

## الانحرافات عن الوراثة المانديلية

### الانحراف عن الانفصال المنتظر بسبب المورثات المميّنة:

يتغير الانفصال في  $F_2$  عن المتوقع بسبب عدم قدرة البيضة الملقحة على الحياة لاحتوائها على طابع وراثي محدد. فعندما يكون البروتين ضروريا لحياة الكائن، فإن هذا الكائن سيموت في حال عدم تركيبه . وتسمى المورثة التي تشرف على اصطناع البروتين المذكور المورثة المميّنة Lethal gene .

وتوجد هذه المورثات في الانسان والحيوانات والنباتات والكائنات الدقيقة . فمثلا يعطي التهجين بين أغنام رمادية انفصالا بنسبة 2 رماديا : 1 أسود . في حين يعطي التهجين بين فرد رمادي وآخر أسود انفصالا بنسبة 1 رماديا : 1 أسود . يدل ذلك على أن الآباء في الهجونة الأولى متخالفة للواقح  $Aa$  وتتوزع أفراد النسل الناتج الى الطابع الوراثية  $aa$  1 أسود  $Aa$  2 رماديا  $AA$  1 رماديا يموت . وبالتالي فإن المورثة  $A$  المسؤولة عن اللون الرمادي تكون قابلة للحياة فقط عندما تكون متخالفة للواقح حيث تموت الأفراد متشابهة للواقح بالقرائن السائدة بسبب عدم تطور الجهاز الهضمي . ويعطي التهجين أيضا بين أفراد سلالة من الماشية في انكلترا تسمى ديكستر انفصالا بنسبة 2ديكستر : 1كيري (طبيعي)، حيث تموت الافراد ذات الطابع الوراثي  $AA$  تسمى بولدج أثناء التطور الجنيني أو بعد الولادة بقليل بسبب تشوهات في الهيكل العظمي وبخاصة في القحف .

ويوجد عند الانسان مورثة تسبب قصر الأصابع Brachydactylia ، حيث يظهر قصر في السلامة المتوسطة للأصبع ،فنتبدو وكأنها مكونة من سلاميتين فقط ،ويملك الطفل متشابه للواقح بهذه المورثة  $bb$  هيكلًا عظميا غير سوي ، يكون بدون أصابع .وسيلد هذا الطفل بين كل أربعة أطفال لوالدين يحملان هذه المورثة، ويموت في مراحل الطفولة المبكرة . ويكون هناك طفلان مصابان بقصر الأصابع (متخالفا للواقح  $Bb$ ) ، وطفل واحد طبيعي  $.BB$ .

### القرائن المتعددة:

ناقشنا في الامثلة السابقة صفات وراثية تتحكم فيها مورثات لكل واحدة منها قرينان  $R.r, Y.y, C.c$  بيد أن المورثات كثيرة تملك قرائن متعددة multiple allelas . بكلمات اخرى يمكن للمورثة أن تطفر الى سلسلة من القرائن قد تصل الى العشرات مع العلم أن المتعضية ثنائية المجموعة الصبغية لا يمكن ان تحمل أكثر من قرنين.

1- ظاهرة عدم التوافق الذاتي:

يتحكم بالتلقيح الخلطي عند غالبية النباتات الزهرية عدد من قرائن عدم التوافق الذاتي، حيث لا تستطيع حبة اللقاح التي تحتوي على أي من هذه القرائن أن تثبت على ميسم النبات الثنائي ( $2N$ ) الذي يملك القرين نفسه، فعلى سبيل المثال يرجع التنافر أو عدم التوافق الذاتي والخلطي في جنس التبغ إلى وجود سلسلة طويلة من أليالات مورث واحد يشار لها بالرموز ( $S^1, S^2, S^3, \dots, S^n$ )

فحبوب اللقاح المحتوية على أليل (قرين) معين ( $S^1$ ) مثلا لا تنجح في النمو طبيعيا في قلم النبات يحمل نفس الأليل، وهكذا إذا لقح نبات ( $S^1 S^2$ ) بحبوب لقاح نفس النبات أو نبات آخر ( $S^1 S^2$ )، فإن أنابيب حبوب اللقاح لاتصل إلى البويضات في الوقت المناسب حتى يتم الإخصاب.

