الباب الأول

فيزيولوجيا الدم والدوران

الفصل الأول

فيزيولوجيا الدم : Blood physiology

يعد الدم نوعاً خاصاً من أنواع النسيج الضام ، يتألف الجانب الخلوي فيه من خلايا متخصصة هي : كريات الدم الحمراء ERthRocytes وكريات الدم البيضاء Lucocytes ، 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) .

المبحث الأول

وظائف الدم وخواصه الفيزيوكيميائية

يعد الإمداد المستمر لكل أعضاء جسم الحيوان وأنسجته بالدم شرط أساسي وضروري لنشاطها الطبيعي .

حيث يسبب توقف دوران الدم حتى لوقت قصير/ لبضع دقائق في الدماغ/ إلى حدوث تغيرات دائمة فيه . وذلك لأن الدم الجوال باستمرار في الأوعية الدموية يقوم بوظائف مهمة للحياة :

1. الوظيفة التنفسية : ينقل الدم الأوكسجين من الرئتين إلى أنسجة الجسم المختلفة ، كما ينقل ثاني أوكسيد الكربون المتشكل في هذه الأنسجة إلى الرئتين ، ومن هناك يطرح أثناء عملية الزفير إلى الخارج . وحجم الأوكسجين وثاني أوكسيد الكربون المنقولين بالدم تابع لشدة استقلاب المواد بالجسم .
2. الوظيفة الغذائية : ينقل الدم العناصر الغذائية / الحموض الأمينية ، الغلوكوز ، الدهون / الممتصة من قبل الجهاز الهضمي إلى خلايا وأنسجة المختلفة حيث يتم استعمالها كمادة بنائية ولتوليد الطاقة .

3. ينقل الدم الفضلات الإستقلابية الضارة الناتجة عن أنسجة الجسم إلى أعضاء الإطراح حيث يتم التخلص منها .

4. يقوم الدم بنقل المواد المتشكلة في أحد أعضاء الجسم إلى الأعضاء الأخرى فهو ينقل الهرمونات من أماكن صنعها إلى أماكن تأثيرها في الجسم

5. يؤدي الدم دوراً دفاعياً عن أعضاء الجسم وذلك من خلال ما يحتوي من كريات دموية بيضاء التي تقوم ببلعمة الجراثيم الممرضة .

الخواص الفيزيوكيميائية للدم :

الدم سائل أحمر اللون ، كثيف ، له رائحة خاصة وطعم مالح قليلاً والدم لزج ولزوجته في الظروف الطبيعية أشد / 3- 4 / مرات من لزوجة الماء .وترجع لزوجة الدم إلى وجود كل من بروتينات المصورة الدموية والخلايا الدموية فيه .

ويتذبذب الوزن النوعي للدم في حدود ضيقة / 1.035 - 1.065 / .

وتفاعل الدم عند معظم الحيوانات قلوي خفيف ، حيث تتراوح قيمة ال PH فيه من / 7.35 - 7.55 / .

والدم الشرياني أكثر قلوية من الدم الوريدي نتيجة للمحتوى المرتفع للدم الوريدي من غاز CO_2 ذي الطبيعة الحامضية .

المبحث الثاني

مكونات الدم

المكونات الخلوية للدم :

أ-الكريات الدموية الحمراء :

تشكل الكريات الدموية الحمراء الكتلة الأساسية لعناصر الدم الخلوية ، فهي تشكل حوالي 40 -45 % من حجم الدم . والكريات الدموية الحمراء عند الحيوانات الثديية صغيرة الحجم . وتظهر تحت المجهر على شكل أقراص مدورة خالية من النواة ومقعرة من الجانبين وعند الطيور والأسماك تكون الكريات الحمراء كبيرة و بيضوية الشكل ومحدبة من الجانبين ولها نواة . أما عند الجمال فهي بيضوية الشكل ومحدبة من الجانبين أيضاً ولا تحتوي على نواة .

وتحتوي الكريات الحمراء على حوالي 70% من وزنها ماء والباقي مواد صلبة ، يشكل خضاب الدم حوالي 95% منها .

وظائف الكريات الحمراء : تقوم الكريات الحمراء بالوظائف التالية :

1. نقل الأوكسجين من الرئتين إلى أنسجة الجسم ، كما تقوم بنقل غاز ثاني أوكسيد الكربون من الأنسجة إلى الرئتين .
2. تشارك في المحافظة على معدل ثابت لتفاعل الدم (PH الدم) من خلال ما تحويه من خضاب الدم .
3. تقوم بنقل بعض المواد الغذائية وخاصة الحموض الأمينية التي تمتز على سطحها
4. المشاركة في الدفاع عن الجسم حيث تمتد السموم الموجودة في الدم على سطح الكريات الحمراء وهذه الأخيرة تنقلها إلى خلايا الكبد حيث يتم إبطال مفعولها .

تعداد الكريات الدموية الحمراء :

يختلف العدد الكلي للكريات الدموية الحمراء (في حجم معين من الدم) باختلاف الأنواع الحيوانية . وقد يختلف العدد في النوع الحيواني الواحد باختلاف سلالة الحيوان .

ويوضح الجدول رقم (1) المجالات التي تتراوح بينها أعداد الكريات الحمراء في دم عدد من الحيوانات المستأنسة وفي دم الإنسان .

جدول رقم (1) : يبين تعداد الكريات الدموية الحمراء (مليون كريه/سم3 من الدم) عند بعض فصائل الحيوانات والإنسان .

نوع الحيوان	العدد (مليون كريه/سم3 من الدم)	نوع الحيوان	العدد (مليون كريه/سم3 من الدم)
الأبقار	8 – 6	القطط	8 – 6
الأغنام	13 – 10	الدجاج	3.2 – 5.5
الخيول	11 – 7	الأرانب	6.5 – 5.5
الماعز	14 – 13	البطريق	4.5 – 3.5
الجمال	9 – 7	الرجل	6 – 5
الخنازير	8 – 6	المرأة	5.3 – 4.2
الكلاب	8 – 6		

العوامل التي تؤثر في العدد الإجمالي للكريات الدموية الحمراء :

هناك مجموعة من العوامل تؤثر في العدد الإجمالي للكريات الحمراء نذكر منها : (العمر ، الجنس ، مستوى التغذية ، الحلابة ، الحمل ، العمل والتمارين الرياضية ، إنتاج البيض عند الدجاج ، التهيج والإثارة ، دورة الشبق عند إناث الحيوانات ، درجة حرارة الوسط المحيط بالحيوان ، الارتفاع عن سطح البحر)

ويعد العامل الأخير من أهم العوامل لأنه يؤدي إلى زيادة فعلية في عدد الكريات الحمراء ، فمثلاً الإنسان الذي يعيش على ارتفاع /3000/م عن سطح البحر يزداد عدد الكريات الحمراء عنده من 5 – 8 مليون كرية وذلك بسبب نقص الضغط الجزئي للأوكسجين في المناطق المرتفعة .

- **تركيب الكريات الدموية الحمراء :**

تتكون الكريات الدموية الحمراء من حوالي 70% من وزنها ماء أما الباقي فهو مواد صلبة ويأتي الهيموغلوبين (خضاب الدم) في مقدمة هذه المواد الصلبة . حيث يشكل هذا الخضاب أكثر من 95% من وزن المواد الصلبة للكريات الحمر .

أما المواد الباقية من المواد الصلبة فهي تشمل على بروتينات وشحوم وسكريات وأنظيمات ومواد لا عضوية أهمها : شوارد الصوديوم والكلور والفوسفور والمغنزيوم .

الهيموغلوبين (خضاب الدم) : يتألف الهيموغلوبين من الهيم وهو صباغ يحتوي الجزء الواحد منه على ذرة حديد ثنائية التكافؤ ومن بروتين الغلوبين (Globin) وهو بروتين مؤلف من أربع سلاسل من الحموض الأمينية وترتبط كل سلسلة فيه بجزء من الهيم وعلى هذا فإن الجزء الواحد من خضاب الدم يرتبط بأربعة جزيئات من الهيم وبذلك فهو يحتوي على أربع ذرات من الحديد علماً أن كل ذرة حديد تستطيع الاتحاد مع جزيء من الأوكسجين ومن هذا نستخلص أن جزء الهيموغلوبين الواحد يستطيع الارتباط مع أربعة جزيئات من الأوكسجين .

ويملك الهيموغلوبين قدرة فائقة على الاتحاد بالأوكسجين وذلك عندما يكون الضغط الجزيئي للأوكسجين مرتفعاً كما هو الحال في الرئتين . أما في مستوى الأنسجة المختلفة خارج حدود الرئتين فالضغط الجزيئي للأوكسجين يكون منخفضاً ولذلك يميل الأوكسجين إلى الانفصال عن الهيموغلوبين ثم ينفذ عبر الغشاء الخلوي للكريه الحمراء إلى السائل الخلالي حيث يتم انتشاره إلى خلايا الأنسجة المختلفة .

جدير بالذكر أن الهيموغلوبين يستطيع الاتحاد مع ثاني أوكسيد الكربون مكوناً معه مركبات فحمية أمنية خضابية ، وهذه هي إحدى طرق نقل ثاني أوكسيد الكربون من الأنسجة إلى الدم ، كما أن الهيموغلوبين يتحد أيضاً مع غازات أخرى مثل أوكسيد النترات وسلفاميد الهيدروجين وأول أوكسيد الكربون واتحاده معه هذا الأخير في دم الإنسان أو الحيوان يسبب تسمماً خطيراً قد يؤدي إلى الموت إذا لم تسعف الضحية في الوقت المناسب .

كمية الهيموغلوبين في الدم : يعبر عن كمية الهيموغلوبين في الدم بالغرام لكل /100/ مل دم ويتراوح محتوى دم معظم الحيوانات الأهلية من الهيموغلوبين بين 13 – 15 غ/100 مل من الدم ويمكن أن تختلف قيمة الهيموغلوبين في الدم حسب نوع الحيوان وطبيعته الفيزيولوجية . فمثلاً إن قيمة محتوى الدم من الهيموغلوبين في دم الأبقار الحلوب تتراوح بين 11 – 12 غ وعند الخيول ذوات الدم البارد تتراوح قيمة الهيموغلوبين بين 12 – 13 غ/100 مل دم ومن العوامل التي تزيد من كمية الهيموغلوبين في الدم نذكر الإثارة التي تترافق مع زيادة إفراز الأدرينالين وكذلك وجود الحيوان في مناطق مرتفعة عن سطح البحر

ويبين الجدول رقم (2) تركيز الهيموغلوبين في دم بعض أنواع الحيوانات

نوع الحيوان	كمية الهيموغلوبين غ/100مل دم
الخيول	14 – 8
الأبقار	12 – 9
الأغنام	11 – 9
الخنازير	12.5 – 10
الأرانب	13 – 8
الأسماك	12 – 7

خضاب الدم المؤكسج (الأكسي هيموغلوبين) :

يتميز خضاب الدم بقدرته على الاتحاد بالأوكسجين عندما يكون ضغط الأوكسجين في الوسط المحيط بالخضاب مرتفعاً كما هم الحال في الرئتين حيث يكون الضغط الجزيئي للأوكسجين حوالي 98% 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 يصبح لونه قاتم . ويمكن تبسيط تفاعل خضاب الدم مع الأوكسجين على الشكل التالي :

$$Hb + O2 \longrightarrow HbO2 \longrightarrow Hb + O2$$

مستوى الرئتين حيث يكون ضغط الأوكسجين 98%

$$Hb + O2 \longrightarrow HbO2$$

في مستوى الأنسجة حيث يكون ضغط (O2) منخفضاً

$$HbO2 \longrightarrow Hb + O2$$

خضاب الدم المكربن (الكربوكسي هيموغلوبين) :

يستطيع خضاب الدم الاتحاد مع ثاني أوكسيد الكربون وذلك في مستوى الأنسجة لأن CO2 يتحد مع المجاميع الأمينية لجزء الهيموغلوبين مشكلاً مركبات أمينيه فحمية . وباتحاد خضاب الدم مع ثاني أوكسيد الكربون يتكون مركب خاص يدعى خضاب الدم المكربن وهو اللذي يعطي الدم الوريدي اللون الأحمر القاتم .

بالإضافة إلى اتحاد الهيموغلوبين مع O2 و CO2 فإنه يستطيع الاتحاد أيضاً مع أول أوكسيد الكربون وبشراهة كبيرة حيث أن قدرة COعلى الاتحاد مع الهيموغلوبين تفوق ب/ 200 / مرة قدرة O2على الاتحاد مع الهيموغلوبين لذلك فإن وجود أول أوكسيد الكربون في الهواء المحيط بالإنسان يقود إلى حالة من التسمم تتطلب التدخل السريع وإلا قادت الحالة إلى الموت . ويتلون دم المتسممين بأول أوكسيد الكربون بلون أحمر كرزي . وتعالج حالات التسمم بأول أوكسيد الكربون باستنشاق الأوكسجين النقي أو خليط من الأوكسجين وثاني أوكسيد الكربون .

هشاشة الكريات الحمراء : يؤثر الضغط التناضحي للسائل أو توترية السائل الذي تسبح فيه الكريات الحمراء تأثيراً كبيراً في حجم هذه الكريات وفيزيولوجيتها . ويمثل الضغط التناضحي للمصورة الدموية الحد المثالي والمناسب لحياة وعمل الكريات الحمراء . ولذلك يطلق على السوائل المماثلة في ضغطها التناضحي 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 فإن السوائل التي يقل ضغطها التناضحي عما هو الحال في المصورة الدموية فتدعى سوائل منخفضة التوتر .

يؤدي وضع الكريات الحمراء في سائل مرتفع التوتر إلى خروج الماء من داخل الكريات الحمراء إلى الوسط المحيط وبالتالي يحصل انكماش هذه الكريات وانخفاض حجمها العام .

وعلى العكس إن وضع الكريات الحمراء في سائل منخفض التوتر سيؤدي إلى دخول الماء من الوسط إلى داخل الكريات الحمراء وبالتالي تنتبج هذه الكريات ويزداد حجمها العام . ويؤدي دخول الماء إلى داخل الكريات الحمراء إلى انفجارها وخروج الهيموغلوبين منها .

ويعد السائل الذي يتراوح تركيز Nacl فيه 0.9% سائل متعادل التوتر مع المصورة الدموية ولإغضاضه من استعماله مخبرياً، إذ إنه لا يؤثر في حجم أو عمل الكريات الحمراء

معدل تثفل الكريات الحمراء (سرعة ترسب الكريات الحمراء) : معدل تثفل الكريات الحمراء هو أحد اختبارات الدم التي يمكن من خلالها أخذ فكرة جيدة عن صحة الدم وبالتالي عن صحة الإنسان أو الحيوان .

وتوجد الكريات الحمراء سابحة في المصورة الدموية بشكل معلق ويعود ذلك إلى وجود البروتينات المصورية والكثافة النوعية للكريات الحمراء والمصورة الدموية وإذا ما متع تخثر الدم بإضافة أحد موانع التخثر إليه مثل سترات الصوديوم ، أو كزالات الصوديوم أو غيرها وترك في أنبوب لفترة من الزمن (ساعة) ترسبت الكريات الحمراء إلى أسفل الأنبوب .

ومن أجل قياس سرعة تثفل (ترسب) الكريات الحمراء عند الحيوانات ، تستعمل عادة أنابيب خاصة مفتوح من الطرفين ومدرج من 0 – 200 ملم من أعلى إلى أسفل طول كل منها 30 سم وقطره 2.5 ملم تدعى أنابيب وستر غرين وتبلغ سرعة (معدل) تثفل الكريات الحمراء المقاسة بطريقة وستر غرين عند الحيوانات على النحو التالي :

الخيول : 15 – 40 ملم/ساعة الأبقار : 2.4 ملم/7 ساعات

الكلاب : 5 – 10 ملم/ساعة الخنازير : 1 – 14 ملم/ساعة

الدجاج : 1 – 3 ملم/ساعة

يزداد معدل تثفل الكريات الحمراء عند الحيوانات في كثير من الحالات مثل الإنتانات القيحية ومرض السل والسرطانات .

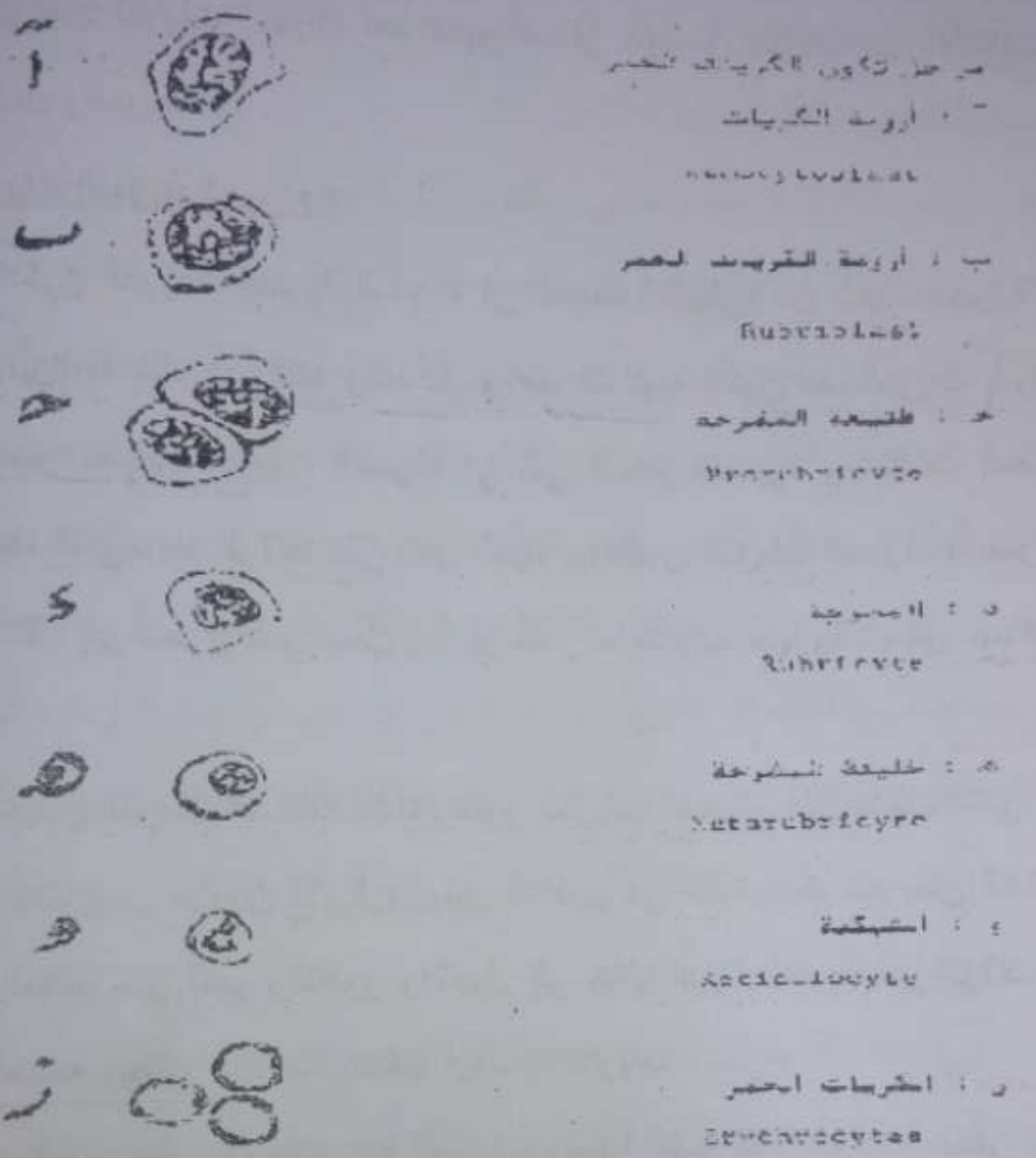
تكون الكريات الدموية الحمراء :

تتكون الكريات الدموية الحمراء في المراحل المبكرة من الحياة الجنينية في الكيس المحي للجنين، بعد ذلك يبدأ الكبد والطحال والعقد اللمفاوية بتكون هذه الكريات وقبل الولادة بقليل ينحصر تصنيع الكريات الحمراء في نقي العظام القصيرة ومشاشات العظام الطويلة ويستمر هذا الشيء بعد الولادة على مدى الحياة . وتتكون الكريات الحمراء باستمرار في نقي العظام وتنتقل إلى مجرى الدم بمعدل يساوي مقدار ما يتخرب منها ولذلك فإن عددها يبقى ثابتاً في الدم .

ويمكن تلخيص المراحل المختلفة لنشأة وتطور الكريات الحمراء على الشكل التالي :

بتأثير من هرمون الإيرثروبيوتين المتكون في الكليتين يتم تحريض الخلايا الجذعية في نقي العظام على النمو والتطور والتحول إلى خلايا كبيرة الحجم متميزة وذات نواة كبيرة الحجم واضحة ويطلق على هذه الخلايا أرومات الكريات الحمراء .

وتتقسم هذه الأرومات عدة انقسامات ويطرأ عليها عدة تحولات تصغر خلالها النواة ويزداد تشكل خضاب الدم داخل الخلايا (مرحلة طليعة المضرجة ، المضرجة ، وخليفة المضرجة) الشكل رقم (2) .



شكل رقم (2) : يبن مراحل تكون الكريات الحمراء .

وعندما تصبح كمية خضاب الدم في الخلية الضجرة حوالي 35% من كامل هيولى الخلية . يتم طردالنواة من هذه الخلية ويطلق على الخلايا المتشكلة في هذه المرحلة اسم الخلايا الشبكية وذلك لاحتوائها على شبكة من المواد الأساسية المتكونة من بقايا شبكة الهيولى الباطنية التي قامت بتصنيع الهيموغلوبين في المراحل المبكرة من تكون الكريات الحمراء . وتبقى الخلايا الشبكية فترة قصيرة في نقي العظام ثم تنطلق إلى الدم حيث تتحول إلى كريات حمراء ناضجة .

- هذا ويتحكم في إنتاج الكريات الحمراء مجموعة من العوامل نذكر منها :

1. سلامة نقي العظام .
2. التغذية الجيدة والمتوازنة .
3. توفر بعض الفيتامينات مثل فيتامين B12 وحمض الفوليك .
4. توفر بعض الهرمونات مثل هرمون الإيرثروبويتين وهرمون النمو وهرمون الثيروكسين
5. صحة الكبد والكليتين .

