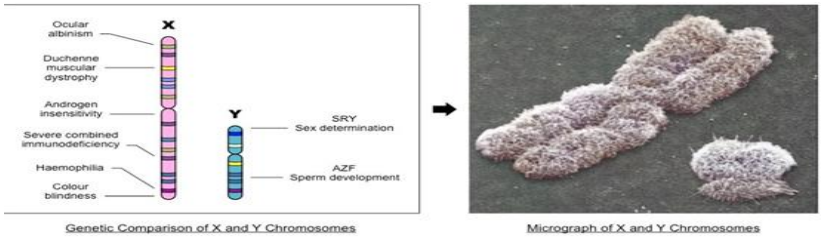
الصفات المرتبطة بالجنس Sex-linked Inheritance

هي الصفات الوراثية التي توجد جيناتها في الثديات على الكروموسوم الجنسي X أو الكرموسوم الجنسي Y. و هذه الكرموسومات هي التي تحمل جينات الصفات الجنسية. في الانسان يكون الكروموسوم للذكر XY وفي الأنثى XX . كروموسوم X يمثل حوالي 5 ٪ من مجموع الحمض النووي لخلايا النساء و 2,5 ٪ في الرجال. ويحتوي كروموسوم X على 2000 جين ، بينما يحتوي كروموسوم Y من 78 الى ١٥٠ جين من أصل ٣٠٠٠٠ جين في خلايا الانسان بصورة عامة مثل هذه الجينات الموجودة في الذكر ولا توجد في الانثى تلك المتحكمة في نمو الشعر بكثافة على صيوان الأذن مثلا. لذلك يعد كروموسوم X أكثر أهمية في نقل الصفات من كروموسوم Y على الرغم من ان كروموسوم Y لا يعتبر كروموسوما ضروريا للحياة بسبب ان الجينات التي يتضمنها لا تدخل في الوظائف الفسيولوجية الضرورية للجسم لكن جيناته مهمه في تحديد الجنس الذكري.

فقدان كروموسوم Y لا يكون مميتا خلال مرحلة النمو الجنيني (**يكون الفرد يحمل 45 كروموسوم بدل من 46 كروموسوم**) وتتسبب هذه الحالة الاصابة بمتلازمة تيرنير (**Turner syndrome**) XO حيث ان الرمز O يعني عدم وجود كروموسوم أخر في هذا الزوج الكروموسوي ويدل على وجود كروموسوم X فقط والذي يصيب الاناث فقط مسببا بعض التشوهات الخلقية مثل انتفاخ الاطراف العليا والسفلى والرقبة وقصر القامة وبعض المشاكل الصحية مثل الفشل الكلوي وامراض القلب وغيرها. سبب هذه المتلازمة يعود الى أن حوالي 90 % أو أكثر من أجنة XO تموت داخل الرحم وفي 75 % من الحالات يكون السبب عدم إنفصال كروموسومي X وY في الأب . وحوالي 25 % من الحالات يرجع سببيا الى عدم إنفصال كروموسومي X وY في الأناث. ومتلازمة تيرنر توضح أن غياب كروموسوم Y من الزايكوت يؤدي الى ظهور صفات التأنيث.

بالمقابل قد يتكرر كروموسوم Y أكثر من مرة (**XYY**) **تسمى متلازمة جاكوب Jacob syndrome** الذي يصيب الذكور فقط مسببا اصابة بحالات شذوذ وامراض تؤثر على الهيكل العظمي حيث يكون المصاب طويل القامة ويعاني بعض المشاكل الذهنية والذكاء خصوصا في المدرسة. (**في هذه الحالة يمتلك الذكر 47 كروموسوم بدلا من 46 كروموسوم**)

