الدم واللمف والنسيج المكون للدم

LY MPH AND HEMOPIETIC TISSUES, BLOOD

الدم Blood

الدم نسيج ضام متخصص متكون من خلايا ( كريات الدم الحمر والبيض) ومن مادة اساس سائلة هي بلازما الدم ومن الياف تظهر بوضوح في حالة تخثر الدم بشكل ( ليفين )fibrin. ويحتوي الدم ايضا على عناصر عالقة فيه كالصفيحات الدموية blood platelets. ويستعمل بعض المؤلفين مصطلح العناصر المكونة " formed elements"لتشمل كلا من كريات الدم الحمر واللبيض والصفيحات الدموية . ويكوّن الدم نحو ٧ الى ٨% من وزن جسم الانسان وعلى هذا يحتوي جسم الانسان البالغ الصحي الذي وزنه يقارب ٧٠ كيلوغراما على ٥الى ٦ ألتار من الدم .

صُنفت كريات الدم الحمر red blood corpuscles ( erthrocytes)وكريات الدم البيض white blood corpuscles (leucocytes))لاحتواء الاولى على صبغة الهيموغلوبين (خضاب الدم) hemoglobin وعدم احتواء الثانية لها وفي الحقيقة تكون كريات الدم البيض عديمة اللون عندما تكون مفردة وبيضا عندما تكون مجتمعة.

كريات الدم الحمر Red blood corpuscles ( erthrocytes):

تكون كرية الدم الحمراء في الثدييات ومنها الانسان بشكل مقعر الوجهين وعديمة النواة (شكل ٥-١) ما عدا عائلة الجمل حيث تكون بيضوية محدبة الوجهين وخالية من النواة ايضا.

ويظهر الجزء الوسطي من كرية الدم الحمراء في الثدييات افتح لونا من الجزء المحيطي لها في التحضيرات المجهرية الملونة وذلك بسبب تقعر سطحيها ورقة ذلك الجزء. ويبلغ قطر الكرية الحمراء الحية في الانسان ٨،٥ مايكرومتر وفي المسحات الجافة٥,٧ مايكرومتر وقد تحدث تغايرات في الحجم في الحالات المرضية فقد تكون اكبر من ذلك او اصغر من ذلك.

ويبلغ عدد كريات الدم الحمر في ذكر الانسان البالغ ٥,٥٠٠,٠٠٠ كرية في المليمتر المكعب الواحد من الدم ويبلغ في الانثى البالغة ٥,٠٠٠,٠٠٠ كرية في المليمتر المكعب الواحد من الدم وقد قدر العدد الكلي لكريات الدم الحمر في الانسان ذي الحجم الاعتيادي ب ٢٥ مليون مليون كرية.

ويقل عدد كريات الدم عن الحد الطبيعي في حالات فقر الدم ويزداد في حالات الصعود الى مرتفعات عالية وفي حالة التعرض الى اول اوكسيد الكاربونcarbon monoxide ويكون لون الكرية الحمراء المفردة الطرية اصفرا مخضرا فاتحا وعند تجمعها بكميات كبيرة يظهر لونها احمر. اما في المسحات الجافة الملونة بملونات الدم الشائعة كملون رايت wright’s stain فتتلون كريات الدم الحمر بلون وردي او برتقالي لتقبلها للملونات الحامضية. وتحاط كرية الدم الحمر بغشاء بلازمي رقيق ومرن فيسهل بذلك مرورها في الشعيرات الدموية الدقيقة وتوجد تحت الغشاء البلازمي هيكل خلوي بشكل شبكة يتكون من طبقتين طبقة شبكية حبيبية عمودية للخارج وطبقة شبكية خيطية موازية للسطح للداخل. وتتكون هذه الشبكة بصورة رئيسة من بروتين متقلص يدعى سبكترين spectrinيحفظ الشكل المقعر الوجهين لكريات الدم الحمر وكذلك يتيح مجالا واسعا وكافيا للاوكسجين واول اوكسيد الكاربون في داخل الكرية وتحتوي الخلية على سايتوبلازم متجانس عادة حيث لا توجد النواة ولا المحتويات السايتوبلازمية الحية الاخرى كالجسيم المركزي وجهاز كولجي والمايتوكوندريا اذ في المراحل الاهيرة من تكوينها . ولكريات الدم الحمر الميل للالتصاق بعضها بالبعض الاخر من سطوحها المقعرة مشكلة اعمدة او صفوفا تشبه اعمدة النقود المعدنية الموضوعة بعضها فوق البعض الاخر وتدعى النضيدة Rouleau وقد يرجع سبب هذه الظاهرة الى الشد السطحي.

ويحدث تكوّن النضائد rouleaux في علمية سحب من الجسم او عند توقف الدروة الدموية. من المميزات الفيزيائية لكريات الدم انه اذا ما وضعت قطرة من الدم على ريحة زجاجية فان تركيز البلازما يزداد نتيجة لتبخر الماء منه كما ان الماء يخرج من داخل الكريات الحمر الى البلازما المرتفعة التركيز hypertonic. وتنكمش متخذة شكلا مجعدا وتدعى هذه الظاهرة بالتفريض crenation. اما اذا خففت البلازما بالماء المقطر فان الكريات الحمر تمتص الماء من البلازما المنخفظة التركيز hypotonicوتفقد الهيموغلوبين الذي فيها وتصبح فاتحة اللون تماما وتدعى هذه الظاهرة بحل الدمhemolysis ويحدث حل الدم بوساطة مواد اخرى غير البلازما المخففة بالماء كمذيبات الدهون (الايثر) واملاح صفراء bile salts او اسم الحية.

