الدم

يتحقق الترابط بين الوسط الخارجي وخلايا الجسم في الحيوانات الراقية عن طريق الدم ولا تكون الخلايا الجسمية على اتصال مباشر مع الدم بل مع السائل النسيجي المترشح من الدم خلال الشعيرات الدموية . ويعزى التبادل السريع للمواد بين الدم والانسجة الى الكريات الحمراء التي يعود الفضل الى شكلها وعددها الضخم في تكوين مساحة كبيرة قادرة على حمل مختلف المواد الواصلة الى الدم حيث الفعل الاساس لكرية الحمراء هو نقل الاوكسجين بدرجة كبيرة وثاني اوكسيد الكاربون وكذلك فان الكريات الدموية الحمراء تقوم بامتصاص المواد الغذائية وتحملها على سطحها الخارجي نحو مختلف الانسجة والاعضاء وبالمقابل فإنها تستلم المواد الخارجة من تلك الانسجة .

وظائف الدم :

1- التنفسية : حمل الاوكسجين من الرئتين نحو الانسجة وثاني اوكسيد الكاربون من الانسجة الى الرئتين .

2- النقل : يستلم المواد الغذائية من القناة الهضمية ويحملها الى الانسجة والاعضاء وينقل المؤيضات من العضلات الى الكبد .

3- الافرازية : يستلم الدم النواتج النهائية للعمليات الحيوية ويحملها الى الاعضاء الافرازية (الكلى والرئتين والكبد والامعاء والجلد) لطرحها خارج الجسم .

4- التنظيمية : يجهز الدم الانسجة والاعضاء بالهرمونات المفرزة من الغدد الصماء وكذلك الفيتامينات وينظم الضغط التناضحي osmotic pressure ويحافظ على تركيز ثابت لأيونات الهيدروجين H^+ ويشترك في تنظيم درجة حرارة الجسم عن طريق نقل الحرارة من الاعضاء الداخلية الى سطح الجسم .

5- دفاعية : ينجز الدم عدة وظائف دفاعية من خلال عملية الالتهام Phagocytosis التي تقوم بها الخلايا المتخصصة ووجود بعض المواد الخاصة مثل الاجسام المضادة antibodies وبهذا يحافظ على الجسم من الاصابة بالأمراض والالتهابات .

6- ميكانيكية : يوفر الدم الضغط الضروري في التجاويف والاعضاء لتأدية مختلف الوظائف في الجسم مثل انتصاب القضيب .

كمية الدم blood volume

تختلف كمية الدم باختلاف انواع الحيوانات وتعتمد كميته على عدة عوامل منها :

العمرage : اذ تحتوي الحيوانات اليافعة كمية دم اعلى نسبيا" من الحيوانات الكبيرة العمر لان الحيوانات اليافعة في طور النمو المستمر وبالتالي فإنها تحتاج مواد ايضية اكثر وهذه المواد تحتاج من ينقلها الى الانسجة الفعالة وبالتالي تزداد الحاجة لزيادة عدد كريات الدم الناقلة لهذه المواد .

الجنس sex : يكون حجم الدم في الذكور اعلى من الاناث كون الاناث تعاني من حالات فسلجية متعددة تفقد من خلالها كمية دم اكثر مثل الحمل والولادة ودورة الطمث وغيرها . كما ان الهرمون الذكري التستسرون يساهم الى حد كبير في زيادة كريات الدم الحمراء .

الارتفاع عن سطح البحر altitude : يزداد حجم الدم في الحيوانات التي تعيش في المناطق المرتفعة عن سطح البحر نظرا" لانخفاض كمية الاوكسجين في الهواء الجوي وبالتالي لغرض سد النقص في كمية الاوكسجين الواصلة للخلايا يلجا الجسم فسلجيا" لزيادة كريات الدم الحمراء مما يتحفز افراز هرمون الارثروبوتين erythropoietin في الكليتين .

الفصل season : يكون حجم الدم خلال فصل الصيف اكبر منه مقارنة بفصل الشتاء كون ان الدم يجري بسرعة وخلال الاوعية الدموية ويقوم بنقل الحرارة الداخلية للجسم الى منطقة البشرة والجلد للتخلص من هذه الحرارة بطريقة التوصيل او التعرض للتيارات الهوائية .

