فـــإن الســـوائل التي يقل ضـغطها التناضحي عما هي الحال في المصورة الدموية تدعى سوائل منخفضة التوتر .

يـؤدي وضع الكريات الحمراء في سائل مرتفع التوتر إلى خروج الماء مـــن داخـــل الكـــريات الحمراء إلى الوسط المحيط وبالتالي يحصل انكماش هذه الكريات وانخفاض حجمها العام . وعلى العكس فإن وضع الكريات الحمراء في ســـائل مـــنخفض الـــتوتر سيؤدي إلى دخول الماء من الوسط إلى داخل الكريات الحمراء وبالتالي تنتبج هذه الكريات ويزداد حجمها العام . وقد يؤدي دخول الماء إلى داخل الكريات الحمراء إلى انفجارها وخروج الهيموغلوبين منها .

هـــذا ويعتبر السائل الذي يتراوح تركيز NaCl فيه ٠,٩% سائلاً متعادل الـــتوتر مع المصورة الدموية ولا غضاضة من استعماله مخبرياً ، إذ إنه لا يؤثر في حجم أو عمل الكريات الحمراء .

معدل تثقل الكريات الحمراء (سرعة ترسب الكريات الحمراء) هو أحد اختبارات الدمّ التي نتمكن من خلالها أخذ فكرة جيدة عن صحة الدم وبالتالي عن صحة الإنسان .

هـــذا وتوجد الكريات الحمراء في المصورة الدموية بشكل معلق ويعود ذلـــك إلى وجـــود البروتينات المصورية والكثافة للكريات الحمراء . وإذا ما منع تخثر الدم بإضافة أحد موانع التخثر إليه وترك في أنبوب لفترة من الزمن/ساعة/، تثقلت الكريات الحمراء (ترسبت) إلى الأسفل .

ومن أجل قياس سرعة تثقل الكريات الحمراء عند الإنسان تستعمل عادة أنـــابيب مفتوحة من الطرفين ومدرجة من ٥ -- ٢٠٠ ملم من أعلى إلى أسفل طول كـــل مـــنها ٣٠ سم ، وقطره ٢,٥ ملم تدعى أنابيب وسترغرين . ويستعمل عادة مـــادة ســـترات الصوديوم كمادة مانعة للتخثر بنسبة ٣,٨غ/١٠٠ مم٣ من الدم . وتبلغ سرعة (معدل) تثقل الكريات الحمر المقاسة بطريقة وستر غرين على النحو التالي :

١- عند الرجال من ٥ -- ١٠ ملم / الساعة الأولى .

٢- عند النساء من ٥-١٥ ملم / الساعة الأولى .

٣- عند الأطفال من ٥-١٠ ملم / الساعة الأولى .

يزداد معدل تثقل الكريات الحمراء عند الإنسان في كثير من الحالات المرضية كالانتانات القيحية ومرض السل والسرطانات كما يلاحظ ازدياد معدل التثقل للكريات الحمراء عند الشيوخ والمرأة الحامل .

ب- كريات الدم البيضاء Lukocytes :

كريات الدم البيضاء بعكس مثيلاتها الحمراء . لا تحتوي على صباغ الهيموغلوبين ولهذا السبب سميت بالكريات البيضاء . والكريات البيضاء أكبر حجماً من الكريات الحمر وتحتوي كل منها على نواة دائمة . وتتميز هذه الكريات بقدرتها على الحركة الذاتية المتحولية النشيطة حتى بعكس تيار الدم الجائل ، بينما الكريات الحمراء لا تتحرك إلا بفعل حركة الدم وبشكل عام فإن الكريات البيض تمارس معظم وظائفها خارج مجرى الدم على عكس مثيلاتها الحمراء التي لا تغادر مجرى الدم أبداً .

أما أعداد الكريات البيضاء في الدم الجائل فهي أقل بكثير من أعداد الكريات الحمراء . ويقدر عدد الكريات البيضاء في دم الإنسان البالغ بحوالي ٨٠٠٠ كرية /مم^3 من الدم أي بتراوح العدد من ٦-١١ ألف كريه .