ويعطي التلقيح بين حبوب لقاح ( $S^2 S^3$ ) مع بويضة ( $S^1 S^2$ ) نسلاً من فنتين فقط ( $S^1 S^3, S^2 S^3$ )، وفي كل التلقيحات التي يحمل فيها الأبوان أليلاً مشتركاً لا تظهر فئة الأم بين النسل الناتج، ويبدو أن الأليالات التي تعين العقم الذاتي تحدث تأثيراتها عن طريق الهيمنة على معدل نمو أنبوبة اللقاح، ففي التوافق العادية غير التنافرية تتزايد سرعة نمو أنبوبة اللقاح كلما زاد اقترابها من البويضة، في حين أنها تنمو ببطء شديد في التوافق التنافرية حتى أن الزهرة تكون قد ذبلت قبل وصول العروس المذكورة إلى البويضة .

2- لون الفراء في الأرانب :

وقد تظهر أحد القرائن سيادة تامة أو غير تامة أو مشتركة على نظيره، ويمكن لكل قرين أن يطفر باتجاه مباشر (من النمط البري إلى الحالة الجديدة) و عكسي (من الحالة الطافرة إلى النمط البري). و يسيطر قرين النمط البري ( $C^+$ ) على ثلاث القرائن الأخرى حيث تتميز الأرانب ذات النمط البري متشابهة للواقع بالقرين ( $C^+$ ) أو متخالفة للواقع (القرين  $C^+$  مع أي قرين آخر) بلون رمادي و يكون لون فراء الارانب متماثلة للواقع بالقرين  $C^{ch}$  رماديا فضيا، أي افتح قليلا من لون فراء أرانب النمط البري، ويسمى هذا الطابع الظاهري chinchilla نسبة إلى أحد القوارض.

وتتملك الأرانب متخالفة للواقع بالقرائن ( $C^{ch}$  مع  $C^h$  أو مع  $C^a$ ) لون رماديا فاتحا (متوسطا بين اللونين الفضي و الأبيض) و بالتالي فان القرين  $C^{ch}$  يظهر سيادة غير تامة بالنسبة للقرائن  $C^h, C^a$ ، و يتميز فراء الأرانب متشابهة

اللواقح  $C^h C^h$  متخالفة للواقح  $C^a C^h$  و التي تسمى الهيمالايا Himalayn بلون أبيض مع عدا قوائمها و ذيلها و أذانها و أنفها فهي سوداء . و اخيرا تمتلك الأرناب متشابهة للواقح بالقرين  $C^a$  فروا أبيض و عيون وردية.

لذلك فان علاقة السيادة بالنسبة للقرائن الأربعة السابقة تكون كالتالي  $C^a > C^h > C^{ch} > C^+$ . حيث يعطي التهجين بين سلالتين نقيتين مختلفتين في  $F_1$  نسلا يحمل الصفة السائدة وفي  $F_2$  تكون  $4/3$  الأفراد سائدة و  $1/4$  أفراد متنحية وذلك بالنسبة للقرائن التي تظهر علاقات السيادة التامة، فيما بينها ( $C^+ C^+$  مع جميع القرائن الاخرى و  $C^h C^h$  مع  $C^a C^a$ ) بينما يعطي التهجين بين السلالات النقية  $C^{ch} C^{ch}$  و  $C^a C^a$  واحدى السلالتين  $C^h C^h$  و نظرا للسيادة غير التامة نسلا ذات لون متوسط (رمادي فاتح) في  $F_1$  .. وفي  $F_2$  يكون الانفصال بالطابع الظاهري مطابقا للانفصال بالطابع الوراثي (1:2:1).

### 3- الزمر الدموية عند الإنسان:

والمثال الثالث الذي سندرسه لتوضيح نظام القرائن المتعددة هو جملة system الزمر الدموية ABO المكتشفة في الانسان عام 1900 من قبل العالم لاندشتاينر. ومن ثم لوحظت عند جميع الكائنات ذات الدم الحار .

يتألف الدم وكما نعلم من قسمين اساسيين : الأول سائل يسمى البلازما ( plasma ) ( 60-55 ) من حجم الدم والثاني هو العناصر الخلوية للدم (الكريات الحمراء والبيضاء بأنماطها والصفائح الدموية) التي تسبح في البلازما. وتتحول بلازما الدم بعد استخلاص مولد الليفين إلى ما يسمى المصل serum.

وقد لوحظ منذ القرن السابع عشر أن عملية نقل الدم تكون ناجحة أحيانا، و احيانا تفشل ويعود فشل هذه العمليات الى احتواء كل فرد على دم خاص به.

ويحدث في حال اختلاف الدم بين العاطي Donor والاحذ Recipient ارتصاص Agglutination الكريات الحمراء للاول في دم الثاني حيث تشكل مجموعات تسد الشعيرات الدموية للدماغ والكليتين وغيرها من الاعضاء الهامة.

