الفصل الخامس

الوراثة ومجاميع الدم فى الإنسان

- صفات مجاميع الدم ABO.
- النسبة المئوية لتوزيع مجاميع الدم.
- مجاميع الدم المتوافقة وغير المتوافقة أثناء نقل الدم.
- وراثة مجاميع الدم.
- العامل الريسى RH.

الوراثة ومجاميع الدم فى الإنسان

تعتبر مجاميع الدم من الناحية الوراثية من الصفات المميزة الهامة للإنسان، إذ يتوقف نوع كل مجموعة دم من الطرز الوراثية لمجاميع دم الأبوين، لقد كانت الصفات الوراثية السابقة قاصرة على الأفراد التى تختلف فى صفتين متضادتين غالباً. لكن ظهر فيما بعد أن الكائنات الحية تحتوى على سلالات تختلف عن بعضها فى أكثر من زوج من الصفات، إذ أنه يوجد أكثر من جين وراثى واحد يقابل جيناً آخر على الكروموسوم والموقع الوراثى له، فالكروموسوم نفسه قد يحمل عدة صفات متضادة نتيجة لوجود عدة جينات وراثية وهذا ما يعرف بتعدد الأليلات Multiple alleles، وهذا ما يحدث بالضبط بالنسبة لوراثة مجاميع دم الإنسان، فهناك ثلاثة جينات على الأقل مسئولة عن وراثة مجاميع الدم فى الإنسان، بمعنى أن هناك أكثر من جينين متقابلين للصفات الوراثية لمجاميع الدم، وهى جينات تقابل الواحدة الأخرى ولكن يجتمع جينان فقط فى نفس الوقت معاً فى الكروموسومات المتماثلة للإنسان لأن الفرد يرث جيناً واحداً فقط من جهة الأب وجيناً آخر من جهة الأم، ولهذا يطلق على مثل هذه الجينات المتعددة بالجينات المتقابلة المتضاعفة، فهى جينات متقابلة متضاعفة يوجد منها على نفس الموقع فى الكروموسوم الواحد أكثر من جينين متقابلين.

من المعروف أنه إذا دخلت مادة بروتينية غريبة إلى دم الإنسان فإن ذلك يثير جهاز المناعة فى الجسم ويكون ما يعرف بالأجسام المضادة Antibodies فى بلازما الدم، هذا ويطلق على المادة البروتينية التى سببت تكون الأجسام المضادة بالأنتجين Antigen الموجودة على كريات الدم الحمراء، وإذا اجتمعت الأجسام المضادة بالأنتجين فإن ذلك يسبب تجمعاً أو تلاصقاً لكريات الدم Agglutination مما يسبب غلق أو انسداد الأوعية الدموية وإيقافها وبالتالى خطر الموت.

يوجد فى دم الإنسان نوعان رئيسيان من الأنتيجينات : الأول (A) والثانى (B)، وقد يوجدان إما مجتمعين معاً أو منفردين أو لا يوجدان على الإطلاق، وعليه قسم العالم لاندستينر Landesteiner مجاميع دم الإنسان وحسب نوع الأنتجين الموجود أو غيابه إلى أربع مجموعات.

١ - إذا احتوت كريات الدم الحمراء على الأنتجين A فقط ينتمى الدم إلى مجموعة دم A.

٢ - إذا احتوت كريات الدم الحمراء على الأنتجين B فقط ينتمى الدم إلى مجموعة دم B.

٣ - وإذا احتوت كريات الدم الحمراء على كلا الأنتجين B, A معاً ينتمى الدم إلى مجموعة دم AB.

٤ - أما إذا لم تحتوى كريات الدم الحمراء على الأنتجينات على الإطلاق ينتمى الدم إلى مجموعة دم O.

من الناحية الوراثية، الجينات المسئولة عن وجود الأنتيجينات (جينات الأنتيجينات B, A) تكون سائدة على الجين المسئول عن غياب الأنتجين O، بينما لا يوجد سيادة بين B , A ، أى أن الجينA يظهر طرازه الشكلى كاملاً بوجود السائد الآخر الجين B والعكس صحيح، وهذا ما يعرف بالسيادة المشتركة Co- dominance ولما كان الشخص الذى يحمل أنتجينA لايمكن أن يوجد فى دمه مضادات حيوية للأنتجين A، لأن وجودها يسبب تجميع وترسيب خلايا الدم وبالتالى الموت، فإننا نجد ولأسباب ربما غير معروفة حتى الآن. أن دم أى شخص يحتوى على الأجسام المضادة للأنتجينات غير الموجودة فى خلايا دمه. ولهذا نجد كل مجموعة من مجاميع الدم يتوقف نوع الأجسام المضادة الموجودة فى بلازما الدم على نوع الأنتجين الموجود فى كريات الدم الحمراء، وعليه نجد (لاحظ الجدول التالى) ما يلى.

