كلية التربية

علم وظائف الأعضاء

السنة الثانية

الآنسة

ملك يونس

العام الدراسي: ٢٠١٩/٢٠٢٠م

الباب الأول
فيزيولوجيا الدم واللمف
الفصل الأول
فيزيولوجيا الدم
Blood physiology

يعتبر الدم نوعاً خاصاً من أنواع النسيج الضام ، يتألف الجانب الخلوي فيه من خلايا متخصصة هي : كريات الدم الحمراء Erthrocytes وكريات الدم البيض bucocytes ، وقطع هيولية صغيرة هي الصفائح الدموية Platelets . أما الجانب اللاخلوي في نسيج الدم (المادة الأساسية فيه) فما هو إلا السائل الذي تسبح فيه المكونات الخلوية السابقة الذكر . ويطلق على هذا السائل اسم المصورة الدموية (Blood plasma) .

ويعتبر الإمداد المستمر لكل أعضاء جسم الإنسان بالدم شرط أساسي وضروري لنشاطها الطبيعي . حيث يسبب التوقف حتى لوقت قصير لدوران الدم (لبضع دقائق في الدماغ) تغيرات لا رجعية (دائمة) وذلك لأن الدم يقوم في الجسم بوظائف هامة وضرورية للحياة .

الوظائف الأساسية للدم : يقوم الدم بوظائف هامة هي :

١- **الوظيفة الغذائية** : ينقل الدم المواد الغذائية / الحموض الأمينية ، الغلوكوز ، الدهون / الممتصة من قبل الجهاز الهضمي / إلى خلايا وأنسجة الجسم المختلفة . وهذه المواد ضرورية للخلايا كمادة بنائية ولتأمين لنشاطها الخاص .

٢- **الوظيفة التنفسية** : ينقل الدم الأوكسجين من الرئتين إلى الأنسجة وينقل ثاني أوكسيد الكربون المتشكل فيها إلى الرئتين ، ومن هناك يطرح أثناء الزفير إلى الخارج . وحجم الأوكسجين وثاني أوكسيد الكربون المنقولين بالدم تابع لشدة استقلاب المواد بالجسم .

٣- الوظيفة المنظمة للحرارة : نتيجة للدوران المستمر للدم في الجسم فهو يساعد على انتشار الحرارة بالجسم والحفاظ على حرارة البدن الثابتة .

٤- وظيفة النقل للدم : يقوم بنقل المواد المتشكلة في أحد الأعضاء إلى أعضاء الجسم الأخرى ، فمثلاً ينقل الدم الإفرازات الداخلية من هرمونات ومواد أخرى من أماكن صنعها إلى أماكن تأثيرها وفعلها .

٥- الوظيفة الدفاعية للدم : توجد في الدم كمية كبيرة من الكريات البيض التي تملك إمكانية ابتلاع وهضم الميكروبات والأجسام الغريبة الداخلة إلى الجسم، حيث تسعى الكريات البيض إلى الميكروبات فور دخولها إلى الجسم لتستولي عليها وتهضمها بجملتها الأنظيمية القوية .

هذا ويظهر في الجزء السائل من الدم رداً على دخول المواد الغريبة إلى الجسم مركبات كيميائية خاصة هي الأضداد (الضد Antibody) . هذه الأضداد إذا هي أزالت ضرر المواد السامة التي تفرزها الجراثيم سميت الترياق (Antitoxin) . وإذا سببت تلزن وتراص الجراثيم والأجسام الغريبة الأخرى سميت بالراصات . وإذا أدت إلى انحلال الجراثيم سميت بالحالات . كذلك توجد الأضداد التي تسبب ترسب البروتينات الغريبة وتسمى المرسبات .

والدم الموجود في الجسم لا يجول كله في الأوعية الدموية ، فالجزء الأكبر فيه يوجد في الظروف الاعتيادية في ما يسمى بالعنابر (الدم الاحتياطي) ففي الكبد يوجد حوالي ٢٠% وفي الطحال تقريباً ١٦% وفي الجلد ١٠% من كمية الدم الكلية . ويقدر حجم الدم عند الإنسان البالغ بحوالي ٥-٦ ليتراً .