التغذية nutrition : تزداد كريات الدم الحمراء عند التغذية لأنها تعد الناقل للمواد المتايضة الى انسجة الجسم . فضلا" عن ان توفر الحديد والنحاس وبعض الاحماض الامينية وفيتامين C وB12 ومواد اخرى لها دور في زيادة تخليق كريات الدم الحمراء .

الطبيعة الانتاجية : يلاحظ ان الحيوانات اليافعة من الثديات التي لا تنتج الحليب يكون عدد كريات الدم الحمراء اقل من تلك المنتجة للحليب بسبب حاجة انتاج الحليب الى مواد غذائية وايضية اكثر تنقل بواسطة الدم الى الانسجة اللبنية .

يوجد بالأوعية الدموية تحت الظروف الفسلجية الطبيعية جزء من الدم الدائر اما الجزء المتبقي والذي قد يصل الى حوالي نصف كمية الدم فانه يكون مخزونا" في المخازن الدموية كالكبد والجلد والطحال ، وتكون العلاقة بين الدم الدائر والمخزون غير ثابتة وتعتمد على حالة الحيوان

ففي حالة ارتفاع درجة الحرارة والجهد العضلي والاختناق وغيرها ، ترتفع كمية الدم الدائر بشكل انعكاسي وتنخفض كمية الدم المخزون وفي هالة الهدوء التام للجسم فان كمية الدم المخزون ترتفع .

الخواص العامة للدم

الدم عبارة عن نسيج ضام وهو سائل يتألف من جزئين الاول سائل (البلازما) والثاني خلوي (كريات الدم الحمراء والبيضاء والصفيحات الدموية) ولونه احمر غير شفاف ذو طعم ملحي ويتغير لونه بالاعتماد على درجة التشبع بالأوكسجين فالدم المؤكسد (الدم الشرياني) oxygenated blood فله لون احمر قاني اما الدم غير المؤكسد (الدم الوريدي) deoxygenated blood فيكون لونه احمر غامق ويتراوح الوزن النوعي 1.053 – 1.066 ويختلف الوزن النوعي باختلاف انواع الحيوانات .

وتنشأ لزوجة الدم Blood viscosity من الاحتكاك الداخلي للأجزاء الصغيرة عند حركتها وبمعنى اخر تعرف لزوجة الدم على انها مقدار الاحتكاك الناتج من تصادم خلايا المد ومكوناته مع بعضها البعض او مع جدران الاوعية الدموية فكلما ارتفع عدد كريات الدم ادى الى زيادة اللزوجة . يكون الضغط التناضحي للدم هو 7 ضغط جوي ويعتمد على الاملاح المعدنية وخاصة ملح الطعام NaCl . وتحت تأثير اشارات المستقبلات التناضحية تنطلق الانعكاسات التي تساعد على مرور الماء من الانسجة الى الدم او بالعكس وفي افراز او طرح الماء والاملاح من البول . ويرتفع الضغط التناضحي للجلد خلال الجهد العضلي بسبب انتاج حامض اللاكتيك الناتج من الجلايكوجين glycogen . ويرتفع الضغط ايضا" في حالة تمثيل المواد الغذائية ذات الاوزان الجزيئية العالية الى مواد ذات اوزان جزيئية واطئة . تعرف المحاليل التي يتساوى ضغطها التناضحي مع الضغط التناضحي للدم بمتساوية التوتر isotonic وهذا المحلول يدعى بالمحلول الفسلجي اما المحاليل التي تكون ذات ضغط تناضحي اوطأ من الضغط التناضحي للدم بناقصة التوتر hypotonic وفي هذه الحالة فان وضع كرية دم حمراء في مثل هذا المحلول فإنها تنتفخ ومن ثم تنفجر . اما المحاليل ذات الضغط التناضحي الاعلى من الضغط التناضحي للدم فتدعى بالمحاليل عالية التوتر hypertonic وهنا عندما توضع كرية الدم الحمراء في هذه المحاليل فإنها تفقد الماء وتتجعد .

