فيزيولوجيا الدم

المحاضرة 2

المراجع المعتمدة

- الاطلاع على المراجع:

- Ref1: Walter F. Boron, Emile L. Boulpaep, Medical Physiology. Updated Edition, 2006, p: 468-419.
- Ref 2: Bruce R. Johnson PH.D, Human Physiology, 5th edition, 2010, p: 576-546.
- Periodical: The Journal of Physiology, monthly journal.

العناوين الرئيسية:

1- الدم
2- خصائص الدم
3- الكريات الحمراء
4- الكريات البيض
5- المناعة
6- التلقيح
7- الصفيحات الدموية
8- الإرقاء
9- المصورة الدموية
10- الزمر الدموية

1. الدم The blood:

الدم نسيج حيوي سائل أحمر اللون، رائحته خاصة، طعمه مالح قليلاً، يتركب من عناصر شكلية هي الكريات الحمر والكريات البيض والصفيحات الدموية ومن وسط سائل هوالبلاسما.

تتخرب العناصر الشكلية باستمرار بسبب نشاطها الوظيفي وتتشكل عناصر بكميات تعادل ما يتخرب لذلك تبقى مقاديرها ثابتة تقريباً في الحالات الطبيعية.

2. خصائص الدم Properties of blood:

يوجد الدم بصورة سائلة ضمن الأوعية الدموية مما يمكنه من الدوران فيها, لكن عند تعرض الوعاء لأذية تبدأ عملية التخثر التي تحول قسماً من الدم إلى شكل جامد لمنع النزف. لون الدم أحمر، في الشرايين يكون أحمر قانياً بسبب وفرة الخضاب المؤكسج بينما يكون اللون في الأوردة أحمر قاتماً بسبب نقص الخضاب المؤكسج (عدا الأوردة الرئوية). يمتلك الدم لزوجة Viscosity معينة لوجود العناصر الشكلية والبروتينات وهي أكبر من لزوجة الماء بخمسة أضعاف وتشكل مقاومة للجريان في الأوعية، وكذلك كثافته Specific gravity أعلى من كثافة الماء, وهي تعتمد بشكل أساسي على عدد الكريات الحمراء. تبقى درجة الحموضة PH في الدم ثابتة حوالي 7. 4. يقوم بتثبيت درجة الحموضة جملة من الآليات الدارئة المعقدة التي تحول دون حدوث تغيرات مهمة فيها زيادةً أونقصاناً وتسمى بالجمل الدارئة Buffers.

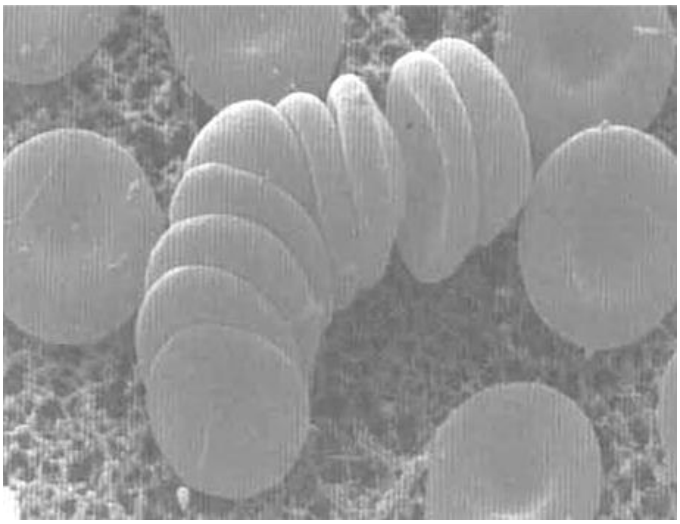
وظائف الدم العامة:

1- الوظيفة التنفسية: ينقل الدم الأكسجين من الرئتين إلى الأنسجة ويعود حاملاً ثاني أكسيد الكربون إلى الرئتين ليتم التخلص منه.
2- الوظيفة الغذائية: ينقل الدم المواد الغذائية الممتصة من الجهاز الهضمي إلى جميع أنحاء الجسم.
3- الوظيفة الإفراغية: يحمل الدم فضلات الاستقلاب من الأنسجة إلى أجهزة الإفراغ ليتم طرحها.
4- الوظيفة الدفاعية: وهذه وظيفة الكريات البيضاء بشكل أساسي عن طريق البلعمة أو تشكيل الأضداد أو المناعة الخلوية.
5- تنظيم حرارة الجسم: عن طريق الانتقال من الأنسجة العميقة إلى السطحية، والمساهمة بإفراز العرق.
6- تأمين الارتباط الخلطي للجسم: ينقل الدم الهرمونات والعوامل الأخرى إلى مواقع تأثيرها فيؤمن الارتباط الخلطي للجسم.
7- الحفاظ على ثبات درجة الحموضة PH .

يعادل حجم الدم عند الانسان 7-8% من وزنه أي حوالي 5 لتر عند رجل وزنه 70 كغ وهو أقل من ذلك عند المرأة.

3. الكريات الحمراء Erythrocytes:

الكرية الحمراء خلية شديدة التميز فقدت كل عناصر الخلية تقريباً، فهي لا تحوي نواة أو متقدرات أو جهاز كولجي وغير قادرة عل التكاثر، لكنها تحمل كميات كبيرة من الخضاب Hemoglobin، ويحيط بها غشاء خلوي مؤلف من ثلاث طبقات يحمل على الطبقة الخارجية جزيئات من طبيعة بروتينية سكرية تشكل مستراصات تصنف على أساسها الزمر الدموية، وطبقة متوسطة من الشحوم الفوسفورية، وطبقة داخلية تحوي زوج من السلاسل الببتيدية ملتفة حلزونياً على بعضها تسمى خيوط السبكترين وتعطي الكرية الحمراء شكل قرص مقعر الوجهين مما يزيد من كمية الهيموغلوبين التي يمكن أن تكون أكثر قرباً من الأكسجين.

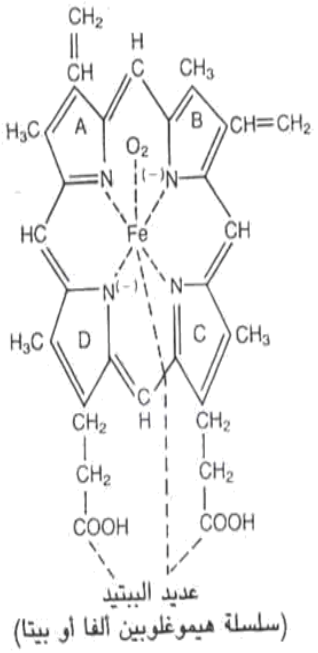


الشكل 2-1.
الكريات الحمراء كما تبدو بالمجهر الإلكتروني.

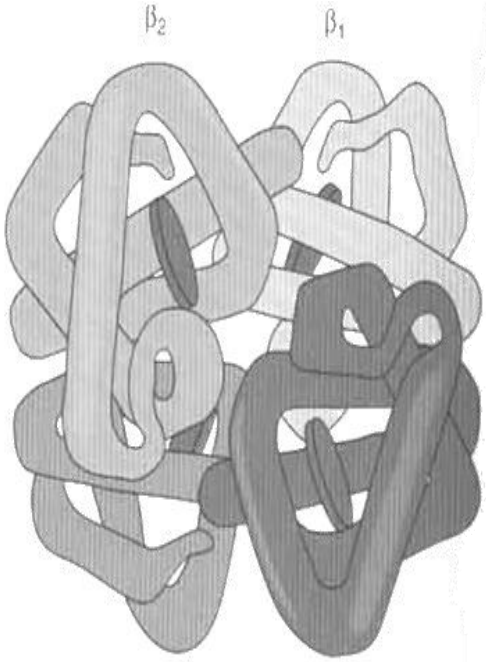
تتألف الكرية الحمراء من الماء بنسبة (65-70) % ومن عناصر معدنية ومواد عضوية. تحوي شوارد مثل البوتاسيوم والكلور وغيرها بالإضافة للأنزيمات والبروتينات، المكون الأساسي فيها هو الهيموغلوبين أو خضاب الدم الذي يقوم بالوظيفة التنفسية أي نقل الغازات O2 وCO2.

تركيب الهيموغلوبين: هو صباغ تنفسي يتألف من الهيم (وهو حلقة بورفيرينية تحوي في مركزها معدن هو الحديد), والغلوبين وهو عديد ببتيد يتألف من زوجين من السلاسل الببتيدية. يوجد أربعة أنواع من هذه السلاسل تشكل 3 أنماط مختلفة من الخضاب الطبيعي. السلاسل هي ألفا بيتا دلتا وغاما. كل أنماط الخضاب تحوي سلسلتي ألفا وحسب نمط السلسلة الأخرى يصنف الخضاب في ثلاثة أنماط هي:

- الخضاب A: يمثل 97%من كمية الخضاب ويتألف من سلسلتي ألفا وسلسلتي بيتا.
- الخضاب A2: يمثل فقط 2-3 %، يتألف من سلسلتي ألفا وسلسلتي دلتا.
- الخضاب F أو الخضاب الجنيني: ونسبته أقل من 1% عند البالغين لكنه أثناء الحياة الجنيينة يشكل أكثر من90% من الخضاب، يتألف من سلسلتي ألفا وسلسلتي غاما.