وتحتوي كرية الدم الحمراء على بروتين يدعى باليهموغلوبين وعلى مواد دهنية معقدة اخرى . وللهيموغلوبين الذي هو الصبغة المسؤولة عن لون الدم الاحمر اهمية كبيرة في قابليته على الارتباط بالاوكسجين بنسبة ١,٣ مرة بقدر حجمه مكونا مركبا قلقا هو الاوكسي هيموغلوبين oxyhemoglobin ويتشبع الهموغلوبين بالاوكسجين في دم الشعيرات الدموية في الرئتين ثم يوزع هذا الاوكسجين الى خلايا الجسم وياخذ بدله حامض الكربونيك carbonic acid الذي يتجمع في نسج الجسم بصورة مستمرة . وفضلا عن ذلك فان اهمية كريات الدم الحمر كبيرة جدا بسبب احتوائها على المستضد الريصي(Rh antigen) ومستضدات مجاميع الدم blood – group antigensتكون محتويات الكرية الحمراء عادة في توازن مع البلازما اي ان تركيز البلازما مساو لتركيز محتويات الكرية isotonic.

قُدّرت مدة حياة كريات الدم الحمر في الانسان بنحو ١٢٠يوما تقريبا اذ تدخل نحو ٢,٥٠٠,٠٠٠ كرية جديدة في مجرى الدم كل ثانية لتعوض عن عدد مساو للكريات التي فقدت حياتها في الوقت نفسه وتلتهم الخلايا البعلمية في الكبد والطحال ونقي العظم الاحمر كريات الدم الحمر الميتة. وتقوم الخلايا البلعمية بتحليل الهيموغلوبين الى مواد ابسط هي الهيم haem وهي مادة ير بروتينية ومادة الغلوبين globin البروتينية ويحتوي الهيم على الحديد الذي ينفصل عنه ويستعمل في تكوين كريات دم حمر جديدة وما يبقى من الهيم يكون صبغتين هما بليروبينbilirubin وبليفردين biliverdin تطرحان مع المادة الصفرا الى الاثنى عشر . اما مادة الغلوبين فانها تحلل الى حوامض الامينية المكونة لها ويستفيد منها الجسم في فعالياته الحيوية .

كـريـــات الدم البيض(leucocytes) White blood corpuscles:

كريات الدم البيض خلايا حقيقة تحتوي على النواة ومحتويات الخلية الحية ولها القابلية على الحركة الاميبية . وفي التحضيرات المجهرية تسحب اقدامها الكاذبة فتظهر كروية الشكل تقريبا. ويتراوح عددها في الانسان البالغ بين ١٠٠٠,٥٠٠٠ كرية في المليمتر المكعب الواحد من الدم . وتكون نسبة عدد كريات الدم البيض الى عدد كريات الدم الحمر نحو ١: ٧٠٠ ويكون عدد الكريات البيض في الاطفال نحو ١٦٠٠٠ كرية في المليمتر المكعب الواحد من الدم . تحدث تغايرات كبيرة في العدد في حالات مرضية خاصة .

تُصنف كريات الدم البيض (شكل ٥-١) على مجموعتين رئيستين هما:

اولا: كريات الدم البيض اللاحبيبية Nongranular (agranular) leucocytes:

ويمتاز سايتوبلازمها بكونه يخلو من الحبيبات النوعية التي توجد في كريات الدم البيض للمجموعة الثانية وتكون نواتها غير مفصصة وتشمل هذه المجموعة نوعين:

أ- الخلايا اللمفية Lymphocytes

ب- الخلايا الوحيدة Monocytes

ثانيا : كريات الدم الحبيبية Granular leucocytes :

ويحتوي سايتوبلازمها على حبيبات نوعية وتكون نواتها غالبا مفصصة وتشمل هذه المجموعة ثلاثة انواع تبعا لقابلية تلونها بالملونات الحامضية والقاعدية وهي:

أ- كريات الدم البيض العَدِلَة Neutrophilic leucocytes

ب- كريات الدم البيض الحَمِضَة او الايوسينية Acidophilic or Eosinophilic leucocytes

ت- كريات الد البيض القَعِدَة Basophilic leucocytes

كريات الدم البيض اللاحبيبية

أ- الخلايا اللمفيةLymphoytes:

توجد الخلايا اللمفية بثلاثة اشكال ، الخلايا اللمفية الصغيرة small lymphoytes والخلايا اللمفية المتوسطة الحجم medium-sized lymphoytes ، والخلايا اللمفية الكبيرة الحجم large lymphoytes وتكون الخلايا اللمفية الصغيرة الحجم اكثر الانواع الثلاثة شيوعا في دم الانسان وهي اكبر قليلا من كريات الدم الحمر اذ يتراوح قطرها بين ٦و٨ مايكرمترات. والخلايا اللمفية كروية

الشكل وتكون نحو ٢٠-٢٥% من مجموعة كريات الدم البيض في دم الانسان الطبيعي وتكون نواتها كبيرة نسبيا وكروية الشكل تقريبا وذات تخصر طفيف غير واضح ودكناء اللون لكثافة المادة الصبغينية فيها والنوية لا تكون واضحة ولكن يمكن مشاهدتها اما بتقنية تلوين خاصة او بالمجهر الالكتروني. تكون النواة محاطة بطبقة رقيقة من السايتوبلازم الذي يتقبل الملونات القاعدية . يظهر السايتوبلازم الخلايا اللمفية تحت المجهر الالكتروني فقيرا بالعُضياتولكنه يحتوي على كثير من الرايبوسومات الحرة والرايبوسومات المتعددة. وسيأتي ذكر تصنيف هذه الخلايا على (T) ت وعلى (B) ب فيما بعد في موضوع النسيج المكون للدم وكذلك كيفية نشوء هذين النوعين، ومهما يكن الامر فان معظم الخلايا اللمفية في الدم تعود للنمط ت و هي مسؤولة عن التفاعلات الوسط خلوية المناعية cell- mediared immune reactionsالتي لا تعتمد على الاضداد الحرة الدائرة في الدم . ويكون للخلايا اللمفية ت دور حيوي في تعين نمط وكمية الاضداد التي تكونها الخلايا اللمفية ب. وقد يلاحظ احيانا في سايتوبلازم الخلايا اللمفية حبيبات قليلة العدد تتلون بملون المثيلين اللازَوَرْد methylene azur ولهذا تدعى بالحبيبات اليفة اللازَوَرْد azurophilic granules وتكون الخلايا اللمفية المتوسطة الحجم قليلة العدد في الدم ، وحجمها يساوي ضعف حجم الخلية اللمفية الصغيرة small lymphocytesويرجع هذا الى ان كمية السايتوبلازم فيها اكثر مما هو عليه في الخلية اللمفية الصغيرة. اما الخلايا اللمفية الكبيرة فلا توجد في الدم الا في الحالات المرضية ويبلغ حجمها ثلاث مرات بقدر حجم الخلية اللمفية الصغيرة وتوجد في عقيدات العقدة اللمفية.