الدرء الهيموجلوبيني buffering hemoglobin

وهو قدرة الجسم على المحافظة على الاس الهيدروجيني للدم ثابت عند حدود 7,2- 7,6 حيث يعمل على حمل القواعد والحوامض من مكان تكوينها الى مكان طرحها بدون تغيير الاس الهيدروجيني وبالتالي المحافظة على التكافآت الحامضية والقاعدية ثابتة . ومن المعروف ان تفاعل الدم قاعدي خفيف ويتحدد ذلك بتركيز ايون الهيدروجين +H والهيدروكسيد -OH في الدم ويكون الاس الهيدروجيني لحيوانات المزرعة بحدود 7.2 -7.6 .

تتلخص ميكانيكية عمل الدرء الهيموجلوبيني في ان الاوكسجين في الدم الشرياني المرتبط مع الهيموجلوبين مكونا" الاوكسي هيموجلوبين وينتقل الى الانسجة والخلايا في الجسم وعند وصولها فان الاوكسجين يفك ارتباطه مع الهيموجلوبين وينتقل الى الخلايا بواسطة الانتشار (من التركيز العالي الى التركيز الواطئ) ومن ناحية اخرى فان ثاني اوكسيد الكاربون يرتبط مع الهيموجلوبين ويكون الدم دي اوكسي هيموجلوبين وهنا يتحد ثاني اوكسيد الكاربون مع الماء بواسطة انزيم Carbonic anhydrase مكونا" حامض الكربونيك ثم يرتبط هذا الحامض مع ملح البوتاسيوم ويكون بيكاربونات البوتاسيوم وبهذه الطريقة تنقل كريات الدم الحمراء ثاني اوكسيد الكاربون من الانسجة الى الرئتين حيث الحويصلات الرئوية والذي يكون الضغط الجزيئي للأوكسجين وهذا يؤدي الى ارتباطه بالهيموجلوبين وتكون الاوكسي هيموجلوبين الذي يسحب ملح البوتاسيوم من بيكاربونات البوتاسيوم وتحت تأثير انزيم كربونيك انهيدراز يتحلل حامض الكربونيك الى ماء وثاني اوكسيد الكاربون الذي يذوب في الحويصلات الهوائية للرئتين ويطرح خارج الجسم عند التنفس .

$$H_2O + CO_2 \longleftarrow \text{حامض الكربونيك}$$

Carbonic anhydrase

$$\text{بيكربونات البوتاسيوم} \longrightarrow \text{حامض الكربونيك} + \text{ملح البوتاسيوم}$$

<u>التركيب الكيميائي للدم</u>

يتألف الدم بشكل عام من 78% ماء و22 % مادة جافة وتحتوي المادة الجافة على 0.8 % معادن و 21.2 % اما البلازما فتحتوي على 90- 95 % ماء و8-10 % مادة جافة . وتتكون المواد المعدنية في الدم من العناصر ذات التركيز العالي وتشمل على الصوديوم والكالسيوم والبوتاسيوم والفسفور وغيرها اما العناصر ذات التراكيز الواطئة فتشمل على البروم والزنك والنحاس والخارصين واليود وغيرها . اما بروتينات البلازما فهي ثلاث الالبومين albumin

والكلوبيولين globulin وهي على عدة انواع هي الفا وبيتا وكاما وهي تلعب دور مهم في الانظمة المناعية اما النوع الثالث من البروتينات فهي الليفين fibrinogen .

تخثر الدم blood coagulation

تخثر الدم هو عملية فسلجية دفاعية خاصة وبوجود هذه العملية يتوقف نزيف الدم في حالة الجرح ويقلل من الفقد الزائد للدم ولسوائل الجسم ويحافظ بالتالي على الحيوانات من الموت ويبدأ التخثر في لحظة خروج الدم من الوعاء الدموي في الانسجة . نتيجة للانعكاس العصبي والتقلص العضلي الموضعي اهمية جوهرية في ايقاف النزف وتعد عملية تخثر الدم معقدة وتشترك انزيمات عديدة فيها حيث يختزل او يحول منشئ الليفين من الحالة الغروية الى الحالة غير الذائبة وهو الليفين fibrin ويكون الليفين على شكل شبكة تتجمع عليها الخلايا الدموية وتتكون خلال عملية التخثر طبقة هلامية مطاطية تسمى خثرة الدم وهي تتألف من خيوط الليفين تترسب حولها الخلايا الدموية الاخرى . وفي حالة التخثر يلاحظ ثلاثة مراحل هي تكوين الثرومبوبلاستين وهذه لا توجد في الدم الدائر ولكن تتكون فقط عند تنشيط العوامل الاثني عشر التي ترتبط مع ايون الكالسيوم ليتكون معقد الكالسيوم . اما المرحلة الثانية فتبدأ من تحويل البروثرومبين الى الثرومبين تحت تأثير الثرمبوبلاستين وبوجود فيتامين K اما المرحلة الثالثة والاخيرة فتبدأ بتكوين fibrin من fibrinogen تحت تأثير الثرومبين بعدها تتكون الخثرة التي تتكون من تكسر الصفيحات الدموية والتي تتماسك وتنكمش مكونة شبكة خيطية تغلق الجرح .