- **مدة حياة الكريات الدموية الحمراء :**

تتراوح مدة حياة الكريات الدموية الحمراء عند الإنسان بين 90 – 140 يوماً أما عند الأبقار والأغنام فتتراوح مدة حياتها بين 65 – 75 يوماً وعند الكلاب فهي تعيش حوالي 124 يوماً وعند الأرانب والجرذان تتراوح مدة حياتها بين 45 – 50 يوم .

أخيراً عند الدجاج البياض تتراوح مدة حياة الكريات الحمراء 28 يوماً فقط والسبب في ذلك يعود إلى ارتفاع درجة حرارة الجسم وبالتالي سرعة التفاعلات الإستقلابية .

مصير الكريات الحمراء : تتعرض الكريات الدموية الحمراء خلال فترة حياتها لكثير من التأثيرات الكيميائية والميكانيكية فمثلاً تمر هذه الكريات ضمن أوعية شعرية أصغر من حجمها . وتسبب هذه التأثيرات تكسر الغشاء الخلوي للكريات الحمر ومن ثم تحطمها وخروج محتوياتها . وتتلقى خلايا الجهاز الشبكي البطانى للكبد والطحال يومياً أعداد هائلة من الكريات الدموية الحمراء المحطمة (حوالي 10% من مجموعة الكريات الحمراء الموجودة في الجسم) وينتج من تخريب الكريات الحمراء الهيموغلوبين الذي يتفكك في الكبد إلى مكوناته الأساسية وهي الحديد والهيم والغلوبين .

فالحديد يجول في المصورة الدموية على شكل ترانسفيرين ثم يصار إلى إعادة الاستفادة منه في تركيب خضاب الدم الجديد .

أما الغلوبين فهو بروتين قد يتحلل إلى الحموض الأمينية وبالتالي يمكن للجسم أن يستفيد منه ثانية .

وأخيراً يتحول الهيم في الكبد إلى صبغتي البليروبين والبليفدرين والتي يتم طرحها ضمن العصارات الصفراوية الكبدية التي تصل إلى الأمعاء الدقيقة .

ب-الكريات الدموية البيضاء leukocytes :

كريات الدم البيضاء على عكس الكريات الحمراء لا تحتوي على صباغ الهيموغلوبين ولهذا سميت بالكريات البيضاء . وهي عموماً أكبر حجماً من مثيلاتها الحمر وتحتوي كل منهل على نواة دائمة . وتتميز الكريات البيضاء بمقدرتها على الحركة المتحولية الذاتية النشيط حتى بعكس تيار الدم الجائل . وتقضي الكريات البيضاء معظم حياتها خارج مجرى الدم حيث تمارس معظم وظائفها فهي تعبر جدران الشعيرات الدموية وتهاجر إلى البؤر الإلتهابية ومكان الإصابة بالجسم حيث تهاجم الجراثيم والفيروسات وتقضي عليها. أما أعداد الكريات البيضاء في الدم الجائل فهي أقل بكثير من أعداد الكريات الحمراء ويقدر عددها بالآلاف (انظر الجدول رقم 3) .

جدول رقم (3) :يبين عدد الكريات البيضاء في المم3 في دم بعض الحيوانات الأهلية:

الحيوان	عدد الكريات البيضاء بالآلاف	الحيوان	عدد الكريات البيضاء بالآلاف
الأبقار	10 – 7	الخنازير	16 – 8
الخيول	11 – 7	الكلاب	15 – 7
الأغنام	11 – 6	القطط	17 – 9
الماعز	12 – 8	الدجاج	24 – 18
الحمام	20 – 16		

- وتقسم الكريات البيضاء إلى مجموعتين أساسيتين هما :

1) الكريات البيضاء المحببة Granulocytes وهي خلايا يوجد في هيولاها حبيبات خاصة تتفاعل مع الملونات النسيجية وتأخذ ألوانا مختلفة . وتقسم الكريات البيضاء المحببة إلى :

أ- الكريات البيضاء العدلة .

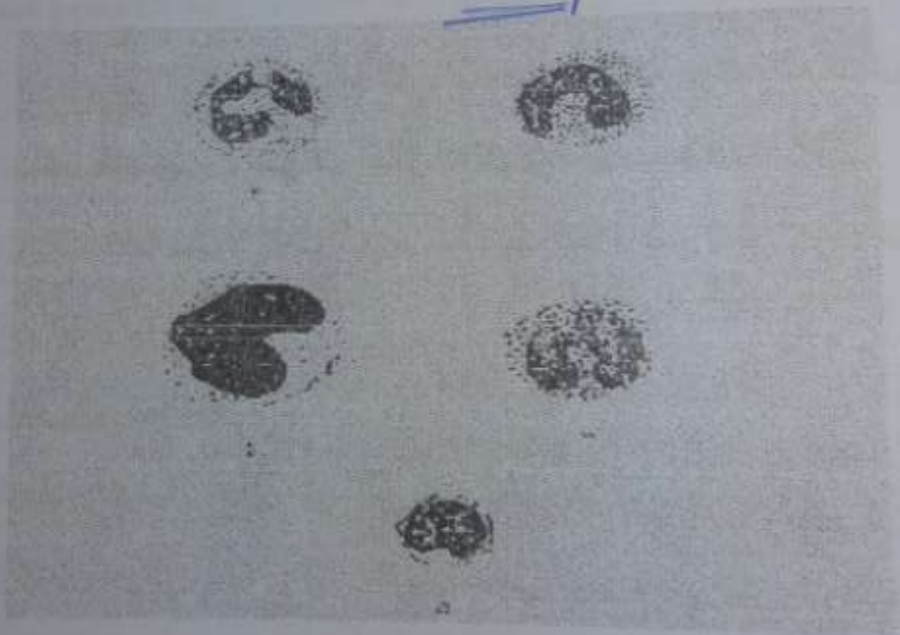
ب- الكريات البيضاء الحمضة .

ت- الكريات البيضاء العقدة .

2) الكريات البيضاء غير المحببة A granulocytes: وهي خلايا لا تحتوي هيولاها على حبيبات خاصة وهي تقسم إلى نوعين :

أ- الكريات البيضاء وحيدة النواة .

ب- الكريات البيضاء الليمفاوية .



الشكل رقم(3) يوضح أنواع الكريات البيضاء

1-الكريات الحمضة ، 2-الكريات العدلة ، 3-كريات العقدة

4 - الكريات وحيدة النواة ، 5-الكريات الليمفية

تكون الكريات البيضاء: تنشأ الكريات الدموية العدلة والحمضة والعقدة ووحيدات النواة في نقي العظام . أما الكريات الليمفية فإنها تتكون بشكل أساسي في الأعضاء الليمفية والكبد والطحال والنسيج الليمفاوي للجهاز الهضمي.

تختزن الكريات البيضاء في نقي العظام لحين الحاجة إليها حيث تنطلق إلى الدم.

إن فترة حياة الكريات البيضاء قصيرة جداً بالنسبة للكريات الحمراء حيث تتراوح بين /1 - 2/ أسبوع.

خصائص الكريات الدموية البيضاء : تتمتع الكريات البيضاء ببعض الخصائص هي:

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

2- الإنسلال : هو عبور الكريات البيضاء من خلال جدران الأوعية الدموية إلى الأنسجة وهي عملية فيزيولوجية ولكنها تزداد في الحالات الالتهابية وتختص بهذه الصفة الكريات العدلة ووحيدات النوى .

3- البلعمة : وهي الخاصة المميزة للكريات البيض العدلة ووحيدات النوى

4- الانجذاب الكيميائي : ينتج في أماكن الالتهاب بالجسم مواد.

5- كيميائية مختلفة مثل الذيفات الجرثومية وهذه المواد تسبب في جذب الكريات البيضاء إلى أماكن الالتهاب .

- **وظائف الكريات البيضاء:**

1- الكريات البيضاء العدلة :تعد الكريات العدلة الأكثر عددا بين أنواع الكريات البيضاء.إذ أنها تشكل حوالي 60 – 70 % من مجمل العدد الكلي للكريات البيضاء (انظر الجدول رقم (4)) .

جدول رقم (4) يعطي نسبة كل نوع من الكريات البيضاء إلى العدد الكلي

نسبة الأنواع المختلفة من الكريات البيضاء (% من العدد الكلي)					
نوع الحيوان	الكريات العدلة	الكريات الحمضة	الكريات العقدة	الكريات اللمفاوية	وحيدات النوى
الأبقار	30 – 25	5 – 2	أقل من 1	56 – 60	5
الخيول	60– 50	5 – 2	أقل من 1	45 – 30	8 – 5
الأغنام	30 – 25	5 – 2	أقل من 1	65 – 60	8 – 6
الماعز	40 – 35	5 – 2	أقل من 1	60 – 50	5
الكلاب	70 – 65	5 – 2	أقل من 1	30 – 20	5
القطط	60 – 55	5 – 2	أقل من 1	35 – 30	6 – 5
الدواجن	30 – 25	10 – 3	5 – 1	60 – 50	10 – 8

ويمكن تمييز الكريات البيضاء العدلات تحت المجهر بأن هيولاها تحتوي على حبيبات صغيرة تصطبغ بالملونات المتعادلة بالون البنفسجي المحمر قليلا .

أما نواة الخلية العدلة الناضجة فتتألف من عدة فصوص يرتبط بعضها ببعض بخيوط روماتينية دقيقة .

أما نواة الخلية العدلة الأقل نضجاً فتكون على شكل حرف (s) أو على شكل حرف (u).

الكريات البيضاء العدلة قادرة على الحركة المتحولية وتستطيع بلعمة الأجسام الغريبة أو الجراثيم الممرضة التي تهاجم الأنسجة و تحتوي حبيبات الكريات العدلة على جسيمات تقوم بإفراز أنظيمات خاصة تحلل الأجسام الغريبة التي يتم ابتلاعها كالجراثيم والفيروسات والبقايا الخلوية الميتة وتستطيع الخلية العدلة الواحدة أن تبتلع و تهضم من 10 – 20 جرثومة قبل أن تنفذ الأنظيمات الموجودة فيها وتموت .

2- **الكريات البيضاء الحمضة** : الكريات البيضاء الحمضة خلايا كبيرة الحجم تحتوي هيولاها على حبيبات كبيرة الحجم تتلون بالملونات الحمضية باللون الأحمر القاتم (الزهري) ، نواتها أقل تفصصاً من نواة الكريات العدلة .

العدد الإجمالي للكريات الحمضة أقل بكثير من أعداد غيرها تشكل نسبة 2 – 4 % من مجموع عدد الكريات البيضاء . ويزداد عدد الكريات الحمضة في حالات الإصابات التحسسية والطفيلية .

الوظيفة الأساسية للكريات الحمضة هو أنها تحتوي على أنظيمات خاصة تحررها إلى جانب الطفيليات والمواد الغريبة مما تجعلها أكثر استساغة في عملية البلعمة التي تقوم بها الكريات العدلة ووحيدات النوى وتنشأ الكريات البيضاء الحمضة في نقي العظام وهي قادرة على الحركة ، أما قدرتها على البلعمة فهي أقل شأناً من قدرة الخلايا العدلة .

3- **الكريات البيضاء القعدة** : وهي الأقل عددا بين أنواع الكريات البيضاء (انظر الجدول رقم 3) .

تحتوي هيولاها على حبيبات خاصة كبيرة الحجم تصطبغ بالصبغات الأساسية باللون الأزرق القاتم ، نواتها مكونة من فصين ، تنتج الكريات البيضاء القعدة مواد مثل الهيبارين والهستامين والسيروتونين .

4- **الكريات البيضاء وحيدة النوى** : وهي الأكبر حجماً بين أنواع الكريات البيضاء (انظر الشكل رقم 2) إذ يبلغ قطر الواحدة منها 3 أضعاف قطر الكرية الحمراء ، أما نوى هذا النوع من الكريات البيضاء فتكون مستديرة أو على شكل حبة الفاصولياء أو بيضوية وتحيط بالنوى هيولى غير محببة أو تحتوي على حبيبات صغيرة قليلة ووظيفتها قادرة على الحركة المتحولة وتملك قدرة كبيرة على بلعمة الجراثيم حيث تستطيع الخلية الواحدة منها أن تبتلع وتهضم حوالي 100 جرثومة .

5- الكريات البيضاء الليمفية :

يوجد ثلاثة أنواع من الكريات الليمفية ، كبيرة ومتوسطة وصغيرة .

وتتلون نواة الخلية اللمفية باللون البنفسجي القاتم وهي تشغل كل هيولى الخلية ولكنها تترك حولها ما يشبه الهالة الرقيقة النيرة (انظر الشكل 2) وتوجد الخلايا اللمفية بنسبة كبيرة في دم كل من الأبقار والأغنام والماعز (انظر الجدول رقم 3) .

الوظيفة الأساسية للخلايا اللمفية هي مساهمتها الفعالة في تكوين الجهاز المناعي للجسم عن طريق تضيع وإنتاج العديد من الأضداد وخاصة الغلوبو لين المناعي IgG.

وتستطيع الخلايا اللمفية الإنسلال خارج مجرى الدم إلى الأنسجة كالأمعاء والرحم والجهاز التنفسي ولكنها غير قادرة على البلعمة .

- مدة حياة ومصير الكريات البيضاء : لا تعيش الكريات الدموية البيضاء طويلا ، وثبت في بعض الدراسات أن الخلايا المحببة تعيش كحد أقصى/ 8 – 10 / أيام وقد تموت قبل ذلك ، وتدوم حياة العدلات مفصصة النوى عند العجول حوالي / 5 / ساعات .

وتعيش بعض الخلايا الليمفاوية من عدة ساعات إلى أسبوع وبعضها يعيش حوالي شهر أو حتى سنوات .

لذلك من الصعب أعطاء متوسط حسابي دقيق لحياة الكريات البيضاء .

الصفيحات الدموية :تمثل الصفيحات الدموية في دم معظم الثدييات أجساماً صغيرة مدورة أو عصوية الشكل يحيط بها غشاء خلوي ، ولا تحتوي على نواة أما هيولاها فتحتوي على حبيبات صغيرة.

ويبلغ قطر الصفيحة الدموية الواحدة حوالي 3 ميكرون وقد يصادف وجود صفيحات دموية أكبر حجماً .

أما عند الطيور والدواجن فالصفيحات الدموية تمثل خلايا بيضوية الشكل تحتوي على أنوية واضحة ، ويتراوح قطر الصفيحة في دم الدجاج من 7 – 10 ميكرون أما نواتها فهي دائرية وتتمركز في وسط الخلية .

وتتكون الصفيحات الدموية عند الثدييات من الخلايا الجذعية التي تعطي أورمات الكريات ومن تكسر هذه الأخيرة تنشأ الصفيحات الدموية ويتراوح العدد الكلي للصفيحات الدموية في دم عظم الحيوانات الأهلية بين 300 – 600 ألف صفيحة بكل مم^3 من الدم . أما في الدجاج فكل مم ^{3} واحد من الدم يحتوي بين 250 – 400 ألف صفيحة .

إن مدة حياة الصفيحات الدموية في الدم الجائل قصيرة فهي تبقى في الدم فترة 8 – 11 يوم ثم تتخرب بعدها وتحتجزها الخلايا البالغة في الجهاز الشبكي البطاني للكبد والطحال . ومن الوظائف الأساسية للصفيحات الدموية أنها تؤدي دوراً رئيسياً في عملية تخثر الدم وتكوين السدادة الصفيحة التي قد تكون كافية لإغلاق شروخ الأوعية الدموية الصغيرة الحجم .

2- المصورة الدموية : هي القسم السائل من الدم ، توجد فيها وبشكل معلق العناصر الخلوية للدم .

وتتراوح النسبة المئوية لحجم الصورة الدموية في الدم بين 55 65 %. وهذه النسبة تقل في الذكور عنها في الإناث . وتتكون المصورة الدموية من حوالي 90 % من وزنها ماء أما الباقي فيضم خليطاً من المواد أهمها (البروتينات – السكريات – الشحميات – الأملاح – الفيتامينات – الهرمونات) الحموض الأمينية والغازات المنحلة وكثير من نواتج عملية الاستقلاب مثل البولة وحمض البول والجدول رقم (5) يبين أهم المواد التي تحتويها المصورة الدموية .

المادة	النسبة المئوية	المادة	النسبة المئوية
الماء	%90	ألبومين	4.5 غ %
البروتينات	7.8 غ %	غلوبولين	2.2 غ %
الصوديوم	145-136meg/L	فيبرينوجين	0.3 غ %
البوتاسيوم	5-3.5 meg/L	سكر	60-100%ملغ/100مل دم
كالسيوم	5-4.5 ملغ %	شحميات	360-400مع/100مل دم
كلوريدات	106-100	بولة	8-25مع/100 مل دم
بيكربونات	28-36	كرياتين	0.7-1.5مع/100مل دم
فيتامينات	A,B,C,D	حموض أمينية	0.13-3مع/100 مل دم

بروتينات المصورة الدموية : تشكل البروتينات الجزء الأساسي للمواد الصلبة في المصورة الدموية ، حيث تتراوح كميتها بين 6-8 غ % من الحجم الكلي للدم .

وتقسم البروتينات في المصورة إلى : الألبومينات والغلوبولينات والفيبرنيوجين(مولد الليفين)

ويبين الجدول رقم (6) متوسط كمية كل منها في المصورة الدموية .

جدول رقم (6)يوضح متوسط كمية الالبومينات والغلوبولينات في المصورة الدموية للحيوانات المختلفة .

نوع الحيوان	الألبومينات غ%	الغلوبولينات غ%
الأبقار	3.3	4.1
الخيول	2.7	4.6
الخنازير	4.4	3.9
الأغنام	3.1	2.3
الماعز	3.9	2.7
الدجاج (البياض)	2.3	2.8
الكلاب	3.1	2.1

وتسمى نسبة الألبومينات / الغلوبولينات في الدم بمعامل البروتينات وهو عند الأغنام والماعز والخنازير والكلاب / أكبر من الواحد . وعند الخيول والأبقار أقل من الواحد .

وتقوم بروتينات المصورة الدموية بعدة وظائف نذكر منها :

1. الإسهام في إعطاء الدم لزوجة معينة .
2. الإسهام في عملية تخثر الدم وذلك عن طريق بروتين مولد الليفين .
3. المشاركة في تكوين الجهاز المناعي للجسم وذلك عن طريق بروتين غاما غلوبيولين
4. تسهم في إعطاء المصورة الدموية الضغط التناضحي الغر واني ، الذي يؤدي دوراً في توزيع الماء بين الدم والأنسجة .
5. تقوم بوظيفة نقل كثير من الهرمونات والمواد الغذائية وغيرها من المواد التي تتحد مع هذه البروتينات وتنتقل معها إلى كافة أنحاء الجسم .

المبحث الثالث

تخثر الدم (إرقاء الدم)

عندما يحدث جرح أحد الأوعية الدموية بالجسم ، تنتبه العضلات الملساء في جدار الوعاء المجروح فتنقبض مسببة تضيق واضح في لمعة الوعاء الدموي الأمر الذي يؤدي إلى انخفاض كمية الدم الضائعة نتيجة الجرح .

ويعقب تضيق الوعاء الدموي المتضرر تشكل ما يعرف بالسدادة الصفيحية التي تنشأ من تراكم الصفيحات الدموية في المنطقة المتضررة من الوعاء الدموي ومن ثم التصاق هذه الصفيحات بعضها مع بعض مشكلة سدة تلتصق على حواف الجرح وتمنع ضياع الدم من داخل الوعاء الدموي الممزق .

جدير بالذكر أن تضيق الوعاء الدموي المجروح وتشكل السدادة الصفيحية لا يوقف النزف في الجروح .

وإنما الذي يوقف النزف فعلاً في الأوعية الدموية المجروحة هو تشكل الخثرة الدموية التي تتم من خلال سلسلة التفاعلات المتعاقبة والتي يشارك فيها الكثير من العوامل التي تسمى بعوامل التجلط .

المراحل الفيزيولوجية الرئيسية المصاحبة لتشكل الخثرة الدموية :

تتم عملية تخثر الدم على ثلاثة مراحل ، ويشترك في كل مرحلة العديد من العوامل الموجودة في المصورة الدموية وفي الصفيحات :

المرحلة الأولى : وهي مرحلة تكون الثرمبوبلاسين النسيجي الذي تبدأ عملية تشكله بتماس الدم مع السطح الخشن للوعاء الدموي الممزق وهنا يحدث تنشيط للعامل XII أو عامل Hogeman ونتيجة لهذه العملية يتكون ما يعرف بعامل التماس الذي يتفاعل مع العامل VIII (غلوبين مضاد الناعور/أ/) ومع العامل IX (غلوبين مضاد الناعور/ب/ ويدخل في التفاعل الفوسفوليبيدات الصفيحية وبنتيجة هذه التفاعلات يتكون الثرمبوبلاستين النسيجي)

المرحلة الثانية (مرحلة تكون الخثرين) : في هذه المرحلة وتحت تأثير الثرمبوبلاستين النسيجي المتكون في المرحلة الأولى تتحول الخميرة المصورة غير النشطة (مولد الخثرين)

إلى خثرين نشيط ، وتتم عملية التحول هذه بوجود العوامل VI,VII,V وأيونات الكالسيوم والعوامل 2.1 للصفيحات الدموية .

المرحلة الثالثة (مرحلة تكون الليفين الصلب) : في هذه المرحلة يتكون الليفين غير الذائب من مولد الليفين الذائب (الفيبرينوجين)الموجود في المصورة الدموية ، وتجري هذه العملية تحت تأثير الخثرين وبمشاركة أيونات الكالسيوم وعوامل الصفيحات الدموية .

بعد تشكل الليفين الصلب الذي يشكل شبكة من شرائط رفيعة (تحتجز بينها مكونات الدم الخلوية) و تتوضع في فوهة الجرح لتكون ما يسمى بالخثرة الدموية التي تمنع خروج الدم بعد ذلك تتكمش الخثرة الدموية وتتصلب ويخرج منها بعض المصل . وبفضل عملية الانكماش هذه فإن الخثرة الدموية تغلق الوعاء الدموي المجروح بشكل جيد .

دور الكبد في عملية صنع الدم :

يؤدي الكبد دوراً مهماً جداً في عملية تخثر الدم ، فهو المكان الذي تتم فيه صنعة معظم العوامل المخثرة للدم. (مولد الليفين ، مولد الخثرين.. الخ) كما أن الكبد ينتج مادة الصفراء التي تساعد في امتصاص فيتامين K من ظهارة الأمعاء .