ب- الخلية الوحيدةMonocyte:

وهي اكبر خلايا الدم ويبلغ قطرها نحو ٩-١٥ مايكرومترا في الحالة الطرية وقد تصل الى ٢٠ مايكرومترا في المسحات الجافة. وتكون نسبتها في دم الانسان الطبيعي نحو ٣-٨% من مجموع كريات الدم البيض . ويحتوي هذا النوع من الكريات على كمية من السايتوبلازم الذي قد يحتوي على حبيبات اليفة اللازورد. والنواة بيضوية او كلوية الشكل قد تكون بشكل حرف U في الخلايا الكبيرة العمر وتكون النواة ايضا غير مركزية الموقع عادة . وتكون المادة الصبغينية في النواة ادق مما هي عليه في حالة نواة الخلية اللمفية ولهذا تظهر افتح لونا . يظهر في النواة تحت المجهر المجهر الالكتروني نحو٢-٣ نويات وكمية صغيرة من شبكة بلازمية داخلية حبيبية ورايبوسومات متعددة وكثير من المايتوكوندريا الطويلة الصغيرة. ويحتوي السايتوبلازم كذلك على جهاز كولجي جيد التكوين ويحتوي ايضا ولا سيما في المساحات القريبة من تخصر النواة على ليبيفات وانيبيبات. ويوجد عند سطح الخلية كثير من الزغيبات وحويصلات احتسائية pinocytotic vesicles.

كريات الدم البيض الحبيبية Granular leucocytes :

أ- كريات الدم البيض العَدِلَة Neutrophilic leucocytes :

تدعى ايضا مفصصة النوى polymorphonuclear leucocytesوتكون اكثر انواع الكريات البيض شيوعا في دم الفقريات . وتبلغ نسبتها في دم الانسان الطبيعي نحو ٦٥-٧٥% من المجموع الكلي لكريات الدم البيض ويبلغ قطرها في الحالة الطرية نحو ٧-٩ مايكرومترا وفي المسحات الجافة نحو١٠-١٢ مايكرومترا

والنواة الكثيرة الفصوص تتكون من نحو ٣-٦ فصوص غير منتظمة الشكل ترتبط بعضها ببعض بخيوط صبغينية دقيقة وكلما كثر عدد الفصوص كانت الخلية اكبر عمرا. وتكون المادة الصبغينية في داخل الفصوص كثيفة جدا ولاسيما عند الحافة الموجودة قرب الغلاف النووي ولهذا تتلون النواة فتكون دكناء اللون. ولا يمكن رؤية النوية في النواة لكثافة المادة الصبغينية فيها. وقد لوحظ في نحو ٣% من كريات الدم البيض العَدِلة للاناث فقط بروز نووي مفرد صغير قطره نحو ١,٥مايكرومتر يتصل باحد فصوص النواة بخيط صبغيني دقيق ويدعى هذا البروز مقرعة الطبلdrum stick ويحتمل تمثيله لصبغين الكروموسومين الجنسين X. ويعتقد ايضا انه يوجد في كل كريات الدم البيض العَدِلَة للاناث وربما يكون مندمجا بأحد فصوص النواة في معظم الخلايا ولهذا لايظهر بوضوح. ويحتوي سايتوبلازم الكرية العدلة حبيبات نوعية دقيقة تتقبل الملونات المتعادلة وعند تلوينها بملونات الدم الخاصة كملون رايت Wrightis stain يظهر لونها بين البنفسجي والوردي. ولقد أظهرت الدراسات الحديثة بوساطة المجهر الالكتروني وبالتحاليل الكيمائية ان هذه الحبيبات تحتوي على alkaline phosphatase وعلى مواد مبيدة للبكتريا تدعىphagocytins اما القسم الباقي من الحبيبات فهو حبيبات اليفة اللازورد وتحتوي على انزيمات حالّة وبيروكسيديزperoxidase . ويحتوي سايتوبلازم الكرية العدلة الناضجة على قليل من الشبكة البلازمية الداخلية الحبيبية وعلى عدد قليل من الرايبوسومات الحرة وقليل من المايتوكوندريا وعلى جهاز كولجي البدائي المختزل.

ب- كريات الدم البيض الحمضة او الايوسينية Acidophilic or eosinophilic leucocytes :

تبلغ نسبتها في دم الانسان الطبيعي نحو ٢-٥% من المجموع الكلي لكريات الدم البيض . ويبلغ قطرها في حالة الطراوة نحو ٩-١٠ مايكرومترات وفي المسحة الجاف نحو ١٢-١٤ مايكرومترا.