المبحث الأول

الخواص الفيزيوكيميائية للدم

الدم سائل أحمر ، كثيف ، له رائحة خاصة وطعم مالح قليلاً . والدم بمحتوياته غير متجانس ، ففي حالة الترسيب في أنبوب اختبار ينقسم الدم /غير المتخثر/ المضاف إليه أحد موانع التخثر ، إلى طبقتين العليا وتشكل ٥٥-٦٠% من الحجم العام للدم ، وهي سائل أصفر اللون يدعى المصورة الدموية ، والسفلى وتشكل ٤٠-٤٥% وهي الراسب . وهي طبقة سميكة حمراء اللون وتضم الكريات الحمراء والبيضاء والصفيحات الدموية . وهكذا فإن الدم يتألف من الجزء السائل هي المصورة وخلايا الدم .

اللزوجة :

الدم سائل لزج ، ولزوجته في الظروف الطبيعية أشد بـ /٣-٤/ مرات من لزوجة الماء . وترجع لزوجة الدم إلى وجود كل من بروتينات المصورة الدموية والكريات الدموية . وتزداد لزوجة الدم عند الفقدان الشديد للماء من الجسم (الاسهالات ، التعرق الشديد) وعند زيادة كمية الكريات الحمراء فيه . ويمكن أن تنقص لزوجة الدم عندما تقل كمية البروتينات والكريات الدموية فيه .

الوزن النوعي (الكثافة) :

يتذبذب الوزن النوعي للدم في حدود ضيقة (١,٠٣٥-١,٠٦٥) وبالطبع فإن الوزن النوعي لكريات الدم الحمر أكبر من الوزن النوعي للمصورة الدموية ، وهذا مايفسر ترسب هذه الكريات في قاع الأنبوب الذي يحتوي عينة طازجة من الدم مضاف إليها أحد موانع التخثر مثل سترات الصوديوم أو الهيبارين .

تفاعل الدم (PH الدم) :

يملك دم الإنسان التفاعل القلوي الخفيف PH = 7.4 . ويكون الدم الشرياني أكثر قلوية من الدم الوريدي وذلك لأن الدم الوريدي أكثر احتواءً على

- غـــاز Co٢ هي الطـــبيعة الحامضية . ومن المعروف أن حياة الإنسان تكون في خطر إذا قلت درجة PH الدم عن ٦ أو زادت عن ٨ .

الضغط التناضحي للدم :

يشـــكل تركيـــز الأملاح المذابة في الجزء السائل من الدم عند الثدييات حوالي ٠,٩ % وهي توجد على شكل شوارد ويرتبط الضغط التناضحي للدم بشكل أساسي بمحتواه من هذه المواد .

والضغط التناضحي (الضغط الحلولي Osmotic pressure) وهو القوة التي تسبب حركة المذيب (الماء) من خلال الغشاء نصف النفوذ ، من المحلول الأقل كثافة إلى الأكثر كثافة . وخلايا الأنسجة وكريات الدم محاطة بأغشية نصف نفـــوذة ، تمرر من خلالها وبسهولة الماء ولا تسمح بمرور المواد المذابة . لذلك فإن تغيير الضغط التناضحي في الدم والأنسجة يمكن أن يؤدي إلى انتباج الخلايا أو فقدانها للماء .

هذا ويبقى الضغط التناضحي للدم على مستوى ثابت نسبياً على حساب نشـــاط الآليـــات المـــنظمة له . وتوجـــد فـــي جـــدران الأوعية الدموية الكبيرة (قـــوس الأبهـــر ، والجيـــب الســـباتي) وفـــي بعـــض الأنســـجة وفي الوطاء (Hypothalamus) مســـتقبلات خاصـــة تتأثر بتغيرات الضغط التناضحي . هي مستقبلات التناضح (Osmoreceptors) حيث يسبب تنبيهها التغيرات الانعكاسية لنشاط أعضاء الإطراح (الكلي – الغدد العرقية) التي تطرح الفائض من الماء أو الأملاح الواصلة إلى الدم .