ومن المعروف أن فيتامين K ضروري جداً لعملية إنتاج طليعة الخثرين ومولد الليفين وعوامل التخثر الأخرى من الكبد . ولذلك فإن الأشخاص المصابين بأمراض كبدية أو بتعطيل وظيفة امتصاص فيتامين Kمن الأمعاء يعانون من مشاكل نزفية قد تكون على درجة كبيرة من الخطورة.

انحلال الخثرة الدموية : لمنع انتشار وتوسع عملية التخثر في الدم ، تبدأ سلسلة من التفاعلات التي تهدف إلى إبطال مفعول الخثرين ويتم ذلك بامتصاص معظم الخثرين المتشكل من قبل الشبكة الليفية التي تشكل الخثرة ، وما تبقى من الخثرين يوقف مفعوله عن طريق – اتحاده مع مادة بروتينيه مضارة للخثرين .

أما الخثرة المتشكلة عند فوهة الوعاء الدموي المجروح فتتكمش ويخرج منها المصل وبعد ذلك تنحل بوساطة خميرة خاصة تدعى الخميرة الحالة لليفين (البلازمين) ويوجد البلازمين في المصورة الدموية على شكل غير فعال (مولد البلازمين) والذي يتحول إلى

الشكل الفعال تحت تأثير العامل الثاني عشر من عوامل تجلط الدم وبموازرة عوامل أخر
عديدة تم عزل بعضها من العرق والدموع والبول .

منع تخثر الدم في الزجاج : يمكن منع تخثر الدم المأخوذ من أحد الأوعية الدموية بالجس
بإضافة إحدى المواد الكيميائية إليه والتي تدعى بموانع التخثر ومنها :

1- مزيلات الكلس : أي المواد المخفضة لعدد شوارد الكالسيوم بالدم ومن أشهرها سترا
الصوديوم التي تضاف بنسبة 3 – 4 غ لكل 100 مل^3 من الدم ، وأوكزالات الصوديو
وفلوريد الصوديوم .
وتستعمل من مزيلات الكالسيوم كمانع للتخثر أيضاً مركب EDTA.

2- الهيبارين : ويحصل عليه من الكبد .

3- ويمكن منع تخثر الدم في الأنابيب الزجاجية ذات السطح الأملس جداً أو المطلية بالبارفي
. حيث أنه من المعروف لكي يبدأ تخثر الدم لابد من تماسه مع سطح خشن .

4- يمكن تأخير تخثر الدم عن طريق وضع عينات الدم في درجات حرارة منخفضة وذ
لأن عملية تخثر الدم هي عملية أنظيمية وانخفاض درجة الحارة للوسط المحيط بل
يعطل مفعول (الأنظيمات حيث أن الحرارة المثلى لتخثر الدم هي بين30–35°منوية).

الجملة المميعة للدم (المضادة للتخثر) في الأوعية الدموية :

على الرغم من أن عملية التخثر الدموي هي عملية ضرورية جداً لحماية الجسم من
فقدان الدم ، إلا أن استمرار عملية التخثر هذه أو حدوث خثرات تلقائية في الجسم تعتبر من
الحالات المميتة .

ومن حسن الحظ أن الجسم مجهزاً بشكل طبيعي بآليات خاصة للمحافظة على سيولة الدم ،
ومن هذه الآليات نذكر :

1- يتميز الغشاء الداخلي البطن لجدران الأوعية الدموية بالجسم بالنعومة وبشحنته السالبة ،
كل هذه المميزات تجعل منه مكاناً غير صالح لحدوث الخثرة الدموية .

2- وجود بروتين خاص في المصورة الدموية يدعى مضاد الخثرين والذي يتحد مع الخثرين
ويبطل مفعوله .

3- الهيبارين : وهو مادة مضادة للتخثر توجد في المصورة الدموية . ويفرز الهيبارين من قبل بعض الخلايا للنسيج الضام والكريات القعدة . وهو يؤثر على الخثرين ويمنعه من عمله الخمائري في تسريع تحول مولد الليفين إلى ليفين فإذا ما حقن الهيبارين بمعدل 0.5 – 1 ملغ / كغ من وزن الجسم فإنه يؤدي إلى إطالة زمن تخثر الدم من 6 دقائق إلى 30 دقيقة .

4- البلازمين : هو أنظيم يحلل الليفين ومولد الليفين . ومن محلل هذين المركبين يتم إنتاج مواد تثبط مفعول الخثرين .

ويوجد البلازمين في المصورة الدموية على شكل مولد البلازمين .

5- لقد اكتشف حديثاً مادة تدعى بروستاسايكين تقوم بإعاقة عملية تجمع الصفيحات الدموية بعضها فوق بعض داخل الأوعية الدموية السليمة وبالتالي لا يحدث تخثر الدم .

المبحث الرابع

الزمر الدموية Blood Groups

في حالات النزيف وفقدان كمية كبيرة من الدم عند الإنسان وفي حوادث التسمم وبعض الأمراض التي يرافقها فقدان الهيموغلوبين لمقدرته على الاتحاد مع O_2 فإنه ينقل الدم من إنسان إلى آخر هذه العملية الممكنة في الوقت الحاضر كانت مستحيلة سابقاً وذلك نتيجة لحدوث تراص أو تلزن الكريات الحمراء للدم المنقول في دم الآخذ ومن ثم تحلل هذه الكريات الحمراء .

وقد تبين نتيجة الدراسات العلمية أن عملية التراص أو التلزن للكريات الحمراء تحدث نتيجة للتفاعل المتبادل لعاملين هما :

أ- المستضد (المسترص) الموجود على هيكل الكرية الحمراء.

ب- الضد (الراصة) الموجود في المصورة الدموية.

ونتيجة لدراسات الشروط التي يتم فيها تراص الكريات الحمراء المأخوذة من عدد كبير من البشر في حالة وضعها بتماس مع مصورات بشرية مختلفة تمكن الباحثون من اكتشاف نوعين من المسترصات على سطح الكريات الحمراء هي المسترص A والمسترص B .

وقد ظهر أن المسترصات يمكن أن تختفي نهائياً من دم قسم من البشر .

ويوجد في دم القسم الأخر منهم المسترصة A . وعند القسم الثالث توجد المسترصة B وهناك نوع من البشر يحتوي دمهم على المسترصات AB .

فيما بعد تم اكتشاف نوعين من الراصات المصورية البشرية سميت الراصة a والراصة b . وهي إما أن توجد منفردة أو مجتمعة في المصورة البشرية وهناك أيضاً بعض المصورات البشرية التي تخلو منها .

وفي دم أي شخص لا يمكن أن تجتمع المسترصة A مع الراصة a. ولا المسترصة B مع الراصة b لذلك لا يحدث تراص الكريات الحمراء في الجسم .

بناءً على ما تقدم توجد 4 نماذج من المصورات البشرية و 4 نماذج من الكريات الحمراء وبالتالي يوجد 4 زمر دموية

الزمرة الدموية	المسترص على سطح الكرية الحمراء	الراصة في المصورة
I	A	b
II	B	a
III	AB	غياب الراصات
IV	غياب المستراصات (O)	A,B

وتعين الزمرة الدموية بالمسترصة إلى تحملها الكرية الحمراء ، وعلى هذا فإنه يوجد أربعة زمر دموية هي :O,AB,B,A وهذه الزمر الدموية هي وراثية وتنتقل حسب قوانين ماندل في الوراثة .

ولتعيين الزمرة الدموية لشخص ما تضاف قطره من دمه المجهول الزمرة إلى قطره من مصل يحتوي على الراصة aوإلى قطره من مصل يحتوي على الراصة b . ويمزج المصل مع الدم جيداً بالتحريك برفق ، ويحدث التراص في حال وجود المسترصة المناسبة وهناك أربعة احتمالات :

1- إذا حصل تراص للكريات الحمراء للدم المضاف مع المصل الذي يحتوي على الراصة a ولم يحدث التراص مع المصل الذي يحتوي على الراصة b فإن الزمرة الدموية تكون A .

2- إذا حصل تراص للكريات الحمراء للدم المضاف مع المصل الذي يحتوي على الراصة b ولم يحصل التراص مع المصل الذي يحتوي على الراصة a فإن الزمرة B.

3- إذا حصل تراص للكريات الحمراء للدم المضاف مع المصل الذي يحتوي على الراصة a و b فإن الزمرة الدموية تكون AB .

4- إذا لم يحصل تراص للكريات الحمراء للدم المضاف مع المصل الذي يحتوي على الراصة a ولا مع المصل الذي يحتوي على الراصة b فإن الزمرة الدموية O .

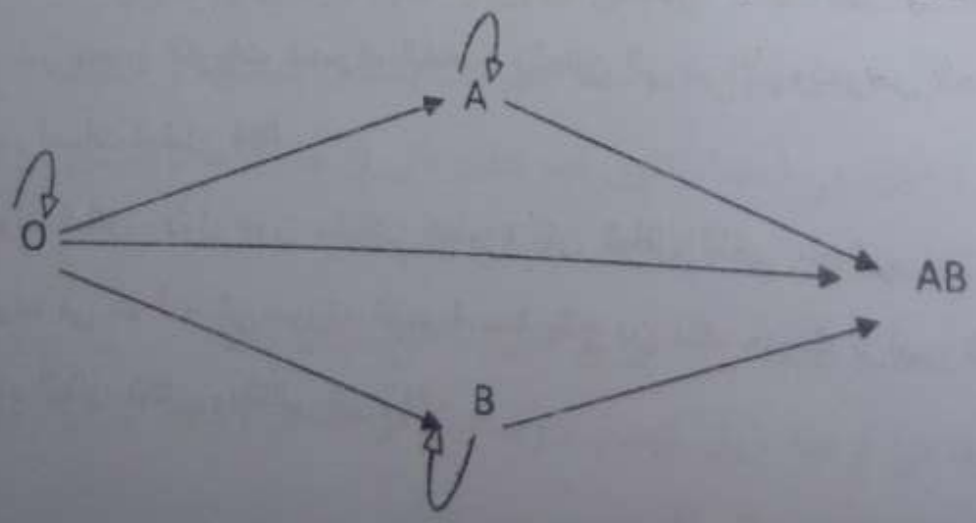
مما سبق نرى أنه لا يجوز نقل الدم من أصحاب الزمرة A إلى أصحاب الزمرة B وبالعكس .

ويمنع أيضاً نقل الدم من أصحاب الزمرة AB إلى أي من الزمر الأخرى . وفي الوقت نفسه يمكن نقل الدم إلى أصحاب الزمرة AB من كل من الزمر الأخرى .

ولذلك يسمى الشخص ذو الزمرة AB (متلقياً عاماً) وأن الشخص الذي زمرته الدموية O يمكن أن يعطي دم إلى كل الزمر الأخرى . لذلك يسمى هذا الشخص (معطياً عاماً) .

وعلى هذا فإن عملية نقل الدم يجب أن تتم بين الأشخاص الذين ينتمون إلى نفس الزمر الدموية .

وفي حالات الضرورة يمكن اتباع الرسم البياني التالي لمعرفة إمكانية النقل السليم للدم



ولكن يجب دائماً عند نقل الدم من شخص إلى آخر إتباع تعليمات محددة صارمة أهمها :

أ- إجراء اختبارات التراص بين كريات المعطي ومصورة الأخذ .

ب- يجب التأكد من خلو دم المعطي من الأمراض الخطيرة التي تنتقل عن طريق الدم كالزهري والتهاب الكبد الفيروسي ومرض نقص المناعة المكتسب وغير ذلك .

مجموعة RH (مولد الريزوس) : تم العثور على مولد الريزوس لأول مرة في الكريات الحمراء لبعض أنواع القرود من نوع Rhesus) ولذلك سميت هذه الزمرة بزمرة RH .

وجد لاحقاً أن أكثر من 85 % من البشر يملكون هذه الزمرة وهم لذلك ايجابيون لعامل الريزوس لعامل (RH) بينما الباقي من البشر لا يملكون هذه الزمرة وهم لذلك سلبيون(RH) وقد وجد أن الأشخاص السالبون لعامل RH لا تحتوي مصوراتهم الدموية على راصات خاصة بمولد الرص RH.

لكن في حال تم نقل دم إلى هؤلاء من أشخاص إيجابيون للعامل RH فإن الجهاز المناعي عند مستقبلي الدم يشكل راصات ضد RH.

إذا ما تم نقل دم موجب ل RH مرة أخرى إلى هؤلاء الأشخاص ذوي الزمرة السالبة لـ RH تقوم الراصات المتشكلة في دمهم برص الكريات الحمراء المنقولة إلى دمهم الأمر الذي ينجم عنه صدمه دموية وربما الموت . وهناك مشكلة أخرى تواجهها السيدات السلبيات لعامل RH إذ حملن من رجل موجب ل RH .

حسب قوانين مندل الوراثية يمكن أن يكون الجنين الأول والثاني لمثل هذا الزواج موجب ل RHوعلى الرغم من الانفصال التام بين الدورة الدموي للأم والجنين في الأحوال العادية إلا أنه قد تمر بعض الكريات الحمراء الخاصة بالجنين إلى دم الأم وتحرض الجهاز المناعي للأم لتشكل راصات لعامل RH.

وقد يولد الطفل الأول دون مشاكل خطيرة لكن الطفل الثاني سيعاني من تسرب الراصات الموجودة في دم أمه إلى دورته الدموية مما ينتج من ذلك حدوث تراص شامل في الكريات الحمراء للطفل الثاني وبالتالي إلى وفاته .

ويمكن إنقاذ حياة الوليد إذا أبدل دماً من نوع O بدلاً من دمه . كما تعطى الأم عادة راصات ضد RH^+ بعد الولادة مباشرة للقضاء على الكريات الحمراء الجينية التي تتسرب من دم الجنين إلى دم الأم وبالتالي منع الجهاز المناعي للأم من تشكيل راصات ضد العامل RH .

الزمر الدموية عند الحيوانات الأهلية :

تم اكتشاف حتى الآن العديد من المسترصات المرتبطة مع الكريات الدموية الحمراء للحيوانات الأهلية . فقد تم اكتشاف أكثر من 80 عاملاً من مولدات الرص والمستر صات في دم الأبقار صنفت في 12 زمرة دموية مستقلة أوسعها انتشاراً هي زمرة B التي تضم أكثر من 50 عاملاً من المسترصات .

أما الأغنام فقد صنفت زمرها الدموية إلى 7 مجموعات تشكل المجموعة B منها أكثر المجموعات احتواءً على مولدات الرص (52 عاملاً).

أما عند الخيول فقد تم عزل حتى الآن 10 عوامل من المسترصات كما وجد أن دم الدجاج يتضمن 14 مجموعة دموية مختلفة هذا ويفيد تحديد الزمر الدموية عند الحيوانات بما يلي:

i- تحديد نسب (الأصل) للحيوانات وهذا أحد تطبيقات معرفة الزمر الدموية لاسيما في الخيول العربية الأصلية .

2- نقل الدم : يعد تحديد الزمر الدموية أحد أهم الأساسيات النقل السليم للدم .

3- يمكن عن طريق تحديد الزمر الدموية التفريق بين التوائم الحقيقية والتوائم الكاذبة يفيد تحديد الزمر الدموية في مجال تربية الحيوان وذلك عندما يراد تربية سلالات أصلية وذات مواصفات محددة مع التركيز على قيم وراثية معينة وإهمال قيم أخرى .

تنظيم تكون الدم : يتم تنظيم تكون الدم عند الحيوانات بالطرق العصبية و الخليطة . ويعد وجود المستقبلات الداخلية في أعضاء تكون الدم الدليل على أن هذه الأعضاء تدخل في جملة العلاقات الانعكاسية المتبادلة ، وقد ثبت ذلك بالعوامل العديدة :

- يحدث عند تنبيه العصب المبهم إعادة توزيع الكريات البيضاء في الدم.

- يحدث عند تنبيه العصب المبهم إعادة توزيع الكريات البيضاء في الدم.

حيث يزداد محتواها في أوعية جهاز الهضم ، وينخفض في مناطق وعائية أخرى ، ويؤدي

[illegible] التأثير المعاكس .

- أثناء عملية الهضم الفعال والعمل العضلي والتنبيه المؤلم والإثارة الانفعالية ، فإن كمية الكريات البيضاء تزداد في الدم نتيجة لخروجها من العقد الليمفية وجيوب نقي العظام .

- تؤدي هرمونات غدد الإفراز الداخلي أيضاً دوراً مهماً في التأثير على تكون عناصر الدم الخلوية حيث يزداد تكونها تحت تأثير هرمون النمو والهرمون موجه قشرة الكظر للفص الأمامي للغدة النخامية .

- تؤدي الفيتامينات (B6, B 12 , B3) دوراً مهماً في عملية النضوج السوي للكريات الحمراء.

- يجب أن تتلقى الحيوانات تغذية جيدة ومتوازنة من حيث احتوائها على كميات كافية من البروتينات والأملاح المعدنية مثل الحديد ، والنحاس والمغنزيوم والكوبالت .

الفصل الثاني

فيزيولوجيا الدوران

يتمتع جهاز الدوران – القلب والأوعية الدموية – بأهمية فيزيولوجية كبيرة – فهو يؤمن الدوران الدائم والمستمر للدم في جسم الحيوان .

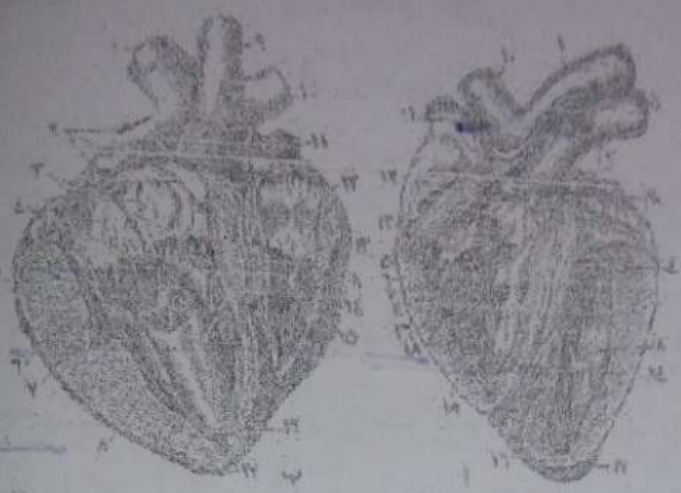
كما يقوم بمهمة نقل الدم النقي الغني بالأكسجين من الرئتين ونقل العناصر الغذائية الممتصة في الجهاز الهضمي إلى كافة الخلايا و أنسجة الدم ، وتخليصها بالمقابل من الفضلات الاستقلابية ولا سيما ثاني أوكسيد الكربون وذلك بنقلها إلى الرئتين وأعضاء الإطراح حيث يتم طرحها إلى خارج الجسم .

المبحث الأول

بنية القلب ومصدر نظمه الذاتي

القلب –هو العضو الرئيسي في جهاز الدوران ، يتوضع داخل التجويف الصدري بين الرئتين ، وهو يأخذ عادة شكل هرم ثلاثي مقلوب ، ويسمى جزؤه العلوي حيث يتصل بالأوعية الدموية قاعدة القلب ونهايته السفلية تشكل ذروة القلب (شكل رقم 4) .

1- بطين أيمن
2- بطين أيسر
3- أذين أيمن
4- أذين أيسر



شكل رقم (4) قلب مفتوح

أ- قلب عجل

ب- قلب حصان

1-الشريان الرئوي	11-الوريد الأجوف الأمامي
2-أوردة رئوية	12-الأذين الأيمن
3-الدسام التاجي	13-الدسام ثلاثي الشرف
4-الحبال الوترية	14-الحاجز البطيني
5-ظهارة القلب	15-البطين الأيمن
6-العضلة القلبية	16- حواجز عضلية
7-الشغاف	17-ذروة القلب
8-العضلات الحليمية	18-الفتحة الأذينية البطينية
9-قوس الأبهر	19-العضلة المستعرضة للقلب
10-الجذع العضدي البلعومي العام	20- الدسامات الهلالية

ويتألف القلب من نصفين أيمن وأيسر منفصلين عن بعضهما بوساطة حاجز يدعى الحاجز المنصف .

ويضم كل نصف منهما على جوفين الأول أذيني والثاني بطيني .

يتصلان مع بعضهما بوساطة الفوهة الأذينية البطينية .

وهكذا يضم النصف الأيمن من القلب الأذينة اليمنى والبطين الأيمن والنصف الأيسر منه الأذينة اليسرى والبطين الأيسر .

ويفصل كل أذينة عن البطين دسام يسمى الدسام الأذيني البطيني . ففي الجانب الأيمن القلب يوجد الدسام مثلث الشرف أما في الجانب الأيسر فالدسام يتألف من شرفتين فقط ، ولذلك فهو يدعى الدسام ذا الشرفتين .

وتتكون الدسامات الأذينية البطينية من غشاء ليفي مغطى بشغاف القلب وملتحم بالحلقة الأذينية البطينية الليفية وتفتح الدسامات الأذينية البطينية فقط باتجاه البطينات ولا تستطيع الانفتاح في اتجاه الأذينات وذلك لاتصالهما من نهاياتها بالعضلات الحليمية البطينية بوساطة الحبال الوترية المتصلة بجدار البطينات .

وتقوم الدسامات الأذينية البطينية بغلق الفتحات الأذينية البطينية أثناء انقباض البطينات وتمنع بذلك عودة الدم باتجاه الأذينات ، ويساعدها في ذلك العضلات الدائرية المحيطة بالفتحات الأذينية البطينية .

النسيج العضلي للقلب :

أ- **الأذينات** : تشكل الأذينات من الناحية الوظيفية كتلة عضلية منفصلة عن البطينين بحلقة ليفية . ويتكون نسيج الأذينات من ألياف عضلية مخطط ذات بناء خلوي متفاغر مع بعضه بشدة حيث يشكل شبكة خلوية وظيفية واحدة وتقوم الأذينات أثناء تقلصها بدفع الدم الوريدي المتجمع بها إلى البطينات عبر الفوهة الأذينية البطينية .