ونواة الكرية ذات فصين بيضويين تقريبا ويكونان متصلين بخيط صبغيني دقيق. وقد تتكون النواة من اكثر من فصين في حالات قليلة جدا. وتكون مادة النواة الصبغينية اقل كثافة مما هي عليه في نواة الكرية البيضاء العدلة . ويحتوي سايتوبلازم الكرية على حبيبات نوعية خشنة بيضوية الشكل متساوية في الحجم تقريبا. وتتقبل هذه الحبيبات الملونات الحامضية حيث تتلون بلون برتقالي او احمر براق.

لقد اظهر المجهر الالكتروني ان الحبيبية الواحدة محاطة بوحدة غشائية وتحتوي على جسم بلوراني crystalloid bodyطويل ممتد يوازي المحور الطويل للحبيبة ويدعى الباطن internum الذي يحتوي على دهون مفسفرة وحوامض شحمية غير مشبعة . ان صفة وجود اكثر من جسم واحد بلوراني للحبيبة عامة لغير الانسان . وتدعى الطبقة المحيطة باالباطن بأسم الخارج externumاو القالب matrixويكون غنيا ب acid phosphatase وقد عُدّت هذه الحبيبات جسيمات حالّة . ويزداد عدد كريات الدم البيض الحمضة في بعض الامراض الجلدية . وعند العدوى ببعض الطفيليات لا سيما الديدان الخيطية ولهذه الكريات حركة اميبية قادرة على الالتهام ولكنها تكون اكثر بطءا واكثر اختيارية من الكريات البيض العدلة.

تكون الشبكة البلازمية الداخلية والمايتوكوندريا وجهاز كولجي ضعيفة التكوين في هذه الكرية فضلا عما سبق تحتوي الكريات الحمضة على مادة profibrinolysin التي يفترض انها تؤدي دورا في حفظ الدم سائلا ولاسيما عند حصول تغير في سائليته في الحالات المرضية.

الكريات الدم البيض القَعِدَة Basophilic leucocytes:

نسبتها في دم الانسان الطبيعي قليلة جدا تكون بين ٠,٥-١ من المجموع الكلي لكريات الدم البيض لذا يصعب ان نجدها عند فحص مسحات الدم تحت المجهر. ويقارب حجمها حجم كرية الدم البيضاء العدلة اذ يكون قطرها بين ٧و٩ مايكرومترات في حالة الطراوة ونحو ١٠ مايكرومترات في المسحات الجافة. ويكون شكل نواة الكرية غير منتظم عادة وذا تخصرات عديدة. والمادة الصبغينية في النواة مفككة ولهذا تظهر النواة فاتحة اللون.

ويحتوي السايتوبلازم على حبيبات خشنة ذات احجام مختلفة وتتقبل الملونات القاعدية فتظهر بلون ازرق ادكن . تظهر الحبيبات تحت المجهر الالكتروني محددة بوحدة غشائية وتحتوي على دقائق بحجم واحد في كل حبيبة. يختلف حجم هذه الدقائق من حبيبة الى اخرى لقد فسر بعض الباحثين هذا الاختلاف في الحجم انعكاسا لاطوار مختلفة لدورة افرازية. وقد تخفي هذه الحبيبات معالم نواة الكرية . وتشبه كريات الدم البيض القَعِدة الخلايا البدينةmast cells في كثير من النواحي التركيبية والكيميائية واحسن دليل على ذلك هو تكوينها الكبدين والهستامين في مجرى الدم. لقد وجد ان عدد هذا النوع من الكريات يزداد في الحالات المرضية كالجدريsmallpo وجدرى الدجاج chickenpox وبعض الالتهاب المزمنة . والجدير بالذكر ان نسبة هذه الكريات في بعض الحيوانات الفقرية الواطئة ( كالسلمندرات وبعض السلاحف ) اكثر من نسبة بقية الكريات البيض الاخرى في الدم . ولهذه الكريات حركة اميبية وقابلية على الالتهام ولكنها ليست نشيطة جدا في هذا المجال.

اهمـية كريات الدم البيض:

١- لقد وجد ان هذه الخلايا لا تكون فعالة عند وجودها في مجرى الدم وتنجز اكثر وظائفها في خارج الجهاز الوعائي الدموي، فسبب حركتها الاميبية يمكنها ان تهاجر من الاوعية الدموية الى النسج التي تحيط بتلك الاوعية ومن النسج الى الاوعية الدموية، وتدعى هذه العملية بالانسلال diapedesis وذلك للدفاع عن الجسم ضد الاجسام الغريبة اذ ان لها فاعلية بلعمية phagocytic activity فتلتهم هذه الاجسام وتخلص الجسم منها . وكريات الدم البيض العَدِلة اكثر الكريات البيض نشاطا وتليها الخلية الوحيدة والقَعِدة

٢- تحتوي بعض الكريات البيض على انزيمات قد تكون لها علاقة بهضم الاجسام الملتهمة

يوجد هنا شكل ٥-١ كريات الدم الحمر والبيض والصفيحات الدموية.

٣- لها القابلية على تكوين الاضدادAntibodies ولا سيما الخلايا اللمفية

٤- لقد دلت بعض البحوث العلمية على ان الكريات البيض القعدة تحرر الكبدين والهستامين الى مجرى الدم.