وقد تبين فيما بعد من قبل Landsteiner أن سبب الارتصاص هو تفاعل بين مواد كيميائية عندما لا يتوافق دم العاطي مع دم الآخذ، حيث يختلف دم أفراد النوع الواحد بهذه المواد الكيميائية الموجودة على سطح الكريات الحمراء (مولدات الارتصاص Antigens ) وفي البلازما (الراصات Antibodies) وبالتالي فان الارتصاص

(تفاعلا بين مولدات الارتصاص والراصات ) يختلف عن التخثر الذي تشترك به الصفحات الدموية ،حيث يتحرر منها أثناء تحطمها أنزيم Thrombokinase الذي يحول طليعة الخثرين Prothromoin (مادة بروتينية تتشكل في الكبد بوجود شوارد  $Ca^{++}$  الى خثرين Thrombin والمادة الاخيرة تؤثر في مولد الليفين Fibrinogen وتحوله الى مادة الليفين Fibrin الصلبة .

وفيما بعد بينت الدراسات أن الزمرة الدموية تتحدد في أفراد النوع الواحد بواسطة مولدات الارتصاص A.B والراصات  $\alpha \beta$ . وتسمى هذه الزمر حسب مولدات الارتصاص التي ينتجها شخص ما .فدم المجموعة A (او يرمز لها  $O\alpha\beta$ ) لا يحتوي مولدات ارتصاص A.B،بينما توجد الراصات  $(\beta,\alpha)$  دم المجموعة II  $(\beta A)$  يحتوي على مولدة الارتصاص A والراصة  $\beta$ .

ويمتلك دم المجموعة III  $(B \alpha)$  مولدة الارتصاص B والراصة  $\alpha$  .وأخيرا يحتوي دم المجموعة IV  $(AB)$  على مولدتي الارتصاص A و B ولا تحتوي البلاسما على الراصات .وتجدر الاشارة أن مولدات الارتصاص والراصات هي مركبات بروتينية سكرية .ويتوزع البشر على الزمر الدموية الأربع في الجملة ABO بنسبة 56% للزمرة O, 24% للزمرة A, 15% للزمرة B, 5% للزمرة AB.

ونستنتج مما سبق أن دم كل مجموعة يحتوي على مولدة ارتصاص لا توافق الراصة ،ولهذا أهمية كبيرة في عمليات نقل الدم ،حيث يجب عدم احتواء كريات المعطي على مولدات الارتصاص التي توافق راصات بلاسما الأخذ مثلا يحدث التراص أثناء نقل الدم من الزمرة A الى B وذلك لاجتماع الراصة  $\beta$  مع مولدة الارتصاص B وعلى الرغم من وجود الراصتين  $\alpha$  و  $\beta$  في الزمرة O فانه يمكن نقل الدم منها الى الزمر الاخرى .(الذي قد يحتوي على مولدات ارتصاص متوافقة مع الراصتين الأخيرتين ) .وبالتالي لا يحدث تراص الكريات الحمراء للأخذ وتسمى أفراد الزمرة المعطين العاميين Universal donors وبالمقابل فان أفراد الزمرة AB تسمى الآخذين العاميين Universal recipients .حيث يمكن نقل الدم اليهم من الزمر الأخرى كافة وذلك لعدم تأثير البلازما الأخذ (لا يوجد راصات ) في الكريات الحمراء المنقولة .

هذا وقد يحدث انحلال الدم بسبب عدم توافق الزمرة الدموية ABO .فمثلا عند ولادة طفل زمرة الدموية A من زواج بين رجل زمرة A وامرأة زمرة O فان راصات الأم ستصل إلى دم الجنين وتؤدي الى ارتصاص كرياتة الحمراء وانحلالها . ويحدث هذا الانحلال بتكرار كبير لكنه لا يشكل خطراً على حياة الجنين .

## وراثة الزمر الدموية ABO: (الزمر الأساسية)

تتحكم بوراثة الزمر الدموية ثلاث قرائن  $A_i B_i O_i$  يشكل الأول مولدة الارتصاص A والثاني مولدة الارتصاص B بينما لا يركب الثالث اية مولدة ارتصاص . ويكون القرينان  $A_i.B_i$  متساويين في السيادة (سيادة مشتركة ومتساوية) لكنهما سائدين على القرين  $O_i$ . ويمكن التعبير عن علاقات السيادة بين هذه القرائن كما يلي  $A_i=B_i>O_i$ . لذلك فإن الزمرة الدموية O تتحدد بواسطة القرين المتتحي  $O_i$  الذي يسيطر عليه القرين  $A_i$  المحدد للزمرة A والقرين  $B_i$  المحدد للزمرة B أما القرينان  $A_i.B_i$  في الفرد متخالف اللواقح فيحددان الزمرة الدموية AB وان وجود ثلاثة قرائن يحدد ستة طواع وراثية . لكن وبسبب تنحي القرين  $O_i$  فإننا نحصل على أربع زمر دموية . ولان الزمر الدموية لا تتغير خلال حياة الإنسان ، فإن توريثها عبر الأجيال يتم بدقة عالية وحسب القواعد الوراثية لذلك تستخدم في ساحات القضاء للفصل في صحة الأبوة . فمثلا إذا كانت زمرة الآباء O فان جميع الأطفال ستكون من الزمرة O . في حين يكون الطابع الظاهري للأطفال الزمرة الدموية AB إذا كانت زمرة الوالدين OXAB . ولا يستطيع الأب ذو الزمرة A والمتزوج من امرأة زمرتها B انكار أبوته لطفل زمرة الدموية AB او O

