب الخليط للجين أن يحملن ذكراً إذا قررن أن يتم الإخصاب خارج الرحم ليُنقل الجنين إلى أرحامهن. من الممكن هنا أن تُؤخذ خلية واحدة لا أكثر من كل جنين يتم إنتاجه فى المعمل (عندما يكون عدد خلايا الجنين عشرة). تفحص الخلية بالتفاعل المتسلسل لوجود بعض من تتابع يسمى "DYZ_1". هذا التتابع لا يوجد إلا على الكروموسوم {Y} وطوله {٣٥٠٠ زق} ومنه على هذا الكروموسوم نحو ٥٠٠٠ نسخة، يستعمل التفاعل المتسلسل فى تكثير مقطع منه طوله ١٤٩ زقًا لا يظهر بالطبع إذا كان الجنين أنثى.

(ب) أمثلة للأمراض المتنحية المرتبطة بالكروموسوم (س) والكشف عنها:

من بين الأمراض المشفَّرة على كروموسوم س مرض حَثَل دوتشين العضلى ؛ ومرض نقص الأورنيثين ترانسكاربامليز ، ومرض نقص العامل ٨، العامل ٩، ومتلازمة ليش نيهان، متلازمة س الهش.

وأمكن للباحثين باستخدام طرق الدنا المطعم التغلب على مشكلة الطفرات المتغيرة لحثل دوتشين العضلى، ومتلازمة ليش ـ نيهان ـ ونقص الأورنيثين ترانسكا رباميليز. وتمكَّنوا باستخدامهم تفاعل PCR من كشف فعال للطفرات به إمكانية للأتمتة .

المثال الأول:

مع چين حثل دوتشين:

حيث يتم فحص العينات بحثاً عن الاقتضابات فى هذا الچين عن طريق تفاعل PCR مضاعف يكشف ٨١٪ من الاقتضابات بهذا الچين (٤٦٪ من كل الطفرات). ولا يستغرق إجراء هذا التفاعل سوى بضع ساعات والتحليل السابق عليه كان يتطلب إجراؤه بضعة أيام.

المثال الثانى:

البحث فى چين "HPRT" الذى يسبب متلازمة ليش ـ نيهان:

بماثل ما سبق ولكن التقدير لا يوفر التشخيص إلا لـ ١٥٪ من الطفرات.

المثال الثالث:

النقص فى إنزيم ترانسكار باميليز (أ ت ك):

يستخدم تفاعل PCR فى توليد دنا وحيد الجديلة من عينات طبيعية ومن أخرى من المرضى. فإذا ما هُجِّن نوعا الجدائل، فسنجد أن مواقع اللاتوافق (الطفرات) بين الجديلتين تكون عرضة للانشقاق الكيماوى، فى حين لا يظهر مثل هذا الانشقاق عند تهجين جديلتين من چين (أ ت ك الطبيعى). وبهذه الطريقة يمكن معرفة ما إذا كان أعضاء العائلة يحملون الطفرة أم لا، بعدما يكون قد أمكن تحديد هوية الطفرة فى المريض الأصلى (الحالة المرجع).

وللعلم عزيزى القارئ، فإن (الحالة المرجع) نعنى بها أول حالة من المرض تُكشف فى عائلة معينة، وتشير إلى احتمال أن يحمل الچين المعيب آخرون من العائلة أو من النسل القادم.

أيضاً لبيان مدى قابلية الإنسان بالأمراض المختلفة فى مراحل العمر المختلفة، مثل أمراض الزهايمر، وأمراض القلب، وتصلب الشرايين، وغير ذلك مما تبين أن لها علاقة وثيقة بحدوث طفرات فى چينات معينة، وبدونها [أى هذه الطفرات] لم تكن تحدث هذه الأمراض، ورغم مدى أهمية هذه الفحوص وآثارها الجانبية إلا أن هناك وجهًا سلبيًا لهذه الفحوصات وسبق لنا مناقشته فى كتابنا الأول وهو ما يخشاه

الأطباء من أن يؤدى الإعلان عن الفحوص الخاصة بالأشخاص إلى حدوث تفرقة فى المعاملة، فعلى الفرض أننا وجدنا چينات بالشخص يمكن أن تؤدى إلى إصابته بالسمنة بنسبة ٦٠٪، أو الإصابة بأمراض القلب بنسبة ٥٥٪، فهل نعتبر هذا الشخص مريضاً، أم نعتبره سليماً ونعامله على هذا الأساس؟ وهل ستعامله شركات التأمين على أن عنده حالة مرضية سابقة وبالتالى تزداد وترفع من مطالبها المالية ومبالغ التأمين من قِبَل هؤلاء الأشخاص؟!!