وتشـــكل بروتيـــنات المصـــورة الدموية أيضاً ضغطاً تناضحياً محدداً ، ويســـاوي ٢٢٠/١ مـــن الضـــغط التناضـــحي العام لمصورة الدم ويتذبذب بين ٠,٠٣-٠,٠٤% ضـــغط جـــوي أو ٢٥/٣٠-٣٠/مم زئبقي . هذا الضغط التناضحي لبروتيـــنات المصورة الدموية يسمى الضغط الجرمي (osmotic pressure) وهو أقـــل بكثير من الضغط الذي تشكله الأملاح الذائبة في المصورة الدموية ، حيث تملك البروتينات حجماً جزئياً كبيراً ، ولكن حركتها أقل بكثير من حركة الشوارد

المعدنيـــة . لذلـــك لا تملك ، كتلة أو حجم الأجزاء الذائبة من البروتينات الأهمية الكبيرة للضغط التناضحي للدم .

ويمنع الضغط الجرمي المرور الزائد للماء من الدم إلى النسيج ، ويساعد عـــلى إعـــادة امتصاصـــه مـــن المسافات الخلوية ، لذلك تحدث الوذمة Edema النسيجية عند انخفاض كمية البروتينات في مصورة الدم .

حجم الدم (Blood volume) :

يقصد بحجم الدم الكلي للنسيج الدموي (أي حجم المصورة الدموية مع ما تحـــتويه مـــن عناصر قلوية وغير قلوية) الموجود ضمن شبكة الأوعية الدموية لجهـــاز الدوران ويقدر حجم المعدل الوسطي لحجم الدم في الإنسان البالغ العادي بـــ ٧٥ مل /كغ من الوزن الحي . ويبقى حجم الدم الكلي في الإنسان البالغ ثابتاً . وهـــناك عـــدد مـــن العوامل التي تؤثر طبيعياً على معدل حجم الدم يذكر منها : العمـــر ، الجـــنس ، وضعية الجسم (جلوس وقوف) ونشاطه ، التغذية ، الحمل وغيرها .

ولابـــد من الإشارة إلى أن حجم الدم قد يتغير مرضياً نقصاناً أو زيادة . وتشـــاهد حالات نقصان حجم الدم المرضية في أثناء النزوف أو في أثناء بعض الأمـــراض الـــتي تســـبب فقر الدم . أما حالات زيادة حجم الدم فتشاهد في أثناء اضـــطراب آليـــات طرح الماء والأملاح من الجسم أو عند زيادة إنتاج المكونات الخلوية للدم .

طرق قياس حجم الدم :

لقـــد تمت في الماضي محاولات لقياس حجم الدم وذلك عند الحيوانات . وتم ذلك بطرق مباشرة وذلك عن طرق إدماء حيوان التجربة حتى الموت ومن ثم جمـــع دمـــه وقياس حجمه . ولكن هذه الطريقة لا تعطينا الحجم الحقيقي للدم إذ يرافق عملية الإدماء تضيق بعض الأوعية وحدوث تخثرات في الدم وبالتالي فإن كمية قليلة من الدم سوف تبقى محتجزة داخل الأوعية الدموية .

المبحث الثاني

مكـونات الدم

Components of blood

المكونات الخلوية للدم :

أ- كريات الدم الحمراء Erythrocytes :

تشكل الكريات الحمراء الكتلة الأساسية لخلايا الدم ، حيث تشكل حوالي ٤٠-٤٥% من حجم الدم . وهي عند الإنسان صغيرة الحجم ، وتظهر تحت المجهر الضوئي على شكل أقراص مدورة ومقعرة من الجانبين وغير منواة . ويتلائم الشكل المقعر للكريات الحمراء مع الوظيفة التنفسية التي تقوم بها هذه الكريات . فهو يزيد من مساحة السطح التنفسي للكريات الحمر ويسمح بالانتشار السريع للأوكسجين إلى داخل الكرية عبر الغشاء الخلوي .

وتتألف الكرية الحمراء من لحمة شبكية هيولية محاطة بغشاء كثيف مكون من طبقة شحمية بين طبقتين بروتينيتين . ويتمتع غشاء الكرية الحمراء بالنفوذية العالية الانتقائية حيث تمر من خلاله بسهولة كل من جزيئات الماء والغلوكوز لكنه لا يسمح بمرور البروتينات .