ويتوقف عدد الطواع الوراثية المختلفة في نظام القرائن المتعددة على عدد هذه القرائن . فإذا كان عددها واحدا A فالطابع الوراثي واحدا AA. وإذا كان عددها قرينين  $A_1.A_2$  فيكون عدد الطواع الوراثية ثلاثة (اثنين متشابهة اللواقح  $A_1A_1$  و  $A_2A_2$  وواحدا متخالف اللواقح  $A_1A_2$ ). ونحصل على ستة طواع وراثية في حال كون عدد القرائن ثلاثة  $A_1A_2A_3$  ومنها ثلاثة طواع متشابهة اللواقح  $A_1A_1$  و  $A_2A_2$  و  $A_3A_3$  وثلاثة طواع متخالفة اللواقح  $A_1A_2$  و  $A_1A_3$  و  $A_2A_3$ . وبشكل عام إذا كان عدد القرائن (n) فيتم حساب عدد الطواع الوراثية المتشكلة بالعلاقة  $n(n+1)/2$  وتتحدد عدد الطواع الوراثية متشابهة اللواقح ب n والمتخالفة اللواقح بالعلاقة  $n(n-1)/2$

هذا وقد تبين فيما بعد أن القرين  $A_i$  يمتلك عدة نظائر بمثابة زمر فرعية للزمرة A:  $A_{i1}.A_{i2}.A_{i3}.A_{i4}$  وتكون علاقات السيادة بين هذه النظائر  $A_{i1}>A_{i2}>A_{i3}>A_{i4}$  وإذا اخذنا بالحسبان وجود عدة نظائر للقرين  $A_i$  وعدم وجود نظائر للقرين  $O_i$  .

ويسود النظر  $A_i$  على جميع النظائر الأخرى كما أنه أكثر منها انتشار فالنظر  $A_{i2}$  أقل انتشارا من  $A_{i1}$  بينما ينتشر النظر  $A_{i3}$  بشكل ضعيف  $A_{i4}$  نادر الحدوث. وينتج من القرينين  $O_i.B_i$  والنظائر  $A_{i1}.A_{i2}.A_{i3}$  خمسة عشر طابعا وراثيا، تعطي نتيجة السيادة التامة ثمانية طواع ظاهرية . أي ثماني زمر دموية .

جملة الزمرة MN: (الزمر الثانوية)

اكتشفت هذه الجملة من قبل Landsteiner.levine 1920. وكما هو واضح من الرمز فإن هذه الزمرة تمتلك شفا من القرائن متساوية السيادة (M=N). ويشكل القرين M مولدة الارتصاص M والقرين N مولدة الارتصاص N. وسنحصل على ثلاثة طوابع وراثية (زمر دموية) منها طابعان وراثيان متشابهان (MM.NN) وطابع واحد متخالف اللواحق (MN) وتستخدم هذه الجملة احيانا في الطب لتحديد صحة الابوة نظرا لسلوكها الوراثي المستقل عن الجملة ABO فمثلا لا يمكن اتهام طابعه الوراثي MN بأبوة طفل ناتج من الزواج NN X NN وتكون الزمرة الدموية لاب الطفل ذي الطابع الوراثي MN والذي ولد من أم زمرتها الدموية NN هي MM أو MN وليست NN وتتوزع هذه الزمر حسب النسب 50% للزمرة MN 28% للزمرة MM 22% للزمرة NN.

جملة الزمر الدموية RH:

في عام 1939 درس Levine و stetson مصل امرأة ولدت طفلا ميتا على الرغم من تطابق الزمر الدموية بين الأب والأم. وقد لاحظوا في المصل راصات خاصة لا علاقة لها بجملتي الدم السابقتين. وفي عام 1940 اكتشفت هذه الزمرة من قبل Landsteiner-wiener، حيث حصلنا أثناء تحصين immunization الأرناب بالكريات الحمراء للقرود macacus rhesus على مصل أدى الى تراس الكريات الحمراء ليس فقط في القرود المذكور وإنما معظم البشر.