أ - الشخص ذو مجموعة دم A يحمل فى بلازما دمه أجساماً مضادة للانتجين B.

ب- الشخص ذو مجموعة دم B يحمل فى بلازما دمه أجساماً مضادة للانتجين A.

جـ- الشخص ذو مجموعة دم AB لايوجد فى دمه أجساماً مضادة لأى من الأنتجينات.

د - الشخص ذو مجموعة دم O يحمل فى بلازما دمه أجساماً مضادة لكل من الأنتجينات B, A.

صفات مجاميع الدم ABO

مجموعة الدم	الطرز الوراثية	أنتجن كريات الدم الحمراء	الأجسام المضادة فى بلازما الدم
A	AA أو AO	A	Anti-B
B	BB أو BO	B	Anti-A
AB	AB	AB	لايوجد
O	OO	لايوجد	anti-A,B

بالنسبة للتوزيع الجغرافى لمجاميع الدم ونسبها فإنها تختلف حسب الشعوب والعروق وحتى من منطقة لأخرى، إلا أنها متقاربة من بعضها نسبياً، على الرغم أن الجين B,A سائدان على الجين O، وأن B,A لهما نفس السيادة، فقد وجد أن نسبة مجموعة الدم O,A كثيرة الانتشار، ولإعطاء فكرة عامة نذكر فيما يلى نسب توزيع مجاميع الدم فى الولايات المتحدة (لاحظ

الجدول التالى والتى تقترب من نظيرتها فى أفراد الشعب العربى، وبوجه عام نجد فى الأردن حوالى ٤٧٪ من دماء الناس هى من نوع O، وأن ٤٠٪ من نوع A وأن ١٠٪ من نوع B وما يقرب من ٣٪ من نوع AB.

النسبة المئوية لتوزيع مجاميع الدم فى الولايات المتحدة

مجموعة الدم	السكان البيض	السكان السود	السكان الصينيون
O	٤٥	٣٨	٤٦
A	٤١	٢٧	٢٨
B	١٠	٢١	٢٣
AB	٤	٤	١٣

الفائدة العملية لمجاميع دم الإنسان كبيرة ومهمة جداً فى عمليات نقل الدم Blood Transfusion من شخص لآخر حيث أصبحت ضرورية جداً لإنقاذ حياة الأفراد الذين يعانون إما من فقر دم أو النزيف فى ساحات القتال. وحتى يتم ذلك بنجاح لابد من تحديد مجموعة الدم لكل من الشخص العاطى Donor والشخص المعطى له Recepient ، والمبدأ العلمى فى نقل الدم هو أن يحدث توافق تام بين دم الشخص العاطى والمعطى له. وحتى يتم ذلك يجب أن لاتتفاعل كريات دم العاطى مع بلازما المعطى إليه، أى أن يكون هناك توافق بين أنتجين العاطى مع الأجسام المضادة لبلازما دم المعطى إليه، أما بالنسبة للأجسام المضادة الموجودة فى دم الشخص العاطى فليس لها تأثير على أنتجين الشخص المعطى إليه لأن هذه البلازما تخفف كثيراً من دم المعطى

إليه. الجدول التالى يبين مجاميع الدم المختلفة التى يمكن أو لا يمكن أن يحدث توافق بينها أثناء عمليات نقل الدم.

مجاميع الدم المتوافقة وغير المتوافقة أثناء نقل الدم

مجموعة الدم	الأنتجين	الأجسام المضادة	يمكن أن يعطى الدم إلى	يمكن أن يأخذ الدم من
O	لايوجد	anti - A, B	جميعها	O
A	A	anti - B	A, AB	O, A
B	B	anti - A	B, AB	O, B
AB	AB	لايوجد	AB	جميعها

وبناء عليه، يمكن إبداء الملاحظات التالية أثناء عملية نقل الدم:

١ - الشخص ذو مجموعة دم O، ونظراً لاحتواء بلازما دمه على أجسام مضادة لكل من مجاميع الدم B, A لايستطيع أن يأخذ دماً من مجموعة A أوB أو AB لأن ذلك يعنى تجميع أو ترسيب كريات الدم وبالتالى الموت، لكنه يستطيع أن يأخذ دماً من أفراد ينتمون إلى مجموعة الدم O المتشابهة لمجموعة دمه فقط، مقابل ذلك يمكنه أن يعطى دماً لأية مجموعة من مجاميع الدم، ولهذا يطلق عليه معطى عام Universal donor.

