University of Tikrit
College of Education for Women
Biology Department

جـامعة تكـريـت
كليـــة التـــربيـــة للـبنات
قسـم علـوم الحـياة

مادة الوراثة النظري

م.د. هاله هاشم دحام

Halah.hashim@tu.edu.iq

الوراثة والجنس The Genetics and Sex

تلعب الكروموسومات الجنسية Sex Chromosomes دوراً مهما في تحديد جنس الفرد، كما تساهم أيضًا في وراثة الخصائص المرتبطة بالجنس؛ حيث إن هذه الكروموسومات تحمل جينات معينة تختلف في نمط توارثها عن الجينات الموجودة في الكروموسومات الجسدية Somatic Chromosomes. إن الصفات التي تتوارث عن طريق هذه الجينات صفات مرتبطة بالجنس، ومن هنا جاءت تسميتها بالصفات المرتبطة بالجنس. توجد معظم هذه الجينات على الكروموسوم (X) سواء عند الذكر أو الأنثى، بينما لا يحمل الكروموسوم (Y) إلا القليل من هذه الجينات الخاصة بالصفات الذكورية (الهولاندرية) Holandric فقط، مثل الأذن المشعرة Hairy Ear عند بعض الشعوب كالهنود وسكان أستراليا الأصليين Aboriginals.

صفة الاذن المشعرة لدى بعض الشعوب

قسمت الجينات المرتبطة بالجنس حسب مكان وجودها على الأجزاء المتقابلة من الكروموسومين XY إلى ثلاث مناطق، هي:

المنطقة الأولى (أ) : وتشمل جزءًا من الكروموسوم x الذي لا يقابله أي جزء من الكروموسوم Y. تسمى الجينات الموجودة على هذا الجزء **بالجينات المرتبطة بالجنس Sex-Linked Genes**

المنطقة الثانية (ب) : وتشمل الجزأين المتقابلين من الكروموسومين X و Y ، وتسمى الجينات الموجودة على هذين الجزأين **بالجينات المرتبطة بالجنس جزئيا Partially Sex-Linked Genes**

المنطقة الثالثة (ج): وتشمل الجزء الخاص بالكروموسوم Y الذي لا يقابله أي جزء من الكروموسوم X. تسمى الجينات الموجودة على هذا الجزء **بالجينات الهولندرية Holandric Genes**

يختلف توريث الجينات على الكروموسوم X نوعا ما بين الذكور والإناث، فبينما توجد في الذكر صورة واحدة فقط للجين على الكروموسوم X تعبر عن الطراز الظاهري، يوجد هناك صورتان لنفس الجين عند الأنثى، كل منهما على أحد كروموسومي X، وقد يكون الجينان سائدين أو متنحيين أو أحدهما سائد والآخر متنح.

الصفات الوراثية المرتبطة بالجنس في الإنسان Sex Inheritance in Humans

يقصد بالصفات المرتبطة بالجنس تلك الصفات التي تكون جيناتها محمولة على الكروموسوم x، ولا يوجد صورة لذلك الجين على الكروموسوم Y. هذا يعني أن توارث هذه الصفات في الذكور يكون عن طريق الكروموسوم x من الأمهات. كما أن الآباء لن يورثوا تلك الصفات إلى أبنائهم الذكور؛ لأنها صفات موجودة على الكروموسوم X، وهذا الكروموسوم يصل إلى الأبناء من أمهاتهم وليس من آبائهم.

ومن خلال تتبع توارث الصفات المرتبطة بالجنس وجد أن:

1. الصفات الوراثية المرتبطة بالجنس تكون أكثر تكرارا عند الذكور.
2. تنتقل الصفات الوراثية المرتبطة بالجنس مثل بعض الأمراض من الأب المصاب إلى نصف أحفاده الذكور عن طريق بناته، ولا تنتقل إلى أحفاده البنات.
3. لا يورث الآباء الصفات الوراثية المرتبطة بالجنس إلى أبنائهم الذكور؛ لأنها صفات موجودة على الكروموسوم X ، وهذا الكروموسوم يصل إلى الأبناء من أمهاتهم.
4. - لا تصاب الإناث بالأمراض الوراثية المرتبطة بالجنس إلا إذا كن بنات لآباء مصابين وأمهات حاملات للمرض أو مصابات.