ويدل هذا على وجود مولدة ارتصاص (كيميائيا هي بروتيد دهني) في دم القرود، أدت اثناء حقنها في دم الأرناب الى تشكل راصات، تسبب بدورها ارتصاص الكريات الحمراء. وقد سميت الزمرة العامل ريزوس (Rh) حيث اكتشفت أول مرة في دم القرود Rhesus.

ويؤدي المصل المحصن الى ارتصاص الكريات الحمراء في الإنسان الذي يحتوي على العامل Rh بينما لا يؤثر في دم الانسان الخالي من العامل Rh

وقد تبين أن 99% من العرق الأصفر و 92% من العرق الأسود و 85% من العرق الأبيض يملكون في كرياتهم الحمراء مولدة الارتصاص +Rh وتسمى هذه الأفراد موجبة العامل +Rh، بينما تدعى الأفراد التي لا تمتلك المولدة الأخيرة بسالبة العامل -Rh وتجدر الإشارة الى أن جملة الزمرة Rh تتشابه مع جملة الزمرة MN بوجود مولدة الارتصاص بدون الراصة المقابلة، وتنتقل مولدة الارتصاص من جيل الى جيل ولا تتبدل خلال حياة الفرد.

هذا وقد لوحظ أن الطفل موجب العامل Rh+ له على الأقل أحد الوالدين موجب ال Rh+ ويمكن الحصول على أطفال سالبة العامل Rh- من زوجين موجبي العامل Rh+ أو أم أحدهما موجب والآخر سالب أي أن المورثة سالبة الريزوس موجودة في الأباء الموجبة وهي تنتقل الى الأبناء .

وستكون جميع الأبناء سالبة الريزوس في حالة كون الوالدين من نمط سالب ال Rh- .من خلال ذلك نستنتج أننا أمام صفة مندلية قاهرة ،يتحكم فيها قرينان سائد ومنتحي ،فوجود عامل الريزوس يتحدد بالقرين السائد Rh وعدم وجود يتحدد بالقرين المنتحي rh وبناء على ذلك تكون الأفراد موجبة الريزوس أما متشابهة للواحد Rh/Rh أو متخالفة للواحد Rh/rh بينما تكون الأفراد سالبة الريزوس متشابهة للواحد للمورثة المنتحية rh/rh.

ويعد عامل الريزوس أحد مولدات الارتصاص الأساسية لجملة الزمرة الدموية Rh والتي يدخل فيها خمسة مولدات ارتصاص يشرف على تركيبها ثلاثة أشفاع من المورثات (في الوقت الحاضر يعرف لعامل Rh ما يقارب ثمان مورثات) مرتبطة ببعضها بعضا وتكون كل مورثة بحالتين سائدة ومنتحية (E/e-C/c-D/d) تعطي ثمانية أنماط من التراكيب الوراثية المختلفة .سبعة منها موجبة ال Rh (حيث يكفي قرين واحد سائد لتشكيل مولدة الارتصاص ) وواحد سالب ال Rh لعدم قدرة القرائن المنتحية تركيب مولدة الارتصاص

(DCE/DCE.DCe/DCe.Dce/Dce.dCE/dCE.dCe/dCe.dcE/dcE.dce/dce)

وتأتي الأهمية العظيمة لجملة الزمرة Rh خلال عمليات نقل الدم وفي بعض حالات الحمل، فأثناء عمليات نقل الدم من انسان موجب ال Rh الى آخر سالب ال Rh يحدث ارتصاص الكريات الحمراء في دم الآخذ .لكن تكون أول عملية نقل دم غير ضارة لأن تشكل الراصات بكمية كافية في مصل الآخذ يحتاج الى بعض الوقت ،وبسبب بقاء الراصات الأخرى في دم الآخذ فإن نقل الدم مرة ثانية له سيؤدي الى انحلال دمه على رغم من التوافق بين العاطي والآخذ من حيث جملة ABO.

علاوة على ذلك أصبح واضحا أن حالة عدم التوافق بعامل الريزوس بين الأم وجنينها (الأم سالبة والجنين موجب) تسبب مرض انحلال الدم Hemolysis للمواليد الجدد.