ب- **البطينات** : يؤدي البطينان ولا سيما الأيسر منهما الجزء الأعظم والأهم من الوظيفة الحركية للقلب . ويتألف نسيج البطينات من ألياف عضلية مخطط تشبه تماماً الألياف الأذينية من حيث كونها ذات بناء خلوي متفاغر بشدة بحيث تشكل شبكة خلوية وظيفية واحدة . وجدار البطينات أسمك من جدار الأذينات وخصوصاً جدار البطين الأيسر فهو أسمك ب 3 مرات من جدار البطين الأيمن . وهذا يناسب العمل الذي يقوم به البطين الأيسر حيث يقوم هذا البطين بدفع الدم إلى شبكة وعائية واسعة في الجسم .

ويخرج من البطين الأيسر للقلب الشريان الأبهر الذي ينقل الدم إلى كافة شرايين الجسم ومن البطين الأيمن الشريان الرئوي الذي ينقل الدم إلى الرئتين .

ويوجد عند فتحات هذه الأوعية الدموية حيث تبدأ دسامات مؤلفة من 3 جيوب تأخذ شكل نصف دائرة لذلك سميت بالدسامات الهلالية أو السينية

وتفتح هذه الدسامات باتجاه الأبهر والشريان الرئوي أثناء انقباض البطينات مما يؤدي إلى مرور الدم إلى هذه الأوعية .وبعد ذلك تغلق هذه الدسامات لتمنع عودة الدم إلى البطينات .

ولا توجد هذه الدسامات عند فتحات الوريدين الأجوفين الأمامي والخلفي في الأذينة اليمنى ولا في فتحة الوريد الرئوي في الأذينة اليسرى .

ولمنع ارتداد الدم من الأذينات إلى هذه الأوردة أثناء انقباض الأذينات تقوم الحلقات العضلية حول مدخل هذه الأوردة بالانقباض والتقلص لتغلقها بحركة تشبه المصرة .

ويتألف جدار القلب من الداخل إلى الخارج من الشغاف . وهو طبقة ظهارية تفرش السطح الداخلي للأجواف القلبية بشكل منتظم يليها الطبقة العضلية للقلب .

وبعدها الوريقة الحشوية للطبقة المصلية التامورية ثم الوريقة الجدارية للطبقة المصلية التامورية والتي تتصل بالطبقة الليفية الخارجية .

هذا ويوجد فراغ بسيط بين الوريقة الحشوية والجدارية للتامور يدعى الجوف التاموري وهو يحتوي على طبقة سائلة بسيطة لزجة تسهل عملية انزلاق الوريقتين عن بعضهما .

ومن وظائف التامور أنه يضع حداً لتوسع أجواف القلب أثناء امتلائها بالدم .

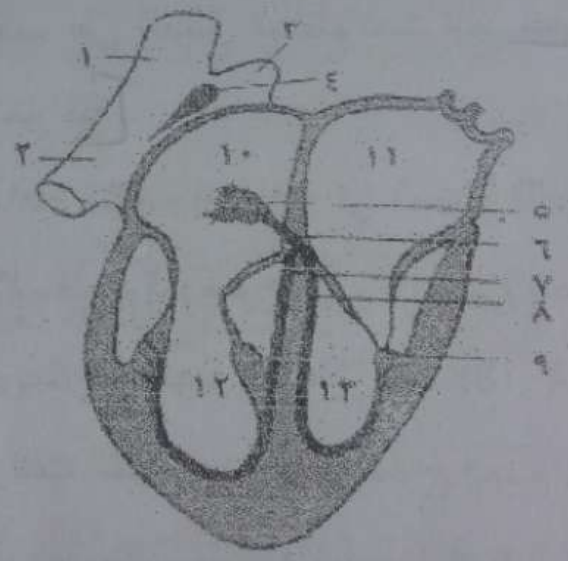
ذاتية العضلة القلبية :

تتميز العضلة القلبية بمقدرتها على التقلص التلقائي أو الذاتي المنتظم ، وهذا التقلص الذاتي للقلب يؤمن جريان وضخ الدم إلى شرايين الجسم / كما يساهم بشكل أساسي بخلق ضغط دموي داخل الأوعية الدموية .

وتتحقق الذاتية في العضلة القلبية بفضل احتوائها على بعض الألياف العضلية المتحورة والمكونة مجموعة خاصة من العقد والألياف المتخصصة والتي تشكل بمجموعها الجهاز الموصل التنبيهي الناقل التنبيه) في العضلة القلبية

وهو يتألف عموماً من :

1. **العقدة الجيبية الأذينية** : توجد هذه العقدة بالقرب من التقاء جيب الوريد الأجوف العلوي بالأذينة اليمنى(شكل رقم 5) . وهي تتكون من مئات من الألياف العضلية الوظيفية التي تتجمع على شكل ضفيرة طولها 1 – 2 سم وعرضها 3 – 5 ملم ومنها يبدا النظم الذاتي للعضلة القلبية ولذا تدعى ناظم القلب .(شكل رقم 4)
2. **العقدة الأذينية البطينية** : وتوجد في الأذينة اليمنى طولها 6 ملم وعرضها 2 – 4 سم و تتوضع أسفل الحاجز الأذيني البطيني من الجهة اليمنى بجوار فتحة الجيب الإكليلي . وتعد هذه العقدة وسيلة الاتصال الوحيد بين النسيج العضلي الأذيني والنسيج العضلي البطيني
3. **الحزمة الأذينية البطينية (حزمة هيس)** : وهي حزمة عضلية متحورة تبدأ من العقدة الأذينية البطينية ثم تدخل الحاجز البطيني منقسمة إلى شعبتين على جانبي هذا الحاجز ثم تتفرع كل شعبة إلى شبكة واسعة من الألياف التي تتفاغر مع ألياف بركنج الموجودة في ذروة القلب .



الشكل رقم (5) يبين الجملة الناقلة للتنبيه في القلب

1-الوريد الأجوف الأمامي ،2-الوريد الأجوف الخلفي ،3-الأذينة اليمنى ،4-العقدة الجيبية الأذينية ،5-العقدة الأذينية البطينية ،6-حزمة هيس ،7-8-الأفرع الأيمن والأيسر لحزمة هيس 9-العضلات الحليمية 10-11-الأذينات اليمنى و اليسرى ،12-13-البطينان الأيمن والأيسر .

هذا وتعد العقدة الجيبية الأذينية هي المركز الأول الناظم لضربات القلب التلقائية ومكان نشوء التنبيه الذاتي المسيطر للقلب

وقد ثبت ذلك بطرق عدة :

1. تسخين أو تبريد العقدة الجيبية الأذينية : يلاحظ بأن تسخين هذه العقدة يؤدي إلى إسراع ضربات القلب وتبريدها يؤدي إلى إبطاء هذه الضربات .
2. استئصال العقدة الجيبية الأذينية أو تسميمها ببعض المواد السامة يؤدي إلى إبطاء نظم القلب ويمكن أن يحدث توقف القلب عن العمل تماماً .

المبحث الثاني

الخصائص الفيزيولوجية للعضلة القلبية

تتمتع العضلة القلبية ببعض الخصائص الهامة والتي تؤدي الدور الهام في الحفاظ على المستوى الثابت والمنظم لعمل القلب عند الحيوان وهذه الخصائص هي :

1- التلقائية أو الذاتية :

الذاتية هي قدرة القلب على التقلص المنتظم تحت تأثير تنبيهات ذاتية تنشأ من القلب نفسه دون تدخل المنبهات الخارجية.

وأسهل طريقة لمشاهدة التلقائية أو الذاتية في العضلة القلبية تجريبياً هي ملاحظتها على القلب المنزوع من جسم الضفدع والموضوع في سائل مغذ (محلول رنجر)

هذا القلب المعزول يمكن أن ينبض لساعات عديدة(18-24ساعة)

كما أن قلوب الحيوانات الثدية تنبض أيضاً خارج الجسم إذا ما رويت (غذيت) بدم غير قابل للتخثر أو بمحلول مغذ مثل محلول (رينجر لوك) المشبع بالأوكسجين والمضاف إليه كمية كافية من الغلوكوز مع الحفاظ على درجة حرارة تقارب 37 مئوية .

وتعد العقدة الجيبية الأذينية هي مصدر ذاتية القلب حيث ينشأ فيها التنبيه وينتشر إلى بقية مناطق القلب . ولذلك فهي تدعى ناظم القلب أو (ضابط الإيقاع) .

وهي تعتبر مركز التلقائية من الدرجة الأولى ، ثم العقدة الأذينية البطينية وهي مركز التلقائية من الدرجة الثانية تليها حزمة هيس وألياف بركنج .

العوامل الضرورية للتلقائية أو الذاتية القلبية :

يحتاج القلب للاستمرار بالتقلص التلقائي المنتظم إلى عوامل متعددة من أهمها :

1. درجة حرارة الجسم :

توثر تغيرات درجة حرارة الجسم في النظم الذاتي للقلب تأثيراً كبيراً ، وذلك عن طريق تأثيرها على مختلف التفاعلات الاستقلالية الخلوية في العضلة القلبية . فزيادة درجة حرارة الجسم تؤدي إلى تسرع نظم القلب وإلى زيادة عدد مرات التنفس

2- الأوكسجين :

يعد الأوكسجين ضروري جداً للمحافظة على العمل التلقائي المنظم للقلب . إذ يؤدي نقصه إلى اضطراب واضح في ذاتية القلب كما أن الحرمان المطلق منه يؤدي إلى توقف عمل القلب .

3- الغلوكوز :

يعد الغلوكوز من العناصر الضرورية لعمل وتقلص العضلة القلبية ، حيث وجد أن القلب المعزول من الثدييات والمروى بسائل مغذي يتوقف على العمل إذا لم يحتوي هذا السائل على كمية كافية من الغلوكوز .

4- تفاعل الدم (PH الدم) :

يؤثر تفاعل الدم في نظم القلب التلقائي (الذاتي) ، إذ أن ميل PH الدم نحو الحموضة يؤدي إلى حدوث الاسترخاء في العضلة القلبية في حين أن ميل PH الدم نحو القلوية يؤدي إلى الانقباض .

5- شوارد الكالسيوم :

تؤدي شوارد الكالسيوم دوراً هاماً في التقلص الذاتي المنتظم للقلب حيث أنها تؤدي دوراً أساسياً في تقلص الألياف العضلية القلبية ، وذلك من خلال مشاركتها في نشوء كمون العمل في هذه الألياف العضلية .

العوامل الضرورية الذاتية القلبية

1- الاستثارية

وهي قابلية العضلة القلبية ومقدرتها على التنبه بالمنبهات المختلفة (الكهربائية ، الكيميائية ، الحرارية ، الآلية) وتعد المنبهات الكهربائية أفضلها وذلك لأنها لا تسبب الأذى

للنسج الحية حتى عند تكرار تطبيقها علمياً ، كما أنه من السهل تنظيم شدة وتواتر ومدة تأثير المنبه الكهربائي هذا وتدعى أصغر شدة تنبيه كهربائية قادرة على إحداث استجابة وظيفية تقلصيه بعتبة التنبيه (الريوباز) .

3- ~~الانقباض~~ (قابلية الانقباض) :

من الخصائص الأساسية للعضلة القلبية قابليتها للانقباض المنتظم والذي يحدث بتواتر منتظم طيلة حياة الحيوان .وتتعلق قوة الانقباضة في العضلة القلبية بتأثير تنبيه الألياف العصبية الودية ونظير الودية فمثلاً إن تنبيه الأعصاب الودية يزيد من قوة وسعة الانقباضة في العضلة القلبية .

أما تنبيه الأعصاب نظيرة الودية فيؤدي إلى نقصان في قوة وسعة التقلص وسعة للعضلة القلبية .

4- قابلية التوصيل للقلب :

تملك الألياف العضلية القلبية قدرة على توصيل التنبيه ، وهذه القدرة تختلف باختلاف مناطق العضلة القلبية فسرعة نقل التنبيه في الألياف الأذينية مثلاً هي /1/ متر في الثانية وفي جدار البطين 0.4م/ثا أما في ألياف بيركينج فهي 4 م في الثانية .

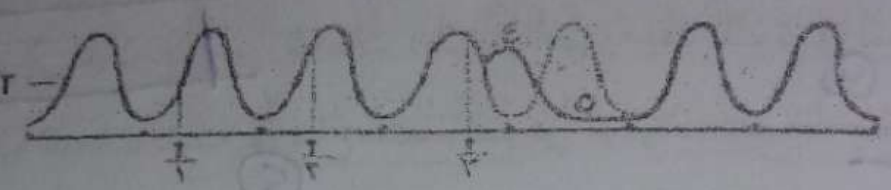
5- فترة الحران في العضلة القلبية :

تتميز العضلة القلبية بأنها لا تستجيب للمنبهات مهما كان نوعها وقوتها في أثناء فترة انقباضها. وتسمى هذه الفترة بفترة الحران المطلقة وهي تستمر طيلة فترة الانقباض للقلب يلي هذه الفترة فترة يستعيد فيها القلب قدرته على الاستجابة للمنبهات (التنبيه) تدريجياً .

إذ أنه يستجيب في هذه الفترة للمنبهات ذات الشدة المناسبة وهي شدات فوق عتبوية بالطبع وتسمى هذه الفترة بفترة الحران النسبي (وهي توافق فترة الاسترخاء للقلب) ، يعقب فترة الحران النسبي فترة تكون فيها العضلة القلبية بأحسن حالاتها قابلية للتنبيه وتسمى هذه الفترة بالفترة المثلى للتنبيه .

5-الانقباضة الخارجية والراحة المعاوضة : هي أكبر من فترة الحران

في حال تم تنبيه عضلة القلب في فترة الحران النسبي (فترة استرخاء العضلة القلبية) بمنبه كهربائي شديد القوة ، نلاحظ حدوث انقباضه خاصة (خارجية) تعقبها فترة راحة طويلة تسمى الراحة المعاوضة (شكل رقم 6) .



شكل رقم (6)يبين الانقباضة الخارجية للقلب والراحة المعاوضة التي تليها

١-١-٣- لحظات أحداث التنبيه الخارجي . ٤- الانقباضة الإضافية . ٥- الاستراحة المعاوضة .

ويفسر طول فترة الراحة المعاوضة هذه بأن الانقباضة الخارجية تشبه الانقباضة السوية في خصائصها حيث أن لها أطوار حران مطلق ونسبي،لذلك يكون دور الراحة المعاوضة مساوياً لفترة الراحة التي نقصت من الاستجابة السابقة نتيجة للانقباضة الخارجية مضافاً إليها فترة الراحة العادية للانقباضة الخارجية

مما سبق نرى أن العضلة القلبية تتمتع بصفات فيزيولوجية خاصة دون غيرها وهي :

وجود فترة الحران المطلق ، وهذا ما يؤمن الراحة الطويلة للقلب مما يساعده على عمله المنتظم طيلة الحياة .

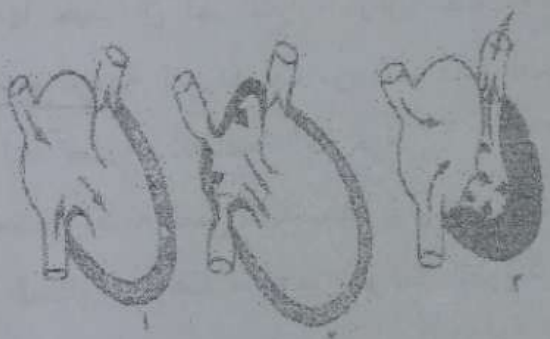
عدم قدرة العضلة القلبية على الاستجابة للمنبهات المتكررة السريعة بتقلص مستمر (تقلص تكززي) وهذا ما يضمن عدم إصابة العضلة القلبية والتوقف عن النبض .

المبحث الثالث

الدورة القلبية و الحصيل القلبي

أ- الدورة القلبية :

تتقلص الحجرات المكونة للقلب بانتظام متسلسل . إذ تتقبض الأذينات أولاً فيندفع ما بهما من دم إلى البطينات عبر الفتحات الأذينية البطينية بعد ذلك تغلق الدسامات الأذينية البطينية لهذه الفتحات نتيجة لارتفاع ضغط الدم في البطينات بعد ذلك تتقبض هذه البطينات نتيجة لارتفاع الضغط بهما فيندفع ما بهما من دم عبر الشريانين الأبهر والرئوي إلى كافة أنحاء الجسم .وذلك نتيجة لانفتاح الدسامات الهلالية أو السينية لهذه الشرايين . يلي ذلك فترة تسترخي فيها الأجواف القلبية الأربع .(الشكل رقم 7)



الشكل رقم (7) يبين مراحل الدورة القلبية

1- فترة استراحة الأذينات والبطينات 2- فترة انقباض الأذينات

3-فترة انقباض البطينات

وتنشأ عملية الانقباض العضلي للقلب نتيجة لانتشار موجة التنبيه وبشكل منتظم ومتسلسل أيضاً من العقدة الجيبية الأذينية (ضابط نظم القلب) إلى كافة أنحاء القلب عبر الجهاز الموصل للتنبيه .

وتبدأ موجة التنبيه من العقدة الجيبية الأذينية للقلب على شكل موجة من إزالة الاستقطاب تنتشر إلى النسيج العضلي للأذينيتين وإلى العقدة الأذينية البطينية

وهذه بدورها ترحل موجة إزالة الاستقطاب هذه إلى حزمة هيس وفروعها في بطيني القلب .

وتنتقل موجة التنبيه بعد ذلك من فروع حزمة هيس إلى ألياف بركنج بالألياف العضلية الأخرى في بطيني القلب .

هذا وقد دلت التجارب أن الزمن اللازم لإتمام دورة قلبية واحدة عند شخص طبيعي معدل ضربات قلبية 75 ضربة / الدقيقة يبلغ 0.8 ثا موزعة على الشكل التالي :

0.1 ثانية لانقباض الأذينتين . 0.7 ثانية لاسترخاء الأذينيتين .

0.2 ثانية لانقباض البطينين . 0.5 ثانية لاسترخاء البطينين .

ب- الحصيل القلبي (النتاج القلبي) :

النتاج القلبي هو حجم الدم المضخوخ المقذوف من كل بطين في وحدة الزمن الدقيقة) . ويقدر عادة باللتر في الدقيقة . وتفيد معرفة النتاج القلبي في التعرف على طبيعة عمل القلب وكفاءته أولاً وفي تشخيص بعض الحالات المرضية ثانياً .

وتدعى كمية الدم المقذوفة من البطين الأيسر في الأبهر أو من البطين الأيمن في الشريان الرئوي في كل انقباضه قلبية بحجم النفضة . وعموماً إن حجم النفضة تابع لعوامل عدة هي :

1- سعة الأجواف القلبية .

2- قوة إنقباضة البطين .

3- كمية الدم الواصلة إلى القلب من الأوردة الكبيرة أثناء فترة الاسترخاء .

4- المقاومة الخارجية (المحيطية) في الأوعية الدموية .

ونتاج القلب في الدقيقة = حجم النفضة X عدد ضربات القلب/الدقيقة

نظم القلب :

هو عدد ضربات القلب في الدقيقة وهو يساوي عند الإنسان البالغ من 60 – 80 ضربة / الدقيقة، بينما يصل عند الأطفال إلى حوالي 100 – 120 ضربة / الدقيقة .

ويرتبط عدد ضربات القلب في الدقيقة عند الحيوانات المختلفة بنوع الحيوان أو حجمه وعمره ، كما يتأثر نظم القلب بشكل واضح بالظروف التي يخضع لها الحيوان كالعمل والخوف والظروف البيئية وغيرها .

ويوضح الجدول رقم (7) عدد ضربات القلب في الدقيقة عند بعض الحيوانات الأهلية

الجدول رقم (7) يبين عدد ضربات القلب /د عند بعض الحيوانات

نوع الحيوان	عدد ضربات القلب/د	نوع الحيوان	عدد ضربات القلب/د
الفيل	28 – 25	الكلاب	80 – 70
الجمل	52 – 32	القطط	130 – 110
الأبقار	80 – 60	الأرانب	140 – 120
الخيول	42 – 32	الدجاج	200 – 120
الأغنام	80 – 70	الجرز	400
الماعز	80 – 70	الفأر	600
		الطيور	1000

يلاحظ في الجدول وجود علاقة وثيقة بين ضربات القلب / د وحجم الحيوان ، فكلما زاد حجم الحيوان نقص عدد ضربات القلب لديه والعكس صحيح ، كذلك وجد أيضاً أنه ضمن النوع الحيواني الواحد توجد أحياناً اختلافات في نظم القلب فخيول السباق تختلف قليلاً عن خيول الجر ، كما ثبت أيضاً أن طبيعة العمل تؤثر في نظم القلب لدى خيول الجر المحملة حملاً بسيطاً يكون 75 – 85 ضربة / د وفي أثناء الحمل المتوسط يرتفع النظم إلى 100 – 110 ضربة./ د .

المبحث الرابع

تنظيم عمل القلب

يتم تنظيم النشاط القلبي بوساطة الدفعات العصبية (Impulses) الواردة إليه من الجملة العصبية المركزية بالعصب المبهم (الحائر) بالإضافة إلى التلقائية (الذاتية) التي تتمتع بها العضلة القلبية .

(Vagus Nerue) والذي ينتمي إلى الجملة العصبية اللاودية (نظيرة الودية) وهو العصب المثبط لعمل القلب . وبالأعصاب الودية والتي تنتمي إلى الجملة الودية وهي الأعصاب المسرعة لعمل القلب كذلك يتم تنظيم النشاط القلبي بالطرق الخلطية أي بوساطة تأثير المواد التي يفرزها الجسم في الدم و الليمف .

تأثير الأعصاب نظيرة الودية (العصب المبهم) على نظم القلب :

تدل الأبحاث الفيزيولوجية كافة على أن التأثيرات الناجمة عن تنبيه العصب المبهم (نظير الودي) مثبطة لجميع خصائص القلب الوظيفية وعموماً يسبب تنبيه العصب المبهم على نظم القلب ما يلي :

1- بطء نظم القلب (قلة عدد ضربات القلب) .
2- انخفاض استثارية (قابلية التنبيه) للعضلة القلبية .
3- تناقص وانخفاض قوة (سعة) الانقباضات القلبية (شكل رقم 8).

أ-

ب-

شكل رقم (8) يبين : تأثير الأستيل كولين على نظم القلب عند الضفدع

أ- النظم الطبيعي لقلب الضفدع .

ب- تأثير تنبيه العصب المبهم على نظم القلب (انخفاض سعة الانقباضات القلبية وقلة عددها).