1- تنشيط العوامل الاثني عشر + ايون الكالسيوم Ca^{++} ← معقد الكالسيوم ← thromboplastin

2- prothrombin → thrombin

thromboplastin + vit. K

3- fibrinogen → fibrin

Thrombin+ Ca^{++}

من معوقات تخثر الدم هي : 1- فقدان احد العوامل الاثني عشر او لم تكن بالكمية الكافية. 2- الانخفاض الحاد في اعداد الصفيحات الدموية في الدم . 3- وجود املاح السترات والاوكزولات حيث تعيق ارتباطها بأيونات الكالسيوم من تكوين الثرومبوبلاستين والثرومبين . 4- وجود مانعات التخثر كالهيبارين المفرز من الكبد والرئتين . 5- نقص فيتامين K

خلايا الدم الحمراء red blood cell

كريات الدم الحمراء ذات النوية في الطيور والاسماك والبرمائيات ولكنها تفقدها في مراحل النضج النهائية في الثديات ومن ضمنها الانسان وتأخذ هذه الخلايا شكلها وتخصصها عندما تبدا بنقل الغازات من الدم . ويكون شكلها مطاطي قرصية الشكل مقعرة الوجهين عدا في الجمال اذ تتخذ شكلا" بيضويا" وخلال مرورها بالشعيرات الدموية يتغير شكلها الا انها تستعيد شكلها الطبيعي عند رجوعها الى الاوعية الدموية ويزيد تقعر وجهي الكرية الحمراء من المساحة السطحية لها مما يسمح للهيموجلوبين ان يتوزع على مساحة اكبر يسهل من عملية التبادل الغازي وتحتوي الكريات الحمراء على ما يقارب 60% و40 % مادة صلبة ويمثل الهيموجلوبين 90% من المادة الصلبة و10 % تشمل البروتينات . ويتألف غشاء الكرية الحمراء من البروتينات والشحوم ويكون هذا الغشاء شبه نفاذ وذو اختيارية عالية فهو يطلق الايونات الموجبة (+K , +Na) بشكل ضعيف ولكنه يطلق الايونات السالبة والماء (Cl - , So 4 -) بسهولة وتكون كريات الدم الحمراء ذات شحنة سالبة . وفي حالة تساوي كريات الدم الحمراء بالحجم تدعى isocytosis اما عدم تساويها بالحجم فتدعى anisocytosis .

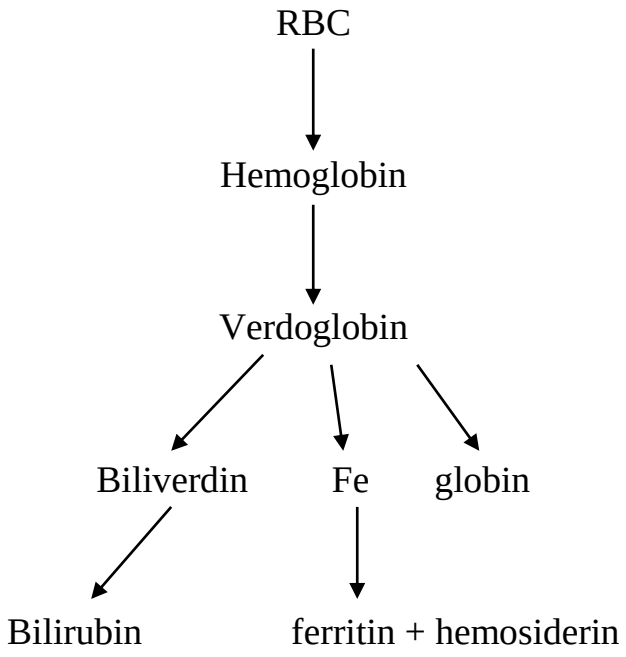
تخليق كريات الدم الحمراء blood formation