تصنيف الكريات البيضاء عند الإنسان :

تصنف الكريات البيضاء عند الإنسان عادة إلى كريات محببة وأخرى غير محببة .

١- الكريات البيضاء المحببة :

تحتوي هيولى هذا النوع من الكريات البيضاء على حبيبات خاصة وحسب طبيعة تفاعل هذه الحبيبات الهيولية مع الملونات النسيجية تقسم الكريات البيضاء المحببة إلى ثلاثة أنواع رئيسة :

أ- الكريات البيضاء المعدلة Neutrophils .

ب- الكريات البيضاء الحمضة Eosinophils .

ج- الكريات البيضاء القعدة Basinophils .

٢- الكريات البيضاء غير المحببة :

هي خلايا دموية ذات هيولى رائقة وخالية من الحبيبات وتقسم إلى :

أ- الكريات البيضاء وحيدة النوى Monocytes .

ب- الكريات البيضاء الليمفاوية Lynphocytes .

عدد الكريات البيضاء :

يتراوح عدد الكريات البيضاء في ١ ملم^3 من الدم عند الإنسان ما بين ٦-١١ ألف كرية ويتأثر هذا العدد بعوامل كثيرة :

- العمر : يكون عدد الكريات البيضاء عند المواليد والأطفال مرتفعاً حيث يتراوح ما بين ١٠-٢٥ ألف كرية ثم لا يلبث هذا العدد أن يهبط مع تقدم العمر .
- يزداد عدد الكريات البيضاء بعد تناول وجبات الطعام وبعد التمارين الرياضية والانفعالات الشديدة ، كما يزداد أثناء الحمل عند المرأة ويبقى كذلك عدة أيام بعد الولادة .

العوامل المرضية المؤثرة على عدد الكريات البيضاء :

يزداد عدد الكريات البيضاء عند الإنسان في الحالات المرضية التالية :

أ- ابيضاض الدم الحاد والمزمن (سرطان الدم) .

ب- الأورام الخبيثة .

ج- في معظم الأخماج أو الالتهابات الجرثومية أو الفيروسية الحادة والمزمنة .

ء- تحت تأثير تناول بعض الأدوية والمواد الكيميائية والسموم .

تكون الكريات البيضاء :

تنشأ الكريات الدموية البيضاء العدلة والحمضة والعقدة ووحيدات النواة في نقي العظام . أما الكريات البيضاء الليمفية فإنها تتكون بشكل أساسي في

الأعضاء الليمفية كالغدد الليمفية واللوزتين والكبد والطحال والنسيج الليمفاوي للجهاز الهضمي .

تختزن الكريات البيضاء في نقي العظام لحين الحاجة إليها حيث تنطلق إلى الدم ، إن فترة حياتها قصيرة جداً بالنسبة للكريات الحمر وتتراوح بين ١-٢ أسبوع .

خصائص الكريات البيضاء :

١- الإنسلال : هو عبور الكريات البيضاء من خلال جدران الأوعية الدموية إلى الأنسجة ، وهذا الحادث فيزيولوجي ولكنه يزداد في الحالات الالتهابية ، وتختص بهذه الصفة الكريات البيضاء العدلة ووحيدات النواة وبدرجة أقل الحمضة والكريات اللمفية .

٢- الحركة الذاتية (المتحولية) : تتصف بهذه الخاصية الكريات البيضاء الحمضة والعدلة .

٣- الإنجذاب الكيميائي : ينتج في النسج أثناء الالتهابات مواد كيميائية مختلفة مثل الذيفانات الجرثومية والمنتجات التنكسية للنسج الملتهبة ، وهذه المواد تسبب في قدوم وجذب الكريات البيض إلى النسج وخاصة جذب العدلات ووحيدات النوى .

٤- البلعمة : وهي الخاصة المميزة للعدلات ووحيدات النوى .