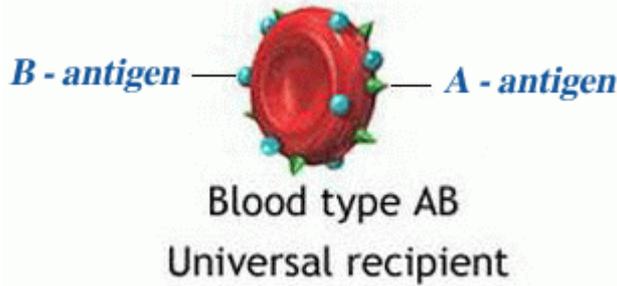
ويظهر هذا المرض عند زواج امرأة سالبة الريزوس برجل موجب الريزوس حيث يؤدي هذا الزواج الى أنجاب أطفال جميعهم أو نصفهم موجب الريزوس وذلك حسب الطابع الوراثي للرجل (متشابه للواحد للعامل Rh او متخالف) فعندما تحمل الأم سالبة الريزوس بجنين موجب الريزوس تنتقل الكريات الحمراء للجنين و الحاملة لمولدة

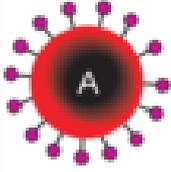
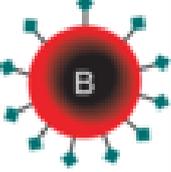
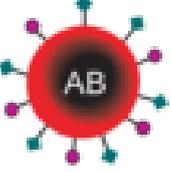
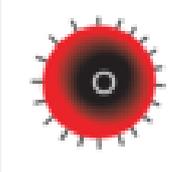
الارتصاص Rh عبر المشيمة الى دم الأم، فيبدا جهاز المناعة للأُم بتشكيل راصات مضادة لمولدة الارتصاص حيث أن هذه الرصاصات لاتوجد في دم المرأة سالبة الريزوس والتي لم تتزوج أو التي أنجبت أطفالا جميعهم -Rh وبالرغم من انتقال دم الجنين الى دم الأم يكون الطفل الأول سليما بسبب تشكل الرصاصات في جسم الأم بعد الولادة. لكن هذه الرصاصات ستشكل خطرا لكل جنين تال موجب Rh حيث يولد وهو مصاب بمرض انحلال الدم الذي يسبب بدوره مرض ازدياد الكريات الحمراء الأصلية (أرومة الكريات الحمراء) Erythroblastosis أو أن الجنين قد يولد ميتا.

إن آلية إصابة الأطفال بمرض انحلال الدم بعد الحمل الأول واضحة وبسيطة، فخلال الحمل الأول تتشكل الرصاصات كما ذكرنا في دم الأم والتي تنتقل عبر المشيمة الى دم الجنين وتؤدي الى تخريب كرياتة الحمراء واصابته بفقد دم شديد Anemia وبسبب ذلك يقوم نقي العظم بإرسال أعداد كبيرة من الكريات الحمراء الأصلية Erythroblasts (غير الوظيفية) ألى الدم مما يؤدي للإصابة بمرض انحلال الدم، الأمر الذي يستدعي تبديل دم الطفل فور ولادته. وقد ينجو بعض الأطفال من هذا المرض لعدم وجود تركيز كاف من الرصاصات وبخاصة الرصاصات التي تعبر المشيمة الى دم الجنين.

ويمكن في الوق الحاضر منع حدوث هذه الحالات الخطيرة، فبعد معرفة عدم التوافق بالزمرة Rh بين الأم وجنينها، تحقن الأم بعد ولادة الطفل بمصل يحتوي على رصاصات مضادة لمولدات الارتصاص التي عبرت الى دم الأم من وليدها . وتتلاشى هذه الرصاصات بعد أن تحطم الكريات الحمراء الحاملة المولدة الارتصاص. وبالتالي يكون دم الأم خاليا من الرصاصات ومولدات الارتصاص مما يجنب ولادة أطفال مصابين بالأمراض السابقة.

ولا يحدث أي خطر على الأجنة سالبة العامل Rh عندما تكون الأمهات موجبة العامل Rh لعدم تمكن جهاز المناعة في الطفل من تشكيل الرصاصات المضادة لمولدات الارتصاص Rh حيث أن تشكل الرصاصات في الطفل يبدأ من الشهر السادس بعد الولادة.