ويقدر عدد الكريات الحمراء عند الإنسان بالمليون كرية في كل ١ ملم^3 من الدم . فمثلاً يبلغ عددها عند الرجال من ٥-٦ مليون كرية وعند النساء من ٤,٢-٥,٢ مليون كرية .

وهناك مجموعة من العوامل تؤثر على العدد الكلي للكريات الدموية الحمراء نذكر منها : العمر ، الجنس ، التغذية ، الحمل ، التمارين الرياضية ، التهيج والإثارة ، فصول السنة ، حرارة الوسط ، الارتفاع عن سطح البحر ويعتبر العامل الأخير من أهم العوامل حيث أن الانتقال إلى مناطق مرتفعة عن سطح البحر يسبب زيادة فعلية في معدل إنتاج الكريات الدموية الحمراء وبالتالي زيادة حقيقية في عددها الإجمالي . فعند الإنسان يرتفع عددها من معدله الطبيعي

٥ مليون كرية /مم^{٣} إلى حوالي ٨ مليون كرية /مم^{٣} من الدم . وذلك بعد بضعة أسابيع من انتقال الإنسان من منطقة تجاوز مستوى سطح البحر إلى منطقة أخرى ترتفع عن سطح البحر بمعدل ١٤٠٠٠ قدماً .

وتقوم الكريات الحمراء عند الإنسان بوظائف عديدة هي :

١- نقل الأوكسجين من الرئتين إلى الأنسجة لتأمين حاجتها منه .

٢- نقل ثاني أوكسيد الكربون من الأنسجة إلى الرئتين ليطرح إلى الوسط الخارجي .

٣- نقل بعض العناصر الغذائية مثل الحموض الأمينية الممتزة على سطحها من الجهاز الهضمي إلى خلايا الجسم .

٤- المشاركة في الحفاظ على PH الدم على مستوى ثابت نتيجة لوجود الهيموغلوبين فيها .

٥- المشاركة في الدفاع عن الجسم ، حيث تمتز السموم المختلفة الداخلة للجسم على سطح الكريات الحمراء . وهذه السموم تتخرب بعدها بوساطة الكريات البيض وحيدات النوى البلعمية .

٦- تشارك في عملية تخثر الدم (إرقاء الدم) وذلك لإحتوائها على الكثير من العوامل المساعدة على تخثر الدم .

الكسر الحجمي للكريات الحمر (حجم الكريات الحمر) الهيماكريت (P.C.V) :

هو نسبة حجم الكريات الحمراء بالنسبة لحجم الدم الكلي ويساوي عند الإنسان من ٤٠-٤٥% بينما يبلغ حجم المصورة الدموية ٥٥-٦٠% من حجم الدم الكلي .

وتنخفض قيمة الكسر الحجمي للكريات عند الإنسان عند نقص إنتاج هذه الكريات عنده ، أو عند تخربها نتيجة لعوامل مرضية أو عند الزيادة في حجم المصورة الدموية دون الزيادة في عدد الكريات الحمراء .

حجم الكرية الوسطي :

هو حاصل قسمة نسبة حجم الكريات الحمراء في ١ لتراً من الدم على عدد الكريات الحمر في ١ ملم^{٣} . ووحدة القياس هي الميكرون مكعب . ويبلغ حجم الكرية الوسطي أو الطبيعي عند الإنسان حوالي /٧٨-٩٤/ ميكرون مكعب . والكريات الحمر التي متوسط حجمها ما بين الرقمين السابقين تدعى بالكريات الحمراء سوية الحجم . النقص في حجم الكريات الحمراء في الجسم وبالتالي النقص في كمية الخضاب أو الهيموغلوبين اللازم لنقل الأوكسجين تدعى بفقر الدم أو الأنيميا .

الهيموغلوبين (خضاب الدم) Hb :

الهيموغلوبين : هو بروتين مركب (بروتين ملون) Chromoprotion ويتألف من جزء بروتيني / غلوبين / ومجموعة صباغية لابروتينية / تدعى الهيم Heme / ويرتبط الغلوبين مع الهيم بوساطة جسور هستيدينية .