اما بالنسبة لكروموسوم X فانه يضم جميع الجينات الضرورية والمهمه في تشكيل الوظائف الفسيولوجية للجسم. يورث كروموسوم X من الام فقط بالنسبة للذكر بينما يورث من كلا الابوين بالنسبة للانثى . وفقدان كروموسوم X يكون مميتا خلال مرحلة النمو الجنيني ولا يستطيع الجنين ان يستمر بالنمو والتطور الجنيني عند فقدانه لكرومسوم X وهذه الحالة تدعى YO و O وتعني عدم وجود كروموسوم اخر في هذا الزوج الكروموسومي. وبالعكس ممكن ان يتكرر كروموسوم X كما في **متلازمة كلاينفلتر (Klinefelter's syndrome)** وتكون بالشكل التالي **XXY** لكنه لايتسبب بحدوث أعراض شديدة سوى بعض الاضطرابات في السلوك و في الحالة الفسيولوجية الذكورية **(في هذه المتلازمة يمتلك الذكر 47 كروموسوم بدلا من 46).** وقد يتكرر الكروموسوم الى 48 كروموسوم مثل **(XXXY)**، وهي حالات ناتجة عن تخصيب بويضات لانثي لديها تضاعف جنسي، وهناك متلازمة تصيب الأناث فقط تدعى متلازمة ثلاثية إكس **XXX (Triple X syndrome)** حيث ان المصابات لا يظهر عليهن أعراض أو من الممكن أن يظهر عليهن أعراض بسيطة وفي حالات أخرى ربما تظهر الأعراض بوضوح و التى تتضمن تأخر في النمو وصعوبة في التعلم.



Genetic Comparison of X and Y Chromosomes

Micrograph of X and Y Chromosomes

تحديد جنس المولود في الثديات

يحتفظ كل من الذكور والإناث بالكروموسوم X من والدتهما، والإناث يحتفظن بالكروموسوم X الثانية من والدهما. وبما أن الأب يحتفظ بالكروموسوم X من والدته، وأنثى الإنسان تحتفظ بالكروموسوم X الثانية من والدها، تصبح أنثى الإنسان لديها كروموسوم X واحد من جدتها (جانب الأب)، كروموسوم X واحدة من والدتها. ويتم تخصيب بويضة المرأة المحتوية على الكروموسوم الجنسي X عندما يدخل الحيوان المنوي من الرجل ويلتحم بالبويضة. عندئذ هناك أحتمال بنسبة 50 % أن يكون الحيوان المنوي الذي خصب البويضة حاملا للكروموسوم X أو احتمال 50 % لأن يكون ذاك الذي يحمل الكروموسوم Y. فينتج عن اتحاد كروموسومات القادمة من الرجل والقادمة من المرأة في البويضة المخصبة إما XX أو XY. أي أن الحيوان المنوي القادم من الرجل هو الذي يحدد نوع المولود. فإذا كان هذا الحيوان المنوي للرجل يحتوي على الكروموسوم X ، يصبح المولود ذو كروموسومات جنسية XX ويكون المولود أنثى ، أما إذا كان الحيوان المنوي المخصب للبويضة يحمل الكروموسوم Y فينتج عن التخصيب زوج الكروموسومات الجنسية XY، ويكون المولود بذلك ذكرا.

الصفات الوراثية

وتكون على أنواع :

أ- **الصفات المرتبطة بالجنس في الإنسان :** الصفة المرتبطة بالجنس صفةٌ تُحمَل على الكروموسومات الجنسية، ولا تتأثَّر بوجود الهرمونات الجنسية. ويُوجَد معظم الصفات المرتبطة بالجنس على الكروموسوم X بسبب أن حجمه أكبر وقُدرته على حمل عددٍ أكبر من الجينات. وتؤثِّر أيضًا الصفات المرتبطة بالجنس والموجودة على الكروموسوم X على الذكور أكثر من الإناث، لأن النمط الجيني للذكور يحتوي على كروموسوم X واحد فقط .مثل توارث عمى الألوان، ونزف الدم (الهيموفيليا) وضمور العين، وجميعها صفات متنحية مرتبطة بالكروموسوم X ، أما الكروموسوم Y فيعتبر خالياً تقريباً من الجينات.

توارث عمى الألوان :

هو مرض يصعب فيه على المريض أن يميز الألوان، ويسبب عمى الألوان جين متنحي بالكروموسوم X.

لما كانت المرأة تحتوي في كل خلاياها الجسمية على كروموسومي الجنس X X ، فإنه يمكن أن يوجد بها جينا عمى الألوان، وبذلك تكون المرأة مصابة بالمرض. وفي حالة وجود هذا الجين على كروموسوم X واحد فقط وليس الكروموسومين لا تعتبر هذه المرأة مصابة بالمرض ولكنها تعتبر حاملة له.