٢ - الشخص الذى ينتمى إلى مجموعة دم A يمكن أن يستقبل الدم من الأفراد الذين ينتمون إلى مجموعة دم O, A لكنه لا يستقبل دم B أو AB، إلا أنه يمكن أن يعطى دماً إلى أفراد ينتمون إلى مجموعة دم A، AB.

٣ - الشخص الذى يحمل مجموعة دم B يمكن أن يأخذ دماً من أفراد ينتمون إلى مجموعة دم B، O لكنه لا يستقبل دم A أو AB ويمكنه أن يعطى دماً إلى أفراد ينتمون إلى مجموعة دم B ، AB.

٤ - والشخص الذى يحمل مجموعة دم AB، ونظراً لعدم احتواء بلازما دمه على أجسام مضادة للأنتيجينات B, A يستطيع أن يأخذ دماً من جميع مجاميع الدم O, AB, B, A، ويمكنه أن يعطى فقط مجموعة دم مشابهة لمجموعة دمه AB ويطلق عليه مستقبل عام Universal Recepient.

وراثة مجاميع الدم: Inheritance of Blood Geoups:

تتمشى وراثة مجاميع الدم مع قوانين مندل الوراثية. لكنها تعتمد فى وراثتها على ثلاث جينات (آليلات) يرمز لها برموز مختلفة إلا أننا نستخدم نفس رمز مجاميع الدم تسهيلاً لدراستها. وعليه يكون التركيب الجينى لمجموعة الدم A، أما AA أو AO (تذكر أن الجينين B, A سائدان على الجينO) ولمجموعة الدم B هو BB أو BO، ولمجموعة الدم AB هو AB وكذلك بالنسبة لمجموعة الدم O هو OO.

وقد أمكن تطبيق دراسة مجاميع الدم فى الإنسان وراثياً، حيث ثبت أن لها نتائج قاطعة فى معرفة مجموعة دم الأطفال الممكن إنجابهم من مجموعتى دم الأبوين، يتبين الطرز الشكلية والوراثية للآباء والأبناء الممكن إنجابهم، كما يبين مجاميع دم الأبناء التى لايمكن وراثتها من الأبوين، وعليه، إذا كان الأبوان ينتميان إلى مجموعة الدم O فإن ابنهما لابد وأن يحمل مجموعة دمO، أما إذا كان أحد الأبوين ينتمى إلى مجموعة الدم A والآخر إلى مجموعة الدم B، فإن الطفل يمكن أن يحمل أية مجموعة من مجاميع الدم المختلفة.

لهذا النظام الوراثى بعض التطبيقات العملية خاصة فى القضايا المتصلة ببنوة مشكوك فى أبوتها أو عند اختلاط الأطفال فى مستشفى الولادة. ولمعرفة

ذلك لابد من تحليل ومعرفة مجاميع الدم للأبوين والأطفال لتعيين وتحديد مجموعة الدم المحتملة للأبناء، فمثلاً إذا كان الأبوان ينتميان لمجموعة الدم O فلايحتمل أبداً أن يولد لهما طفل مجموعة دمه A أو B أو AB، ولكن إذا كان الأبوان (AXB) فهل يمكن لاختبار مجاميع الدم أن يثبت شيئاً؟ لماذا؟ يمكن للطفل أن ينتمى لأية مجموعة من مجاميع الدم الأربعة، ولهذا فإنه من الصعب أحياناً إثبات البنوة أو نفيها سواء فى المستشفيات أو فى المحاكم، لكنها يمكن أن تستخدم كدليل إضافى لإصدار الحكم على بنوة الأبناء المختلف عليهم، وعليه، ماذا تتوقع أن تكون مجاميع دم الأبناء المحتمل إنجابهم إذا كان مجموعة دم الأب B ومجموعة دم الأم O؟ وإذا تزوج رجل دمه AB بامرأة من المجموعة O فما هى مجاميع الدم المتوقعة فى الأبناء؟ وما هى النسبة المئوية لإمكان حصولهم على الطفل الأول من المجموعة A؟ وهل يمكن أن يولد لهما طفل من المجموعة AB؟.