هناك الكثير من الأمراض الوراثية المرتبطة بالجنس عند الإنسان مثل مرض نزف الدم (الهيموفيليا)، وعمي الألوان.

أولاً: مرض سيولة الدم (الهيموفيليا) Hemophilia

للجنس تأثير على وراثة صفة نزف الدم. وقد عُرف ذلك منذ القدم؛ حيث مات الأطفال المصابون بعد العمليات البسيطة كالختان؛ نتيجة النزف المستمر، وعدم تجلط الدم. وقد أوضحت التجارب أن هذه الصفة تنتقل من الأمهات إلى أبنائهن الذكور، وليس للآباء دور في ذلك. يسبب هذا المرض جين متنح يرمز إليه بالرمز (h)، وهذا الجين مرتبط بالجنس على الكروموسوم (X)، ووجود هذا الجين المتنحي يمنع تكون البروتين الطبيعي المضاد لسيولة الدم في البلازما والمعروف بالكلوبيولين Anti-Hemophilia Globulin، أو ما يسمى بالعامل الثامن Factor VIII.

ونقص هذا البروتين يعني الإصابة بمرض نزف الدم، بمعنى أن الدم غير قابل للتجلط (التخثر) طبيعيا لوجود شذوذ في الكلوبيولين، كما أن هناك بعض الأعراض المصاحبة لهذا المرض، مثل التهاب المفاصل الحاد نتيجة للنزيف الداخلي فيها، وتظهر حالة واحدة من بين كل ١٠٠٠٠ حالة من المواليد الذكور. وتحدث هذه الحالات في الذكور أكثر من الإناث.

بما أن الإناث يحملن كروموسومين جنسيين (XX) فاحتمال أن تكون المرأة سليمة أو مصابة أو حاملة للمرض حسب الطرز الجينية التالية:

1 - الطراز الجيني X^HX^H يحمل المورثتين السائدتين اللتين تستطيعان تركيب كل العناصر اللازمة لتجلط الدم، ففي هذه الحالة تكون الأنثى سليمة.

2 - الطراز الجيني X^HX^h يحمل المورثتين السائدة والمتنحية، فالسائدة تبطل عمل المتنحية وفي هذه الحالة تكون الأنثى حاملة للمرض وغير مصابة به.

3- الطراز الجيني X^hX^h يحمل المورثتين المتنحيتين اللتين لا تستطيعان تركيب العناصر اللازمة لتجلط الدم، وفي هذه الحالة تكون الأنثى مصابة حتما.

أما الأفراد الذكور ووفقًا لتركيبهم الوراثي (XY) فيمكن لنا أن نجدهم في إحدى الحالتين:

1- التركيب الوراثي (X^HY) يحمل المورثة السائدة، لذا فإن الذكر يكون سليما.

2 - التركيب الوراثي X^hY يحمل المورثة المتنحية، لذا فإن الذكر يكون مصابا.

مثال:

إذا تزوج رجل سليم بامرأة ناقلة لمرض نزف الدم فما نسبة ظهور المرض عند الأبناء؟

بتطبيق قانون مندل الأول وبالاستعانة برسم مربع بوينت كالتالي :-

الامشاج	X^H	Y
X^H	X^HX^H	X^HY
H^h	X^HX^h	X^hY

من الجدول السابق يتضح أن: -

نصف الذكور (٥٠٪) سليمون ونصفهم (٥٠٪) مصابون.

نصف الإناث (٥٠) سليمات، ونصفهن (٥٠٪) حاملات للمرض.

كما يمكن كتابة النتائج كالتالي: ٢٥% بنات سليمات، و ٢٥٪ بنات حاملات للمرض، و ٢٥ ذكور سليمون، و ٢٥٪ ذكور مصابين.