	الزمرة A	الزمرة B	الزمرة AB	الزمرة O
نمط قرينة الدم الحمراء				
الإنزيمات البلازما	 Anti-B	 Anti-A	لا يوجد	 Anti-A و Anti-B
المنسومات على قرينة الدم الحمراء	 المنسومة A	 المنسومة B	 المنسومان A و B	لا يوجد

الزمرة الدموية	المستضدات المتواجدة ▲=A ■=B ●=D	يستطيع أن يستقبل الدم من (أو يستطيع التبرع بالبلازما إلى)	يستطيع أن يتبرع بالدم إلى (أو يستطيع أن يستقبل البلازما من)
A <sup>+</sup>		A <sup>+</sup> A <sup>-</sup> O <sup>+</sup> O <sup>-</sup>	A <sup>+</sup> AB <sup>+</sup>
A <sup>-</sup>		A <sup>-</sup> O <sup>-</sup>	A <sup>-</sup> A <sup>+</sup> AB <sup>+</sup> AB <sup>-</sup>
B <sup>+</sup>		B <sup>+</sup> B <sup>-</sup> O <sup>+</sup> O <sup>-</sup>	B <sup>+</sup> AB <sup>+</sup>
B <sup>-</sup>		B <sup>-</sup> O <sup>-</sup>	B <sup>+</sup> B <sup>-</sup> AB <sup>+</sup> AB <sup>-</sup>
AB <sup>+</sup> (أخذ عام)		A <sup>+</sup> A <sup>-</sup> B <sup>+</sup> B <sup>-</sup> AB <sup>+</sup> AB <sup>-</sup> O <sup>+</sup> O <sup>-</sup>	AB <sup>+</sup>
AB <sup>-</sup>		A <sup>-</sup> AB <sup>-</sup> O <sup>-</sup> B <sup>-</sup>	AB <sup>+</sup> AB <sup>-</sup>
O <sup>+</sup>		O <sup>+</sup> O <sup>-</sup>	A <sup>+</sup> B <sup>+</sup> AB <sup>+</sup> O <sup>+</sup>
O <sup>-</sup> (معطي عام)		O <sup>-</sup>	A <sup>+</sup> A <sup>-</sup> B <sup>+</sup> B <sup>-</sup> AB <sup>+</sup> AB <sup>-</sup> O <sup>+</sup> O <sup>-</sup>

## مسائل

## مسألة 1:

امرأة غير متماتلة اللواقح بأربع أشفاح من الجينات ومتماتلة اللواقح لست أشفاح أخرى.

1- ماهو عدد أنواع البيوض التي يمكن أن تنتجها بالنسبة لهذه الجينات؟

2- بفرض أن زوجها يملك نفس الطابع الوراثي، فما عدد الأنواع المختلفة من التراكيب الوراثية المحتملة في نسلهما؟

## مسألة 2:

الصوف الأسود في الأغنام ناتج عن تحكم مورثة متنحية (b) بينما تتحكم المورثة القرينة السائدة (B) بلون الصوف الأبيض. لقح خروف أبيض اللون مع نعجة بيضاء ويحمل كلا الحيوانين جينة اللون الأسود ونتج عنهما خروف أبيض لقح رجعيًا مع أمه، ما درجة احتمال أن يكون نسل التلقيح الرجعي أسود اللون؟

## مسألة 3:

لقحت أفراد سوداء خليطة التركيب من خنازير غينيا بعضها مع بعض:

1- ماهي درجة احتمال أن يكون الأفراد الثلاثة الأولى من النسل (أسود - أبيض-أسود) أو (أبيض - أسود - أبيض)؟

2- ماهي درجة احتمال انتاج ثلاثة أفراد (2 أسود- 1 أبيض) مهما كان ترتيبها؟

## مسألة 4:

يعزى عدم وجود الأرجل في الماشية (مبتورة) إلى وجود مورثة مميتة كاملة التنحي، تزواج ذكر عادي مع بقرة عادية فأنتجا عجلًا مبتورًا (يموت عادة عند الولادة) فإذا تزواج الأبوان نفسيهما مرة أخرى:

1- ماهي فرصة أن يكون العجل التالي مبتورًا؟

2- ماهي فرصة أن ينتج هذان الأبوان عجلين كلاهما مبتور؟

3- إذا لقحت ذكور تحمل المورثة القرينة المتحكمة بصفة مبتور (خليطة التركيب الوراثي) مع بقرات غير حامله لها، ثم سمح لأفراد الجيل الأول أن تتزاوج عشوائياً لانتاج الجيل الثاني، فما هي نسبة الطوابع الوراثية المتوقعة لأفراد الجيل الثاني البالغة؟

4- افترض أن كلا من إناث الجيل الأول في الفقرة (3) أعطت عجلاً واحداً حياً، مما يعني أن كلا من البقرات اللاتي تتجب عجولاً مبتورة يسمح لها بإعادة التزاوج مع ثور يحمل المورثة القرينة (مبتورا) وذلك حتى تتجب عجلاً حي. فما هي نسبة الطوابع الوراثية المتوقعة في أفراد الجيل الثاني البالغة؟