الشكل 2-2. بنية الخضاب.



الشكل 2-3. البنية الأساسية لجزيء الهيم تبين إحدى سلاسل الهيم الأربعة.

يمكن أن تضطرب النسب الطبيعية السابقة لأنواع الخضاب لأسباب وراثية فتحدث آفات انحلالية في الدم مثل التلاسيميا, وتصنف حسب نمط السلسة الغائبة أو الناقصة إلى تلاسيميا ألفا وتالاسيميا بيتا صغرى وعظمى. قد يوجد نمط جديد مرضي من الخضاب مثل الهيموغلوبين S فيحدث فقر الدم المنجلي.

أهم ميزة للخضاب هي قدرته على الارتباط الضعيف والعكوس بالأكسجين مما يؤدي لتشكيل الأكسي هيموغلوبين أوالخضاب المؤكسج ويزداد الارتباط عند زيادة الضغط الجزئي للأكسجين وهذا ما يحدث في الرئتين، وبالعكس يقل الارتباط عند زيادة ثاني أكسيد الكربون وهذا ما يحدث في النسج حيث يترك O2 الخضاب ويدخل إلى الأنسجة بينما CO2 يحمل من الأنسجة إلى الرئتين ليطرح خارجاً.

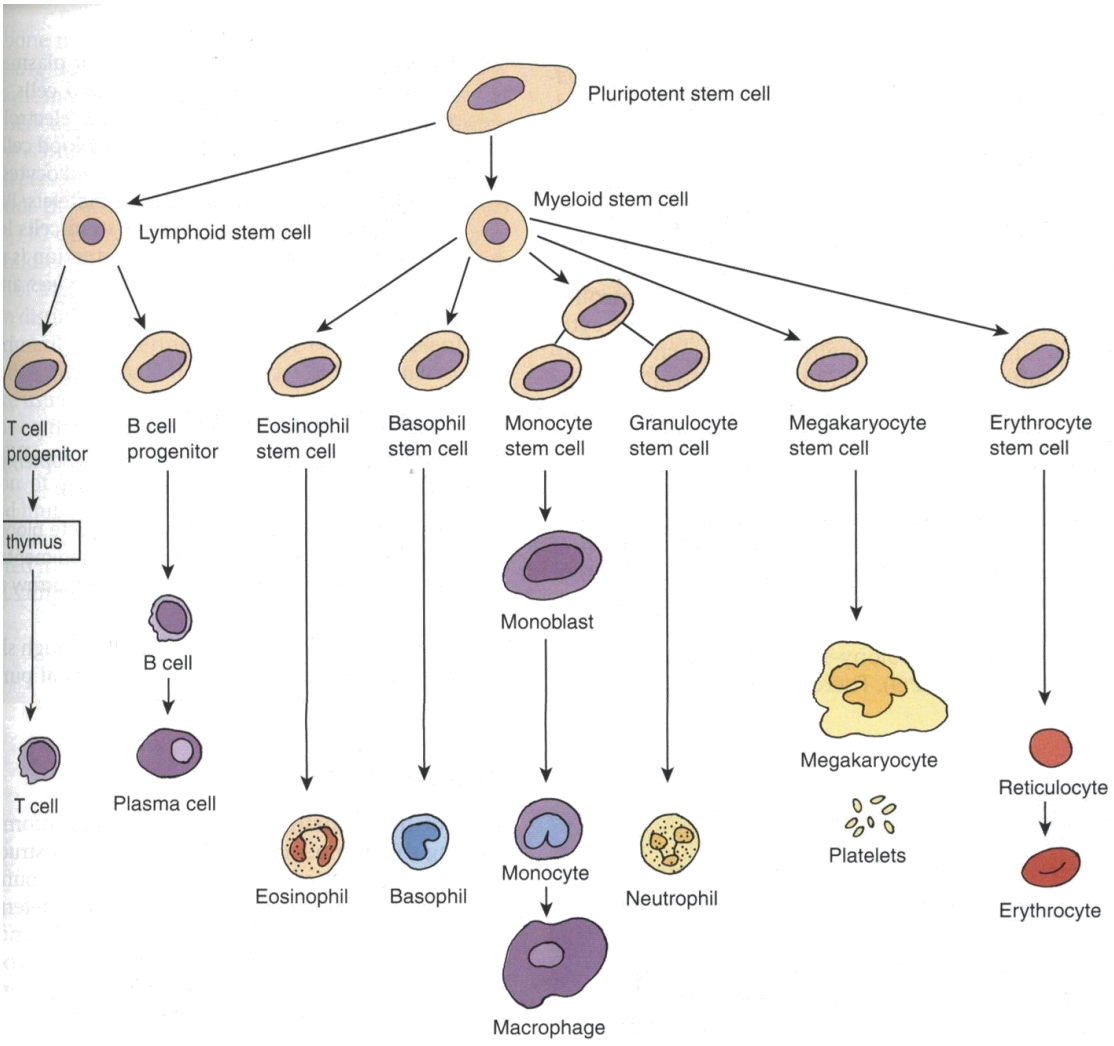
إن أول أكسيد الكربون شديد الارتباط بالخضاب ويتحول إلى كابوكسي هيموغلوبين, وهذا الارتباط يفقد الخضاب وظيفته, ومن هنا خطورة التسمم بهذا الغاز الذي ينجم عن الاحتراق الناقص. يمكن لبعض الأدوية المؤكسدة أن تؤكسد الهيموغلوبين فيتحول إلى ميتهيموغلوبين وهو أيضاً غير وظيفي.

تكوين الكريات الحمر:

تتكون الكريات الحمر في الكبد والطحال أثناء الحياة الجنينية، في الثلث الأخير من الحمل. يشارك نقي العظم بتكوينها, ويستمر بعد الولادة بمفرده في إنتاجها حتى البلوغ حيث تنتج الكريات الحمر في نقي العظام المسطحة فقط مثل القحف والحوض والفقرات.

تنشأ الكريات الحمر في النقي من الخلية الجذعية عديدة القدرات التي يمكن أن تنقسم وتعطي جميع سلالات خلايا الدم، تنقسم هذه الخلايا وتتمايز لتشكل خلايا الدم الحمراء تحت تأثير عوامل خاصة تسمى بعوامل النمو والتمايز، وخلال تمايزها يقل حجم الخلايا وتفقد مكوناتها الخلوية بينما يزداد تركيب الخضاب فيها حتى تصل إلى

مرحلة الخلايا الشبكية حيث تخرج إلى الدوران, وفيها بقايا من الشبكة السيتوبلاسمة الداخلية لتنضج نهائياً خلال يومين وتتشكل الكريات الحمر الناضجة، نسبة الشبكيات في الدم المحيطي لا تزيد عن 1% في الحالات الطبيعية.



ما العامل الأساسي الذي ينظم معدل توالد الكريات الحمر في النقي؟

العامل الأساسي الذي ينظم معدل توالد الكريات الحمر في النقي هو درجة الأكسجة النسيجية، فعندما يقل معدل الأكسجة النسيجية تقوم الكلية بشكل رئيسي بإنتاج الأريثروبيوتين Erythropoietin "مكون الحمر " الذي يؤثر على النقي فيزداد إنتاج الكريات الحمر.

العوامل المؤثرة على تكوين الكريات الحمر:

بالإضافة **لمعدل الأكسجة النسيجية** وإفراز **الأريثروبيوتين** يوجد العديد من العوامل الضرورية لإنتاج الكريات الحمر. مثل:

1. **سلامة نقي العظام**: لإنتاج كريات حمر سليمة وكافية لا بد من سلامة نقي العظام حيث تنتج هذه الكريات.
2. **توفر الحديد**: الحديد ضروري لتركيب الهيم في الخضاب, ونقص الحديد يقلل من إنتاج الخضاب، لذلك يؤدي نقص الحديد إلى فقر دم, حيث يقل عدد الكريات الحمر وتصبح ناقصة الحجم والخضاب.

3. **توفر الفيتامين** B12 **وحمض الفوليك**: كلاهما ضروريان لتركيب الدنا DNA ونقصهما يؤدي لفقر دم كبير الكريات، إذ يعرقل النقص الحاصل عملية الانقسام والنمو فيقل عدد الكريات بشدة ويزداد حجمها ويتراكم فيها خضاب أكثر مع تشوه في غشاء الكريات. إن نقص الفيتامين B12 يترافق مع التهاب أعصاب لذلك يسمى فقر الدم العرطل الناجم عن نقصه فقر الدم الخبيث.
4. **الحموض الأمينية**: ضرورية لتشكيل الغلوبين.
5. **سلامة الكبد والطحال**: يسهم الكبد في تكوين الغلوبين ويختزن الحديد والنحاس والفيتامين B12.
6. **النحاس والكوبالت**: يسهمان في إنتاج الخضاب.