هيموغلوبين : بروتين / غلوبين / ٩٦-٩٤%

هيم : حديد

بروتوبورفيرين } زمرة ضميمية ٤%

وتحتوي مجموعة الهيم على ذرة حديد ثنائية التكافؤ . أما بروتين الغلوبين فهو مؤلف من ٤ سلاسل من الحموض الأمينية ، كل سلسلة منها ترتبط بجزء من الهيم . وعلى هذا فإن الجزء الواحد من الهيموغلوبين يرتبط بـ ٤ جزيئات من الهيم . وبذلك فهو يحتوي على /٤/ ذرات من الحديد ثنائية التكافؤ . علماً أن كل ذرة من الحديد تتحد مع جزء من الأوكسجين ولهذا فإن الجزء الواحد من الهيموغلوبين يستطيع الاتحاد مع /٤/ جزيئات من الأوكسجين .

ويتميز الهيموغلوبين بقدرة كبيرة على الاتحاد بالأوكسجين عندما يكون الضغط الجزئي للأوكسجين مرتفعاً كما هو الحال في مستوى الرئتين . أما في

مستوى الأنسجة فالضغط الجزئي للأوكسجين يكون منخفضاً لذلك يميل O2 إلى الانفصال عن الهيموغلوبين والانتشار إلى خلايا الأنسجة :

$$Hb + O2 \longleftrightarrow HbO2$$

بالإضافة إلى الأوكسجين يستطيع الهيموغلوبين الاتحاد أيضاً مع ثاني أوكسيد الكربون مكوناً مركبات فحمية خضابية وهذه هي إحدى طرق نقل ثاني أوكسيد الكربون في الدم .

هذا ويعبر عن كمية الهيموغلوبين في الدم بالغرام لكل ١٠٠ مل دم (غ/دل دم) . وتبلغ القيمة الطبيعية للهيموغلوبين في دم الإنسان حوالي ١٥ غ/دل دم .

خضاب الدم المؤكسج (الأوكسي هيموغلوبين) :

يتميز خضاب الدم بقدرته على الاتحاد بالأوكسجين عندما يكون ضغط الأوكسجين في الوسط المحيط بالخضاب مرتفعاً ، كما هو الحال في الرئتين حيث يكون الضغط الجزئي للأوكسجين حوالي ٩٨% وباتحاد الأوكسجين مع الهيموغلوبين يتشكل ما يعرف بخضاب الدم المؤكسج (الأوكسي هيموغلوبين) . وهذا المركب هو الذي يعطي الدم الشرياني لونه الأحمر القاني . واتحاد الأوكسجين مع الهيموغلوبين هو اتحاد عكوسي حيث أنه في أثناء مرور الدم في الشعيرات الدموية التي تغذي الأنسجة المختلفة يحدث انفصال الأوكسجين عن الهيموغلوبين وبالتالي فإن الدم لا يكون أحمر قانياً وإنما أعتم لوناً . ويمكن تبسيط تفاعل الهيموغلوبين مع الأوكسجين على الشكل التالي :

$$Hb + O2 \xrightarrow[\text{حيث ضغط O2 منخفضاً}]{\text{في مستوى الأنسجة}} Hb + O2 \xrightarrow[\text{الأوكسجين ٩٨\%}]{\text{يكون في الرئتين حيث ضغط}} Hbo2$$

يكون

يكون

وترجع قدرة الهيموغلوبين على الاتحاد بالأوكسجين إلى وجود الحديد ثنائي التكافؤ في جزئه .

خضاب الدم المكربن (الكربوكسي هيموغلوبين) :

يستطيع خضاب الدم الاتحاد مع ثاني أوكسيد الكربون وذلك في مستوى الأنسجة لأن CO_2 يتحد مع المجاميع الأمينية لجزء الهيموغلوبين مشكلاً مركبات أمينية مفحمة .

وهكذا فإن جزء الهيموغلوبين يستطيع حمل كلٍ من الأوكسجين وثاني أوكسيد الكربون في نفس الوقت ولكن كل منهما يتحد مع طرف من الهيموغلوبين. حيث أن CO_2 يتحد مع الجذور الأمينية مع نوع ألفا أما الأوكسجين فيتحد مع جذور B .