الصفيحات الدمويةBlood platelets :

الصفيحات الدموية اقراص بروتوبلازمية صغيرة عديمة اللون وخالية من النواة (شكل ٥-١) وتوجد في دم الثدييات ويقابلها في الفقريات الواطئة خلايا مغزلية الشكل تحتوي على النواة وتكون اكبر حجما منها تدعى بخلايا التجلط thrombocytesويعتقد انها تشابه الصفيحات الدموية في الوظيفة . يكون قطر الصفيحات الدموية بين ٢و ٤ مايكرومترات. ويكون شكلها في المنظر السطحي دائريا او بيضويا في حالة الطراوة وغير منتظم في التحضيرات الجافة المثبتة اما في حالة المنظر الجانبي فيظهر شكلها مغزليا او قضيبيا وعند معاملتها بملونات الدم الخاصة يظهر فيها جزآن:

١- القسيم الحبيبي او الصبغي Granulomere or chromomere: جزء وسطي ادكن اللون يتقبل الملونات القاعدية ذو مظهر حبيبي تحت المجهر الضوئي . وقد ظهر تحت المجهر الالكتروني انه يحتوي على مايتوكوندريا وحبيبات كثيفة وحبيبات النشا الحيواني وجهاز من النبيبات والحويصلات وحبيبات اخرى ذات كثافة قليلة

٢- القسيم الشفاف Hyalomere : وهو الجزء المحيطي الذي يظهر فاتح اللون شفافا متجانسا ويظهر تحت المجهر الالكتروني محتويا على خيبطات وانيبيات وتتركز الاخيرة في محيط الصفيحة تحت الغشاء البلازمي. اما الخيبطات فتتكون من اليورتين المتقلص وربما تكون الخيبطات والانبيبات دور مهم في المحافظة على الشكل القرصي للصفيحات وقد تشارك في تكوين الاقدام الكاذبة والبروزات السطحية خلال حركة والتصاق الصفيحات . وللصفيحات الدموية الميل للالتصاق بعضها ببعض والالتصاق بالاجسام التي تكون متماسة معها ولهذا يعصب عدها بالطرائق الاعتيادية وقد تستعمل طرائق خاصة لمنع التصاقها وعند ذاك يسهل عدها فقد وجد ان عددها يكون بين ٢٠٠الف و٤٠٠ الف في المليمتر المكعب الواحد من الدم.

وقد تصل مدة حياة الصفيحات الدموية في الانسان الى ٩ايام وتلتهم الخلايا الملتهمة الصفيحات الميتة في الكبد والطحال ونقي العظم . وتنشأ الصفيحات الدموية على شكل قطع بروتوبلازمية تنفصل عن خلايا عملاقة تدعى بالخلايا النوَّاء megakaryocytes التي توجد في نقي العظم الاحمر كما سيأتي ذكره فيما بعد.

اهمية الصفيحات الدموية

١- تحرر الصفيحات الدموية انزيما خاصا يدعى حَرك الخَثرين او ثرومبوبلاستينthromboplastin الذي له تأثير كبير في عملية تخثر الدم اذا يحول طليعة الخَثرين أو البروثرومبينprothrombin الى خَثرين او ثرومبينthrombin الذي يحول مولد الليفينfibrinogen الى ليفن fibrin.

٢- عند حدوث قطع في الاوعية الدموية تكوّن الصفيحات الدموية تسمى بسداد الصفيحةplatelet plug الذي يسد منطقة القطع وبذلك يمنع تسرب الدم وتوقف جريانه . ان سبب تكون هذا السداد هو انه عند جريان الدم من النهاية المقطوعة للوعاء الدموي تلتصق الصفيحات الدموية فيه بالسطح الداخلي للوعاء المقطوع في منطقة القطع وباستمرار تجمعها والتصاقها تتضيق الفتحة في منطقة القطع شيئا فشيئا الى ان تنسد تلك الفتحة بسداد الصفيحة.

٣- تحتوي الصفيحة الدموية على مادة السيروتنين serotoninالتي تساعد في تقلص الاوعية الدموية الصغيرة.

٤- تحتوي الصفيحات الدموية ايضا على حبيبات ذات طبيعة حالّة lysosomalفضلا عن احتوائها مواد مختلفة تتعلق بعوامل تخثر الدم التي تعادل الكبدين او الهيبارين.

٥- تلتهم الرواشح والبكتريا والدقائق الاخرى.

البــلازما The plasma:

سائل ضعيف القاعدية متجانس يمكن الحصول عليه بترشيح الدم ويكون بلون اصفر فاتح . تكون نسبته في الدم ٥٥% ويكون الماء نحو ٩٠% من البلازما. ان المواد الرئيسة الصلبة الموجودة في البلازما هي البروتينات التي تشمل آحين المصل serum albuminوغلوبيولين المصل serum globulin ومولد الليفين fibrinogen . وتحتوي البلازما كذلك على هرمونات وانزيمات واملاح لا عضوية وكلوكوز وقطيرات دهنية عالقة chylomicronsودهون اخرى واوكسجين ونترجين. وتحتوي البلازما ايضا على الفضلات كاليوريا وحامض اليوريك وثاني اوكسيد الكاربون ولذلك تعد البلازما حاملا مهما للمواد المذكورة سابقا. وعند توقف دوران الدم او حين تعرض الدم للهواء يترسب احد بروتينات البلازما الذي هو مولد الليفين بشكل شبكة من خيوط دقيقة من الليفين fibrinتاركا وراءه سائلا اصفرا رائقا هو مصل الدم serumاي ان المصل =البلازما – مولد الليفين.

اللمــفLymph :

وهو سائل يتجمع من النسج ويرجع الى مجرى الدم بوساطة اوعية لمفاوية lymphatic vessels. ولا يحتوي لمف الاوعية الشعرية اللمفاوية على عناصر خلوية ولكنه بمروره في العقد اللمفية تزاد عليه خلايا لمفية. واللمف المترشح من جدران المعى الدقيق يكون ابيضا حليبياً لاحتوائه على قطيرات دهنية ويدعى بالكيلوس chyleواللمف يشبه البلازما في التركيب الا ان عملية التخثر ابطأ مما هي عليه في حالة الدم ، والخثرة تكون لينة لا صلبة.

اللمف يتسلم الاوكسجين والمواد الغذائية المذابة من الدم وينقلها الى الخلايا ثم يأخذ ثاني اوكسيد الكربونCo2 والنتائج الابرازية الاخرى من الخلايا ويحملها الى مجرى الدم.