وظائف الكريات البيضاء :

١- الكريات البيضاء العدلة :

هي الأكثر عدداً بين الكريات البيضاء إذ أنها تشكل حوالي ٦٠-٧٠% من مجمل العدد الكلي للكريات البيضاء ، ويمكن تمييزها تحت المجهر بأن هيولاها تحتوي على حبيبات صغيرة تصطبغ بالملونات المتعادلة باللون البنفسجي المحمر قليلاً . أما نواة الخلية العدلة الناضجة فتتألف من عدة فصوص . وتكون نواة الخلية العدلة الأقل نضجاً على شكل حرف (S) أو نواة قطعية الشكل (U) .

الكـــريات البيضـــاء العدلة قادرة على الحركة المتحولية وتستطيع بلعمة الأجســـام الغريـــبة أو الجراثيم الممرضة التي تهاجم الأنسجة . وتحتوي حبيبات الكـــريات البيضـــاء العدلة على جسيمات حالة تقوم بافراز أنظيمات خاصة تحلل الأجسام الغريبة التي يتم ابتلاعها كالجراثيم والفيروسات والبقايا الخلوية الميتة . وتستطيع الخلية العدلة الواحدة أن تبتلع وتهضم من ١٠ – ٢٠ جرثومة قبل أن تنفذ الأنظيمات الحالة فيها وتموت .

إن حـــالات الرضوض والتسمم والنزف والحروق الحرارية والإشعاعية والإصـــابات الجرثومية والفيروسية والطفيلية التي تصيب الأنسجة تسبب جميعها إنســـلال الكـــريات البيضـــاء العدلة من مجرى الدم عبر ثقوب الجدران للأوعية الدموية وتحركها إلى مناطق الإصابة . إن انطلاق الكريات البيضاء إلى مناطق الإصـــابة أو الالـــتهاب يـــتم عموماً تحت تأثير عملية كيميائية تدعى بالانجذاب الكيميـــائي . حيـــث تفـــرز مناطق الإصابة مواداً كيميائية تنتشر في الدم لتنبيه الكريات البيضاء العدلة وحثها على الحركة باتجاه مناطق الإصابة والالتهاب .

٢ – الكريات البيض الحمضة (محبة الأحماض) :

هي خلايا كبيرة الحجم تحتوي هيولاها على حبيبات كبيرة الحجم تصطبغ بالمـــلونات الحمضـــة باللون الأحمر الفاقع (الزهري) ، نواتها أقل تفصصاً من نـــواة الكـــريات العدلـــة . العدد الإجمالي للكريات الحمضة أقل بكثير من أعداد غيـــرها. وتشـــكل نسبة ٢–٤% من مجموع عدد الكريات البيضاء ، والكريات البيضـــاء الحمضـــة قادرة على الحركة أما قدرتها على البلعمة فهي أقل شأناً من قدرة الخلايا العدلة .

يزداد عدد الكريات الحمضة في حالات الإصابات التحسسية والإصابات الطفيـــلية . وتحتوي الكريات الحمضة على أنظيمات خاصة تحررها إلى جانب الطفيـــليات والمواد الغريبة مما يجعلها أكثر استساغة في عملية البلعمة التي تقوم بها العدلات ووحيدات النوى . ويعتقد بأن الكريات الحمضة تقوم ببلعمة المعقدات

المتكونة من اتحاد المستضدات والأضداد وبذلك تمنع من انتشار الالتهاب الموضعي .

٣- الكريات البيضاء القعدة :

هي الأقل عدداً بين أنواع الكريات البيضاء ، هيولاها تحتوي على حبيبات خاصة كبيرة الحجم وتصطبغ بالصبغات الأساسية باللون الأزرق القاتم ، نواتها مكونة من فصيص ، وتنتج الكريات البيضاء القعدة مواداً مثل الهيبارين والهستامين والسيروتونين .

٤- الخلايا اللمفية :

يوجد ثلاثة أنواع من الكريات البيضاء اللمفية ، كبيرة ومتوسط وصغيرة ، وتصطبغ نواة الخلية اللمفية باللون البنفسجي القاتم وهي تشغل كل هيولى الخلية ولكنها تترك حولها ما يشبه الهالة الرقيقة النيرة .