بالإضافة إلى اتحاد الهيموغلوبين مع O_2 و CO_2 فإنه يتحد مع أول أوكسيد الكربون وبشراهة كبيرة . حيث أن قدرة CO على الاتحاد مع الهيموغلوبين تفوق بـ /٢٠٠/ مرة قدرة O_2 على الاتحاد مع الهيموغلوبين . إضافة إلى ذلك فإن أول أوكسيد الكربون (CO) ينافس الأوكسجين على الاتحاد مع الهيموغلوبين إذ أن كلاهما يميل إلى الاتحاد مع نفس المستقبل الموجود على جزيء الهيموغلوبين . ولذلك فإن وجود أول أوكسيد الكربون في الهواء المحيط بالإنسان يقود إلى حالة من التسمم تتطلب التدخل السريع وإلا قادت الحالة إلى الموت .

وعندما ترتفع نسبة CO في الهواء الجوي إلى ٠,٠١% يصبح هذا الهواء سماً ويقود استنشاقه إلى ظهور أعراض التسمم (التقيؤ وفقدان الوعي) خلال ٢٠-٣٠ دقيقة . وخلال هذه الفترة يتحول أكثر من ٢٠% من الهيموغلوبين إلى خضاب الدم المكربن بأول أوكسيد الكربون . ويتميز دم المتسممين بأول أوكسيد الكربون بلونه الأحمر الكرزي . وتعالج مثل هذه الحالات من التسمم باستنشاق كميات إضافية من الأوكسجين أو خليط من الأوكسجين وثاني أوكسيد الكربون .

تكون الكريات الحمر والعوامل المؤثرة على تكونها :

تتكون الكريات الحمراء عند الجنين في الكبد والطحال ويشارك نقي العظام في تكوين الكريات الحمراء بدءاً من الشهر الخامس لحياة الجنين . وبعد

الولادة تتولد الكريات الحمراء في نقي العظام فقط . هذا وتتكون الكريات الحمراء في نقي العظام المسطحة (القحف ، الأضلاع ، عظم القص ، عظم الحوض ، نهايات العظام الطويلة) وتتكون الكريات الحمراء بصفة مستمرة في الجسم وتنقل إلى مجرى الدم بمعدل يتساوى مع مقدار ما يتخرب منها ، ولذلك يبقى عددها ثابتاً في مجرى الدم ويتحكم في إنتاج الكريات الحمر عند الإنسان عوامل كثيرة أهمها :

١ – سلامة نقي العظام : تؤدي إصابة نقي العظام وأمراضه المختلفة إلى تعطيل إنتاج الكريات الحمراء مما ينتج عنه حدوث فقر دم لا تنسجي ، وفي هذه الحالة تكون الكريات الحمراء المنتجة قليلة ولكن سوية الحجم والصباغ.

٢ – التغذية : لكي يتم إنتاج الكريات الحمر بشكل طبيعي عند الإنسان يجب أن تكون تغذيته جيدة ومتوازنة وتحتوي على البروتينات والفيتامينات والعناصر المعدنية . فالبروتينات تدخل في تركيب الخضاب وقلتها تسبب فقر الدم . ومن الفيتامينات التي تساهم في إنتاج الكريات الحمراء نذكر فيتامينات B١٢ وحمض الفوليك .

يسبب نقص فيتامين B١٢ في تغذية الإنسان فقر الدم الوبيل أو الخبيث والذي يتميز بوجود كريات حمراء كبيرة الحجم ومفرطة الصباغ .

وجود كمية كافية من حمض الفوليك في غذاء الإنسان ضروري جداً لتوليد كريات حمراء سليمة ، حيث أن نقص حمض الفوليك في غذاء الإنسان يؤثر على نقي العظام ، ويؤدي إلى حدوث فقر دم خلاياه كبيرة مثلما يحدث في حالة نقص فيتامين B١٢ .

الهرمونات : يتأثر تولد ونضج الكريات الحمر ببعض الهرمونات فهرمون الثيروكسين ينبه الاستقلاب لنقي العظام والأنسجة في الجسم ، وتقل قدرة نقي العظام على تكوين كريات الدم الحمراء في حال عدم وجود كمية كافية من هرمون الثيروكسين مما ينتج عنه حدوث فقر دم لا يعالج إلا بإعطاء هرمون

الثيروكسين . كذلك يؤثر هرمون النمو (GH) على قدرة نقي العظام على توليد وتكوين كريات الدم الحمراء .