النسيج المكــون للدم Hemopoietic tissue:

العناصر الخلوية المكونة للدم قصيرة العمر، لذا تتلف باستمرار ولكي يبقى عددها ثابتا تقريبا يكون النسيج المكون للدم هو النسيج الذي ينتج خلايا دم جديدة ليعوض وخلايا الدم الميتة . وتدعى عملية تكوين خلايا الدم هذه بتكوّن الدم hemopoiesis .

يشمل هذا النسيج النوعين الاتيين:

١- النسيج اللمفاوي Lymphoid tissue:

ويوجد في العقد اللمفية والعقيدات اللمفية lymph nodules والطحال spleenوالتوتةthymus . يُكوّن هذا النسيج الخلايا اللمفية monocytesوالخلايا الوحيدة ويتألف من جزأين:

أ- هيكل شبه اسفنجي يدعى بالسدى stromaيتكون من خلايا شبكية والياف شبكية تتخللها فسح.

ب- خلايا حرة free cells توجد في فسح السدى stromaوتكون جميع الخلايا من نوع الخلايا اللمفية بحجوم مختلفة صغيرة ومتوسطة وكبيرة وتتكون الخلايا من انقسام الخلايا اللمفية الموجودة اصلا في النسيج اللمفاوي لا سيما العقد اللمفية والطحال. وتنشأ الخلايا اللمفية الكبيرة والمتوسطة ايضا من الخلايا الشبكية البدائية primitive reticular cells.

تكوّن ودوران الخلايا اللمفية:

تشتق الخلايا في الجنين من الخلايا المتوسطة الموجودة في جدار الكيس المحي وفي الكبد والطحال . وتهاجر هذه الخلايا الجذعية stem cellsبعد ذلك الى نقي العظم . وتدخل الخلايا اللمفية المتكونة من هذه الخلايا الجذعية في نقي العظم الدم. واعتمادا على سلوكها فيما بعد تنصف على نمطين:

١- يمر بعضها من الدم الى التوتة وهنا تنقسم بتكرار وتعاني بعض التغيرات وتدعى عند ذاك بالخلايا اللمفية – ت (ت من التوتة) . وتعود الخلايا اللمفية ت- مرة اخرى بعد نضوجها في التوتة الى الدم لتصل الى النسيج اللمفي في قشرة العقد اللمفية حول المراكز الانتاشية وفي اللب الابيض للطحال واللوزات والمعى. يعبر الكثير من الخلايا اللمفية من هذه الكتل للنسيج اللمفي الى الاوعية اللمفية ومن خلالها ترجع الى الدورة الدموية مرة اخرى. وبهذه الطريقة تستمر الخلايا اللمفية بخروجها من الدم الى النسيج اللمفي ومنه الى الدم مرة اخرى. وتكون الخلايا اللمفية-ت مسؤولة عن التفاعلات المناعية الخلوية الوسيطة كفرط الحساسية الآجلdelayed hypersensitivity ورفض الطعم graft rejection

٢- تدخل مجموعة اخرى من الخلايا اللمفية الناشئة من الخلايا الجذعية في نقي العظم الى مجرى الدم ولكنها لا تذهب الى التوتة بل تذهب الى النسج اللمفية الاخرى . وتدعى مثل هذه الخلايا بالخلايا اللمفية –ب( ب من bursa of facricius ) اي تعني انبعاجا خارجيا اصبعيا من المجمع في الطيور تتكون فيه الخلايا اللمفية –ب . وبعكس الخلايا –ت- التي تقع حول المراكز الانتاشية للعقد اللمفية والطحال تتضاعف الخلايا –ب- الخلايا –ت- لتكون المراكز الانتاشية انفسها. تشبه الخلايا –ب- الخلايا –ت- من حيث انها تدور بين النسيج اللمفي ومجرى الدم. ولقد افترض ان الخلايا- ب- تمر بمرحلة نضوج ايضا ولكن ليس في التوتة وانما في نقي العظم نفسه او في النسيج اللمفي للقناة الهضمية،

تتحول الخلايا اللمفية –ب- الى خلايا بلازمية تنتج اضدادا خِلطية humoral antibodiesتفرز الى الدم والسائل ما بين الخلايا واللمف.

لقد وجد كذلك ان الخلية الوحيدة تنشأ من الخلايا اللمفية حيث تمر بتغييرات بسيطة . ويعتقد ان الخلايا اللمفية تنشأ من خلايا مشابهة لارومة الخلايا الدموية hemocytoblast التي قيل عنها بأنها هي أنفسها ولكنها تكون ذات مواقع مختلفة. اما بالنسبة للخلية الوحيدة فان الموقع الرئيسي لتكوينها هو الطحال( كذلك الكبد ونقي العظم) وبحسب النظرية الوحدوية unitarian theory تنشأ الخلية الوحيدة من ارومة الخلايا الدموية مباشرة او تمر بمرحلة خلية لمفية lymphocyte. وقد ظهر الاعتقاد بتكوين الخلية الوحيدة من الخلية اللمفية مقبولا ولاسيما عند وجود خلايا في مسحة الدم يصعب تحديدها بين خلية وحيدة او خلية لمفية .

٢- النسيج النقوي myeloidاو نقي العظمBone marrow

يكون هذا النسيج مسوؤلا بصورة رئيسية عن تكوين كريات الدم الحمر والكريات البيض الحبيبية والصفيحات الدموية اما تكوين الخلايا اللمفية lymphocytes والخلايا الوحيدة monocytesفيكون قليلا.