عمر الكريات الحمر وتخربها:

يبقى عدد الكريات الحمراء ثابتاً تقريباً في الدوران, أي نسبة ما يتخرب تعادل نسبة ما يتشكل منها. تعيش الكريات الحمر في الدوران 120 يوم تقريباً، تصبح بعد ذلك هشة وتتخرب في الطحال أو الكبد، لعدم تجدد فعالية جهازها الأنزيمي بسبب غياب الجملة الوراثية.

يتفكك الخضاب، حيث ينقل الحديد إلى النقي ليعاد استعماله مجدداً أو يخزن في الكبد أو الطحال وتتحول الأقسام الباقية من الهيم إلى صباغ صفراوي هو البيليروبين, يدخل في الدورة الكبدية- المعوية للصفراء.

وظائف الكريات الحمر:

1- الوظيفة التنفسية: نقل الأكسجين من الرئتين إلى النسج ونقل ثاني أكسيد الكربون من النسج إلى الرئتين.
2- يعد الخضاب من الجمل الدارئة الهامة التي تحافظ على استتباب درجة الحموضة PH في الوسط الداخلي.
3- تسهم الكريات الحمر في إعطاء لزوجة الدم.
4- تسهم الكريات الحمر في تشكيل الخثرة الدموية حيث تنحبس في عيون شبكة الليفين.
5- تحوي الكريات الحمر جمل أنزيمية قادرة على استقلاب الغلوكوز وتشكيل كميات من ATP الذي يحافظ على مرونة الغشاء ووظيفة الخضاب.

التقييم الوظيفي لجملة الدم الحمراء:

1- عدد الكريات الحمر: 5 مليون كرية/ملم^3 عند الرجل وعند المرأة 4,5 مليون كرية /ملم^3, يقل العدد في فقر الدم ويزداد عند الرياضين وأثناء العيش في المرتفعات. تصنف الكريات الحمر حسب حجمها إلى سوية الحجم ناقصة الحجم وزائدة الحجم أو عرطلة.
2- معدل الخضاب HgBHemoglobin: كمية الخضاب الموجودة في 100مل دم وهي حوالي 16غ/100مل عند الرجل, و14غ/100مل عند المرأة، تصنف الكريات حسب كمية الهيموغلوبين فيها إلى سوية، ناقصة وزائدة الخضاب.
3- الهيماتوكريت HtHaemtocrite: هو نسبة الحجم الذي تشغله الكريات في حجم معين من الدم ويعادل 47% عند الرجل, و40% عند المرأة. يقل الهيماتوكريت في حالات فقر الدم.
4- سرعة التثفل Erythrocytes Sedimentation Rate ESR: هي سرعة انفصال الكريات الحمراء عن المصورة, وتتعلق بكمية البروتينات الموجودة في الدم، تزداد بزيادة البروتينات البلاسمية ونقص عدد الكريات وزيادة حجم البلاسما.

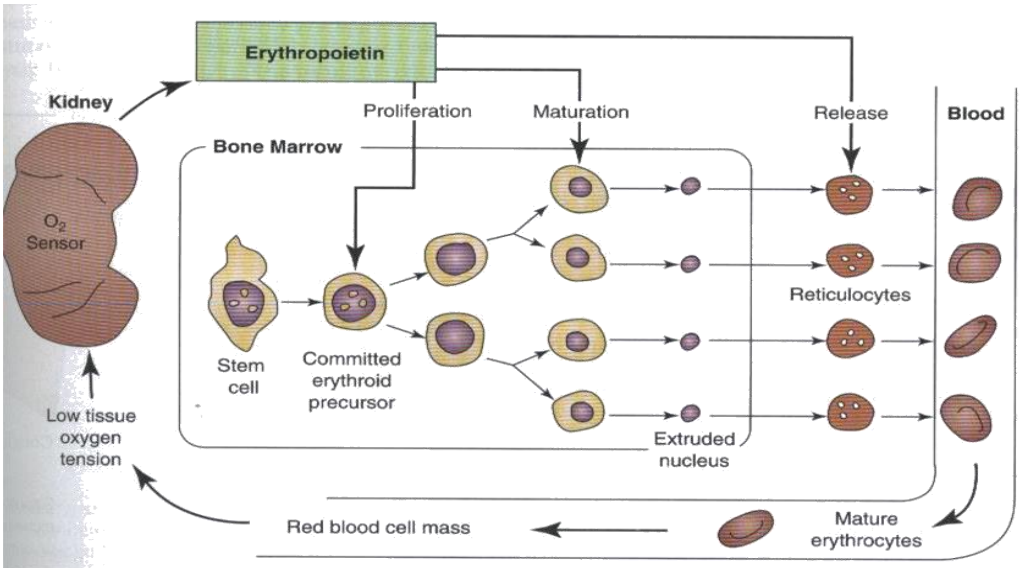


FIGURE 15-4 Red blood cell development.

4. الكريات البيض Leukocytes

الكريات البيض خلايا كبيرة لها نواة، عددها قليل، نجدها خارج الأوعية الدموية بعكس الكريات الحمر التي توجد ضمن الأوعية فقط, وتقسم إلى مجموعتين كبيرتين: كريات بيض مفصصة النواة تبدو كأنها عديدة النوى ونميز منها ثلاثة أنواع هي **المعتدلات** و**الحمضات** و**الأسسات**، ومجموعة ثانية نواها غير مفصصة ذات نواة وحيدة وهي على نوعين **اللمفاويات** و**وحيدات النوى**.

عدد الكريات البيض والصيغة الكريوية:

يبلغ عدد الكريات البيض6-8 آلاف كرية /ملم^3. يتبدل العدد حسب العوامل الفيزيولوجية والمرضية, فيتغير العدد بعد الجهد وفي الحمل وفي الكثير من الأمراض مثل الإنتانات والأورام. والمهم معرفة نسبة كل نوع إلى العدد الإجمالي بما يعرف بصيغة الكريات البيض:

المعتدلات Neutrophils	% 65-45	الحمضات Eosinophils	% 3-1
الأسسات Basophils	%1-0	اللمفاويات Lymphocytes	%40-20
		الوحيدات Monocytes	% 10-3

تكوين الكريات البيض:

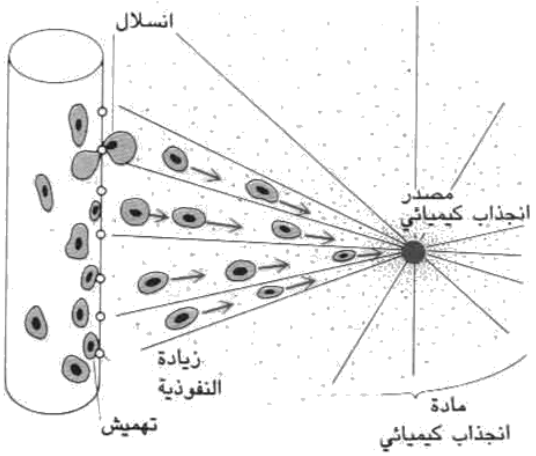
تنشأ الكريات البيض المفصصة والوحيدات في نقي العظم من الخلايا الجذعية عديدة القدرات تحت تاثير عوامل نمو وتمايز تفرز داخل النقي وتحض نمو سلسة معينة من الكريات أو جميع السلاسل. أما الخلايا اللمفاوية فتنشأ من الأعضاء اللمفاوية كالغدد اللمفاوية واللوزتين وفي الطحال والتوتة. يمكن لبعض اللمفاويات أن تنشأ في النقي وتتعرض لتغيرات لاحقة في الطحال والتوتة، علماً أن جميع اللمفاويات تنشأ من نقي العظم خلال الحياة الجنينية وتهاجر إلى التيموس والجهاز اللمفاوي والجهاز الشبكي البطاني.

فترة حياة الكريات البيض قصيرة جداً وتتراوح بين أسبوع أو أسبوعين وفي بعض الحالات يمكن أن تكون ساعات أو تمتد لسنوات.

خصائص الكريات البيض:

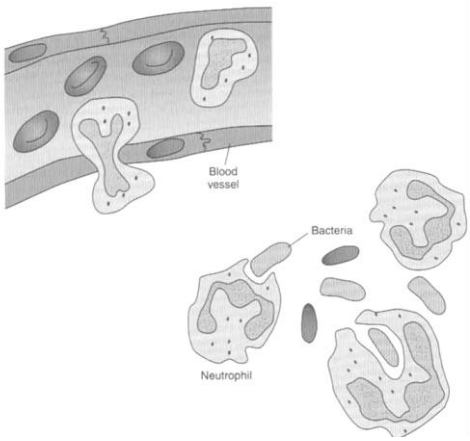
تتميز الكريات البيض بعدة خصائص وظيفية هامة تمكنها من القيام بعملها:

1- الانسلال: وهو قدرة الكريات على عبور جدر الأوعية إلى الأنسجة, حتى لو كان من ثقوب أصغر منها, إذ تمر بالانزلاق، وهو حدث فيزيولوجي يزداد في الالتهابات (الشكل 2-4).