ثانيا: عمى الألوان Color Blindness

مرض عمى الألوان يعني عدم القدرة على التمييز بين اللونين الأحمر والأخضر الشكل ، وسبب هذا المرض وجود جينين مختلفين متنحيين مرتبطين بالكروموسوم X وتبلغ نسبة الرجال المصابين بهذا المرض في العالم حوالي 8% وينقسم هذا المرض إلى نوعين رئيسين

النوع الأول: الديوتان Deutan وهو الأكثر انتشارًا ويصاب به حوالي 75% من المصابين، ولهم حساسية ضعيفة للون الأخضر، ويوجد الجين المسبب لهذا النوع على الكروموسوم X. ويساهم هذا الجين في تكوين مخاريط شبكية العين بشكل غير طبيعي، بينما الجين المقابل يستطيع تكوين مخاريط شبكية العين بشكل سليم. فالمصاب بهذا المرض يخلط بين اللونين الأحمر والأخضر، فيرى اللون الأخضر كأنه أحمر.

النوع الثاني: البروتان Protan ويحدث مثل هذا النوع بسبب وجود جين مختلف عن الجين المسبب للنوع الأول على الكرومسوم ، والذي يسبب تشوهاً في مخاريط الشبكية المميزة للون الأحمر، وبذلك يحدث التباس في تمييز اللونين الأحمر والأخضر.

أن معظم المصابين بعمى الألوان من الرجال، ويصاب به عدد قليل جدا من النساء، فعند زواج امرأة تحمل أحد الجينات المسببة للمرض ويحمل زوجها الجين نفسه فإن نصف عدد بناتهما يصبن بعمى الألوان وتعتبر طريقة انتقال وراثة عمى الألوان مماثلة لصفة سيولة الدم. إذا كانت c تمثل الجين المسبب المرض عمى الألوان، وC هو الجين السائد الطبيعي (السليم)، بناء على ذلك فالطرز الجينية تكون كالاتي:-

المرأة السليمة X^CX^C والمصابة X^cX^c وتكون المرأة حاملة للصفة غير مصابة في الطراز الجيني X^CX^c ،

أما الرجل السليم فطرازه الجيني X^CY ، والمصاب X^cY .

سؤال:-

إذا تزوج رجل مصاب بعمى الألوان بامرأة حاملة للمرض، فما هي نسبة ظهور المرض عند الأبناء؟

الصفات الوراثية المحددة بالجنس Sex-Limited Inheritance

تعرف الصفات المحددة بالجنس بأنها تلك الصفات التي تظهر في وجود هرمون معين. كما يمكن تعريفها بأنها الصفات التي يقتصر تعبير جيناتها على جنس دون الآخر رغم وجود هذه الجينات عند كلا الجنسين، فجميع الجينات التي لا تستطيع التعبير عن نفسها إلا في وجود هرمونات معينة هي جينات محددة بالجنس. فعلى الرغم من أن المرأة تحمل كل الجينات الضرورية لإنتاج صفات ذكورية إلا أن هذه الجينات لا تنشط إلا في وجود هرمونات ذكورية والعكس صحيح عند الرجل. ومن الصفات المحددة بالجنس صفة نمو شعر اللحية الذي يقتصر على الرجال فقط دون النساء، رغم أ أن النساء يحملن جينات نمو شعر اللحية في تركيبهن الوراثي، كما أن الأبناء يرثون جينات ظهور اللحية من أمهاتهم وآبائهم على حد سواء. هذا يعني أن جينات الصفات المحددة بالجنس عند الذكر تنشط في وجود الهرمونات الذكرية، وجينات الصفات المحددة بالجنس عند الأنثى تنشط في وجود الهرمونات الأنثوية.