لا تتكون كريات الدم الحمراء في مجرى الدم وانما من اعضاء مولدات الدم في الجسم وهي نخاع العظام bone narrow وينتج هذا النخاع كريات الدم الحمراء والبيضاء والصفيحات الدموية بينما ينتج الطحال والعقد اللمفاوية الخلايا وحيدة النواة .

تتكون الكريات الحمراء في بداية فترة التطور الجنيني من خلايا الاديم المتوسط لكيس المح ثم في المرحلة اللاحقة من التطور الجنيني يكون موقع تكوين هذه الكريات في الكبد والطحال ويستمر وفي المراحل الاخيرة من الحمل يشترك نخاع العظام الاحمر في تخليق الكريات وبعد الولادة يكون تكوين كريات الدم الحمراء بالدرجة الرئيسية في نخاع العظام الاحمر ومع تقدم العمر ينحصر تكوين الكريات في العظام الاسفنجية كالجمجمة وعظام الساق والفقرات .

تحلل الدم hemolysis

عند تحلل كريات الدم الحمراء يحصل تمزق للغشاء الخلوي ويخرج الهيموجلوبين الى بلازما الدم ويحدث هذا التحلل بسبب عوامل عديدة منها الحرارة والتجميد وعوامل ميكانيكية وعوامل كهربائية والنشاطات الاشعاعية . وهذا التحطم والتكسر يحدث في الجهاز الشبكي المبطن والذي يوجد بشكل رئيسي في الكبد والطحال وعلى النحو الاتي :



اما كريات الدم البيضاء وما تحويه من مواد ملتهمه من قبلها فإنها تدخل الى التجويف المعوي وتهضم هناك وبهذه الطريقة تعزل المواد والاجسام الغريبة الملتهمة من قبل الكريات البيضاء ويستفاد ايضا" من الحوامض النووية لبروتينات الكريات البيضاء في صناعات جديدة .

خلايا الدم البيض white blood cell (leukocytes)

هذه الخلايا تلعب دورا" مهما" في الوظائف الدفاعية ووظيفتها الرئيسية هي الالتهام phagocytosis وانتاج الاجسام المضادة antibody . هذه الخلايا ليس لها لون وتمتلك كل المواصفات الشكلية والوظيفية للخلية من محتويات عضوية وبرو وبلازم كما لها القدرة على الحركة والمرور خلال الجدران الرقيقة للشعيرات الدموية حيث تدخل في الفراغات بين الانسجة وذلك من خلال تكوينها للأرجل الكاذبة والتي هي عبارة عن استطالات ونموات برتوبلازمية رقيقة ولبعض انواع كريات الدم البيضاء القابلية على حمل ونقل وتحطيم المواد الغريبة الداخلة في الجسم . تهاجم هذه الخلايا كل ما هو جسم غريب غير معرف من قبلها بما فيها النطف الفائضة التي تتجمع في الجهاز التناسلي الانثوي الناقل بعد عملية القذف . تطلق الكريات الدموية البيضاء اقدامها الكاذبة عند عملية الالتهام وتمسك المكروبات او اي جسم غريب وتربطها بجسمها وتفرز مجموعة من الانزيمات المجودة لديها مثل البروتيز واللايبيز والتربسين وببتايديز.

1- الحبيبية granulocyte وتشمل

القاعدية basophile : وتمثل 2-4% من المجموع الكلي للخلايا البيضاء ولا تقوم بالالتهام ولكن تحمل المواد الغذائية وتشترك في تكوين الهبارين heparin .

الحامضية eosinophil : تكون كروية الشكل في الابقار تكون نسبتها 7% والاغنام 5% تتقبل الصبغات الحامضية كالايوسين ذات اللون الاحمر وللخلايا هذه نشاط التهامي ضعيف وهي تفرز انزيمات خارج جسمها مشابه الى الانزيمات الداخلية التي تحطم الاجسام الغريبة وذلك بالتأثير عليها من الخارج .