الشكل 2-4.
الانسلال والانجذاب الكيميائي للمعتدلات.

2- الحركات المتحولية: تتنقل الكريات بين النسيج بتشكيل أرجل كاذبة، والمعتدلات هي الأكثر قدرة على الحركة المتحولية.
3- الانجذاب الكيميائي Chemotaxis: تنجذب الكريات البيض نحو بعض العوامل الكيميائية التي تنتج عن النسج الملتهبة أو ذيفانات الجراثيم أو نواتج تفعيل جملة المتممة.
4- البلعمة: هي وظيفة المعتدلات والوحيدات حيث تحيط بالعناصر الغريبة وتشكل حولها أرجل كاذبة، ثم تبتلعها باتجاه الداخل لتشكل حويصل يحوي بداخله العنصر الغريب، تصب عليه سمومها وتهضمه. هذه وظيفة المعتدلات والوحيدات التي تتحول إلى بالعات، بعد أن تقوم هذه الخلايا ببلعمة أعداد كبيرة من الجراثيم تزداد كمية السموم داخل السيتوبلاسما فتموت (الشكل 2-5).



الشكل 2-5هجرة المعتدلات بتشكيل أرجل كاذبة ودورها في البلعمة.

وظائف الكريات البيض:

1- المعتدلات: وظيفتها الأساسية هي البلعمة، إذ تتميز بقدرة كبيرة على الانجذاب نحو مناطق الأذية والانسلال وبلعمة الجراثيم الغازية وقتلها ثم هضمها لتتحول معها في النهاية إلى كتلة من الصديد (القيح). لذلك فهي تشكل خط الدفاع الأولي. تحوي المعتدلات الكثير من العوامل التي تستطيع أن تقتل وتهضم الجراثيم مثل الأنزيمات الحالة للبروتين، والليزوزيم والكثير من العوامل المؤكسدة.

2- الوحيدات: وهي تملك نفس قدرات المعتدلات من ناحية الانجذاب والانسلال والحركة وتصل إلى مناطق الأذية لكن تتحول إلى بالعات كبيرة Macrophage لها قدرة أكبر على البلعمة وقتل الجراثيم لذلك تشكل خط دفاع ثاني.

3- الحمضات: لا أهمية لها في الدفاع ضد الجراثيم لأن قدرتها على الانجذاب والبلعمة محدودة جداً لكنها تستطيع أن تهاجم الطفيليات وتقتلها وتزيل المواد السامة من الجسم،

وتهضم نواتج الخثرات ونواتج تفاعل ضد- مستضد.

4- الأسسات: أقل الكريات عدداً ودورها هام في الاستجابة التحسسية حيث تفرز العديد من الوسائط كالهستامين والبراديكينين والسيروتونين وغيرها من المركبات التي توسع الأوعية وتزيد النفوذية .

5- اللمفاويات: وظيفتها الرئيسية المناعة، وهي على نوعين اللمفاويات B وهي مسؤولة عن المناعة الخلطية واللمفاويات T وهي مسؤولة عن المناعة الخلوية. تتمايز اللمفاويات B في النقي ثم تهاجر إلى الكبد والطحال والجملة البطانية حيث تتكاثر, بينما اللمفاويات T تنشأ في الطفولة الباكرة في نقي العظم ثم تهاجر إلى التوتة Thymus ومنه تنطلق إلى الأعضاء اللمفاوية حيث تصبح مسؤولة عن المناعة الخلوية. والمناعة الخلوية هي المسؤولة أيضاً عن رفض الأعضاء المزروعة مثل القلب والكلى.

الالتهاب Inflammation:

سلسلة التبدلات المتلاحقة التي تحدث في نسيج إثر تعرضه لأذية سواء كانت فيزيائية أو كيميائية أو جرثومية، ويتميز بـ:

- توسع وعائي موضعي يزيد من جريان الدم.
- زيادة نفوذية الشعريات فتتسرب كميات من السوائل إلى الأفضية الخلالية.
- تجلط السائل في الأفضية بسبب الفيبرينوجين.

- هجرة أعداد كبيرة من المحببات والوحيدات نحو المنطقة.
- تورم خلايا النسيج.
- العوامل المطلقة: الهستامين البراديكينين السيروتونين البروستاغلاندين منتجات المتممة وتخثر الدم واللمفوكينات المطلقة من اللمفاويات T.

من أهم تأثيرات الالتهاب العزل.

مراحل الاستجابة:

- خط الدفاع الأول- البلاعم النسيجية.
- خط الدفاع الثاني – غزو العدلات لمنطقة الأذية بتأثير عوامل الجذب وزيادتها في الدم بخروجها من المخازن.
- خط الدفاع الثالث- غزو الوحيدات والبلاعم لمنطقة الأذية لكنها تبدأ بعد ساعات وتحتاج لأيام ولها دور لإطلاق المناعة.
- خط الدفاع الرابع- زيادة إنتاج المحببات والوحيدات في نقي العظم وهذا يحتاج 3-5 أيام.

5. المناعة Immunity:

تعرف المناعة بأنها قدرة الجسم على مقاومة العوامل الممرضة أو ذيفاناتها السامة. والجسم قادر على التعرف على ما هو منه وما هو غريب عنه، وتدعى المادة الغريبة التي تحفز التفاعلات المناعية المستضد Antigen، ويمكن للجسم بعد التعرف الأولي عليها أن ينتج مركبات نوعية ضدها تسمى الأضداد Antibody.

أنواع المناعة:

آ- مناعة متأصلة طبيعية Innate Immunity: وهي لا نوعية موروثة وتشمل كل الحواجز والقدرات التي يملكها الجسم للوقاية من الجراثيم والعوامل الممرضة بشكل لا نوعي مثل دور الجلد والأغشية المخاطية في الحماية ومنع دخول العوامل الممرضة، والمفرزات مثل الدمع والعرق وإفرازات المعدة الحامضة التي تقتل الجراثيم عندما تصل عن طريق الفم، وأيضاً البلعمة التي تقوم بها الكريات البيض.

ب- مناعة مكتسبة: وهي نوعية وتتم بعد التعرف الأولي على العنصر الغريب الغازي وهي على نوعين خلطية وخلوية :

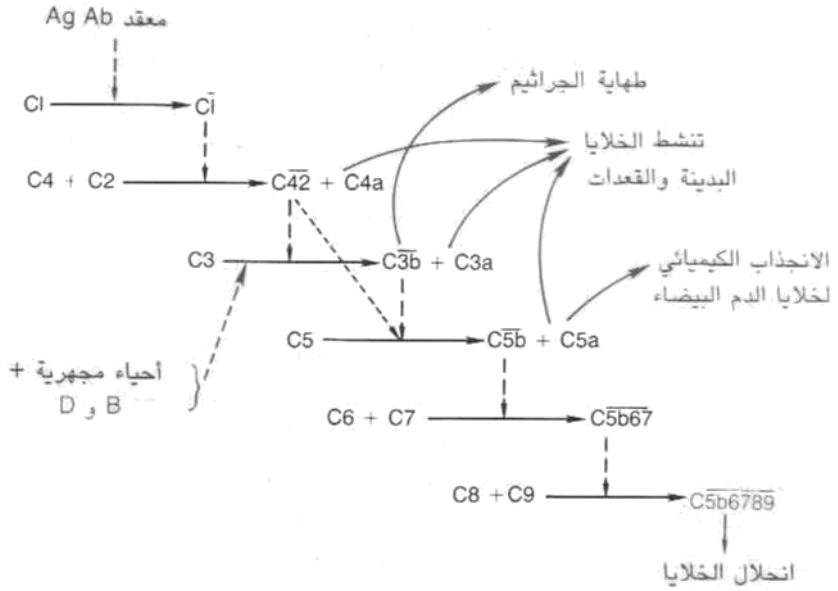
1_ المناعة الخلطية Hummoral Immunity: تقوم الخلايا اللمفاوية B بعد التعرف على العنصر الغريب بتشكيل الأضداد النوعية له. هذه الأضداد عبارة عن بروتينات من نمط غاما غلوبولين Ig. ويوجد عدة أنواع منها تختلف بوزنها وبصفاتها من حيث القدرة على الانتشار والعمر النصفي، تتميز بقدرتها على ربط المستضد بشكل نوعي وهي تحمل أكثر من موقع لربط نفس المستضد لذلك تربط عدة أعداد منه بما يسمى بالتراص أي كأنها ترص المستضدات مع بعضها, وبسبب كبر حجم المركب الناتج يترسب ليتم حله بعد ذلك أي تعمل الأضداد على الرص agglutination, والترسيب precipitation, وحل lysis, وتعديل neutralization, وإزالة سمية العناصر الغازية. من هذه الأضداد IgE, IgG, IgM, IgA, IgD.