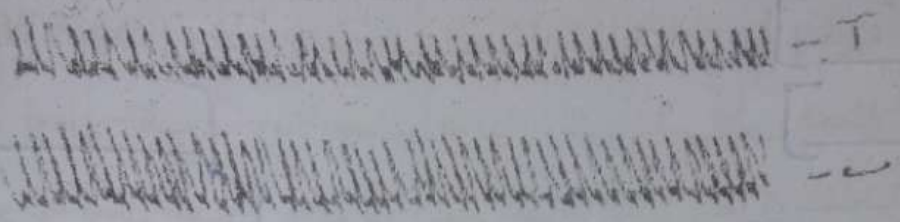
4- انخفاض سرعة توصيل (نقل) التنبيه في العضلة القلبية

تأثير الأعصاب الودية على نظم القلب :

عند تنبيه الأعصاب الودية للقلب يلاحظ مايلي :

1- تسرع نظم القلب (زيادة عدد ضرباته) .

2- زيادة شدة الانقباضات القلبية شكل رقم (9) .



شكل رقم (9) يبين : تأثير الأدرينالين على النظم القلبي عند الضفدع

أ- النظم الطبيعي لقلب الضفدع .

ب- تأثير تنبيه الأعصاب الودية للقلب في نظم القلب وسعة انقباضاته .

3- تحسن نقل التنبيه داخل القلب .

4- زيادة قابلية التنبه للعضلة القلبية .

هذا وتصل إلى القلب في الظروف الطبيعية الدفعات العصبية من الأعصاب الودية ونظيرة الودية في آن واحد .

لذلك فإن عمل القلب وفي كل لحظة هو نتيجة لتعاون فعلين متضادين لهذه الأعصاب

المراكز العصبية المنظمة لعمل القلب :

تتحكم المراكز العصبية القلبية في نظم القلب وذلك عن طريق سيطرتها على نشاط الألياف العصبية للجملة الودية ونظيرة الودية ونميز من هذه المراكز العصبية مركزين هما :

1) **المركز المثبط لنظم القلب** : يوجد هذا المركز في النواة الظهرية للعصب المبهم (الحائر) في المخ المستطيل وهذا المركز يعطي دفعات عصبية مثبطة للعقدة الجيبية الأذينية (ناظم القلب) ونشاط هذا المركز الدائم يؤدي دوراً هاما في (كبح جماح) القلب وإبطاء سرعته .

حيث أن قطع ألياف العصب المبهم التي تغذي القلب أو إخماد تأثيرهما بزرق الأتروبين يؤدي إلى زيادة عدد ضربات القلب فجائياً إلى أكثر من 150 ضربة / د .

2) **المركز المسرع لنظم القلب** : يوجد هذا المركز في المنطقة الظهرية الرقبية للنخاع الشوكي . وتنبيه هذا المركز يؤدي إلى زيادة ضربات القلب وازدياد شدة هذه الضربات في أثناء الراحة النفسية والجسمية يكون نشاط المركز المسرع لنظم القلب ضئيلاً لذلك يتحكم في نظم القلب هنا المركز المثبط لنظم القلب فيبطئ نظم القلب إلى حدوده الفيزيولوجية .

ضغط الدم : تعريف

يعرّف ضغط الدم بأنه مقدار ضغط الدم/ المتحرك على جدران الأوعية الدموية .وينشأ الضغط الدموي نتيجة للانقباضات المتواترة لعضلة القلب والتي تدفع باستمرار كميات جديدة من الدم في الأوعية الدموية الكبيرة المرتبطة بعضلة القلب .

العوامل المؤثرة في ضغط الدم في الشرايين يتأثر ضغط الدم في الشرايين بعاملين أثنين هما :

1- النتاج القلبي / حجم الدم المضخوخ من القلب في الدقيقة / .

2- المقاومة المحيطة / مقاومة تيار الدم في الشرايين الصغيرة والشرينات والشعيرات الدموية / وهي ناتجة عن احتكاك الدم بجدران الأوعية الدموية والعناصر الدموية فيما بينها .

وتؤثر مرونة الأوعية الدموية تأثيراً هاماً في مقدار ضغط الدم في الشرايين فهي تساعد على ارتفاع الضغط الدموي ببطء وتدريجياً وبمقادير بسيطة أثناء الانقباضة القلبية .وذلك خلافاً لمل يحدث عندما تفقد هذه الأوعية الدموية مرونتها ومقدرتها على التوسع مما يؤدي إلى ارتفاع كبير للضغط الدموي داخلها .

ويمكن قياس ضغط الدم باستخدام جهاز قياس الضغط والسماعة الطبية .

ويتألف جهاز قياس الضغط من كم مطاطي يلف حول منطقة محددة مناسبة من أطراف الحيوان أوذيله ثم توضع السماعة الطبية فوق الشريان المراد قياس ضغط الدم فيه . بعد ذلك يتم نفخ الهواء في الكم المطاطي حتى يحدث الضغط الكافي لزوال النبض الذي يمكن سماعه بوساطة السماعة الطبية .

يتم بعد ذلك تفريغ الهواء من الكم المطاطي تدريجياً حتى تسمع ضربات القلب وعند سماع أول ضربات القلب يتم قراءة تأشيرة المانومتر التي تشير إلى ما يعرف بالضغط الانقباضي .

ثم بعد ذلك نستمر بخفض الضغط داخل الكم فنلاحظ اشتداد ضربات القلب ومن ثم ضعفها تدريجياً حتى يتم تلاشيها ولحظة تلاشيها تتطابق مع ما يسمى بالضغط الانبساطي .

ولقد جرت العادة في التعبير عن ضغط الدم على شكل كسر بسطه يمثل الضغط الانقباضي ومقامه يمثل الضغط الانبساطي والجدول رقم (8) يعطي قيم الضغط الانقباضي والانبساطي في عدد من الحيوانات الأهلية..

جدول رقم (8) الضغط الانقباضي والانبساطي عند الحيوانات المختلفة :

الحيوان	الشريان	الضغط		
		الانقباضي	الانبساطي	التفاضلي
الخيول	الذنبي	120-100	30-35	70-65
	الرسغي	172	123	49
الأبقار	الذنبي	128-98	99-69	29
الأغنام	الفخذي	151	114	37
الخنازير	الرسغي	139	99	40
الكلاب	الفخذي	150	90	60
الفأر	السباتي	187	138	49
الكنار	السباتي	220	154	66

الباب الثاني

فيزيولوجيا جهاز التنفس

الفصل الأول فيزيولوجيا التنفس عند الثدييات

التنفس هو مجموعة العمليات التي يحدث بنتيجتها تبادل غازي بين الكائن الحي والوسط المحيط به .

والتنفس من العمليات الضرورية لاستمرار حياة الكائن الحي ، وذلك لأن خلايا ونسج الإنسان والحيوان تحتاج إلى مدد مستمر من الأوكسجين لاستعماله في عمليات الاستقلاب وإنتاج الطاقة اللازمة لاستمرار الوظائف الحيوية في الجسم .

كما تحتاج هذه الخلايا أيضاً إلى وسيلة يتم بوساطتها التخلص من نواتج عملية الأكسدة ولا سيما ثاني أكسيد الكربون .

المبحث الأول

تركيب الجهاز التنفسي

يتألف الجهاز التنفسي عند الحيوانات الثديية من الممرات الهوائية التي يمر الهواء عبرها إلى الأسناخ الرئوية ، ومن الأنسجة الرئوية المتخصصة في عملية التبادل الغازي الذي يتم بين تجاويف الأسناخ الرئوية ودم الشعيرات الدموية الرئوية .

1- الممرات الهوائية :يصل الهواء الخارجي إلى الرئتين عن طريق مجموعة من الممرات الهوائية والتي تشمل : الأنفي ، البلعوم ، الحنجرة ، الرغامى ، والقصيبات الهوائية والتجويف الأنفي عبارة عن عضو يمتد من فتحتي المنخرين في الأمام وحتى الفتحة الأنفية البلعومية في الخلف .

وهو يقسم إلى قسمين متماثلين بوساطة حاجز عظمي غضروفي يدعى الحاجز الأنفي .

ويؤدي التجويف الأنفي دوراً مهماً في تقليل سرعة تيار الهواء المستنشق وذلك حتى يتسنى للغشاء المخاطي المبطن لجوف الأنف تدفئة الهواء وترطيبه وتنقيته من ذرات الغبار قبل

دخول الرئتين . ويؤدي التجويف الأنفي وظائفه السابقه الذكر بفضل بنيته الخاصة إذ تبطنه ظهارة خاصة ذات خلايا مهدبة وتحتوي على خلايا غدية تفرز المخاط وهي غنية أيضاً بشبكة كثيفة من الشعيرات الدموية التي تساعد في تدفئة الهواء المستنشق بالإضافة إلى ذلك تنمو الأشعار على سطح هذه الظهارة الأمر الذي يساعد في تنقية الهواء

والبلعوم عبارة عن ممر مشترك لكل من الجهاز التنفسي والهضمي كما أنه يتصل مع الأذن الوسطى عن طريق نفير أوستاش . ويؤدي البلعوم دوراً كممر للهواء حيث أن الهواء يعبر التجويف الأنفي لابد أن يمر عبر البلعوم .

والحنجرة هي عضو عضلي غضروفي يصل البلعوم بالرغامى . وهي بالإضافة إلى وظيفتها التنفسية في تمرير الهواء إلى الرغامى ، تحتوي على الأوتار الصوتية التي ينتج عن اهتزازاتها الأصوات المختلفة التي تصدرها الحيوانات .

و الرغامى Traches (انظر الشكل8) هي أنبوب عضلي غضروفي يمتد من الحنجرة ويهبط في التجويف الصدري لمسافة تختلف باختلاف النوع الحيواني حيث تنقسم إلى شعبتين تنتهي كل منهما في رئة . ويبطن الرغامى غشاء ظهاري مهدب غني بالغدد المخاطية التي تؤدي مفرزاتها دوراً في حجز الجزيئات الغريبة التي يحملها الهواء معه إلى الرغامى . أما وظيفة الأهداب فهي دفع جزيئات المخاط مع ما تحمله من أجسام غريبة إلى الأعلى باتجاه البلعوم حيث يصار إلى بلعها أو بصقها إلى الخارج .

والقصبات الهوائية تنتج من تفرع الرغامى إلى شعبتين قصبيتين تنتهي كل واحدة في رئة . وتتفرع كل قصبة داخل الرئة إلى عدد كبير من الفروع معطيه القصيبات التي تتشعب بدورها إلى فروع أصغر فأصغر . وأن هذه الفروع تنتهي بالأسناخ الرئوية التي تؤلف بمجموعها تجمعات كبيرة من الأكياس الصغيرة في حجمها والتي تأخذ شكل عناقيد العنب .

وعبر جدران الأسناخ الرئوية تتم جميع المبادلات الغازية بين الوسط الخارجي ودم الرئتين .

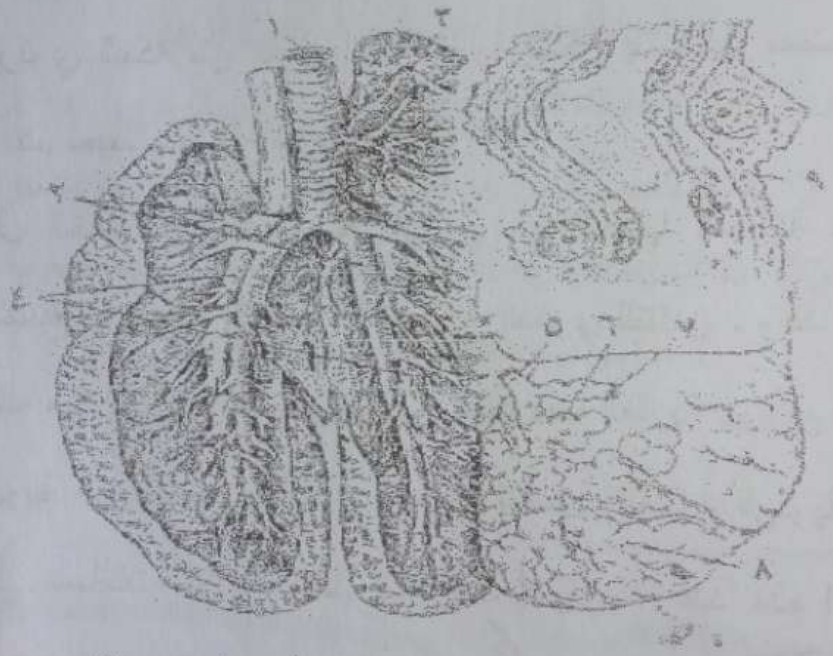
تركيب الرئتين :الرئتان هما عضو مزدوج (رئة يمنى وأخرى يسرى) تتوضعان في القفص الصدري وتحاط الرئتان بالطبقة الحشوية لغشاء الجنب ، أما الطبقة الجدارية لغشاء الجنب فتلتصق بالجدار الداخلي للقفص الصدري

ويفصل الوريقة الحشوية لغشاء الجنب عن الوريقة الجداري فراغ خاص يدعى فضاء الجنب الذي يكون عادة ممتلئاً بسائل مصلي يدعى السائل الجنبوي . هذا السائل يسبب التصاق وريقتي غشاء الجنب بطريقة قوة التوتر السطحي وبهذا فهو يحول دون إنطواء الرئتين على بعضهما .

ويتألف الهيكل العام لنسيج الرئتين من فصوص تنقسم إلى فصيصات وهذه بدورها تنقسم إلى وحدات وظيفية أصغر تحتوي على القصيبات الهوائية و الأسناخ الرئوية .

و الأسناخ الرئوي أجسام كروية الشكل تقريباً قطر الواحد منها نحو 100 ميكرون .

شكل رقم (10).



شكل رقم (10) يوضح تركيب الرئتين تحت المجهر الالكتروني

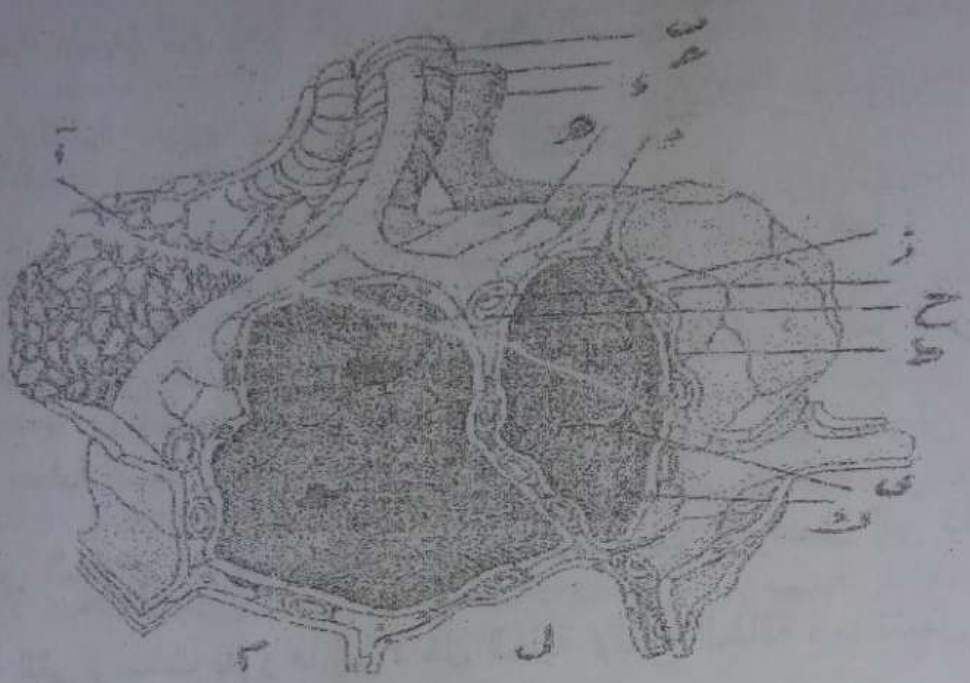
1-الرغامى .	2-الشعبة (القصبة)اليمنى واليسرى
3-شعبة إضافية للفص القمي .	4-أفرع الشريان الرئوي .
5-قصيبة (شعبية) انتهائية .	6-سنخ رئوي .
7-قناة سنخية .	8-جريب سنخي
9-ظهارة تنفسية	

وتحتوي رئتا الحيوان البالغ على مئات الملايين من هذه الأسناخ التي تشكل سطحاً شديد الاتساع مجهزاً بشكل جيد لعمليات التبادل الغازي . ويتكون السنخ الرئوي من جدار ظهاري شديد الرقة يحتوي على بضع ألياف مرنة تسمح باتساع الأسناخ وتضيقها أثناء عمليتي الشهيق والزفير ويبطن جدار السنخ الرئوي من الداخل نسيج ظهاري رقيق مكون من نوعان من الخلايا (خلايا I وخلايا II) .

النوع الأول من الخلايا I يضم الخلايا الظهارية الصدفية . أما النوع الثاني II فهي خلايا حبيبية . وهي خلايا أكبر حجماً من خلايا النوع الأول وتقوم بإفراز مادة خاصة تدعى (السر فاكتنت) هذه المادة تسبب توسع السطح الذي يتم عبره التبادل الغازي في الرئتين .

ويحيط بكل سنخ رئوي شبكة من الشعيرات الدموية تشكل بتشابكها بعضاً ببعضٍ ما يشبه بحيرة صغيرة من الدم تحيط بالأسناخ الرئوية .

هذا وتشكل الخلايا المبطنة للسنخ الرئوي مع الخلايا المبطنة لجدران الشعيرات الدموية المحيطة بالسنخ ما يعرف بالحاجز الغازي – الدموي للتنفس . وهذا الحاجز رقيق جداً سمكة أقل من نصف ميكرون ، وتتم عبره جميع المبادلات الغازية بين هواء الأسناخ الرئوية ودم الشعيرات الدموية التي تحيط بالأسناخ . هذا وتتصل الأسناخ الرئوية ببعضها بوساطة ثقوب صغيرة تسمى مسامات كون(الشكل رقم 11) ويزداد عدد هذه الثقوب بتقدم العمر والإصابات الرئوية المزمنة .



الشكل رقم (11) يبين تركيب السنخ الرئوية

أ-الأسناخ الرئوية ، ب-القصبات النهائية،ج- فرع الشريان الرئوي د- فرع وريدي ،

ه- شعيرات دموية ، و- خلية بلعمية كبيرة ز- خلية بطانية، ح- لمعة وعاء شعري يظهر فيه كرية

حمراء ط- خلية ظهارية ، ي- ثقوب كون ، ف -خلية ظهارية

ل و م - يمثلان جوف الأسناخ .

المبحث الثاني

آلية التنفس

يؤدي الجهاز التنفسي عند الحيوان مرحلتين فقط من مراحل التنفس هما : التهوية الرئوية والتنفس الخارجي وذلك بفضل الشهيق والزفير . أما المراحل الأخرى من التنفس فتشمل عملية التنفس الداخلي وهي عملية تبادل الغازات عبر جدران الأغشية الخلوية .

وعملية التنفس الخلوي : وهي عملية استهلاك الأوكسجين الواصل إلى داخل الخلية لأكسدة المواد الغذائية التي وصلت بدورها إلى داخل الخلية لإنتاج الطاقة كما تشمل هذه العملية عملية طرح الغازات الناتجة في الحيز داخل الخلايا حيث يتم عبورها إلى خارج الخلية .

التهوية الرئوية :

يتم خلال التهوية الرئوية عند الحيوان دخول الهواء النقي إلى الرئتين (الشهيق) ومن ثم خروج الهواء المحمل بفضلات الاستقلاب الغازية إلى الوسط الخارجي (الزفير) .

آلية الشهيق :

تعد الغازات مثل السوائل حيث تنتقل من المناطق ذات الضغط المرتفع إلى المناطق ذات الضغط المنخفض .

ولكي تتم عملية دخول الهواء إلى داخل الأسناخ الرئوية لا بد من هبوط الضغط الغازي داخل الرئتين بحيث يصبح أقل من الضغط الجوي الخارجي ويتحقق ذلك إذا توسع حجم الرئتين . ويتم توسيع حجم القفص الصدري والرئتين في أثناء عملية الشهيق بتضافر عمل العناصر التالية :

أ- انقباض العضلات الشهيقية (العضلات الوربية الخارجية) المتوضعة على الأضلاع من الخارج . ونتيجة لذلك تندفع الأضلاع إلى الأمام وإلى الجانبين كما يندفع عظم القص إلى الأمام والأسفل وهذا كله يؤدي إلى زيادة واضحة في حجم القفص الصدري وبالتالي إلى انخفاض الضغط الغازي فيه .

ب- انقباض عضلات الحجاب الحاجز ورجوع قبته إلى الخلف وينتج عنه توسيع في القفص الصدري أيضا .

ج- إن توسيع القفص الصدري يؤدي إلى جر الوريقة الخارجية لغشاء الجنب والتي تبطن القفص الصدري إلى الخارج وهذا بدوره يسبب انسحاب الوريقة الداخلية لغشاء الجنب في الإتجاه نفسه وهذا يؤدي إلى تمدد الرئتين وزيادة حجمها .

كل العوامل السابقة الذكر تؤدي إلى توسع وكبر حجم القفص الصدري المحكم الإغلاق وهذا بالنتيجة يؤدي إلى انخفاض الضغط فيه الأمر الذي يسمح بتمدد الرئتان واتساعهما وبالتالي شفط الهواء إلى داخل الأسناخ الرئوية . ويستمر شفط الهواء إلى أن يتوقف تمدد توسع الرئتين وإلى أن يصبح الضغط فيهما معادلاً للضغط الجوي .

آلية الزفير :

تبدأ عملية الزفير باسترخاء العضلات الشهيقية وعضلات الحجاب الحاجز (تحدب وتكور الحجاب الحاجز وعودته إلى وضعه الأصلي باتجاه القفص الصدري) إضافة إلى ذلك فإن الأضلاع نتيجة للثقل ومرونة الغضاريف تعود إلى الوضع الطبيعي ، يساعد في ذلك انقباض العضلات الوربية الباطنية ، كل هذا يؤدي إلى انخفاض وتراجع القفص الصدري والإقلال من حجمه وارتفاع الضغط في الجوف الصدري والضغط على الرئتين ونقصان حجمهما وخروج الهواء منها إلى الوسط الخارجي – إتمام عملية الزفير .