نظراً لوجود مجاميع مختلفة من الدم واحتمالية إنجاب أطفال مختلفين فى مجاميع الدم فإن السؤال الذى يطرح نفسه هو ما مدى توافق الدم بين الأم وجنينها بالنسبة لمجاميع الدم المختلفة؟ ذكرت التقارير العلمية أن حوالى ٦٪ من وفيات الأجنة فى مراحلها الأولى ينتج عن عدم توافق بين مجموعة دم الأم ومجموعة دم طفلها، فمثلاً هناك احتمال عدم توافق بين أم مجموعة دمها O وطفلها إذا كان الأب يحمل مجموعة دم AB، يبين احتمالية عدم توافق بين دم الأم وجنينها وبعض الصعوبات المحتملة التى قد تنشأ عن اختلاف فى مجاميع دمهما، آخذين بعين الاعتبار تأثير الأجسام المضادة للأم على كريات الدم الحمراء للجنين والتى غالباً ما تسبب انحلال كريات دم الطفل.

العامل (الريسى) Rh factor :

ذكرنا أن دم الإنسان ينتمى لأحد مجاميع الدم الأربعة O, AB, B, A بالإضافة إلى هذا يلحق بكل مجموعة من هذه المجاميع عامل اسمه عامل ريسى فلقد وجد أن دم الإنسان يحتوى على أنتجين له أهمية كبيرة فى حياة الجنين، ولأن الأنتجين اكتشف أولاً فى نوع من القردة Rhesus Monkey لذا أطلق على الجينات بالعامل (الريسى) Rh factor، هذا وقد وجد أن غالبية سكان العالم، حوالى ٨٥٪ يحملون الأنتجين الريسى، ولكونه يرتبط بجين سائد معين، لذا يرمز له بالرمز Rh ولهذا يسمى هؤلاء بموجب العامل الريسى +Rh فى حين وجد أن حوالى ١٥٪ من السكان لايحملون الأنتجين الريسى، ولكونه يرتبط بجين متنحى لذا يرمز له بالرمز -Rh ولهذا يسمى هؤلاء الأشخاص بسالب العامل الريزيسى -Rh وهكذا يلحق بمجاميع الدم نوعان من العامل الريسى هما:

١ - موجب العامل الريسى + Rh ويكون التركيب الوراثي لهؤلاء الأشخاص Rhrh.

٢ - سالب العامل الريسى - Rh ويكون التركيب الوراثى لهؤلاء الأشخاص rhrh وهم لا يحملون الأنتجين الريسى، إلا أنهم ينتجون أجساماً مضادة له إذا ما تعرضوا له فى أحد الحالتين أو كلاهما:

أ - نقل الدم، كان ينقل دم شخص موجب العامل الريسى إلى دم شخص سالب العامل الريسى.

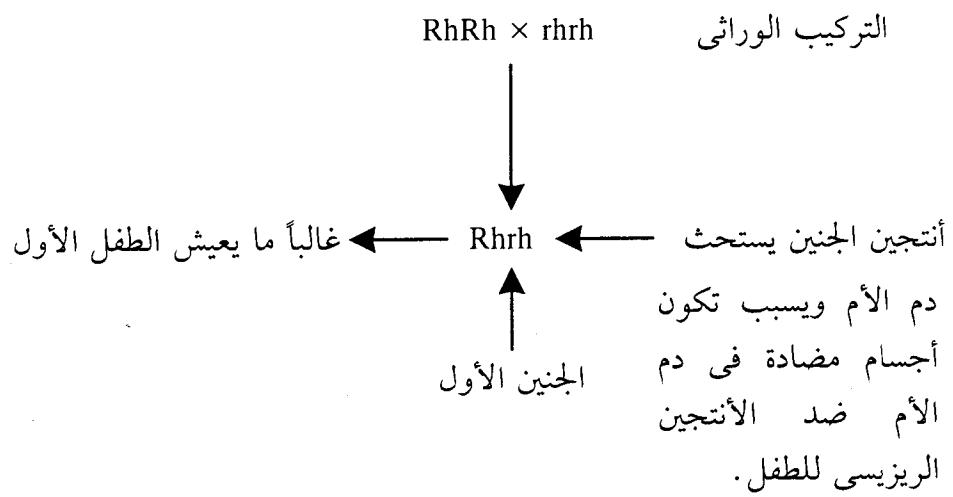
ب- تبادل الدم بين الأم والجنين، كأن يكون دم الأم من نوع - Rh ودم الأب من نوع + Rh والجنين + Rh .