تدعم جملة المتممة Complementعمل الأضداد. فجملة المتممة عبارة عن عشرين بروتين توجد بشكل طلائع غير فعالة، أهمها 11 عنصر يرمز لها بC1 وحتى C9 مع D وB, وتتفعل بأحد سبيلين:

- السبيل الكلاسيكي أو المدرسي: يبدأ بتفاعل ضد- مستضد الذي يفعل C1 ، وهذا بدوره يفعل C2 ، وهكذا حتى تتفعل كامل الجملة، فنحصل على العديد من المركبات الفعالة وتؤدي لتضخيم الفعل وتعمل على: الطهاية

من أجل البلعمة، الحل، الترسيب، تعديل السمية، جذب البالعات، تفعيل الخلايا الأسسة والبدينة، مع تأثيرات التهابية (الشكل 2-6).

- السبيل البديل: لا يتواسط هنا تفاعل ضد- مستضد بدء التفعيل وإنما يتم عن طريق استجابة مباشرة لجزيئات من عديد سكاريد من جدار الجرثوم التي تتفاعل مع عوامل المتممة D وB وتفعل C3 ثم يتابع بالطريق السابق نفسه. أهمية هذا السبيل تكمن في إمكانية مقاومة الكائنات الغازية قبل تشكيل أضداد لها وحدوث التمنيع ، أي أنها تشكل خط دفاع أولي وجزء من المناعة الطبيعية.
-



الشكل 2-6. سلسلة التفاعلات أثناء تنشيط جملة المتممة.

2- المناعة الخلوية Cellular Immunity**:** وهنا دور الخلايا المفاوية T التي بعد التعرف الأولي على العنصر الغريب تقوم بمهاجمته وقتله, وتستطيع في كل مرة أن تتعرف عليه وتهاجمه, تستمر هذه المناعة لسنوات. تنشأ هذه الخلايا من نقي العظم لكنها تذهب إلى التوتة (التيموس) حيث تتكاثر وتنطلق بعدها إلى كل أعضاء الجهاز اللمفاوي.

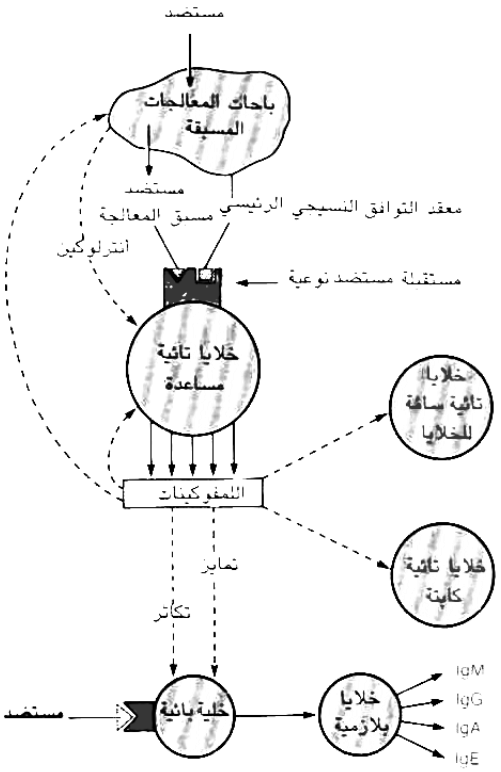
نلاحظ أن المناعة المكتسبة الفاعلة تقوم بثلاثة وظائف: فهي أولاً تتعرف Reconition على العنصر ثم تنتج له خلايا أو أضداد تتميز بأنها نوعية Specificity تجاه هذا العنصر وتستطيع أن تنتجها كلما دخل العنصر الغازي أي تتمتع بذاكرة Memory.

يوجد ثلاثة أنواع أساسية من اللمفاويات T:

- LTH اللمفاويات T المساعدة: وتسهم في تنظيم كامل جهاز المناعة بإفرازها العديد من اللمفوكينات التي تحرض إنتاج الكريات البيض. فهي تعمل على إنتاج الخلايا المفاوية القاتلة والكابتة، وتحرض إنتاج اللمفاويات B، وكذلك المعتدلات والوحيدات أي أنها تفعل كافة أشكال المناعة (الشكل2-7).
- LTK اللمفاويات T القاتلة: خلايا كبيرة غنية بحويصلات تحوي مواد سامة، تهاجم الجراثيم بعد أن تتعرف عليها، تثقب غشائها وتفرز سمومها فيها، فتقتلها وتهاجم غيرها.

- LTS اللمفاويات T الكابتة: تكبت الخلايا السابقة فتمنع حدوث تجاوز للجواب المناعي، أي تبقي الجواب المناعي ضمن الحدود المطلوبة للحفاظ على العضوية.

المناعة الموصوفة هي المناعة الفاعلة Active. هناك مناعة مكتسبة منفعلة Passive أي الأضداد أو الخلايا المحسسة لا تصنع داخل الجسم وإنما تنقل إليه جاهزة لغايات علاجية أو عندما تنتقل الأضداد من الأم إلى جنينها أو إلى الطفل الرضيع مع حليب الأم مما يشكل له مناعة منفعلة تقيه من الأمراض لفترة, وهي تختلف عن المناعة الفاعلة Active بغياب الذاكرة.



الشكل 2-7.تنظيم الجهاز المناعي والدور الحيوي للخلايا التائية المساعدة.

6. التلقيح

يستخدم التلقيح لإحداث مناعة مكتسبة فاعلة ضد أمراض معينة. وتتم بعدة طرق إذ يمكن حقن العنصر الممرض بعد قتله مع احتفاظه بالمستضد النوعي فيصبح غير ممرض لكن العضوية تشكل ضده مناعة خلوية وخلطية مثل اللقاح ضد السعال الديكي أو ضد الدفتريا، يمكن حقن العنصر الممرض بعد إضعافه فيفقد فاعليته المرضية وتبقى فاعليته المناعية مثل اللقاح ضد شلل الأطفال، أو يمكن حقن سم الجرثوم بعد إزالة سميته مثل التلقيح ضد الكزاز.

7. الصفيحات الدموية Platelets:

أقراص صغيرة دائرية تتشكل من النواءات Mega Karyocytes في نقي العظم وهي خلايا كبيرة تنشأ من الخلايا الجذعية عديدة القدرات التي تنشأ منها كل خلايا الدم. يبلغ عدد الصفيحات 150-300 ألف صفيحة /ملم^3 تقريباً، عددها في النهار أكثر من الليل وتزداد بعد الجهد, تعيش 9-12 يوم. ينظم توالدها عامل خاص هو الترمبوبيوتيئين أو مكون الصفيحات الذي يتحكم بانقسام النواءات.

تحوي الصفيحات جزيئات الأكتين والميوزين القابلة للتقلص وعلى شوارد الكالسيوم والمتقدرات وعلى مركبات عديدة أخرى مثل الهيبارين والعامل المثبت لليفين، وتحمل على سطحها بروتينات سكرية تمنع التصاقها مع بعضها أو على سطح الجدار الدموي.

وظائف الصفيحات:

1- في الإرقاء: تسهم في جميع مراحل الإرقاء تقريباً فهي تطلق مقبضات وعائية، وتشكل السدادة الصفيحية وتحوي بعض عوامل التخثر مثل العامل الصفيحي الثالث والعامل المثبت للفيبرين, وتطلق عوامل ضرورية لانكماش العلقة.

2- لها دور في ترميم الأوعية بإطلاق عوامل محرضة لنمو الخلايا البانية والعضلية الملساء.

3- تسهم في إطلاق التفاعلات الالتهابية.

تنقص الصفيحات الدموية بسبب خلل في إنتاجها أو زيادة تخربها مما يزيد من احتمال حدوث نزوف في الشعريات والأوردة.

8. الإرقاء Hemostasis

هو جملة الحوادث التي تؤدي لإيقاف النزف ويتم ذلك على مراحل:

1- الانقباض الوعائي: ويحدث بعد الأذية الوعائية بسبب حدوث منعكسات عصبية وتقبض وعائي ذاتي بالإضافة لإطلاق الصفيحات لمواد مقبضة للأوعية مثل الترومبوكسان thromboxane A2 2، يسهم الألم والأنسجة المتأذية في تعزيز منعكس التقبض الوعائي مما يقلل من كمية الدم النازف. كلما كانت الأذية أوسع كان التشنج أقوى. يستمر التشنج في الوعاء 20-30 دقيقة وهذه فترة كافية لتشكيل المسمار الصفيحي وحدوث التخثر.