إن اضطراب إفراز الهرمونات الذكرية أو الأنثوية لسبب ما أو الخضوع للعلاج الهرموني قد يسبب خللاً في وظيفة الجينات الخاصة بالصفات المحددة بالجنس وبالتالي فإن عدم اتزان كمية الهرمون قد يؤدي إلى نمو شعر اللحية لدى الإناث. وبالطريقة نفسها يمكن أن ينمو الثدي لدى الذكور بعد تحفيز الهرمونات الكامنة لديهم. هناك أمثلة أخرى على الجينات المحددة للجنس وعملها، ومنها: إنتاج الحليب في الأبقار، حيث يمتلك الثور والبقرة جينات إنتاج الحليب إلا أن البقرة فقط تنتج الحليب بسبب هرمونات إنتاج الحليب التي تنشط في وجود الهرمونات الأنثوية. ومن الصفات المحددة بالجنس كذلك صفة نمو الريش في ذكر الدجاج (الديك)، فالجينات الخاصة بنمو ريش الديك تنشط في وجود الهرمونات الذكورية. إلا أنه اتضح من خلال التجارب المعملية أن إزالة المبيض من الإناث يوقف نمو الريش الأنثوي الخاص بالدجاجة، وبالمثل فإن إزالة الخصى من الديك توقف التأثير على الجينات، ويظهر الريش الأنثوي بدلاً من الريش الذكري.

ومن الأمثلة الشائعة كذلك على الصفات المحددة بالجنس صفة الصلع الجبهي Frontal Baldness، وهي صفة سائدة، وجيناتها محمولة على الكروموسومات الجسمية عند الجنسين، ولكنها لا تعطي الطابع المظهري نفسه، يستطيع الجين المسؤول عن هذه الصفة التعبير عن نفسه في الذكور فقط، لوجود الهرمون الذكري الأندروجين Androgens، بينما نجد عند الإناث تغيرات طفيفة ترتبط بتساقط خفيف للشعر بسبب الهرمون الأنثوي الذي يبطل عمل تلك المورثة والمسمى بالأستروجين Oestrogens.

يسبب الصلع الجبهي جين سائد (B) بينما يقابله الجين المتنحي (b) الذي لا يؤدي إلى ظهور الصلع:

١ - التركيب الوراثي (bb) يكون الرجل والمرأة سليمين.

٢ - التركيب الوراثي (Bb) يكون الرجل أصلع والمرأة سليمة.

٣- التركيب الوراثي (BB) يكون الرجل أصلع والمرأة مصابة بتساقط خفيف.

ولكن تناول المرأة للعلاج بالهرمونات قد يعزز ظهور هذه الصفة وتصبح المرأة صلعاء بشكل واضح

الصفات الوراثية المتأثرة بالجنس Sex-Influenced Inheritance

الصفات المتأثرة بالجنس هي التي تتأثر فيها السيادة والتنحي بجنس الفرد. ومن الممكن أن تظهر الصفات في الجنسين، ولكنها تكون شائعة في جنس دون الآخر ومن هذه الصفات التي تظهر في الذكر : الفلج الصفيحي Cleft Plate ومرض النقرس Gout، أما الحالات الشائعة في الأنثى فتشمل غياب المخ Anencephaly والشفة المشقوقة Harelip وغيرها.

أما عند الثدييات فقد أثبتت الدراسات أن إناث الجرذان لا تستطيع إفراز الهرمونات الخاصة بعملية تكون ونضج البويضة إلا في وجود الذكر والإحساس بقربه منها، وكذلك بعض إناث الطيور لا تستطيع وضع البيض في غياب الإثارة من قبل الذكور.

ومن الأمثلة عند الإنسان أن يكون إصبع السبابة أطول من الإصبع الرابع (البنصر) وهذا شائع في النساء، والسبب وجود جين متنح عند الرجال وسائد في النساء، أما في الماشية فهناك جينات خاصة لإنتاج القرون في تتبع نظام السيادة لدى الذكور، وهي المسؤولة عن نمو القرون بأشكالها المختلفة لديها، ولأنها متنحية لدى الإناث فإننا نجد قرونها لا تنمو كثيرًا بل تبقى قصيرة، وأحيانا نجد آثارها في أمكنتها المحددة على الرأس.