ومن خلال نتائج الأبحاث التى توصل إليها الباحثون يُذكر أن الأمراض التى لها علاقة بالچينات، ٣٪ منها فقط هى التى تسببها طفرة فى چين واحد، ومعظمها ليست قاتلة، ولكى تحدث وتظهر هذه الأمراض فإنها تعتمد على حدوث طفرة فى أكثر من عدد من الچينات مع وجود ظروف بيئية ونفسية وعضوية معينة بل ويتدخل الغذاء أيضاً وفترة التعرض لهذه العوامل المختلفة، وهناك أمراض لا تظهر إلا مع كِبَر السن. وقد يتوفى الشخص قبل ظهور أعراض المرض عليه!!، ولعل الكثير منا لا يعلم أن كلاً منا من الذين يعتبرون أنفسهم من الأصحاء تماماً، يوجد لدينا ما يقرب من أكثر من عشرة (١٠) چينات معيبة يمكن أن تسبب لنا أمراضًا إذا توافرت لها ظروف بيئية مناسبة تدعم ظهور المرض لدينا.

المثال الرابع: تفاعل الـ "PCR" والاستفادة منه فى إجراء تحليل للارتباط بين چينين:

ويكون ذلك باستعمال حيوانات منوية؛ تحدث أثناء عملية الانقسام الميوزى أن تتبادل الكروموسومات بعض المقاطع فيما يسمى «العبور» Crossing over فتخرج كرموزوموات مؤشبة تتوقف نسبتها على البعد بين الچينين. فإذا أخذنا عدداً كبيراً من الحيوانات المنوية من شخص خليط فى كل من موقعين، وعرضنا دناها واحداً واحداً لتفاعل "PCR" يستعمل فيه فى نفس الوقت طليعتين لكل چين، ثم اختبرت النتائج من كل واحد من الحيوانات المنوية بمسابر للأليلات الأربعة، أمكننا أن نعرف نسبة التأشيب ونحدد المسافة بين الچينين.

٣ـ تطبيقات توضح الاستفادة من البصمة الجينية وتفاعل الـ PCR في تشخيص الأمراض المعدية:

تمهيد:

حيث يُستفاد مما تم التوصل إليه عن خصائص الحمض النووى وأنه بصمة لا تتكرر من شخص إلى آخر إلا فى حالة التوأم السيامى مثل حسام حسن وإبراهيم حسن نتيجة طبيعة تسلسل الحمض النووى الفريدة والمختلفة من كائن لآخر، وذلك فى الكشف عن الحمض النووى للميكروب المسبب للأمراض المعدية.. سواء كان بكتريا أو فيروسًا أو طفيلاً أو فطراً، ونجد هنا أن العلماء استطاعوا من خلال معرفتهم بالتركيب الچينى للحمض النووى للميكروب من صنع مجس {Probe} يحتوى على جزيئات غير كاملة من الحمض النووى للميكروب المراد البحث عنه، أو تشخيصه، سواء كان (DNA) أو (RNA) بحيث إذا تلامس هذا المجس مع عينة الدم المراد فحصها والتى فى حالة احتوائها (منذ البداية على الفيروس) فإن الحامض النووى الفيروسى الموجود فى خلايا الدم سوف يكمل جزيئات الحامض النووى الموجود على المجس Probe (وذلك بالطبع بعد تكبيره وتضخيمه)، حيث يأخذ الباحث عينة من الدم للشخص المريض وهذه العينة تحتوى على كمية ضئيلة من الحامض النووى، والتى قد تصل لنقطة دم فى سن إبرة ـ حيث يجرون عملية تكبير ونسخ لهذا التسلسل من الحامض النووى الذى تحتويه وهى تسمى عملية amplification، من خلال تكتيك {PCR} ويستمر النسخ ليصل عدد الأجيال المنتجة إلى ثلاثين جيلاً من الحامض النووى ويُقدَّر بها الدنا المُستنسخ بأنه أكثر من مليار مرة (عما بدىء فى أول التفاعل) وكل ذلك خلال ثلاث ساعات.