المتعادلة neutrophil : وتسمى الكريات المتعادلة وفي الطيور باسم الهيتروفيل . تكون نسبتها في الابقار 28.5 % والاغنام 35 % . السايتوبلازم محبب بشكل واضح وتتقبل الصبغات القاعدية والحامضية . نواة هذه الخلايا تشبه حدوة الفرس وفي المرحلة التالية تطول النواة تدريجيا" وتأخذ شكل العصية وبعد فترة تأخذ النواة الشكل المفصص وترتبط هذه الفصوص فيما بينها بواسطة خيوط غير مرئية تتكون من مادة النواة .

2- اللاحبيبية agranulocyte

لا تمتلك في سايتوبلازمها حبيبات وتكون نواتها كروية كبيرة وتشمل :

اللمفوسايت lymphocyte : تتكون في العقد اللمفاوية والطحال في الابقار نسبتها 57% وفي الاغنام 56.5 % . وهي كروية الشكل ذات نواة بيضوية محاطة بغشاء سايتوبلازمي هذه الخلايا تحوي انزيم لايبيز التي ربما لها العلاقة في عملية امتصاص المواد الغذائية من الامعاء وتشترك في تكوين الكلوبين الموجود في الدم كما ولها القدرة على الحركة الاميبية الا ان قدرتها على الالتهام ضعيفة حيث يقوم بهذه الوظيفة الخلايا الكبيرة فقط .

المونو سايت (وحيدة النواة) monocyte : تعتبر اكبر الخلايا الدموية وشكلها كروي ونواتها تشبه شكل الكلية وتقع خارج مركز الخلية . تمتاز بقدرتها على ابتلاع الاجسام الغريبة المتحللة وهذه الكريات تقوم بتحطيم الكريات الحمراء الميتة وتعزل كذلك خلايا الانسجة الميتة التالفة .

اللمف lymph

يكون الدم على اتصال مباشر مع خلايا الانسجة في الكبد والطحال فقط اما في باقي انحاء الجسم الاخرى فان الوسيط الرئيسي بين الخلايا والدم هو السائل النسيجي ومن خلاله تنتقل المواد الغذائية وبقية المواد المحمولة مع الدم الى الخلايا ويؤخذ عن طريقه المواد المتكونة نتيجة الفعاليات الحيوية للخلايا . لذا فان اللمف عبارة عن سائل عديم اللون او اصفر فاتح وهو بتركيبه وخواصه يشابه بلازما الدم . ان كمية السائل النسيجي في الجسم كبيرة وهي اكثر من الدم . ينتقل السائل النسيجي باستمرار من خلال الفراغات بين الخلايا في داخل الشعيرات اللمفاوية وتمتاز جدران الشعيرات اللمفاوية بانها ذات نفاذية عالية لمختلف المواد .

يتجه السائل النسيجي نحو الاوعية اللمفاوية الاكبر ويختلط هناك مع سوائل نسيجية اخرى قادمة من اعضاء مختلفة ويكون بذلك سائل عام يسمى اللمف . تتجمع الاوعية اللمفاوية في اوعية اكبر تدعى الوعاء اللمفاوي الصدري . وللمف الجاري من الاعضاء المختلفة صفات تعكس خواص عمليات الايض المختلفة في كل عضو ولهذا اللمف المقاوم من الكبد يحتوي على بروتينات اكثر واللمف القادم من الاوعية اللمفاوية للغدد الصماء يحوي على هرمونات اكثر وهكذا .

تنتشر الغدد او العقد اللمفاوية على طول مسار الاوعية اللمفاوية ولهذه العقد وظائف دموية مثل انتاج الخلايا اللمفاوية وكذلك تعتبر الحاجز او العائق لمختلف الاحياء الدقيقة . يحتوي اللمف على بروتينات وهي الالبومين والكلوبيولين كما يحتوي على كميات قليلة من الفايبروجينات كما يحتوي كميات قليلة من الدهون وسكر الكلوكوز وبعض الانزيمات والاجسام المضادة ويكون تركيز المعادن مشابه لما ما موجود في الدم كذلك يحتوي كريات الدم البيضاء اللمفاوية وحامضية ووحيدة النواة الا انه لا يحتوي على كريات الدم الحمراء .