ان التحليل الوراثى لمجموعة Rh أظهرت أنها صفة وراثية تتبع فى وراثتها للعوامل الوراثية المتعددة، وإذا اعتبرنا أن مجاميع الدم ABO مهمة جداً فى عمليات نقل الدم فإن المجموعة Rh كثيراً ما تكون مسئولة عن وفاة الأطفال

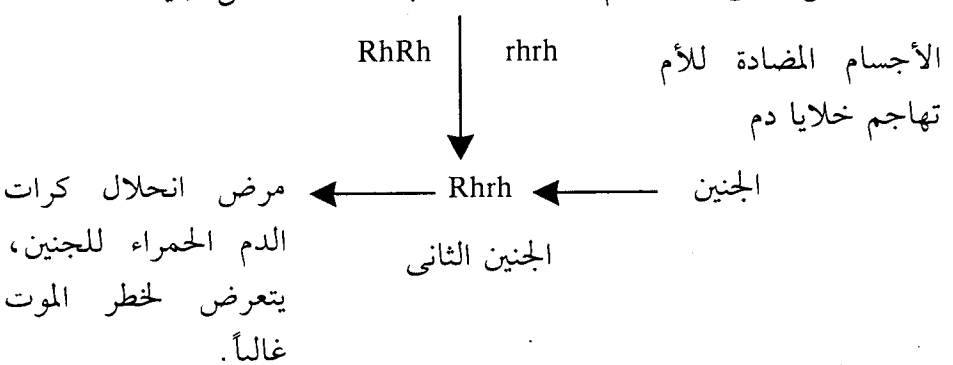
قبل أو بعد الولادة مباشرة نتيجة لتحلل كريات الدم الحمراء للجنين، بالإضافة، فقد وجد أن دم +Rh، ــ Rh لا يوجد بينهما توافق خاصة عند نقل دم شخص + Rh إلى شخص - Rh ، وربما يتعرض الشخص لخطر الموت إذا كان قد أعطى دم شخص من نوع + Rh ، والسؤال هو متى يحدث عدم توافق الدم بين الأم والجنين نتيجة Rh؟ يحدث هذا فى الزيجات التى يكون فيها الزوج موجب العامل + Rh ومتماثل الجينات، والزوجة سالبة العامل-Rh، والجنين +Rh، فبالرغم أنه لايوجد اختلاط بين دم الأم ودم الجنين إلا أن بعض الاختلاط يحدث نتيجة لتسرب بعض خلايا دم الجنين من خلال المشيمة أو أثناء انسلاخ المشيمة التى تحتوى على أوعية دموية مكونة من الأم والجنين، ونتيجة ذلك يبدأ دم الأم فى تكوين أجسام مضادة للتغلب أو قتل الخلايا التى تسربت إليه وخاصة الأنتجين الريسى الذى تسرب من دم الجنين إلى الأم، وتمر هذه المضادات للجنين عن طريق المشيمة فيحدث ما أشبه بالحرب ويبدأ الكل بالقتال، إلا أن الجنين سيخسر المعركة نتيجة لضعفه وعدم قدرته على مجابهة جهاز المناعة عند الأم، وبالتالى يبدأ دم الجنين بالتميع والانحلال وتقل كميته وهذا يعتمد بالطبع على مدى كمية المضادات التى تسربت من الأم إلى دم الجنين.

والجدير بالذكر أن المرأة التى تحمل لأول مرة يكون الجنين أقل تعرضاً لخطر الموت من لاحقه. وأن معظم هؤلاء الأطفال يولدون ولادة طبيعية دون وجود مضاعفات نتيجة لاختلاف العامل Rh ويشترط أن الأم لم تعط أى دم فى حياتها من مجموعة دم + Rh قبل حملها، أما إذا حملت الأم للمرة الثانية، فسوف تتسرب الأجسام المضادة خلال المشيمة إلى دم الجنين وتهاجمه وتسبب انحلالا وتكسير كريات الدم الحمراء له مما يسبب انسداد الأوعية الدموية للطفل وبالتالى موته، وهنا ما يعرف بمرض انحلال كريات الدم الحمراء للجنين Erthroblastosis، أما إذا كان الجنين يحمل نفس العامل الذى تحمل الأم - Rh فلن يكون هناك أية مضاعفات مطلقاً، ويمكن توضيح ما سبق كما يلى:

١ - الحمل الأول : الأم - Rh × الأب + Rh (متماثل الجينات).



٢ - الحمل الثانى : الأم - Rh × الأب + Rh (متماثل الجينات).



وهكذا نلاحظ أن الحمل المقبل والمتكرر يزيد من احتمالية قتل الجنين.