(١) مثال:

تطوير فحص يعتمد على شفرة المادة الوراثية للجرثومة المؤذية:

أعلن الباحثون فى ولاية كاليفورنيا الأمريكية منذ وقت قريب عن تطوير فحص معملى جديد يقصر الوقت اللازم للكشف عن سلالة بكتيريا السالمونيلا التى تعتبر

مصـدراً شائعاً للتـسمم الغذائى والتى توجـد أساساً فى البـيض ، وقال الباحـثون إن جهاز الفحص الجديد لا يسهل الكشف عن السالمونيلا فقط وإنما قد يساعد أيضاً فى حال وافقت عليه إدارة الأغـذية والعقاقير الأمريكية، فى الـوقاية من المرض بتعريف مصادره، موضحين أن سلالة السالمونيلا المرتبطة بالتسمم الغذائى التى تُعرف باسمها العلمى «سالمـونيلا أنتريتـيديس» تصيب الجـهاز الهضـمى وتسبب القىء والإسـهال والحمى، وقد استطاع علماء كاليفورنيـا تطوير فحص يعتمد على شفرة المادة الوراثية للجـرثومة المؤذية، وهى عـبارة عن سلـسلة فريدة من الحـمض النووى موجـودة فى سلالة (سالمونيلا أنـتريتيديس» فقط والفحص الجديـد يمكنه الكشف عن البكتيريا فى ساعـات قليلة، ويمكن اسـتعمـال هذا الفحص فى المجـازر والمزارع لمنع انتـشار وباء المرض حيث يمكنه التحقق من سلامة الماء والطعام المخصص للدواجن.

ولقـد سبق وذكـرنا فـى بداية الفـصل أهمـيـة هذا التـفـاعل فـى الكشف عن الفيروسات الكبدية وفيروس الإيدز... إلخ

(٢) مثال:

عمل لقاحات جينية من المادة الوراثية للميكروب أو الطفيل:

فمن خلال معـرفتنا بالبصمة الوراثية للميكروب واسـتخدام تقنية PCR يمـكـن عمل لقاحـات وأمصال تحتوى على نفس تسلسل من الـدنا الوراثى للجزىء المعدى للفيـروس أو البكتيريا أو الطفـيل والحقن بها. والجـزء الذى يشعر به الجـهاز المناعى للإنسان ويتحفز ضده يسمى «أنتجين» ونتمكن من خلالها بمنع الأمراض المعدية مثل الملاريا والإيدز والالتهـاب الكبدى الوبائى وبالتـالى بالجسم بدلاً من حـقن الإنسان بالميكروب المسـبِّب للمرض سـواء مُضـعف أو ميت أو أجـزاء منه حيث كـان هناك خوف من خطر حدوث مـضاعفات التطعيم، وسـيؤهل اللقاح الجينى الجـديد جهاز المناعـة لمهاجمـة الميكروب المعدى لأنهـا تحفـز جهـاز المناعة لإنتـاج خلايا (B), (T) القاتلة والمسـاعدة وإنتاج الأجـسام المضادة وهذه الأجسـام المناعية لديهـا القدرة على التصـدى لكل أنواع الأمراض والأورام السـرطانية وأشـهرها التطعـيم ضد فـيروس الالتهاب الكبدى الوبائى.

٤ ـ تطبيقات متنوعة للاستفادة من البصمة الوراثية وتفاعل (PCR) فى مجالى النبات والحيوان:

(أ) فى تصنيف وتعريف النباتات المُجهلة:

ومثال لها كما فى بعض أنواع النخيل حيث استخدم «صفر وآخرون» منه البصمات الوراثية فى تعريف أصناف النخيل المصرى وأفادت فى تعريف ٥ أصناف نخيل مختلفة هى : السمانى ـ السيوى ـ الأمهات ـ الحيانى ـ الزغلول. ويبرز هنا دور عالمنا المصرى د. (صقر) مع زملائه فى تعريف صنف النخيل وجنسه بعدما كان يستحيل ذلك قبل الإثمار، أيضاً يمكن الاستفادة من هذا التكنيك فى الكشف عن التغيرات الوراثية فى النباتات الناتجة من مزارع الأنسجة والهندسة الوراثية والتأكد من مطابقتها للأمهات Quality Control Test، وفى تعريف الجنس كما فى النخيل والباباظ والإسبرجس، أيضاً يُستفاد به فى فحص البذور والنباتات المستوردة للتأكد من خلوها من الأمراض (الحجر الصحى).