نقي العظم نوعان : نقي العظم الاحمر red bone marrowونقي العظم الاصفرyellow bone marrow. ويكون الاول فعالا في تكوين كريات الدم وتكثر فيه الاوعية الدموية بينما يكون الثاني غير فعال وتقل فيه الاوعية الدموية وتكثر فيه الخلايا الدهنية. ويوجد نقي العظم الاحمر في عظم القص والاضلاع والفقرات وعظام الجمجمة ونهايات بعض العظام الطويلة. اما نقي العظم الاصفر فيوجد في بقية العظام .

يتألف نسيج نقي العظم مما يأتي:

أ- هيكل شبكي هو السُدى stroma: يتكون من خلايا شبكية بدائية ملتهمة والياف شبكية . وتنتشر في هذا الهيكل خلايا دهنية بصورة مفردة في النقي الاحمر ولكنها تكون بشكل مجاميع كبيرة في النقي الاصفر.

ب- الاوعية الدموية : تتميز دورة الدم في النسيج النخاعاني بوجود الجيبانيات الدموية blood sinusoids وتختلف هذه الجيبانيات الدموية عن الشعيرات الدموية بأن قطرها اكبر من قطر الشعيرات الدموية وانها مبطنة بخلايا شبكية بطانية مسطحة التهامية وتحتوي جدران الجيبانيات على ثقوب تسمح لكريات الدم الجديدة المتكونة في خارج الجيبانيات بالمرور الى داخلها ومنها الى الوعية الدموية وثم الى مجرى الدم ولا توجد اوعية لمفاوية في نِقي العظم.

ج- خلايا حرةfree cells : توجد هذه الخلايا في فُسح السَدى في مراحل متعددة ومختلفة من نموها ، فمنها خلايا كاملة النمو mature ككريات الدم الحمر العديمة النواة وكريات الدم البيض. زمنها خلايا غير كاملة النمو immature تمثل مراحل متعددة ومختلفة في عملية تكوين كريات الدم الحمر والكريات البيض الحبيبية خاصة كما هو مبين فيما يأتي (شكل ٥-٢):

١- الخلايا الممثلة لمراحل تكوين كريات الدم الحمر وتشمل ما يأتي:

أ- ارومة الخلايا الدموية hemocytoblast او الخلية الجذعية الحرة free stem ell: وهي خلية اميبية غير بلعمية ذات طبيعة لمفية يكون قطرها نحو ١٥ مايكرومترا، يتميز سايتابلازمها بانه يتقبل الملونات القاعدية والخلية ذات نواة تحتوي على نحو ١-٢ من النويات . وقد يظهر في النواة تجمعات للمادة الصبغينية وتظهر النواة منتفخة وواضحة النويات في مقاطع نقي العظم كما يظهر في السايتوبلازم احيانا الحبيبات اللازوردية azurophilic grnules. وتعد هذه الخلية هي الاصل في تكوين كل مكونات الدم من كريات دم حمر وبيض وصفيحات دموية بحسب النظرية الوحدوية unitarian theory وتتكون ارومة الخلايا الدموية بصورة رئيسة من الانقسامات الخيطية للنوع نفسه من الخلايا . اما الخلايا الجديدة فتتكون من الخلايا الشبكية البدائية primitive reticular cells

ب- سليفة الارومة الحمراء proerythrobast:

تتمايز هذه الخلية من ارومة الخلايا الدموية وهي اكبر منها قليلا وان سايتوبلازمها اكثر تقبلا للمولونات القاعدية، كما ان نواتها تحتوي على صبغين متجانس ومتميز اكثر مما هو عليه في ارومة الخلايا الدموية. تنقسم هذه الخلايا لتكون الخلايا التي تليها (جـ)

ت- الارومة الحمراء القَعِدة :

خلية اصغر من سليفة الارومة الحمراء قليلا وتحتوي على نواة ذات صبغين اكثر كثافة . اما السايتوبلازم فيكون اكثر تقبلا للملونات القاعدية من سليفة الارومة الحمراء نتيجة لزيادة عدد الرايبوسومات الحرة والرايبوسومات المتعددة . وستعاني هذه الخلية اختزالا في الحجم وزيادة في كمية الهيموغلوبين وانكماشا في النواة حيث تُفقد في المراحل الاخيرة من النمو.

ث- لارومة الحمراء المتعددة التلوينpolychromatophil erythroblast :

تعاني الخلية المسماة بأرومة الكرية الحمرا القعدة عدة انقسامات خيطية يتكون منها ارومات الكريات الحمر المتعددة التلوين التي يتميز فيها ظهور الهيموغلوبين ولذلك يظهر السايتوبلازم بلون يكون بين الارجواني المزرق والبنفسجي او الرمادي عند تلوينها بملونات الدم الخاصة . وتكون النواة ذات صبغين اكثف مما هو عليه في الخلية التي سبقتها ويكون حجم الخلية اصغر من ذلك ايضا.

ح- ارومة الحمراء Normoblast:

تعاني الخلية المسماة الارومة الحمراء المتعددة التلوين عدة انقسامات خيطية بعضها يبقى في دور راحة مصدرا لتزويد خلايا اخرى. وبعضها الاخر تقل فيه قابلية سايتوبلازمها في تقبله للملونات القاعدية وتزداد فيه كمية الهيموغلوبين، حيث يظهر السايتوبلازم متقبلا للملونات الحامضية كالكريات الحمر الكاملة النمو. وتسمى مثل هذه الخلايا بارومات الحمر السوية. وتكون هذه الخلايا اصغر من الخلايا التي سبقتها وتتقبل الملونات القاعديدة بدكنة. ثم تنكمش النواة تدريجيا وتتوقف فعالياتها الانقسامية وتفقد اخيرا النواة مع طبقة رقيقة من السايتوبلازم بطريقة يعتقد انها مجرد عملية خروج بسيطة مع ان قليلا من الباحثين يعتقد تحللها.