الوظيفة الأساسية للخلايا اللمفية هي مساهمتها الفعالة في تقوية الجهاز المناعي للجسم عن طريق تصنيع وإنتاج العديد من الأضداد وخاصة الغلوبيولين المناعي IgG . وتستطيع الخلايا اللمفية الإنسلال خارج مجرى الدم إلى الأنسجة كالأمعاء والرحم والجهاز التنفسي ولكنها غير قادرة على البلعمة .

٥- الكريات البيضاء وحيدة النوى :

وهي أكبر أنواع الكريات البيض حجماً إذ يبلغ قطر الواحدة منها ٣ أضعاف قطر الكرية الحمراء ، أما نوى هذا النوع من الكريات البيضاء فتكون مستديرة أو على شكل حبة الفاصولياء أو بيضوية . وتحيط بالنواة هيولى غير محببة أو تحتوي على حبيبات قليلة وصغيرة الحجم . وظيفتها قادرة على الحركة وتملك قدرة فائقة على البلعمة . حيث أنه بمجرد وصول وحيدات النواة إلى أماكن الإصابة تتحول إلى بلاعم كبيرة تستطيع أن تهضم أكثر من ١٠٠ جرثومة دفعة واحدة .

- زيادة عدد وحيدات النوى واللمفاويات في الدم مؤشر دموي جيد للإصابة بمرض فيروسي يصيب الشبان البالغين من الجنسين ويدعى مرض القبلات ويتميز هذا المرض بالحمى والتهاب بلعوم وتضخم العقد اللمفاوية العنقية .

الصفيحات الدموية :

تعتبر الصفيحات الدموية أصغر عناصر الدم الخلوية وتبدو تحت المجهر على شكل أقراص صغيرة مدورة أو عصوية الشكل يحيط بها غشاء خلوي ولكن ليس لها نواة ، أما هيولاها فتحتوي على حبيبات صغيرة ، ويبلغ قطر الواحدة من الصفيحات الدموية حوالي ٣ ميكرون وتتكون الصفيحات الدموية من الخلايا الجذعية التي تعطي أرومات الكريات ومن تكسر هذه الأخيرة تنشأ الصفيحات الدموية ويتراوح العدد الكلي للصفيحات الدموية في دم إنسان ما من ١٥٠-٣٥٠ ألف صفيحة في كل ١ ملم^3 من الدم .

إن فترة بقاء الصفيحات الدموية في الدم الجوال ليست كبيرة فهي تجول في الدم لفترة من ٨-١١ يوم ثم تتخرب بعدها وتحتجز من قبل خلايا الجهاز الشبكي البطاني للكبد والطحال . ومن وظائفها الفيزيولوجية أنها تلعب دوراً رئيسياً في تخثر (إرقاء الدم) وتكوين السدادة الدموية التي قد تكون كافية لإغلاق شروخ الأوعية الدموية الصغيرة .

وظائف الصفيحات الدموية : تقوم الصفيحات الدموية بالوظائف التالية :

١- تشارك في عملية تخثر الدم : فهي تستطيع نتيجة لسطحها اللاصق (الدبق) الالتصاق بسرعة إلى سطح المواد الغريبة . وعند تماسها معها أو مع السطح الخشن فإنها تتفكك إلى قطع صغيرة طارحة ما يسمى عوامل الصفيحات الدموية التي تشارك في كل مراحل تخثر الدم .

٢- تخدم الصفيحات الدموية كمواد بنائية للخثرة الدموية الأولية ، أثناء تخثر الدم تطلق الصفيحات الدموية استطالات دقيقة/قرون نجمية/الشكل تتشابك مشكلة أساساً تتشكل عليه خثرة الدم .

٣- تطـرح الصـفيحات الدمويـة مواداً ضرورية لتكثيف الخثرة الدموية : مواد انكماشية Retractillityوأهمها ثرومبوستينين .

٤- يطرح من الصفيحات الدموية في النسيج المجروح عامل النمو الصفيحي الذي يحرض على انقسام الخلايا الأمر الذي يساعد على التئام الجروح .