(ب) فى تحديد أصل المواد النباتية ومنها النباتات المخدرة Determination of the Drug Origin.

(ج) أيضاً يُستفاد من البصمة الوراثية فى تحديد سلالات الحيوانات ومنها الخيول التى لها تاريخ عريق لحفظ الحيوانات النادرة فى العالم.

(د) يُستخدم PCR لمقارنة الدنا الوراثى للحيوانات المنقرضة بالدنا الوراثى لحيوانات حية الآن، وهى تنتمى لنفس الفصيلة الحيوانية.

ثالثاً: الاستفادة من تفاعل الـ PCR فى إكثار البصمة الوراثية DNA Fingerprinting المستخدمة فى الطب الشرعى والجرائم:

عندما ظهرت هذه التكنولوجيا المحسّنة للوجود كوسيلة قوية لتكبير وإكثار الدنا خارج الجسم الحى، امتدحها كثير من الباحثين باعتبارها ستمكنهم من تصنيف الدنا الوراثى؛ بعدما توصلوا لتلك المعلومات القيمة عن التفرد فى البصمة الوراثية والذى يميز كل إنسان عن الآخر والموجود على الحامض النووى وبالتالى معرفتهم بصورة أكثر دقة عما سبق عن مدى التقارب بين الآباء والأمهات وأبنائهم (وإمكانية

التحقق من ذلك بصدق كبير)، والتقائهم فى مواضع معينة على الشريط الوراثى (للأبناء)، بحيث يصبح بالإمكان التأكيد أو نفى ما إذا كان هذا الابن من ذلك الأب أم لا، فيتم إثبات البنوة فى الطب الشرعى.

بل وكشف القاتل فى الجرائم المختلفة، وإدانة المغتصب بتحليل الحامض النووى للسائل المنوى الموجود فى مهبل المرأة التى تم اغتصابها، ومقارنته بالحامض النووى الموجود فى دم الشخص المتهم بالاغتصاب، أو المشتبه فيه فيتم إثبات أو نفى تهمة الاغتصاب وإصدار الحكم عليه. ومعرفة القاتل فى جرائم القتل المختلفة.

وتأتى حسن الاستفادة من تفاعل الـ PCR :

هنا عن طريق إتاحة الإمكانية لاستخدام عينات وكميات صغيرة جداً مثل نقطة دم فى سن إبرة، أو ظفر أو قطعة من جلد المجنى عليه أو الجانى (من موقع الحادث)، أو نقطة جافة من السائل المنوى، أو بصقة منديل، أو حتى شعرة، أو غير ذلك من الأدلة التى يمكن أن تكون جفَّت بعد حدوث الجريمة بوقت طويل.

ثم استخدام تفاعل الـ "PCR" لتكبير وإكثار المادة الوراثية [بهذه العينة] ملايين المرات، وبعد الحصول على هذا القدر الوافر من المادة الوراثية [للعينة] يتم تقطيع هذه المادة الوراثية إلى أجزاء صغيرة باستخدام إنزيمات القطع والتحديد، والتى تُقطع عند مواضع معينة تسمى أماكن الانقسام، وبقطع الشريط الوراثى يصبح لدينا رفليبات كثيرة، وبما أن هذه الرفليبات كما سبق وذكرنا تختلف من شخص إلى آخر من حيث طول القطع الرفليبية، وعدد تكرار وحدات بناء الحامض النووى فى كل منها، فإنه يمكن بعد ذلك، من خلال استخدام الباحث لمجس يحمل تركيب وتكوين هذه القطع من الحامض النووى الذى تم تقطيعه، أن يقارنه بحمض نووى آخر يريد مقارنته به [من خلال تكنيك خاص].