هرمون الإيريثروبيوتين :

تفرز طلائع هذا الهرمون من الكليتين تحت اسم عامل تكون الكريات الحمراء الكلوي (R.E.F.) .

ويتم إفراز هذا العامل كاستجابة لنقص مستوى الأوكسجين في أنسجة الكلي . وبعد إفراز هذا العامل (R.E.F) يتم انتقاله إلى الدم ، وهناك يتفاعل مع غلوبين خاص يدعى مولد مكونة الحمر Erythropoietengen محولاً إياه إلى مكونة الحمر ، التي تحض الخلايا الجذعية في نقي العظام على النمو والتطور لتشكيل ما يعرف بأرومة الكريات الحمر . والتي تتطور فيما بعد لتعطي كريات حمراء ناضجة . وتحتاج مكونة الحمر بعد إفرازها إلى فترة ٥-٧ أيام لتصل بنقي العظام إلى ذروة إنتاجه من الكريات الحمراء .

صحة الكبد : يعد الكبد مخزن مليء بالمواد التي تتطلبها عملية تكون الكريات الحمراء مثل البروتينات والحموض الأمينية والغلوبينات . ولذلك فإن صحة الكبد تؤثر بشكل واضح في عمليات تكون الكريات الحمراء .

مدة حياة الكريات الدموية الحمراء ومصيرها :

تتراوح مدة حياة الكريات الدموية الحمراء عند الإنسان ما بين ٩٠-١٤٠ يوماً ، وتتعرض الكريات الحمراء خلال فترة حياتها في مجرى الدم للكثير من التأثيرات الكيميائية والميكانيكية ، فمثلاً تمر الكريات الحمر ضمن أوعية شعرية أصغر من حجمها بكثير . وتسبب هذه التأثيرات هرم هذه الكريات وتخرب غشائها الخلوي ومن ثم تحطمها وخروج محتوياتها . وتتلقى خلايا الجهاز الشبكي البطاني في الكبد والطحال يومياً أعداداً هائلة من كريات الدم الحمراء المحطمة (حوالي ١% من مجموع كريات الحمراء الموجودة في الجسم .

ويتحلل الهيموغلوبين الناتج عن تخرب الكريات الحمراء إلى مكوناته الأساسية الحديد والهيم والغلوبين :

تخرب الكريات الحمراء الهرمة في خلايا
الجهاز الشبكي البطاني للكبد والطحال
↓
الهيموغلوبين (خضاب الدم)
↓
تحلل الهيموغلوبين
↓
غلوبين + هيم + حديد

فالحديد يجول في المصورة الدموية على شكل مركب ترانسفيرين ثم يصار إلى إعادة الاستفادة منه في تركيب هيموغلوبين جديد .

وقد تختزن الكميات الزائدة من الحديد في الكبد أو الطحال أو في نقي العظام على شكل فيريتين أو يترسب في بعض خلايا الجسم على شكل هيموسيدرين . أما الغلوبين فهو بروتين قد يتحلل إلى حموض أمينية أساسية وبالتالي يمكن للجسم أن يستفيد منه ثانية حسب الحاجة . أما صباغ الهيم فيتحول في الكبد إلى صبغات البيلروبين والبليفردين والتي يتم طرحها عن طريق الكبد ضمن العصارة الصفراوية إلى الجهاز الهضمي .

هشاشة الكريات الحمراء:

يؤثر الضغط التناضحي للسائل أو توترية السائل الذي تسبح فيه الكريات الحمراء تأثيراً هاماً في حجم هذه الكريات وفيزيولوجيتها . وتوترية السائل ما هي في الواقع إلا الضغط التناضحي الذي يتمتع به هذا السائل . وتمثل توترية المصورة الدموية الحد المثالي والمناسب لحياة وعمل الكريات الحمراء . ولذلك يطلق على السوائل المماثلة في توتريتها للمصورة الدموية اسم سوائل متعادلة التوتر Isotonic . أما السوائل التي يزيد ضغطها التناضحي عن الضغط التناضحي للمصورة الدموية فيطلق عليها اسم سوائل مرتفعة التوتر . وبالمقابل