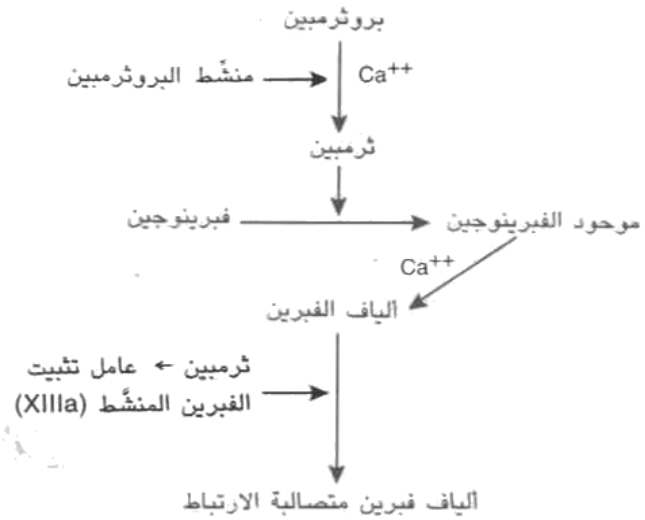
2- تشكل السدادة الصفيحية Platet plug: بعد الأذية الوعائية تطلق الخلايا البطانية المتخربة عامل فون ويلبراند الذي يرتبط مع مستقبلات على سطح الصفيحات فتلتصق وتحتك مع ألياف الكولاجين، و يتغير سطحها وتصبح شئزة وتنتفخ وتصبح شحنتها موجبة مما يعزز التصاقها مع ألياف الكولاجين.

تطلق الترومبوكسانوADP اللذين يعززان تفعيل المزيد من الصفيحات. تتشكل حلقة مفرغة من التفعيل الصفيحي لتشكل في النهاية المسمار الصفيحي وهو يكفي لإيقاف النزوف في الثقوب الصغيرة. يقوي الترومبين تجميع الصفيحات ويجعلها غير قابلة للرجوع.

يؤدي نقص الصفيحات لحدوث نزوف نمشية.

3-التخثر Coagulation: وهو تشكيل شبكة من خيوط الليفين تتوضع في عيونها العناصر الشكلية خاصة الكريات الحمر فتشكل سدادة ثابتة توقف النـزف، وتتقلص الصفيحات المتوضعة على الشبكة فتزيد تماسكها ويخرج منها سائل هو المصل أو السيروم Serum الذي يختلف عن البلاسما Plasma بفقده لعوامل التخثر.

عوامل التخثر هي مجموعة من المواد البروتينية توجد قي الدم بشكل غير فعال على شكل طلائع تتفعل وتنطلق عملية التخثر عند تأذي الوعاء الدموي، وهي في غالبيتها تصنع في الكبد بوجود الفيتامين K.



الشكل 2-8. المراحل الرئيسية للتخثر

يمر التخثر بثلاثة مراحل (الشكل 2-8):

آ- تشكيل منشط البروتومبينProthrombin activator**.**

ب- تحويل البروترومبين إلى ترومبين تحت تأثير منشط البروترمبين.

ج- تحويل الفيبرينوجين إلى فيبرين تحت تأثير الترومبين.

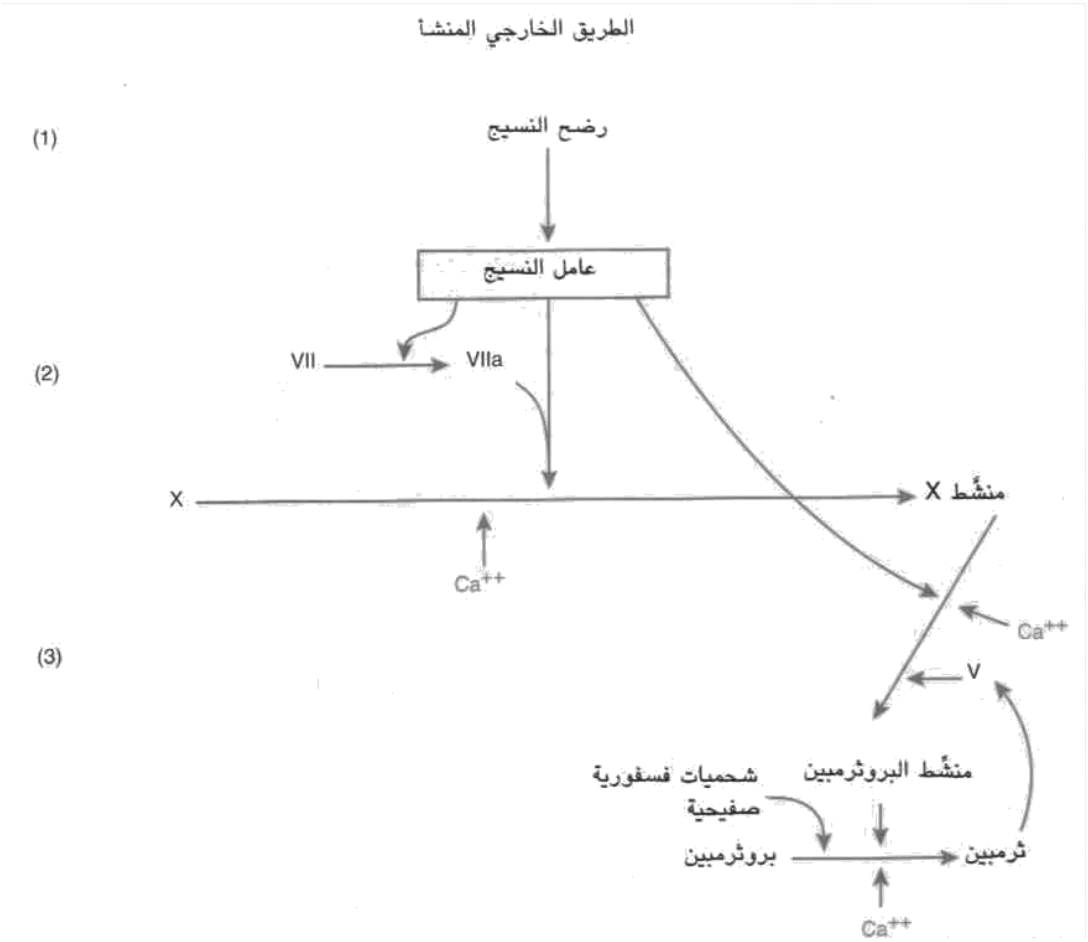
يتم تشكيل منشط البروترمبين نتيجة لتفعيل عوامل التخثر الذي يمكن أن يكون بطريقين خارجي وداخلي.

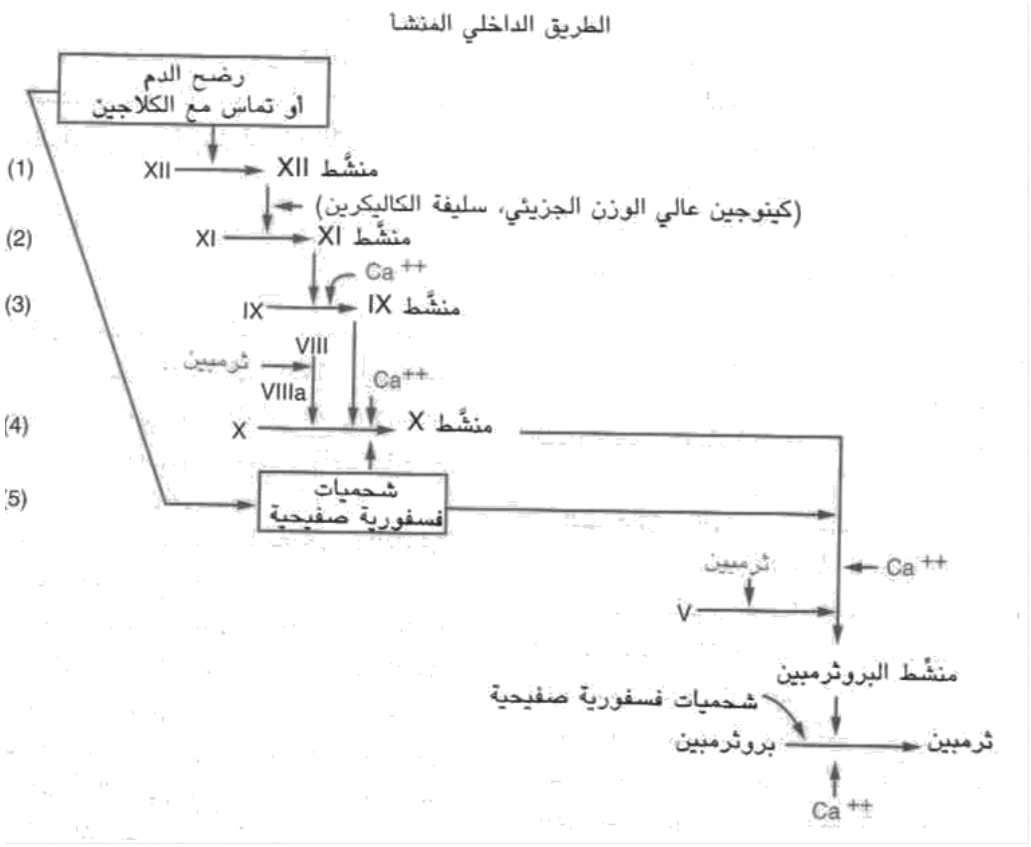
السبيل الخارجي: تحدث أذية وعائية ونسيجية تطلق عوامل (ترومبوبلاستين نسيجي) الذي يفعل العامل السابع، والعامل السابع المفعل يفعل العاشر، يتفعل العامل الخامس بوجود العاشر المفعل مع الكالسيوم، ويشكلون مجتمعين منشط البروترمبين الذي يحول البروترومبين إلى ترومبين وهذا بدوره يحول الفيبرينوجين إلى فيبرين.