تواتر التنفس :

تواتر التنفس يعني عدد مرات التنفس أو عدد مرات الدورة التنفسية (شهيق وزفير) في الدقيقة. ويختلف معدل تواتر التنفس (سرعة التنفس) باختلاف فصيلة الحيوان (جدول رقم 9) .

جدول رقم(9)يبين معدل تواتر التنفس أثناء الراحة عند الحيوانات المختلفة

الحيوان	معدل تواتر التنفس في الدقيقة	الحيوان	معدل تواتر التنفس في الدقيقة
الأبقار	16 – 12	الكلاب	20 – 14
الخيول	14 – 10	القطط	30 – 20
الأغنام والماعز	20 – 10	الأرانب	60 – 50
الجمال	12 – 5	الدجاج	30 – 15
الخنازير	20 – 15		
الإنسان	الشخص الكهل : 16 –20	الأطفال	25 – 20

العوامل التي تؤثر في معدل تواتر التنفس :

يعد معدل تواتر التنفس مؤشراً مفيداً في معرفة الحالة الصحية للحيوان ولكن يجب معرفة الظروف التي يقاس معها معدل التنفس .

وهناك عوامل كثيرة تؤثر في معدل التنفس عند الحيوانات ومن هذه العوامل نذكر :

1) عمر الحيوان : يتناقص معدل تواتر التنفس مع تقدم عمر الحيوان
2) حجم الجسم : يلاحظ قلة معدل تواتر التنفس عند الحيوانات ذات الأحجام الكبيرة بينما يكون تواتر التنفس أكبر عند الحيوانات صغيرة الحجم .
3) يزداد معدل تواتر التنفس أثناء الحمل عند الإناث .
4) يزداد معدل تواتر التنفس عند ارتفاع درجة حرارة الجو . وهذا يساعد في التخلص من الحرارة الزائدة في الجسم .
5) الإثارة والتهيج : للإثارة والتهيج تأثير إيجابي على معدل تواتر التنفس إذ إن تواتر التنفس يزداد في حالات الخوف والقلق .
6) تزيد الرياضة والأعمال المجهدة في معدل تواتر التنفس .

المبحث الثالث

تنظيم عملية التنفس

تعد عملية التنفس عند الحيوانات فعلاً عصبياً انعكاسياً ذاتياً مستقلاً عن الإرادة . واستمرار عملية التنفس يخضع للحركات الآلية للتنفس التي تنشأ من الانقباضات المنتظمة لعضلات الصدر و الحجاب الحاجز . وعموماً هناك آليتان تتحكمان في تنظيم عملية التنفس:آلية التنظيم العصبي وآلية التنظيم الخلطي .

آلية التنظيم العصبي :

يتم التنظيم العصبي لعمل الجهاز التنفسي من خلال العمل الذي تقوم به التكوينات العصبية الموجودة في كل من المخ المستطيل وقاع البطين الرابع منه . وتشكل هذه التكوينات العصبية ما يسمى بمراكز التنفس Respiratory centre ومراكز التنفس هذه تشمل أربع مناطق متميزة تسهم كلها في تنظيم عملية التنفس وهذه المناطق هي :

أ- **مركز الشهيق** : توجد الخلايا العصبية لهذا المركز في المنطقة الظهرية من المخ المستطيل . إن تنبيه الخلايا العصبية لهذا المركز يؤدي إلى تنشيط عملية الشهيق هذا ويمكن تميز نوعين من الخلايا العصبية في هذا المركز .

النوع الأول : خلايا عصبية تعطي محاور عصبية تتجه بشكل أساسي نحو العصب الحجابي (Phremic nerwe) .

النوع الثاني : خلايا عصبية بينيه (Intermeurons) وهي ذات تأثير مثبط لعمل خلايا النوع الأول . ويمكن تحريض هذه الخلايا العصبية البينية من خلال التنبيهات العصبية القادمة من الرئتين وذلك عندما تتوسع الرئتان أكثر من الحدود الفيزيولوجية . الأمر الذي يثبط عمل مركز الشهيق وبالتالي إنهاء عملية الشهيق .

ب- **مركز الزفير** : تتوضع الخلايا العصبية لمركز الزفير في المنطقة البطنية من المخ المستطيل . وهي تتألف عموماً من نواتين كل منهما تحتوي على خلايا عصبية تنبه كل من عمليتي الشهيق والزفير ، وهاتان النواتان هما : النواة الملتبسة والنواة خلف الملتبسة والخلايا العصبية للنواة الملتبسة تعطي محاور عصبية تدخل ضمن الأعصاب القحفية

وتتجه إلى بعض عضلات القناة التنفسية وخاصة الحنجرة . أما خلايا النواة خلف الملتبسة فترسل محاور عصبية محركة تنتهي في عضلة الحجاب الحاجز أو العضلات الوربية الضلعية .

جـ- **مركز الشهيق العميق** : إن تنبيه الخلايا العصبية لهذا المركز يؤدي إلى إرسال دفعات عصبية مستمرة لمركز الشهيق في المخ المستطيل مما يؤدي إلى حدوث شهيق عميق وقسري يدوم فترة أطول من المعتاد وزفير سطحي وقصير . ولكن عمل هذا المركز لا يستمر لفترة طويلة إذ أن عمله يؤدي إلى توسع الرئتين وتمدد جدرانهما .

د- **المركز الناهي** : إن الخلايا العصبية لهذا المركز تتلقى سيالة عصبية منبهه من مركز الشهيق وترسل بدورها دفعات عصبية إلى مركز الزفير في المخ المستطيل ويتلخص عمل هذا المركز بأنه ينشط مركز الزفير ويثبط جزئيا مركز الشهيق . وبهذا يشارك في عمليات تنظيم التنفس وعمله يساعد في عدم توسع الرئتين أكثر من الحدود الفيزيولوجية.

الباب الثالث

فيزيولوجيا الجهاز الهضمي

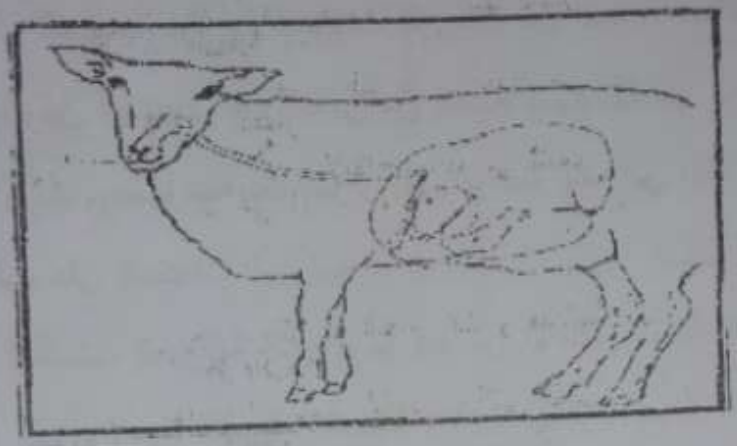
مقدمة :

تعد المنتجات الحيوانية من أهم المنتجات الزراعية من الناحية الغذائية ، كونها تشكل المصدر الرئيسي للبروتين الحيواني الذي تعاني من نقصه جميع الأقطار العربية والعديد من دول العالم ، معاناة يزداد حجمها سنه بعد أخرى لعدم مواكبة النمو في الإنتاج الحيواني للنمو السكاني وزيادة الطلب على المنتجات الحيوانية .

ولتحسين المنتجات الحيوانية كماً ونوعاً لابد من الاهتمام بتربية الحيوانات وتغذيتها وبدراسة الوظائف الفيزيولوجية للأجهزة المختلفة لأجسامها ولا سيما الأجهزة التي تؤثر مباشرة في زيادة أعداد الحيوانات وزيادة إنتاجها من اللحم والحليب . ويعد الجهاز الهضمي من أهم أجهزة الجسم التي تؤثر تأثيراً مباشراً وكبيراً على إنتاجي الحيوان وعلى صحته . ولقد قامت الكثير من الأبحاث العلمية في العالم بدراسة فيزيولوجيا الهضم عند بعض أنواع الحيوانات ولاسيما المجترات منها ، لكونها من الحيوانات المنتجة للبروتين الحيواني (لحم ، حليب) ذات القيمة الغذائية العالية بالنسبة للإنسان من جهة . ولكونها من الحيوانات الاقتصادية من جهة أخرى .

حيث أن هذه الحيوانات تستطيع تركيب بروتينات أجسامها إبتداءً من مواد غذائية رخيصة الثمن مثل الألبان وبقايا الشوندر السكري والنخالة مع إضافة بسيطة لمواد آزوتية رخيصة الثمن مثل (اليوريا بنسبة 5 %) يساعدها بذلك الكائنات الحية المجهرية القاطنة في المعدة المركبة لهذه الحيوانات علماً أن هذه الكائنات الحية المجهرية من بكتريا وحيوانات أو أولي تقوم أولاً تفكيك اليوريا إلى أمونياك وغاز ثاني أوكسيد الكربون ، ثم بعد ذلك تقوم بتركيب البروتين الخاص بها من هذه الأمونياك . هذا البروتين المكون من قبل الكائنات الحية المجهرية ، يستعمله الحيوان المجتر فيما بعد في بناء جسمه وبالتالي تكوين منتجاته المختلفة من لحم وحليب .

يمتد الجهاز الهضمي عند الحيوانات من فتحة الفم حتى فتحة الشرج ، وهو يشمل على الفم والبلعوم والمريء والمعدة و الأمعاء الدقيقة والغليظة والتي تنتهي بفتحة الشرج . (الشكل رقم 12)



الشكل رقم(12) يوضح مكونات الجهاز الهضمي

١- الفم ٢- البلعوم ٣- المري ٤- الكرش
٥- الشبكية ٦- الورقية ٧- الأنفحة

تتكون المواد الغذائية التي يأكلها الحيوان من بروتينات وسكريات ودهون وأملاح معدنية و فيتامينات وماء . القليل من هذه المواد يمكن امتصاصه مباشرة في المعدة و الأمعاء لذلك تخضع أغلب المواد الغذائية في القناة الهضمية للحيوان إلى مجموعة من العمليات والتي تشمل على المعاملة الآلية والكيميائية والجرثومية مجموع هذه العمليات تشكل ما يسمى بعملية الهضم .

والمقصود بعملية الهضم هو مجموع العمليات التي تتعرض لها المواد الغذائية داخل القناة الهضمية للحيوان والتي بنتيجتها تتحول هذه المواد من مركبات كيميائية معقدة إلى مواد أبسط ذات وزن جزيئي بسيط وقابلة للانحلال في الماء وسهلة الامتصاص .

فمثلاً تتحول بروتينات المواد الغذائية بمساعدة عملية الهضم إلى حموض أمينية والسكريات إلى سكر الغلوكوز وكلا المركبين يمتصان بسهولة عبر جدران الأمعاء الدقيقة للحيوان .

أنواع عمليات الهضم عند الحيوانات الاقتصادية :

1-**الهضم الآلي (الميكانيكي)** : ويشمل على عمليات تناول المواد الغذائية والمضغ والبلع والاجترار وحركات المعدة و الأمعاء . ويساعد هذا النوع من الهضم في تقطيع أجزاء الطعام إلى قطع صغيرة ، مما يؤدي إلى ازدياد سطح المادة الغذائية المعرض لفعل العصارات الهضمية .

2-**الهضم الكيميائي** : ويقصد به تأثير الأنظيمات الهاضمة الموجودة في العصارات الهضمية المعدية والمعوية على المواد الغذائية . ويساعد هذا النوع من الهضم في تحويل المركبات الكيميائية المعقدة للمواد الغذائية إلى مواد أبسط ذات وزن جزيئي بسيط قابلة للانحلال في الماء وسهلة الامتصاص .

3-**الهضم الميكروبي** : ويحدث هذا النوع من الهضم في الكرش عند الحيوانات المجترة (أبقار ، أغنام ، ماعز ، جمال) وفي الأمعاء الغليظة عند الحيوانات المجترة وغير المجترة وهو يشمل على تأثير البكتريا والحيوانات الأوالي (البروتوزوا) على المواد الغذائية . وتفرز هذه الكائنات الحية المجهرية أنظيمات مختلفة تساعد في تحليل المواد الغذائية إلى عناصرها الأولية .

تركيب القناة الهضمية عند الحيوانات المستأنسة :

يختلف تركيب الجهاز الهضمي عند الحيوانات المستأنسة باختلاف أنواعها وعموماً يمكن تقسيم الحيوانات المستأنسة على أساس تركيب جهازها الهضمي إلى ثلاث مجموعات :

أ- الحيوانات ذوات المعدة البسيطة (المفردة) :

وتضم الخيول والخنازير والكلاب والقطط والأرانب ، وتتكون القناة الهضمية عندها من الفم – البلعوم – المريء – المعدة – الأمعاء الدقيقة – والأمعاء الغليظة التي تنتهي بالشرج . ويتم هضم المواد الغذائية عند هذه الحيوانات بفضل الهضم الكيميائي (الأنظيمي) في المعدة والأمعاء الدقيقة . أما الهضم الميكروبي فيتم عندها بشكل بسيط في الأمعاء الغليظة

ب-الحيوانات ذوات المعدة المركبة (المجترات) : .

وتشمل الأبقار والجاموس والأغنام والماعز والجمال . وتتكون القناة الهضمية عند هذه الحيوانات من نفس الأجزاء للقناة الهضمية عند الحيوانات ذوات المعدة البسيطة (انظر الشكل رقم 10) ولكن هناك إختلاف في تركيب المعدة عند هذه الحيوانات ، حيث إن المعدة عندها تتكون من أربعة أجزاء هي : الكرش - الشبكية - أم التلافيف (الورقية) والمعدة الحقيقية (الأنفحة) . وتتم عملية الهضم للمواد الغذائية عند الحيوانات المجترة بشكل أساسي في الكرش والشبكية وذلك بفضل الهضم الميكروبي .

جـ-الطيور :

تختلف القناة الهضمية عند الطيور عن كلا المجموعتين السابقتين من الناحية التشريحية ، فهي تتكون من الفم والمريء والحويصلة والمعدة الغدية والمعدة العضلية (القونصة) والأمعاء الدقيقة والأعورين والأمعاء الغليظة التي تنتهي بالمزرق .

<u>الهضم في تجويف الفم :</u>

تشمل العمليات الهضمية الحادثة في تجويف الفم على :

أ- تناول المواد الغذائية والماء .

ب- مضغ الطعام وإفراز اللعاب .

ج- بلع المواد الغذائية الممضوغة .

د- طرق تناول المواد الغذائية والماء عند الحيوانات : تأكل الحيوانات المواد الغذائية بشكل دوري ومنتظم بهدف الحصول على العناصر الغذائية اللازمة لها والكفيلة باستمرار حياتها وتظهر الحاجة العامة لجسم الحيوان للمواد الغذائية والماء بالشعور الطبيعي عنده بالجوع والعطش .

وتبحث الحيوانات عموماً عن طعامها وشرابها بوساطة أعضاء حواسها المختلفة (النظر ، الشم ، اللمس) حيث تمكنها حاستا النظر واللمس من تحديد مكان وجود المواد الغذائية وكثافتها . أما حاسة الشم فتساعدها في اختيار الجيد والسليم من العلف وتجنبها تناول

الأعشاب السامة والمواد الغذائية الفاسدة . كذلك تساعدها مستقبلات التجويف الفموي في انتقاء وتناول الأجزاء المناسبة من العلف وتجنبها الشوائب .

وتختلف طريقة تناول المواد الغذائية باختلاف فصائل الحيوان . فالحيوانات ذوات المخلب تستخدم مخالبها في القبض على فريستها ومن ثم تتناولها بمساعدة شفاهها واسنانها الحادة . والفصيلة الخيلية تستخدم شفتها العليا في تناول طعامها حيث تتميز عندها الشفة العليا بالقوة والحساسية والمرونة ، وتدفع أثناء الرعي الشفة العليا عند الخيول الحشائش إلى قواطع الفم التي تقضمها بدورها

- وتستخدم الأبقار لسانها الطويل والقوي والخشن والقادر على الحركة في جميع الاتجاهات في تناول غذائها .

- أما الأغنام والماعز فتستعمل القواطع الأمامية والشفاه المتحركة في تناول طعامها ونتيجة لوجود الشفاه المتحركة عندها فهي تستطيع تناول الأعشاب في المرعى ولو كانت قصيرة

أما تناول الماء والمواد السائلة فيتم عند الحيوانات عن طريق المص والشفط ، إذ تغلق الحيوانات فمها الغاطس في الماء إلى من فتحه صغيرة في مقدمته ، بعد ذلك يقوم اللسان بالحركة إلى مؤخرة تجويف الفم ويرجع الشدقين إلى الخلف فيقل الضغط في فراغ الفم فيندفع الماء إليه .

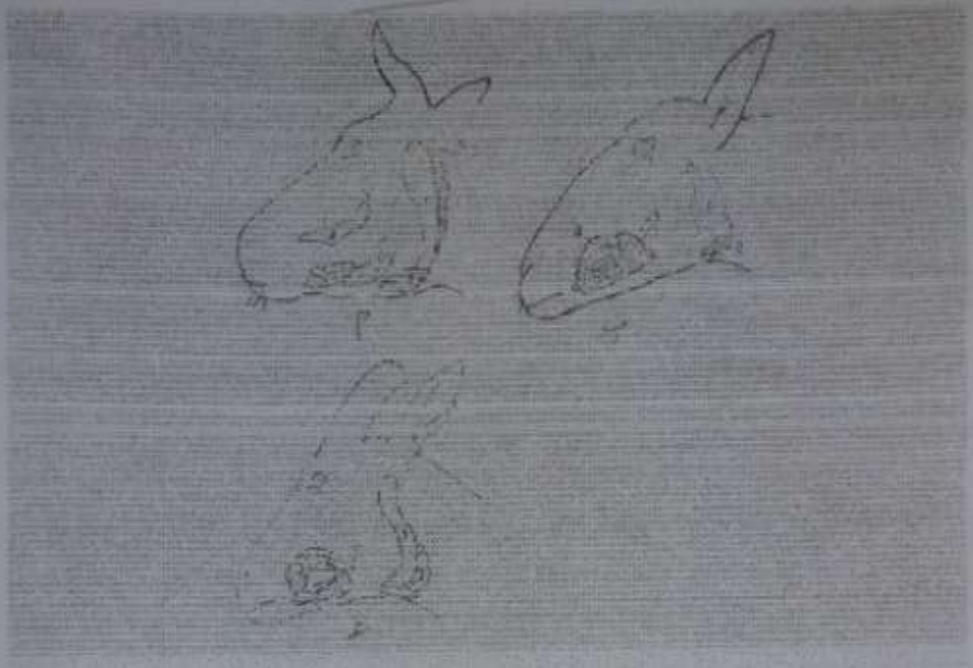
ب- المضغ وإفراز اللعاب :

- مضغ الطعام عند الحيوان : المضغ هو المعاملة الميكانيكية (الآلية) للمواد الغذائية داخل تجويف الفم ، حيث تفيد هذه العاملة في تقطيع وتنعيم أجزاء الطعام الكبيرة ، بحيث يمكن بلعها بعد مزجها باللعاب . كما تفيد عملية المضغ في تحرير جزئي أو كلي للعناصر الغذائية الموجودة تحت البنية الخلوية السيلولوزية صعبة الهضم مما يزيد من سطحها المعرض للأنظيمات الهاضمة في المعدة والأمعاء .

وتبدأ عملية المضغ عند الحيوان بمجرد وصول المواد الغذائية إلى داخل فمه ، حيث يتم اقتراب فكية العلوي والسفلي من بعضهما مما يؤدي إلى تجمع هذه المواد الغذائية وانضغاطها بين أضراس الفكين التي تساعد على هرسها وتفتيتها بفضل الحركات الجانبية

التي يقوم بها الفك السفلي . ويقوم اللسان وعضلات الصدغ بحركات عديدة أثناء عملية المضغ بهدف إبقاء المواد الغذائية بين الأضراس حتى يتم طحنها جيداً .

-**إفراز اللعاب** : تصب داخل تجويف الفم عند الحيوانات أقنية ثلاثة أزواج رئيسة من الغدد اللعابية (الغدد النكفية ،وتحت الفكية ،وتحت اللسانية) شكل رقم (13) .



الشكل رقم (13) : يبين الغدد اللعابية المختلفة عند الحيوانات .

أ-عند الأبقار ، ب- عند الأغنام ، ج- عند الماعز .

1-الغدد النكفية ، 2-الغدد تحت الفكية ، 3-الغدد تحت اللسانية .

وتفرز جميع هذه الغدد إفرازات خاصة تسمى اللعاب Salive . وتختلف كمية اللعاب المفرزة داخل تجويف الفم باختلاف فصيلة الحيوان وطبيعة المؤثر Nature stimulus المسبب لإفراز اللعاب . هذا ويحدث إفراز اللعاب باستمرار إلا أن مستوى الإفراز يرتفع أثناء تناول الطعام وأثناء الاجترار عند الحيوانات المجترة Ruminants.

التركيب الكيميائي للعاب :

يتكون اللعاب عند الحيوان مما يقرب من 99% ماء و 1% مواد صلبة ، وتشمل الأخيرة على 0.7% من المواد العضوية و 0.3% من المواد غير العضوية ، وتشمل المواد العضوية على العديد من الأنظيمات مثل الأميلاز المحلل للنشاء إلى سكر الشعير (مالتوز) كما يحتوي على أنظيم المالتاز الذي يفكك سكر المالتوز إلى غلوكوز . وتوجد هذه الأنظيمات فقط في لعاب الإنسان والخنزير . أما لعاب المجترات والخيول فلا يحتوي على مثل هذه الأنظيمات . ويحتوي اللعاب أيضاً على مقادير ضئيلة من أنظيمات الليباز و الكاتالاز و اليوريا . كما يحتوي اللعاب أيضاً على كمية ضئيلة من المواد الآزوتية و اليوريا وحمض البول وبعض البروتينات مثل الألبومين و الغلوبيولين وبعض الحموض الأمينية ويوجد في اللعاب أيضاً مواد مخاطية تساعد في تجميع أجزاء الطعام الممضوغ ولصقها مع بعضها البعض على شكل كتل غذائية يسهل بلعها. أما المواد غير العضوية الموجودة في اللعاب فتشمل على العديد من الأملاح المعدنية أهمها بيكربونات الصوديوم وفوسفات الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم .

الوظائف الفيزيولوجية للعاب :

يقوم اللعاب المفرز داخل تجويف الفم عند الحيوان بالوظائف التالية :

1-يبلل اللعاب المواد الغذائية الداخلة إلى تجويف الفم فيسهل مضغها ، كما أن المخاط الموجود فيه يساعد على تجميع جزيئات الطعام الممضوغة على شكل كتل غذائية يسهل بلعها

2-يرطب اللعاب الغشاء المخاطي للفم وبذلك فهو يخفف من تأثير المواد المخرشة عليه .

3-يفرز مع اللعاب من الغدد اللعابية بعض المواد العضوية مثل الغلوكوز وفيروس الكلب . كما يفرز معه أيضاً بعض المواد غير العضوية مثل الزئبق ، البوتاسيوم ، الرصاص وبقايا الأدوية .

4- يساعد اللعاب عند بعض فصائل الحيوان في تنظيم حرارة الجسم . فمثلاً تفقد الكلاب كثيراً من حرارتها عن طريق تبخر ماء اللعاب من فمها وذلك أثناء عملية اللهاث الحري .

5- يقوم اللعاب عند المجترات بدور كبير في الحفاظ على التوازن الحمضي القلوي لمحتوى الكرش . حيث أن قلوية اللعاب عندها تعادل فرط الحموضة الناشئ من تكون الحموض العضوية في الكرش .

تنظيم افراز اللعاب عند الحيوانات :

تتلقى الغدد اللعابية مددها العصبي من الجملة العصبية نظير الودية ، وذلك عن طريق العصب السابع والتاسع القحفيات . تنبيه هذه الأعصاب نظير الودية يؤدي إلى زيادة إفراز اللعاب وذلك بسبب ازدياد المدد الدموي للغدد اللعابية الناتج من اتساع الأوعية الدموية فيها . كما تتعصب الغدد اللعابية بأعصاب ودية عن طريق العقد الرقبية الودية . تنبيه نهاية هذه الأعصاب يؤدي إلى تقبض في الأوعية الدموية لهذه الغدد وبالتالي إفراز القليل من اللعاب اللزج لاحتوائه على مادة المخاطين .

يحدث إفراز اللعاب عند الحيوانات نتيجة للفعل الانعكاسي الشرطي وغير الشرطي .

المنعكس العصبي الشرطي لإفراز اللعاب : إن تنبيه نهاية بعض الأعصاب الحسية بالجسم ، كالعصب العيني والسمعي والشمي ، وذلك تحت ظروف خاصة يمكن أن يؤدي إلى إفراز اللعاب وذلك طبقاً للفعل الانعكاسي الشرطي . فمثلاً إذا سبق تقديم قطعة من اللحم إلى الكلب بدقائق عدة إحداث منبه شرطي مثل إضاءة لمبة حمراء أو قرع جرس ، وتكرار ذلك عدة مرات . فإنه يلاحظ بعد ذلك أن إضاءة اللمبة أو سماع صوت الجرس تكفي لكي يفرز الكلب اللعاب . في هذه الحالة أصبح ضوء اللمبة قرينة لتقديم الطعام للكلب بمعنى آخر منبهاً شرطياً لإفراز اللعاب .

المنعكس العصبي اللاشرطي لإفراز اللعاب : إن دخول المواد الغذائية إلى تجويف الفم ينبه ويهيج النهايات العصبية الحسية (المستقبلات) للغشاء المخاطي للفم واللسان . ومن هذه المستقبلات المنبهة تنشأ دوافع عصبية تذهب عبر الألياف العصبية الجاذبة للمركز والداخلة في تركيب العصب اللساني البلعومي إلى المركز المسؤول عن تنظيم إفراز اللعاب والموجود في المخ المستطيل . ومن هذا المركز تعود ردود الفعل عبر الألياف العصبية النابذة عن المركز إلى الغدد اللعابية فتحثها على إفراز اللعاب الغزير .

جـ-البلع Deglutition :

البلع هو انتقال المواد الغذائية الممضوغة والممزوجة باللعاب من تجويف الفم إلى المعدة. وتبدأ عملية البلع بدفع الطعام المبلل باللعاب والمجتمع على شكل كتلة غذائية من الجزء الأمامي للفم إلى الجزء الخلفي من اللسان ، وبحركات اللسان الإرادية إلى الخلف يتم دفع الكتلة الغذائية إلى البلعوم الذي تنقبض عضلاته دافعة الكتلة الغذائية إلى المريء الذي يحدث فيه تقلصات حوية بطيئة تدفع بالكتلة الغذائية إلى فؤاد المعدة الذي ينفتح انعكاسياً فتمر الكتلة الغذائية إلى تجويف المعدة .

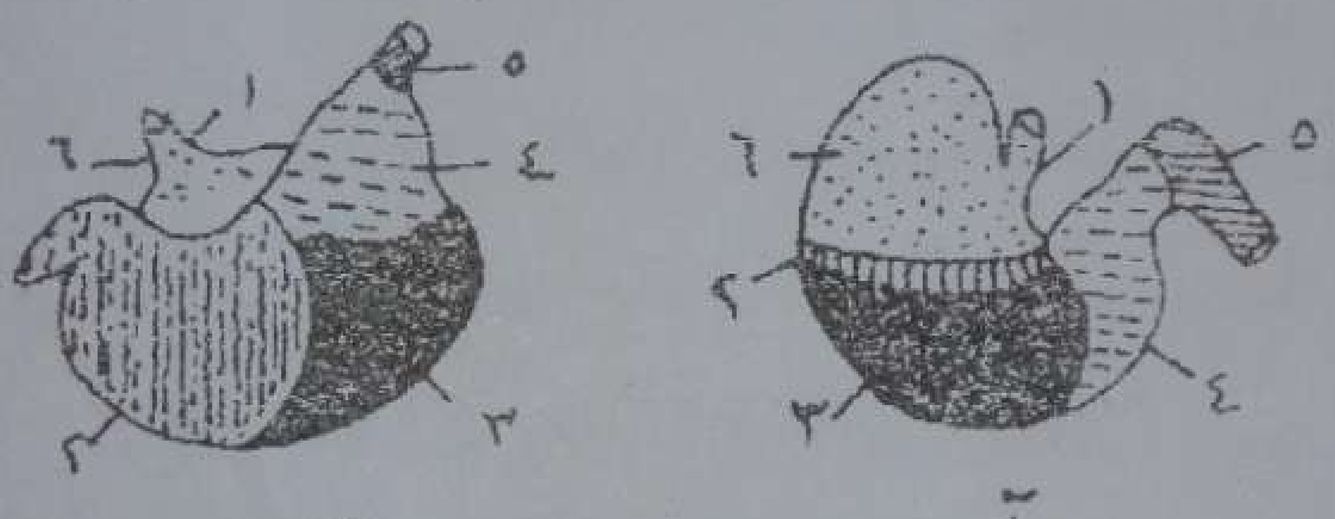
محمود طه

الفصل الأول

الهضم عند الحيوانات وحيدة المعدة

تصل المواد الغذائية الممضوغة والممزوجة جيداً باللعاب إلى المعدة بفضل عملية البلع . وفي المعدة تتعرض هذه المواد لتأثير أنظيمات العصارة المعدية الحامضية .

والمعدة البسيطة (المفردة) عبارة عن توسع خاص للقناة الهضمية ، ويتكون جدارها من طبقة مصلية وطبقة من العضلات الملساء وأخرى مخاطية . يختلف شكل وحجم المعدة البسيطة عند الحيوانات باختلاف فصائلها ويوضح الشكل رقم (14) أقسام المعدة عند الحصان والخنزير والتي تتألف من ثلاثة أقسام هي : القسم الفؤادي ، قاع المعدة ، والقسم البوابي .



ب آ

شكل رقم (14) : يبين أقسام المعدة البسيطة . أ- عند الخيول . ب- عند الخنازير

1-المريء ، 2- منطقة الغدد الفؤادية .

3-منطقة غدد قاع المعدة ، 4- منطقة الغدد البوابية .

5-منطقة اتصال المعدة بالاثنى عشرية ، 6-جزء المعدة المريئي .

تصل المواد الغذائية الممضوغة والممزوجة باللعاب إلى المعدة . حيث يفرز عليها الكثير من العصارات الهضمية من الغدد المنتشرة في جدران هذه المعدة .

تحتوي العصارة المعدية على حمض كلور الماء Hcl وعلى بعض الأنظيمات مثل أنظيم البيسين Pepsin والأنفحة أو الرينين (منفحين) . كما تحتوي هذه العصارة على قليل من البروتينات و الحموض الأمينية وحمض البول و كلوريدات الصوديوم والبوتاسيوم .

حمض كلور الماء Hcl: يفرز حمض كلور الماء من الخلايا الجدارية لغدد قاع المعدة ، ويتكون هذا الحمض ضمن هذه الخلايا ابتداءً من ملح الصوديوم (Nacl) الموجودة بالدم .

ويقوم حمض كلور الماء في المعدة بالوظائف التالية :

1-يساعد حمض كلور الماء في تحويل طلائع أو مولد الببسين غير الفعال إلى ببسين فعال .

2-يؤدي دوراً في هضم البروتينات عن طريق إتلاف الجوهر الطبيعي لها مما يجعلها تتحلل بسهولة بوساطة أنظيم الببسين .

3-يساعد في تحويل ثنائي السكريد إلى أحادي السكريد .

4-يعمل مبيداً للبكتريا الواصلة مع الطعام إلى المعدة .

5-يساعد على إذابة الحديد والنحاس الموجودة في المواد الغذائية وبذلك يسهل من عملية امتصاصها .

أنظيمات العصارة المعدية :

1-أنظيم الببسين Pepsin يفرز أنظيم الببسين على صورة غير فعالة (ببسينوجين) ويتحول في المعدة إلى ببسين فعال تحت تأثير حمض كلور الماء . يحول هذا الأنظيم البروتينات بطريقة الحلمهة إلى ببتونات .

2-أنظيم الأنفحة أو الرينين Rennin : يفرز هذا الأنظيم بكميات كبيرة في معدة الحيوانات الرضيعة على صورة غير فعالة (برورينين) ، ثم يتحول بتأثير حموضة المعدة إلى رينين فعال الذي يعمل على تحويل بروتين الحليب الذائب (كازين) إلى باراكازينين غي ذائب يترسب في المعدة على شكل خثره هلامية حيث يتم تحللها فيما بعد.

<u>تنظيم النشاط الإفرازي للغدد المعدية</u> :

يتم تنظيم النشاط الإفرازي للغدد المعدية بطريقتين :

أ-طريقة التنظيم العصبي :

وتتم هذه الطريقة بوساطة المنعكسات العصبية الغير شرطية والشرطية ويبدأ المنعكس العصبي اللاشرطي المنظم لإفراز العصارة المعدية من المستقبلات الحسية لتجويف الفم التي تتنبه بالمواد الغذائية أثناء مضغها . ومن هذه المستقبلات المنبهة ترسل دوافع

عصبية عبر الألياف العصبية الحسية الجاذبة إلى المركز إلى مركز إفراز العصارة المعدية المتوضع في المخ المستطيل . ومن هذا المركز تعود ردود الفعل عبر الألياف العصبية الإفرازية نظيرة الودية والتي بدورها تحث الغدد المعدية على إفراز العصارة المعدية .

كذلك تشارك المنعكسات الشرطية في إفراز العصارة المعدية ، إذ وجد أن إمرار قطعة من اللحم أمام عيني الكلب أو من تحت أنفه يسبب إفراز العصارة المعدية عنده . إذن فإن إفراز العصارة المعدية يبدأ عند الإنسان والحيوان قبل تناول الطعام وذلك نتيجة لتأثير المنبهات الدالة على الطعام مثل شم رائحة الطعام أو رؤيته أو بمجرد سماع صوت الأواني المستعملة في تحضيره .

ب-طريقة التنظيم الخلطي :

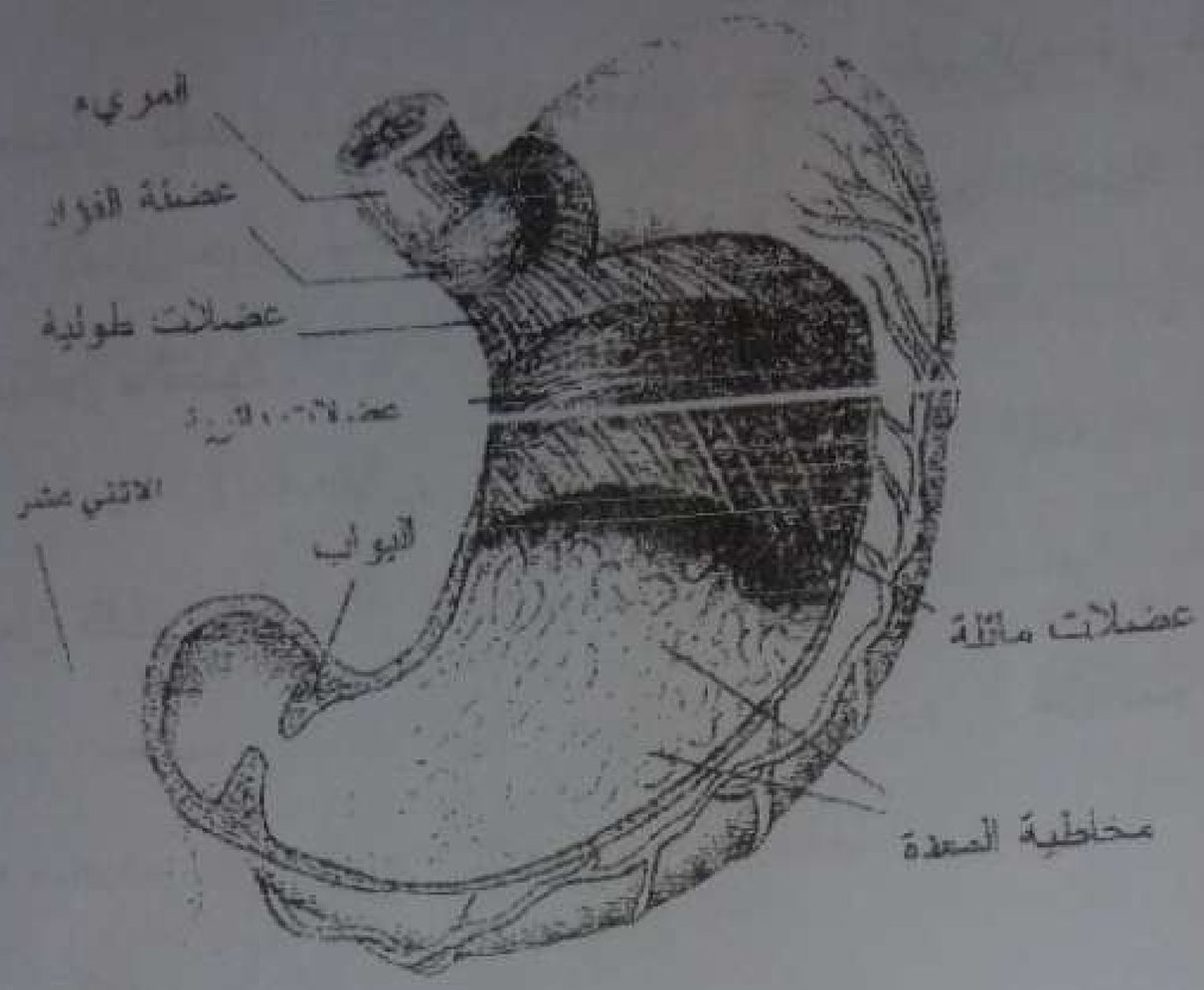
يتم التنظيم الخلطي للنشاط الإفرازي للغدد المعدية عن طريق تأثير بعض المواد الفعالة بيولوجياً أو الهرمونات (كهرمون الغسترين) الذي يفرز من منطقة البواب من المعدة ثم يمتص ويذهب مع تيار الدم إلى الغدد المعدية فينشط إفرازها للعصارة المعدية .

الوظيفة الحركية للمعدة (تقلصات المعدة) :

يحتوي جدار المعدة عند الحيوانات على ثلاث طبقات عضلية ملساء (طويلة ودائرية ومائلة) وتشكل الطبقة العضلية المائلة ثخانة عند مدخل المعدة مكونه ما يسمى بالعاصرة الفؤادية ، وفي مكان اتصال المعدة بالاثني عشرية تلاحظ أيضاً ثخانة دائرية لهذه الطبقة العضلية مكونة العاصرة البوابية (شكل رقم 15) . وتتقلص الطبقات العضلية لجدار المعدة مشكلة نوعين أساسيين من الحركات أو التقلصات المعدية .

أ-حركات (تقلصات) توترية .

ب-تقلصات حوية .



شكل رقم (15) يبين التركيب النسيجي لجدار المعدة

أ-التقلصات التوترية :

يحدث هذا النوع من التقلصات في جدران المعدة على شكل موجات ضغط منتشرة على طول المعدة للطبقتين العضليتين الطويلة والمائلة . وبهذا ينشأ في المعدة في الأوضاع المختلفة لدرجات امتلائها نوع من الضغط الدائم يفيد في عصر محتويات المعدة ودفعها باتجاه الجزء البوابي منها .

ب-التقلصات الحوية :

بعد وصول المواد الغذائية الممضوغة إلى داخل المعدة بمدة تتراوح بين 30 - 45 دقيقة . تبدأ في جدران المعدة تقلصات على شكل انتقال موجي لحلقات الإنخماص أو التقلص التي تبدأ من الجزء الفؤادي للمعدة وتنتشر إلى الجزء البوابي . وتساعد التقلصات الحوية لجدران المعدة في خلط محتوياتها مع العصارة المعدية ، ودفع هذه المحتويات نحو بواب المعدة الذي يوصلها إلى الأمعاء الدقيقة .

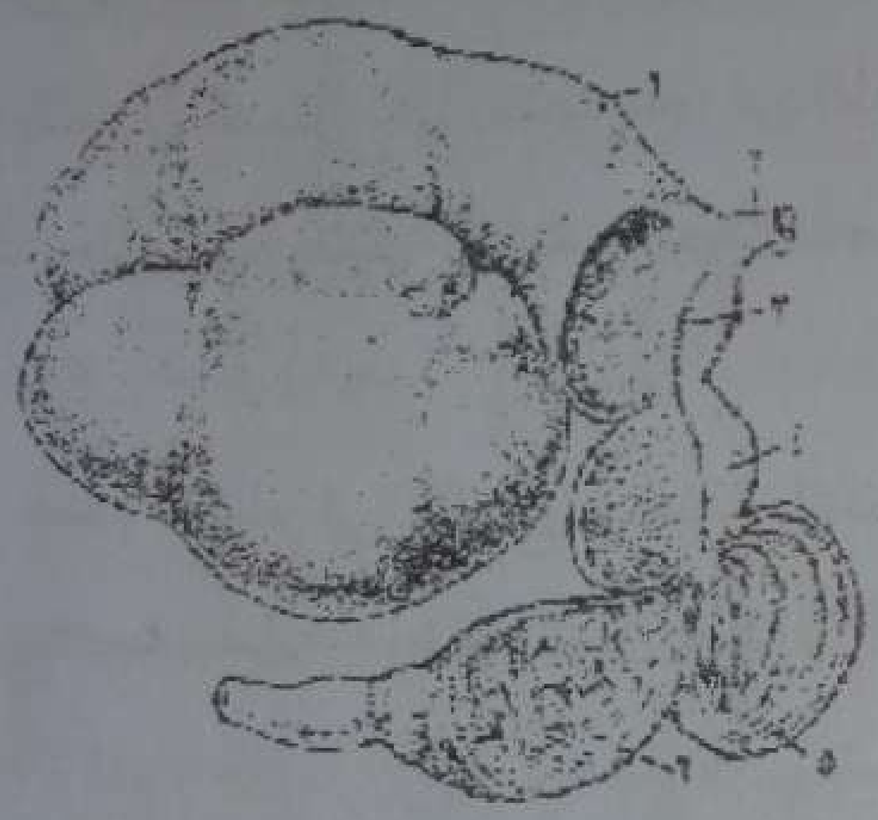
ويتم تنظيم النشاط الحركي في جدران المعدة بوساطة الجملة العصبية الإعاشية (الودية ونظيرة الودية) . حيث يؤدي تنبيه الألياف العصبية الودية إلى تثبيط الحركات (التقلصات) المعدية . أما تنبيه الألياف العصبية نظيرة الودية فيؤدي إلى تنبيط وزيادة

التقلصات لجدران المعدة . كذلك تؤثر بعض المواد الكيميائية في النشاط الحركي للمعدة. فالهستامين و الأستيل كولين و سلفات البوتاسيوم تزيد جميعها تقلصات المعدة . أما الأدرينالين و النور أدرينالين فتثبطها .

الفصل الثاني

الهضم عند الحيوانات ذوات المعدة المركبة (المجترات)

تتغذى الحيوانات المجترة (الأبقار ، الأغنام ، الماعز ، الجمال) على المواد النباتية الغنية بمادة السيلولوز صعبة الهضم والفقيرة بالبروتينات . وقد تطورت معدتها حتى تستطيع هضم السيلولوز انظر الشكل (16) .



الشكل رقم (16) : يوضح تركيب المعدة المركبة عند المجترات .

1-الكرش ، 2- نهاية المريء ، 3- بقايا الميزاب المريئي .4- الشبكية .

5- الورقية ، 6-المعدة الحقيقية (الأنفحة) .

1-الكرش Rumen :

يعد الكرش أكبر أجزاء المعدة المركبة عند المجترات ، وتختلف سعته باختلاف فصيلة الحيوان .

فمثلاً تبلغ سعته عند الأبقار من / 50 - 100 / لتراً وعند الأغنام و الماعز من / 5 - 12 / لتراً . ويقسم الكرش من الداخل إلى خمسة أقسام بوساطة طيات عضلية قوية .

ويعد الكرش مكاناً ملائماً جداً لنمو وتطور بعض الأحياء الدقيقة اللاهوائية (بكتريا ، وحيوانات أوالي) حيث يحتوي كل 1 مل من محتوى الكرش على / 10^{10} / بكترياو/ 10^{6} / بروتوزوا وتقوم الأحياء الدقيقة القاطنة للكرش بتحليل وتخمير المواد الغذائية النباتية باستمرار ويتنتج عن هذا التحليل حموض عضوية و أمونياك وغازات .