## مسألة 5:

طلب رجل طلاق زوجته على أساس الخيانة الزوجية فإذا كان طفلاهما الأول والثاني واللذان يعترفان به الوالدين لهما زمر دموية (O) و (AB) على الترتيب أما الطفل الثالث وهو الذي لايعترف فيه الأب فزمرته الدموية (B) :

1- هل يمكن استخدام المعلومات الوراثية لدعم دعوى الأب؟

2- أجري اختبار آخر على نظام مجاميع الدم (M-N) فكان الطفل الثالث من المجموعة (M) بينما كانت مجموعة الأب (N) هل يمكن استخدام هذه المعلومات لدعم دعوى الأب؟

## مسألة 6:

يسمى الدجاج ذو الأجنحة والأرجل القصيرة زاحفاً، عند تلاقح طيور عادية مع أخرى زاحفة فإنها تنتج (2 زاحفة : 1 عادية)، وتنتج التلقيحات بين الطيور العادية نسلاً عادياً، كيف يمكن تفسير النتائج؟

## مسألة 7:

يتحكم بلون الأوراق الفلقية في فول الصويا شفع من المورثات القرينة متعادلة السيادة، وينتج الطابع الوراثي الأصيل ( $C^G C^G$ ) اللون الأخضر الداكن، بينما ينتج الطابع الوراثي الخليط ( $C^G C^Y$ ) اللون الأخضر الفاتح، والطابع الوراثي الأصيل ( $C^Y C^Y$ ) ينتج أوراق صفراء تفتقر للصبغات الخضراء بشدة ، وبذلك لا تستطيع البادرات النمو حتى البلوغ.

فإذا لقحت نباتات خضراء داكنة مع نباتات خضراء فاتحة ثم تركت نباتات الجيل الأول للتلاقح العشوائي مع بعضها لإنتاج الجيل الثاني. ماهي نسبة الطابع الظاهرية والوراثية المتوقعة في نباتات الجيل الثاني البالغة؟

## مسألة 8:

يعرف في البرسيم عدد من قرائن عدم التوافق الذاتي، حيث لا تستطيع حبة اللقاح التي تحتوي على أي من هذه القرائن أن تنبت على ميسم النبات الثنائي ( $2n$ ) الذي يملك القرين نفسه. فإذا كان لدينا مجموعة من قرائن عدم التوافق الذاتي ( $S^1, S^2, S^3, S^4$ ) ماهي نسب الطابع الوراثية المتوقعة في الأجنة وفي أندوسبرم البذور عند إجراء التلقيحات التالية:

	أب البويضة	أب حبة اللقاح
1	$S^1S^4$	$S^3S^4$
2	$S^1S^2$	$S^1S^2$
3	$S^1S^3$	$S^2S^4$
4	$S^2S^3$	$S^3S^4$

## مسألة 9:

يتحكم في القرع الصيفي في لون الثمرة الأبيض المورثة السائدة ( $W$ ) والثمار صفراء اللون تحكمها المورثة ( $w$ ) وتنتج المورثة السائدة ( $S$ ) ثمارا قرصية الشكل بينما تنتج المورثة المتنحية ( $s$ ) ثمارا مستديرة الشكل، لقح صنف أبيض قرصي أصيل التركيب ( $WWSS$ ) مع صنف أصفر مستدير أصيل ( $wwss$ ) وكانت جميع ثمار الجيل الأول بيضاء اللون قرصية الشكل فإذا سمح للجيل الأول بالتزاوج العشوائي، ماهي نسبة الطابع الظاهرية المتوقعة في الجيل الثاني؟

## مسألة 10:

لون الريش في الدجاج ناتج عن تحكم شفع من المورثات متعادلة السيادة حيث ينتج الطابع الوراثي ( $F^B F^B$ ) ريشا أسود اللون والطابع ( $F^W F^W$ ) ريشا أبيض منقط والطابع ( $F^B F^W$ ) ريشا أزرق اللون.

ويوجد موقع آخر ينعزل حرا عن الموقع الأول وهذا الموقع يتحكم بطول الأرجل فالطابع الوراثي (CC) يتحكم بطول الأرجل العادية والطابع (C C<sup>L</sup>) ينتج طابعا من الدجاج له أرجل قصيرة وعريضة يسمى زاحفا لكن الطابع الوراثي الأصيل (C<sup>L</sup> C<sup>L</sup>) مميت. حدد أنواع الطوابع الظاهرية ونسبها المتوقعة في النسل الذي يمكن أن ينتج عن التلاقح بين أفراد الهجين الثنائي الأزرق الزاحف؟

## مسألة 11:

اكتب كل الأعراس المختلفة الناتجة من الأفراد التالية :

AABbCcddEeff –1

aaBbCc–2

AaBbccDd –3

{ انتهت الجلسة }