السبيل الداخلي: تكون الأذية في بطانة الوعاء, فتحتك عوامل التخثر مع ألياف الكولاجين تحت البطانة المتخربة وتتفعّل، يتفعل العامل الثاني عشر ثم الحادي عشر دون الحاجة لوجود الكالسيوم, بينما جميع المراحل التالية تحتاج لوجود الكالسيوم، بعد ذلك يتفعل التاسع فالعاشر ويتابع بنفس السبيل الخارجي. في كلا الحالين يتم التفعيل بشكل سلسلة كلما تفعل عامل يفعل العامل التالي وهكذا حتى يتشكل في النهاية منشط البروترومبين الذي يحول البروترومبين إلى ترومبين، ثم يقوم الترومبين بتحويل الفيبرينوجين إلى فيبرين.

بعد تشكل خيوط الليفين (الفيبرين) تتحد مع بعضها أكثر وتتقوى الروابط بوجود عوامل مثبتة, وتتوضع الكريات في عيونها وتعمل الصفيحات (التي تتوضع على الشبكة وتتقلص) على تقريب الخثرة وتقويتها.

إن شوارد الكالسيوم ضرورية في أغلبية مراحل تفعيل عوامل التخثر، والفيتامين K ضروري لتصنيع عوامل التخثر في الكبد.





الشكل 2-9. التخثر بالسبيلين الداخلي والخارجي

يعمل الترومبين المتشكل على تشكيل حلقة تلقيم راجع إيجابي تعزز تشكيل العامل الخامس والعامل الثامن وبالتالي تشكيل المزيد من الترومبين، وما يوقف هذا الحلقة وعملية التخثر بالكامل عند توقف النـزف هو امتصاص مضاد الترومبين لحوالي 20% من الترومبين المتشكل, بينما يعمل الفيبرين على امتصاص الكمية المتبقية فتتوقف عملية التخثر.

إن أهمية هذه الآلية الشلالية في التفعيل التي تعتمد على وجود العديد من العوامل غير الفعالة وتتفعل بشكل سلسلة من شلال الإثارة تكمن في التضخيم الكبير الذي يمكن الحصول عليه في النهاية.

الوقاية الطبيعية من التخثر:

يملك الدم جملة من الآليات التي تحافظ على الدم بشكل سائل وتمنع تخثره في الحالة الطبيعية, وهي:

1- خصائص السطوح البطانية: فهي ملساء وذات شحنة سالبة تنفر منها الصفيحات وعوامل التخثر سالبة الشحنة أيضاً.

2- مضاد الترومبين Antithrobin III: يتحد مع الترومبين ويبطل مفعوله.

3- الهيبارين Heparin: يثبط تأثير الترومبين على الفيبرينوجين ويمنع تحوله إلى فيبرين، يمنع تشكل منشط البروترومبين ويزيد من فاعلية مضاد الترومبين ومن قدرة الليفين على امتصاص الترومبين. كما نلاحظ يعتبر الهيبارين من أهم العوامل التي تحافظ على ميوعة الدم.

4- البلازمين Plasmin: تحوي البلاسما على مركب البلازمينوجين وهو غير فعال، يتفعل بتأثير أنزيم اليوروكيناز والستربتوكيناز الذي يحوله إلى بلازمين يعمل على حل الخثرات المتشكلة.

9. المصورة الدموية The Plasma

هي القسم السائل من الدم توجد فيها العناصر بشكل معلق، تشكل 55% من حجم الدم الإجمالي. لونها رائق يميل إلى الصفرة إذا فصلت عن الكريات، لزوجتها وكثافتها أعلى من لزوجة وكثافة الماء. يشكل الماء 92% من حجم المصورة، تنحل فيها عناصر عضوية وغير عضوية وعناصر معدنية شاردية وغير شاردية مما يعطي المصورة ضغطها الحلولي.

تحوي المصورة:

1. **البروتينات**: تصنع في الكبد وأهما الألبومين والغلوبولين بأنواعه ألفا بيتا وغاما، والفيبرينوجين وهي ذات شحنة سالبة تفصل عن بعضها بالرحلان الكهربائي.
2. **عناصر عضوية غير بروتينية**: غلوكوز، شحوم ثلاثية، كولسترول، بولة دموية، كرياتين، حمض البول, بيليروبين, حمض اللبن, هرمونات, فيتامينات, أنزيمات وغيرها.
3. **عناصر معدنية:** الصوديوم، الكالسيوم، الحديد، الكلور، البوتاسيوم ،الفسفور وغيرها.

وظائف البروتينات:

تساهم في تخثر الدم (الفيبرينوجين)، وفي المناعة (الغاماغلوبولين)، وتعطي المصورة ضغطها الجرمي أو الغرواني (الألبومين) ولزوجتها، وتساهم في نقل الحديد والنحاس والفيتامينات وغيرها.

الضغط الحلولي Osmotic pressour للبلاسما:

الحلول Osmose هو حوادث الانتشار عبر الأغشية التي تسمح بحركة الماء والذوائب فيه، بحيث ينتشر الماء من الوسط الأقل تركيزاً إلى الأعلى تركيزاً بينما تمر الشوارد من الوسط الأعلى إلى الوسط الأقل تركيزاً.

يتناسب الضغط الحلولي طرداً مع عدد الذوائب وعكساً مع وزنها الذري, ويقاس بالميلي أزمول. يعود الضغط الحلولي للبلاسما بشكل أساسي إلى شوارد الصوديوم والكلور والبيكربونات لأن كثافتها مرتفعة وأوزانها الذرية منخفضة، بينما البروتينات ذات وزن جزيئي كبير لذلك لا تلعب دوراً هاماً في الضغط الحلولي.

أهمية الضغط الحلولي:

تخضع حركة الماء والشوارد عبر غشاء الكريات الحمر للضغط الحلولي، فإذا زاد يخرج الماء من الكريات وتنكمش، وإذا نقص الضغط الحلولي يدخل الماء للكريات ويمكن أن تنفجر، أي تتطلب حياة الكريات الحمر ضغطاً حلولياً طبيعياً، يتحقق بمحلول ملحي بتركيز 9 بالألف, ومحلول بهذا التركيز يسمى المصل الفيزيولوجي.

إن المحافظة على ضغط حلولي طبيعي مهم جداً لتأمين تبادل طبيعي للسوائل والشوارد عبر جدر الخلايا.

10. الزمر الدموية Blood Groups

نجحت بعض المحاولات الأولى لنقل الدم من شخص لآخر, ولكن حدث في أكثرها تراص فوري أو متأخر وانحلال لكريات الدم الحمراء.

بعد تحليل الظاهرة تبين أنها تعود لوجود مادة ذات طبيعة بروتينية سكرية معقدة على سطح الكريات الحمر دعيت بالمستراصات تتحد مع مادة موجودة في البلاسما دعيت بالراصات, ويؤدي هذا الاتحاد إلى تراص الكريات الحمر ثم حلّها.

يوجد على الأقل 30 مستضد شائع، لكن هناك مجموعتان يمكنهما إطلاق تفاعلات نقل الدم أكثر من غيرهما, تدعى المجموعة الأولى جملة A. B. O والثانية جملة المستضد RH.

يوجد على سطح الكريه الحمراء مستراصة أولى يقال لها A وثانية B, أو لايوجد أي مستراصة, أوتوجد كلا المستراصتين معاً.
المستراصات A وB عبارة عن غليكوبروتين على سطح الكريات الحمر, وموجودة أيضاً في الغدد اللعابية والبنكرياس, الكبد, الرئة, الخصية, السائل المنوي والأمنيوسي.
يوجد في البلاسما راصات نوعية a تتحد مع المستراصة A, وراصة b تتحد مع المستراصة B. وهكذا يمكن أن يوجد في البلاسما الراصة a (anti A) أو الراصة b (anti B) أوكلا الراصتين أولا توجد أيا"منها.
بالنتيجة: لا يمكن لمستراصة أن توجد مع راصتها في دم شخص طبيعي.
اعتمد في تسمية الزمر الدموية على ما تحمله الكريات الحمر من مستراصات لذلك هناك أربع زمر دموية في هذا النظام (نظام A. B. O).

1. الزمرة O: لا توجد أي مستراصة على سطح الكريات الحمر وتوجد كلا الراصتين anti B وanti A في البلاسما ونسبة شيوعها 47%.
2. الزمرة A: يوجد على سطح الكريات الحمر المستراصة A وفي البلاسما الراصة anti B ونسبة شيوعها 41%.
3. الزمرة B: يوجد على سطح الكريات الحمر المستراصة B وفي البلاسما الراصةanti A ونسبة شيوعها 9%.
4. الزمرة AB: على سطح الكرية يوجد كلا المستراصتين A وB وفي البلاسما لا يوجد راصات ونسبتها 3%.