وتظهر كريات الدم الحمر الفتية التي تسمى بالكريات الشبكية reticulocytesمحتوية على شبكة دقيقة عند استعمال الملونات الحيوية الخاصة . ان هذه الشبكة هي بقايا بروتين نووي ريبي ribonucleoprotin. تفقد الخلية هذه الشبكة بعد ذلك لتكون كرية الدم الحمرا الاعتيادية التي تدخل الى الجيبانيات في نقي العظم نتيجة للضغط الذي سيتولد من النمو المتزايد المحيطة بها ومن هناك تذهب الى مجرى الدم . وقد توجد نسبة ضئيلة من الكريات الشبكية تقدر ب١% من عدد الكريات الحمر في مجرى الدم.

٢- الخلايا الممثلة لمراحل تكوين كريات الدم البيض الحبيبية :

تمر ارومة الخلايا الدموية hemocytoblast التي وصفت سابقا بالمراحل الاتية (شكل ٥-٢) لتكون هذا النوع من الكريات:

الخلايا قبل النخاعية promyelocytes :

أ- خلايا كبيرة ولكنها اصغر قليلا من ارومة الخلايا الدموية ، وتحتوي على نواة كروية او بيضوية ذات صبغين اكثف من نواة ارومة الخلايا الدموية . يكون السايتوبلازم بصورة عامة متقبلا الملونات القاعدية ولكن تظهر فيه بقع متقبلة الملونات الحامية غالبا . ويظهر في السايتوبلازم ايضا حبيبيات اليفة اللازورد وخاصة عند المحيط . ستعاني الخلايا ما قبل النخاعية اختزالا تدريجيا في الحجم وتكثفا وتخصصا في النواة وتمايز في الحبيبات النوعية في السايتوبلازم.

ب- الخلايا النخاعية Myelocytes:

تنقسم الخلايا النخاعية وتتحول الى خلايا نخاعية. وفي عملية التحول هذه تقل قابلية السايتوبلازم لتقبل الملونات القاعدية وتبدأ الحبيبات النوعية بالظهور اذ تظهر اولا في المنطقة التي حول النواة ثم تملأ السايتوبلازم فيما بعد في حين يقل عدد الحبيبات اللازوردية. ويزداد عدد الحبيبات وتتميز نوعيتها . وتزداد ايضا كثافة المادة الكروماتينية في النواة التي

تكون ذات شكل بيضوي وغير مركزية الموقع. وتحدد نوعية الحبيبات هذه نوعية الخلية النخاعية ان كانت قَعِدةbasophilic او حَمِضة acidophilic h او عَدِلَة neutrophilic . وفضلا عن ذلك يبدأ ظهور تخصر في نوى هذا النوع من الخلايا في المرحلة الاخيرة من تحولها.

خ- الخلية بعد النخاعيةMetamyelocyte :

وتتكون هذه الخلية نتيجة للانقسامات المتكررة للخلية النخاعية وتكون الخلايا ذات حجم اصغر مما هي عليه وتتوقف هذه الخلايا عن الانقسام ، وبعد ذلك يزداد التخصر في النواة اذ تتخذ شكل الكلية او حذاء الفرس في الخلية بعد النخاعية العَدِلة neutrophilic metamyelocyte . وفي الخلية الاولى اي الخلية بعد النخاعية العدلة التي تسمى ايضا بكرية الدم البيضاء العدلة الحديثة التكوينjuvenile neutrophil ، تتخذ النواة بعد ذلك شكلا شريطيا فتدعى عند ذلك بكرية الدم البيضاء العدلة الشريطية band

neutrophil . ثم تظهر تخصرات كثيرة في هذه النواة الشريطية يحصل منها نواة كثيرة الفصوص وبذا تتكون كرية الدم البيضاء العدلة.

اما في الخلية ما بعد النخاعية الحمضة او الايوسينية فيظهر في النواة تخصر واحد عادة يعمق تدريجيا ليقسم النواة الى فصين متصلين بخيط كروماتيني دقيق وبذا تتكون كرية الدم البيضا الحمضة او الايوسينية acidophilic or eosinophilic leucocyte .

وفي حالة الخلية ما بعد النخاعية القعدة basophilic metamyelocte تكون التغيرات التي تحدث في النواة اقل من سابقتيها اذ تظهر فيها تخصرات غير منتظمة لتعطي الشكل غير المنتظم لنواة كرية الدم البيضاء القعدة Basophilic leucocyte .

٣- تكويــن الصفيحات الدموية Blood platelets :

تنشأ الخلايا megakaryocytes التي يبلغ قطرها نحو ٣٠- ١٠٠ مايكرومتر او اكثر من الارومة النواء megakaryoblast . وتتميز هذه الخلية عن ارومة الخلايا الدموية في ان نواتها كبيرة وذات تخصرات عديدة وتحتوي على نويات عديدة . كما ان السايتوبلازم يكون متجانسا واليفا للملونات القاعدية . تتحول هذه الخلية الى الخلية النواء وذلك عن طريق الانقسام الخيطي المكترر للنواة دون انقسام السايتوبلازم . وتمتاز الخلية النواء بانها خلية كبيرة جدا ذات نواة كبيرة صبغينها خشن ولا تتميز فيها النويات. وتكون النواة مفصصة بصورة معقدة وتكون الفصوص متراصة بعضها ببعض او متصلة بشرائط صبغينية دقيقة. اما السايتوبلازم فيحتوي على الحبيبات اللازوردية المتعددة ويكون اليفا للملونات القاعدية بشكل ضعيف. وتكون هذه الخلايا الكبيرة بروزات سايتوبلازمية تشبه الاقدام الكاذبة pseudopodia التي تنفصل عن الخلية الأم لتكون الصفيحات الدموية.

يوجد هنا شكل ٥-٢ مراحل تكوين كريات الدم الحمر والبيض والصفيحات الدموية( عن ليسن بتصرف)