الرجل تحتوي خلاياه الجسمية على كروموسومي الجنس X Y ويعتبر Y خاملاً ، ولهذا فإن وجود الجين المسبب للمرض على كروموسوم X يكفي لإصابته بالمرض لأن كروموسوم Y لا يحوي جينات. وبناء على هذه الحقائق يمكن توقع أنجاب بنين عمي اللون من أم عمياء اللون بغض النظر عن صفة زوجها , والذي إذا كان ذو رؤية طبيعية تكون البنات ذات رؤية طبيعية , وهؤلاء البنات من الأم المذكورة تحمل جينات متنحية إلى عمى اللون , وإذا ما تزوجت هؤلاء البنات إلى رجال ذا رؤية طبيعية , سينجبون كل البنات طبيعية وحوالي نصف البنين طبيعيين والنصف الآخر عمي اللون . يمكن الحصول على بنت عمياء اللون من زواج رجل اعمي اللون من امرأه متباينة الزيجة أو متماثلة الزيجة لجين عمى اللون .

ب- الصفات المتأثرة بالجنس:- هي الصفات الوراثية التي تُحمل جيناتها على الكروموسومات الجسمية إلا ان التعبير عنها يتأثر بالهرمونات الجنسية للذكور او الاناث. مثل وراثة صفة الصلع في الإنسان حيث تنتشر هذه الصفة في الذكور أكثر من الإناث و قد وجد أن هذه الصفة تتأثر بزوج واحد من الجينات الوراثية و تتمثل بأليلين : b يمثل أليل وجود الشعر و B يمثل أليل الصلع .و بالتالي ستكون لدينا الطرز الجينية التالية :

- إذا كان التركيب الجيني نقيا bb يدل على ظهور الشعر على كلا الجنسين طبيعياً .

- إذا كان التركيب الجيني نقيا BB يدل على ظهر الصلع على كلا الجنسين.

- إذا كان التركيب الجيني هجينا Bb فهناك نجد إحتمالين :Bb في الذكور يكون أصلع . و Bb في الإناث تكون طبيعية الشعر

وقد وجد أن السبب في ذلك أن الهرمونات الجنسية الأنثوية هي التي تسبب عدم ظهور الصلع في الإناث ذات التركيب الجيني الهجين Bb . فأليل الصلع عند الإنسان يتأثر بالهرمونات الجنسية. حيث أنّ التركيز العالي لهرمون التستوستيرون يساعد في ظهور صفة هذا الأليل و بالتالي يعتبر هذا الأليل سائدا عند الذكور و يكون تأثير الهرمونات الجنسية الأنثوية ضعيفاً على أليل الصلع و بالتالي يكون أليل الصلع متنحيا عند الإناث.

مثال : تزوج شاب اصلع من فتاة ذات شعر عادي فرزقا بطفلة كانت قليلة كثافة الشعر عند وصولها لسن البلوغ .

1 - إستنتج الطرز الجينية لكل من الشاب و الفتاة.

2 - ما هي الطرز الجينية و الشكلية المحتملة لأبناء الشاب و الفتاة.

الجواب : نفرض : أنّ أليل الصلع B : و أليل الشعر العادي : b

مفتاح الإجابة في هذا السؤال يكون في الطفلة قليلة الشعر (BB) و هذه الأليلات أحدها من الأب و الأخر من الأم إذا الأبوين يمتلكان الأليل (B) و بالتالي الأم حاملة لجين الصلع

شاب اصلع × فتاة ذات شعر

Bb X Bb

و بإتمام التزاوج نحصل على المطلوب . والأجيال القادمة تكون BB, Bb, Bb, bb

1 اصلع ، اثنان حاملين للصلع، 1 غير صلع وغير حامل للصلع.

ج- الصفات المحددة بالجنس:

الصفة المُحدَّدة بالجنس صفةٌ تقع على كروموسوم جسمي، ويقتصر التعبير عنها في النمط الظاهري على جنس بيولوجي واحد. ومن الأمثلة للصفات المُحدَّدة بالجنس إنتاج الحليب. على الرغم من أن جميع البشر من الذكور والإناث يَحملون الجين المسؤول عن إنتاج الحليب على كروموسوم جسمي، ولكن لا يَظهَر إنتاج الحليب الفعلي غالبًا إلَّا عند النساء.

ومن الامثلة الاخرى على الصفات المحددة بالجنس إن الجين الذي يُسبِّب نمو اللحية في وجه الإنسان يقع على كروموسوم جسمي، إلَّا أنه عادةً ما يُعبَّر عنه في الذكور لا في الإناث.