وراثة المستراصات A وB:
تنتقل مورثات المستراصات A. B. O من الأجداد إلى الأبناء وفق قوانين ماندل.
تحدد مورثتان تتوضع كل واحدة منها على أحد الزوجين الصبغيين الزمر الدموية A. B. O ويمكن لهاتين المورثتين أن تكونا أحد الأنواع الثلاثةO,B,A بحيث يتوضع نمط واحد على كل صبغي, لذلك توجد ستة تراكيب محتملة للمورثات وتعرف بالنمط الجيني وكل شخص له أحد الأنماط الستة علماً أن المورثة O متنحية.

الجدول 2-1. الزمر الدموية وأنماطها الجينية ومكوناتها من مولدات التراص والراصات:

النمط الجيني	الزمرة الدموية	مولدات التراص	الراصات
OOO	------	(antiB,anti A)	
AAA A	AO,anti B		
ABBBB	BO,Anti		
BABABوA			

أما الراصات فتكون عند الولادة معدومة, ويبدأ بعد شهرين إلى ثمانية أشهر إنتاج الراصات المغايرة لنمط المستراصات الموجودة لدى الانسان وتصل إلى مقاديرها العظمى في سن الـ8-10 سنوات وتهبط فيما بعد تدريجيا".
الراصة عبارة عن غاما غلوبولين ينتج من الخلايا المنتجة للأضداد. تنتج بعد دخول مستضدات الزمر A وB إلى الجسم عن طريق الطعام أوالجراثيم, أوبطرق أخرى مما يحرض تشكيل الراصات anti B وanti A.
دراسة وراثة الزمر الدموية تفيد في تحديد الأبوة خاصة تجاه نفي إمكانية حدوث الأبوة أكثر من التأكيد. لكن اشتراكها مع دراسة أنماط الزمر الأخرى يساعد في تحديد الأبوة بدقة. في الوقت الحالي وبعد تطور الدراسات الوراثية ندر استعمال الزمر الدموية لتحديد الأبوة, وبقي الاستعمال الأساسي في نقل الدم.

أنماط الدم وفق عامل الريزوس RH:

لهذه الجملة أهمية جملة A. B. O أثناء نقل الدم. والفرق الرئيسي بينهما هو أن الراصات في A. B. O تتشكل عفويا" وبعد الولادة مباشرة. أما الراصة للمستضد RH فلا تتشكل إلا بعد حدوث تماس قوي سواء أثناء نقل الدم أوأثناء الحمل.

المستراصات بالنسبة لنظام RH عديدة، لكن النمط الأوسع انتشارا" هوالنمط D, لذلك يدعى الشخص الذي يحمل المستراصة D إيجابي الريزوس والذي لا يملكها بسلبي الريزوس. نسبة الزمرة الإيجابية 85% ونسبة السلبية 15%.

إن كل زمرة في نظام A. B. O يمكن أن تكون إيجابية أو سلبية RH.

عند حقن كريات حمر إيجابية RH في دم شخص سلبي RH يحدث تشكل بطيء للراصات, ويتم الوصول للتركيز الأعظمي خلال 2-4 أشهر. وبعد التعرض المتكرر يصبح الشخص السلبي الريزوس متحسس بشدة لهذا العامل, لذلك لا يحدث تفاعل فوري إطلاقا" عند نقل دم إيجابي إلى شخص سلبي الريزوس, وتتشكل تدريجيا" الأضداد anti D خلال الأسابيع 2-4 التالية مما يؤدي الى رص وانحلال الكريات الجائلة الإيجابية, ولكن عند نقل دم إيجابي مرة أخرى تصبح التفاعلات شديدة.

نقل الدم:

الغاية من معرفة الزمرة الدموية لدى شخص هي تقدير الزمرة الملائمة لإعطائه عند الحاجة, إذ عندما نعطي دماً مغاير الزمرة تحدث حالة تراص خطير وانحلال الدم.

تحدث هذه التفاعلات إثر رص الكريات الحمر لدم المعطي براصات دم الآخذ وذلك لأن مصورة المعطي تخفف (تمدد) بمصورة المتلقي فورا" فينقص عيار الراصات المحقونة إلى مستوى أقل من قدرتها على إحداث تراص, في حين لا تخفف مصورة الآخذ بدرجة كبيرة لذلك تبقى قادرة على رص كريات المعطي, ولذلك **القاعدة في نقل الدم هي:** ألَّا ترص راصات الآخذ كريات دم المعطي.

الأشخاص الذين لا تحمل كريات دمهم أية مستراصة أي الزمرة O يستطيعون إعطاء دمهم إلى كل الزمر لأن كرياتهم لا تحمل أي مستراصة (المعطون العامون).

الأشخاص الذين تحمل كريات دمهم المستراصتين B,A أي الزمرة AB لا يمكن أن يعطوا دمهم إلا لنفس الزمرة بينما هم قادرون على أخذ الدم من أية زمرة (الآخذ العام) لغياب الراصات في المصورة.

بالنسبة للزمرة RH, عند إعطاء دم ذو RH إيجابي إلى شخص سلبي RH لا تحدث أية مشكلة في المرة الأولى, ولكن الأضداد anti D تتشكل تدريجيا" خلال الأسابيع 2-4 التالية, مما يؤدي إلى رص معتدل للكريات الإيجابية الجائلة ويحدث تفاعل نقل دم متأخر, ولكن عند نقل دم إيجابي مرة أخرى تصبح التفاعلات شديدة.

يفضل أثناء نقل الدم إعطاء دم من نفس الزمرة بالنسبة لنظام A. B. O ومن نفس زمرة RH لكن في بعض الحالات الاضطرارية يمكن نقل دم مع اختلاف RH, ولا يمكن نقل الدم مع اختلاف الزمرتين من نظام A. B. O إلا من الزمرة O لعدم وجود مستراصات على كريات هذه الزمرة.

بكل الأحوال عملية نقل الدم دقيقة, فقد تحدث حوادث خطيرة بالرغم من نقل زمرة مطابقة بسبب وجود اختلاف بالزمر الثانوية لذلك وبشكل روتيني يجب إجراء اختبار التوافق قبل نقل الدم, وذلك بأخذ عينة من دم المريض وأخرى من الدم المراد إعطاؤه ونمزجها مع بعضها البعض ثم نراقب حدوث ظاهرة التراص أولا.

عامل الريزوس والحمل:

إن وراثة مستراصة عامل RH تنقل بصورة وراثية قاهرة. لذلك إيجابي الريزوس قد يكون متماثل أومتخالف اللواقح بينما سلبي الريزوس فهو حتما" متجانس (متماثل) اللواقح. لذلك في حالة زوج موجب الريزوس وأم سالبة قد يكون الجنين موجب أو سالب الريزوس.

عندما تحمل الأم سالبة الريزوس بجنين إيجابي للمرة الأولى لا تحدث مشكلة غالباً لأن الأم لا تشكل راصات بكمية كافية لحل دم الجنين. ولكن المشكلة تكمن في الحمول اللاحقة إذ تنتقل الأضداد المتشكلة في دم الأم بعد الحمل الأول إلى دم الجنين إذا كان إيجابي الريزوس ترص كرياته وينحل الدم وذلك أثناء المخاض حيث يحدث تماس بين دم الأم ودم الجنين.

في حالة الأم الايجابية لا تحدث مشكلة لأن الأم لا تشكل أضداد في هذه الحالة. لذلك يجب معرفة الزمر الدموية للزوجين، وإذا كانت الأم سالبة الريزوس والأب موجب الريزوس، يجب معرفة زمرة دم المولود الأول فور ولادته، فإذا كانت زمرته إيجابية تعطى الأم مصلاً مضاداً يثبط إنتاج الأضداد لكي تتمكن من إتمام الحمول التالية بسلام.

تعيين الزمر الدموية:

من الضروري تحديد زمرة دم المتلقي والمعطي قبل القيام بنقل الدم لمعرفة التوافق ويتم على الشكل التالي:

الأدوات اللازمة: قطن، كحول طبي، واخزات معقمة، شرائح زجاجية، الأمصال المضادة AntiAوanti B وanti D.

بعد غسل اليد بالماء والصابون، نختار الوجه الجانبي للإصبع الوسطى أو السبابة في اليد اليسرى (غير المسيطرة)، وبواسطة الواخزة المعقمة نوخز الإصبع بدرجة كافية، ونضع ثلاث قطرات متفرقة من الدم على الشريحة الزجاجية, نضيف للقطرة الأولى Anti A وللثانية anti B وللقطرة الثالثة anti D. بواسطة ثلاث عيدان نمزج كل قطرة مع المصل المضاف لها (نستعمل لكل قطرة عود)، ثم نراقب حدوث التراص الذي يبدو بفقد القطرة لمظهرها المتجانس وتتحول إلى شكل حبيبات مترسبة. يشيرحدوث التراص إلى وجود المستراصة على سطح الكرية وبالتالي نستطيع تحديد الزمرة الدموية.

إضافات مدرس المقرر