٥- تقـوي الصـفيحات الدموية جدران الأوعية الدموية وتثبتها : تتألف الجدران الداخـلية للأوعيـة الدموية من الخلايا الظهارية ، ولكن متانة هذه الجدران تـتحدد بتماسـك الصفيحات الدموية الجدارية والتي توجد على طول جدران الأوعية الدموية .

٦- تـنقل الصفيحات الدموية المواد المختلفة : مثل السيروتونين الذي يمتز على سـطح الصـفيحات من الدم هذه المادة تضيق جدران الأوعية الدموية وتقلل النزف .

- المصورة الدموية Blasma :

هـي القسـم السائل من الدم ، توجد فيها وبشكل معلق العناصر الخلوية لـلدم، ويقدر حجم المصورة الدموية عند الإنسان البالغ بـ ٥٥-٦٠% من حجم الـدم الكلي ، وتبدو المصورة الدموية إذا انفصلت عنها الكريات بلون رائق يميل إلى الصـفرة ، وهي لزجة لوجود البروتينات فيها وتعادل لزوجتها ١,٥ بالنسبة للماء .وتفاعلها قلوي خفيف وكثافتها ١,٠٣٠ .

تركيب المصورة الدموية :

تتألف المصورة الدموية من ٩٠% ماء و١٠% مواداً صلبة والتي تتكون من الغازات المنحلة مثل CO٢ , O٢ ومواد عضوية تشمل على البروتينات بشكل أساسي والتي تشكل حوالي ٨,٧غ% وهذه البروتينات تتكون من :

أ- الألبومين ويمثل ٤ غ% .

ب- الفيبرين (مولد الليفين) ويمثل ٠,٥ غ% .

ج- الغـلوبيولين ويمـثل ٢,٥ غ% وله ثلاثة أنواع α , β , δ وتتكون بروتينات المصـورة الدموية في الكبد وهي ذات حمولة كهربائية سالبة ، لذلك تتفصل

عن بعضها البعض بوساطة الرحلان الكهربائي . ويوجد في المصورة الدموية بالإضافة إلى البروتينات مواد سكرية ودهنية وتتألف من :

١- الغلوكوز ويمثل ٦٠-١٠٠ ملغ % .

٢- الشحوم الثلاثية وتمثل ٥٠-١٥٠ ملغ % .

٣- الكوليسترول ويمثل ١٥٠-٢٤٠ ملغ % .

٤- الفوسفوليبيدات - الفيتامينات - الأنظيمات .

٥- حمض اللبن .

٦- اليوريا .

٧- حمض البول .

٨- الهرمونات .

٩- الكرياتينين .

كما تحتوي المصورة الدموية على عناصر معدنية مختلفة تتمثل بالكالسيوم والصوديوم والبوتاسيوم والفوسفور والحديد والمغنزيوم واليود والكلور والزنك . وتوجد هذه العناصر على شكل كلوريدات أو فوسفات أو بيكربونات ، وتدعى الجمل الدارئة للدم . ما عدا الكالسيوم الذي يتثبت جزء منه على البروتينات المصورية والباقي يكون شارديا .

الوظائف الفيزيولوجية للعناصر المعدنية المصورية :

يستعمل بعضها في تكوين العظام والأسنان مثل الكالسيوم والفوسفور وبعضها يدخل في تركيب البروتينات والدهون والأنسجة العضلية وخلايا الدم وبعض الخمائر الموجودة في سوائل الجسم وأنسجته إضافة إلى ذلك تلعب هذه المعادن أدواراً مهمة في الحفاظ على الضغط التناضحي لسوائل الجسم وإثارة العضلات والأعصاب والتوازن الحمضي القلوي .

وظائف بروتينات المصورة الدموية : للبروتينات وظائف هامة هي :

١- المساهمة في إعطاء الدم لزوجة معينة .

٢- المساهمة في عملية تخثر الدم عن طريق بروتين مولد الليفين .

٣- لها دور مناعي هام لاحتوائها على ٥ غاما غلوبيولين .

٤- تساهم في إعطاء الصورة الدموية الضغط التناضحي الغرواني الذي يلعب دوراً في تبادل الماء بين الدم والأنسجة لذلك فهي تساهم في الحفاظ على حجم الدم .