وتقوم الكائنات الحية الدقيقة باستخدام هذه النواتج في تكاثرها وفي تكوين بعض المواد حيث تقوم بتكوين :

1-مادة عديدة السكريد تشبه النشا .

2-تكوين نوع من البروتينات عالي القيمة الحيوية من الأمونياك

3-تخليق بعض الفيتامينات ولا سيما زمرة الفيتامين (ب) المركب .

جدير بالذكر أن هذه المواد المصنعة من قبل الكائنات الحية المجهرية القاطنة في الكرش تكون متاحة للحيوان المجتر لكي يستفيد منها في بناء خلايا جسمه وتكوين منتجاته من اللحم والحليب وذلك بعد موت وتحلل الكائنات الحية المجهرية في الأنفحة والأمعاء الدقيقة للحيوان المجتر .

كذلك يتم هضم النشاء في الكرش بوساطة الأنظيمات الخاصة(الأميلاز) التي تفرزها البكتريا ، وبنتيجة عملية الهضم يتحول النشاء إلى غلوكوز الذي يتخمر ويعطي الحموض العضوية .

هضم البروتينات في الكرش :

يتم هضم حوالي 60% من البروتينات النباتية الواصلة للكرش وذلك بوساطة أنظيم البروتياز المفرز من بعض أنواع البكتريا و البروتوزوا في الكرش والشبكية ينتقل القسم من البروتينات والذي لم يهضم في الكرش إلى الأنفحة والأمعاء الدقيقة ليتم هضمها هناك . تقوم الأحياء الدقيقة الموجودة في الكرش بإفراز أنظيم البروتياز الذي يفكك البروتينات إلى بيتيدات و حموض أمينية. كما تقوم بعض أنواع البكتيريا في الكرش بتحويل الحموض الأمينية إلى أمونياك .

تقوم البكتريا و البروتوزوا القاطنة في الكرش بتصنيع بروتينات خاصة ذات قيمة حيوية عالية اعتباراً من الأمونياك ومواد آزوتية بسيطة مثل اليوريا . بعد ذلك تذهب هذه البروتينات المصنعة إلى الأمعاء الدقيقة للحيوان المجتر حيث يتم تفكيكها إلى حموض أمينية وامتصاصها إلى الدم .

1-الشبكية Retina :

الشبكية عبارة عن عضو كيسي الشكل مدور . تبلغ سعته عند الأبقار من 5 – 10 لتراً وعند الماعز والأغنام من 1.5 – 2 لتراً . تتوضع الشبكية أمام الحجاب الحاجز والكبد وتتصل بفتحة كبيرة مع الكرش وبفتحة صغيرة بالورقية .

الغشاء المخاطي للشبكية لا يحتوي على غدد مفررة ويشكل مع النسيج الضام القاعدي ، ثنيات تشكل بالتقائها مع بعضها بعضاً ما يشبه خلايا أقراص النحل .

وتعتبر الشبكية جزء غير منفصل عن الكرش ودورها في الهضم لا يختلف عن دوره حيث يتم داخلها هضم ميكروبي للمواد الغذائية ، إضافة إلى ذلك تؤدي الشبكية دوراً مهماً في تنظيم حركة المواد الغذائية داخل الجهاز الهضمي للمجترات .

2-الورقية : (أم التلافيف)

هي عبارة عن جسم كروي الشكل ذات حجم كبير عند الأبقار أما عند الأغنام والماعز فهي أقل تطوراً . وتحتوي تقريبا على 12% من محتويات الجهاز الهضمي الكلية . ويشكل الغشاء المخاطي للورقية مع النسيج الضام تحت المخاطي طيات أو وريقات تقسم إلى خمس مجموعات يمثل أصغرها ثنيات والباقي تمثل طيات بارتفاعات مختلفة . وتحتوي هذه الطيات على أنسجة عضلية وينتشر فوقها عدد كبير من الحليمات التي تغطيها خلايا قرنية . وتقوم الطيات الورقية باحتجاز أجزاء الطعام الكبيرة ، بينما تسمح بمرور الأجزاء الصغيرة مع السوائل إلى الأنفحة .

4-الأنفحة (المعدة الحقيقية) :

تقوم الأنفحة عند الحيوانات المجترة بوظيفة المعدة الحقيقية (المعدة البسيطة) . ويبلغ سعتها عند الأبقار من / 1.5 – 3 /لتراً . وهي تفرز عصارة هضمية غنية بأنظيم البيبسين وحمض كلور الماء . ويحدث في الأنفحة استمرار ومتابعة هضم الأغذية التي تصل إليها من الكرش والشبكية والورقية .

الاجترار Rumination :

تتناول الحيوانات المجترة علائقها بسرعة ، فهي تمضغ الطعام المتناول بشكل بسيط وسطحي ، والمواد الغذائية الواصلة للكرش والشبكية تبلل جيداً بالسوائل الموجودة فيها (اللعاب وماء الشرب) .

وبعد مكوث هذه المواد الغذائية فترة من الزمن في الكرش والشبكية (30 – 60 دقيقة) يقوم الحيوان المجتر في أثناء فترة الراحة الواقعة ما بين فترات الطعام باسترجاع كتلة من المواد الغذائية من الكرش إلى فمه ، حيث يعيد مضغها جيداً ويضيف إليها مزيداً من اللعاب ثم يبتلعها مرة أخرى . يطلق على عملية استرجاع الطعام هذه مع المراحل التي ترافقها بعملية الاجترار .

الهضم المعدي عند صغار الحيوانات المجترة :

تكون فاعلية عملية الهضم في المعدات الأمامية (الكرش ، الشبكية ، الورقية) عند الحيوانات المجترة حديثة الولادة بسيطة جداً ، فالعجول والحملان تولد والمعدات الأمامية عندها غير نامية بشكل كاف من الناحية التشكلية والوظيفية ، لهذا يتم في الأشهر الأولى من حياتها هضم الحليب الذي تتناوله في الأنفحة والأمعاء الدقيقة . ومع تقدم العمر و الاشتراك المتزايد للعلف النباتي في الغذاء للمجترات الصغيرة يتحول نشاط الهضم عندها إلى المعدات الأمامية وتتمايز فيها العناصر الخلوية ويزداد محتوى الأنظيمات في العصارة الهضمية المفرزة فيها .

وفي أثناء الفترة الانتقالية في تغذية المجترات الصغيرة(أي إبتداءا من الشهر الثالث) يزداد حجم المعدات الأمامية كثيراً وتصبح أكبر بأربع مرات من حجم الأنفحة ، وفي الشهر السادس من العمر يتحدد نموذج التغذية المميز للحيوانات المجترة وفي هذا الوقت تكون المعدات الأمامية عندها قد وصل إلى حجمها النهائي .

الفصل الثالث

الهضم في الأمعاء الدقيقة والغليظة

أ- الهضم في الأمعاء الدقيقة :

تصل المواد الغذائية المفتتة والمميعة وذات التفاعل الحامضي من المعدة إلى الأمعاء الدقيقة عبر فتحه البواب المعدية . وتملك هذه المواد قوماً نصف مائي أو مائياً وهي تشكل ما يسمى بالكيموس المعدي ، يخضع هذا الكيموس خلال وجوده في الأمعاء الدقيقة لتأثير العصارة البنكرياسية وعصارة الصفراء الكبدية والعصارة المعدية . مما يسمح بعملية استمرار تفكك المواد الغذائية وتحويلها إلى عناصر يمكن امتصاصها بسهولة عبر ظهارة الأمعاء الدقيقة . فمثلاً تتحول البروتينات في الأمعاء إلى حموض أمينية والسكريات إلى غلوكوز والدهون إلى حموض دهنية و غليسرين .

العصارة المعوية :

يصب داخل تجويف الأمعاء الدقيقة مجموعة من العصارات الهضمية والتي تشمل عصارة الغدة البنكرياسية وعصارة الصفراء الكبدية وعصارة الغدد المعوية ، ومجموع هذه العصارات يشكل العصارة المعوية الهاضمة .

وتتميز العصارة المعوية بأنها ذات قوام لزج لاحتوائها على المخاط وهي ذات تفاعل قلوي (PH = 7.5 – 8) ويأتي التفاعل القلوي للعصارة المعوية من احتوائها على تركيزات عالية من بيكربونات الصوديوم .

وتتكون العصارة المعوية من حوالي 94% ماء و 6% مواد صلبة تشمل مواد عضوية وغير عضوية .

وتتكون المواد العضوية من بروتينات بسيطة وأنظيمات هاضمة مختلفة . وتشمل أنظيمات العصارة المعوية على أنظيمات هاضمة للبروتينات مثل : أنظيم التربسين و كيموتربسين و كاربوكسي بيتيداز .

كما تشمل على أنظيمات حالة للمواد السكرية مثل : أنظيمات الأميلاز – المالتاز – الأنفرتاز

أخيراً تشمل هذه العصارة على أنظيم الليباز الحال للدهون وعلى الأملاح الصفراوية المساعدة في هضم وامتصاص المواد الدهنية .

أنظيمات العصارة المعوية الهاضمة للبروتينات :

1-أنظيم التربسين :

يعد أنظيم التربسين من الأنظيمات الأساسية للعصارة المعوية الهاضمة للبروتينات ، فهو يقوم بهدم الروابط الببتيدية للبروتينات محولاً إياها إلى حموض أمينية حرة تمتص بسهولة من قبل الزغابات المعوية .

2-أنظيم كيموتربسين :

يقوم هذا الأنظيم بهضم البروتينات المعوية محولاً إياها إلى بوليببتيدات .

3-أنظيم الكاربوكسي بيتيداز :

يفكك هذا الأنظيم البوليببتيدات إلى ببتيدات أولاً ثم إلى حموض أمينية .

أنظيمات العصارة المعوية الحالة للسكريات :

1-أنظيم الأميلاز :

يفكك هذا الأنظيم النشاء و الغليكوجين إلى سكر الشعير (مالتوز) .

2-أنظيم المالتاز :

يفكك أنظيم المالتاز سكر الشعير (مالتوز) إلى غلوكوز .

3-أنظيم الأنفرتاز :

يفكك هذا الأنظيم سكر القصب (سكروز) إلى غلوكوز وسكر الفواكه(فركتوز) .

4-أنظيم لاكتاز :

يوجد هذا الأنظيم بكمية كبيرة في العصارة المعوية عند صغار الحيوانات الرضيعة وهو يقوم بتفكيك سكر الحليب لاكتوز إلى غلوكوز وغالاكتوز

أنظيم الليباز الحال للدهون :

يوجد هذا الأنظيم في العصارة المعوية بشكل غير نشيط وفاعل ، ثم يتحول إلى الشكل النشيط الفعال تحت تأثير أملاح العصارة الصفراوية الكبدية .

يحول هذا الأنظيم الدهون في الأمعاء إلى غليسرين و حموض دهنية وكلا هذين المركبين يمتصان بسهولة في الأمعاء .

الأملاح الصفراوية :

تصل الأملاح الصفراوية مع العصارة الصفراوية الواصلة للأمعاء الدقيقة ، وتؤدي هذه الأملاح الصفراوية دوراً مهماً جداً في عملية هضم المواد الدهنية وذلك على الشكل التالي :

1- تقلل الأملاح الصفراوية من التوتر السطحي للماء والدهون في الأمعاء مما يساعد على تكسير حبيبات الدهن الكبيرة وتحويلها إلى حبيبات صغيرة توجد على شكل مستحلب .

2- تنشط الأملاح الصفراوية أنظيم الليباز وتزيد من فعاليته في هضم وتحليل المستحلبات الدهنية .

3- تزيد الأملاح الصفراوية من تأثير وفعالية الأنظيمات الحالة للمواد البروتينية في الأمعاء

4- تمنع الأملاح الصفراوية من حدوث التعفنات في الأمعاء وذلك بطريق غير مباشر وذلك نظراً للدور الذي تقوم به في هضم الدهون وامتصاصها وبالتالي منع ترسبها فوق المواد الغذائية .

5- تنشط الأملاح الصفراوية النشاط الحركي للأمعاء وبذلك لها تأثير ملين

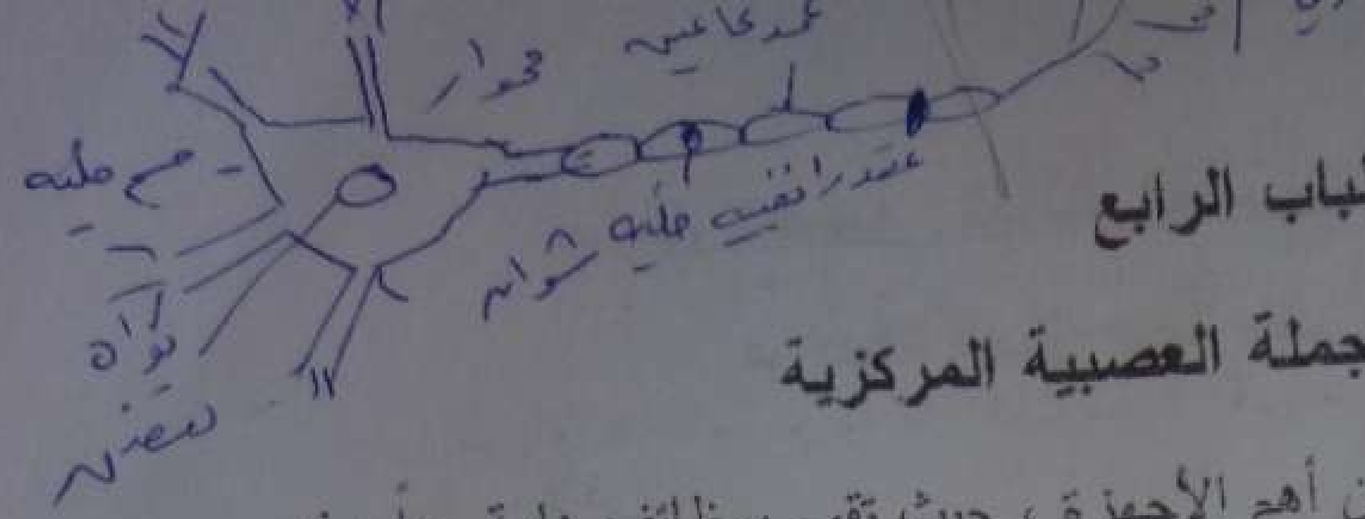
ب-الهضم في الأمعاء الغليظة :

تشمل الأمعاء الغليظة عند الحيوانات الاقتصادية على الأعور والقولون والمستقيم وهي طويلة عند آكلات الأعشاب حيث يبلغ طول الأمعاء الغليظة عند الأبقار بين 7 – 12م وعند الأغنام 4 – 10م وعند الخيل 6 – 9 م .

تصل المواد الغذائية التي لم تهضم وتمتص في المعدة والأمعاء الدقيقة إلى الأمعاء الغليظة على شكل دفعات وبكميات صغيرة من خلال المصرة اللفائفية الأعورية التي تفتح بشكل دوري كل 60 ثانية .

وتعد المواد الغذائية الواصلة إلى الأمعاء الغليظة قليلة الحجم وتحتوي على المواد التي لم يتم هضمها بوساطة الأنظيمات التي تعرضت لها في الجزاء السابقة من قناة الهضم وتشمل هذه المواد على السليلوز و الهيميسلونوز و اللنيفين (الخشبين) .

وتقتصر عمليات الهضم في الأمعاء الغليظة على فعل الأنظيمات المرافقة للكتلة الغذائية القادمة من المعدة والأمعاء الدقيقة إلى الأمعاء الغليظة مثل أنظيم الببسين و التربسين وعلى فعل الأنظيمات التي تفرزها الأحياء الدقيقة (بكتريا ، وبروتوزوا) القاطنة فيها .و لا سيما في الأعور وتقوم هذه الأحياء الدقيقة بتحليل بروتينات المواد الغذائية فينتج عن تحللها مركبات عديدة مثل الأندول و السيكاتول وأحماض أمينية وأحماض دهنية .



الباب الرابع

فيزيولوجيا الجملة العصبية المركزية

تعد الجملة العصبية المركزية من أهم الأجهزة ، حيث تقوم بوظائف هامة جداً ، فهي تقوم :

1-استقبال المعلومات الحسية من كافة أنحاء الجسم وإرسالها الدفعات العصبية الحركية المؤدية إلى الحركة .

2-تأمين التنظيم الدقيق والتناسق والتكامل لكل الأفعال الحادثة في الجسم

والجملة العصبية المركزية : عبارة عن تشكيل معقد جداً ، ويتكون من كمية هائلة من الخلايا التي تقسم إلى نوعين :

أ- العصبونات المرتبطة مع بعضها البعض بشكل وثيق بوساطة المشابك العصبية .

ب- الخلايا الدبقية : وهي خلايا خاصة بالجملة العصبية وتملأ المسافات بين العصبونات أو تحيط بها ، ولا دخل لها بالوظيفة العصبية ويتألف العصبون من ثلاثة أجزاء :

1- **جسم العصبون** : وفيه نواة كروية الشكل فيها نواة أو عدة نويات .

2- **التغصنات** : وهي زوائد بروتوبلازمية تنشأ من جسم الخلية ، وتتفرع بكثرة وتربط الخلايا العصبية بعضها مع بعض . وتنقل الدفعات العصبية إلى جسم الخلية .

3- **المحور** : وهو عبارة عن جذع يتصل بجسم الخلية وهو امتداد لها . وتتفرع نهايته إلى فروع دقيقة متشعبة تكون نهايات الأعصاب الحركية .

وتقسم العصبونات من الناحية الوظيفية إلى :

1- **عصبونات حسية (واردة)** : تنقل الإثارة من المستقبلات الحسية إلى الجملة العصبية المركزية .

2- **عصبونات حركية (صادرة)** : تنقل الدفعات العصبية من الجملة المركزية إلى الأعضاء المنفذة العضلات ، الغدد .

3- **عصبونات خلالية أو رابطة** : تربط بين العصبونات الحسية والحركية وتوجد في الجملة العصبية المركزية .

المشابك العصبية : المشبك العصبي :

هو نقطة اتصال نهاية محور عصبي لأحد العصبونات مع تغصنات جسم عصبون لأخر .

المنعكس العصبي :

الشكل الأساسي لنشاط الجملة العصبية المركزية هو المنعكس العصبي والمنعكس هو رد فعل الجسم على تنبيه المستقبلات والحادث بمشاركة الجملة العصبية المركزية .

ويتم حدوث المنعكس العصبي لأن الإثارة (التنبيه) تمر بطريق محددة هي القوس الانعكاسية التي تتألف من المكونات التالية :

1-المستقبلات : هي نهايات عصبية حسية تقوم بتحويل طاقة المنبهات المختلفة (حرارية ، آلية ، كهربائية) إلى إثارة وتهيج .

2-العصبون الوارد للمركز .

3-العصبون الخلالي .

4-العصبون الصادر عن المركز .

5-المنجزات (العضلات ، الغدد) .

الفصل الأول

فيزيولوجيا العصب والعضلة

فيزيولوجيا النسج القابلة للتنبيه :

تمتلك كل الخلايا الحية خاصة قابلية التنبه (الاستثارة) ، أي لها القدرة على الانتقال من حالة الراحة الفيزيولوجية إلى حالة النشاط الفيزيولوجي وذلك تحت تأثير عوامل محددة لأحد الوسطين الداخلي أو الخارجي / تؤلف ما يسمى بالمنبهات .

ولكن لا يطلق تعبير النسج القابلة للتنبيه إلا على الخلايا العضلية والعصبية ، حيث تتميز هذه الخلايا بقدرتها على الرد عند تنبيهها .

المنبهات

تعريف المنبه : هو كل تبدل في الوسط الخارجي أو الداخلي ، يحدث بسرعة تكفي لكي تنتقل الخلية الحية من حالة الراحة الفيزيولوجية إلى حالة النشاط .

أنواع المنبهات :

أولاً : المنبهات الفيزيائية وتشمل :

1- منبهات آلية : مثل الضغط والوخز والقرص والاهتزاز .

2- منبهات حرارية : مثل السخونة والبرودة . وتشكل السخونة منبهاً أقوى تأثيراً من البرودة

3- منبهات كهربائية : وهي أفضل أنواع المنبهات التي تستخدم في المخبر وذلك لأننا نستطيع أن نتحكم بشداتها و أزماتها .

4- منبهات إشعاعية : مثل الأشعة الضوئية المرئية والأشعة فوق البنفسجية .

5- منبهات صوتية : مثل صوت الجرس أو قرع الطبول .

6- المنبهات الكيميائية : ويدخل في عدادها الحموض والقلويات .

الراحة الفيزيولوجية :

وهي الحالة التي لا يظهر فيها النسيج أو العضو أي من الظواهر الخاصة بعمله .

فمثلاً إذا كانت العضلة لا تتقلص فهي توجد في حالة الراحة .

الاستثارة :

وهي حالة العمل للنسيج الحي التي يتحول إليها تحت تأثير التنبيه . أو هي رد فعل حيوي للخلايا العضلية أو العصبية على المنبهات بتغيرات تصيب الكمون الكهربائي للغشاء الخلوي الذي يكون في حالة راحة (كمون الراحة Rent Potential) . وتؤدي هذه التغيرات إما إلى نزع الاستقطاب وإما إلى فرط الاستقطاب في الغشاء الخلوي

كمون الغشاء في حالة الراحة :

تكون الأغشية الخلوية في حالة الراحة مستقطبة بحيث تكون شحنة السطح الداخلي لهذا الغشاء سالبة بالنسبة للسطح الخارجي .

ويختلف كمون الراحة باختلاف الخلايا وهو يتراوح بين (50 إلى 90) والإشارة السالبة هي للدلالة على أن السطح الداخلي للغشاء الخلوي سالب بالنسبة للسطح الخارجي .

أما المسؤول عن كمون الراحة فهو الفروق في تركيز كل من Na^+ تركيزها (في الوسط خارج الخلوي أعلى بـ 8 – 10 مرات بما هو عليه في الوسط داخل الخلوي) ، و K^+ (في الداخل أعلى ب 40 – 50 مرة من الخارج) . و Ca^{++} (توجد ضمن عضيات مختلفة من الخلية) و Cl^- الذي يؤدي دوراً صغيراً يكاد يكون مهملاً . وتكون نفوذية الغشاء لـ K^+ أكبر ب (30 – 50) مرة من نفوذية Na^+ عبر الغشاء الخلوي في وضع الراحة .

تؤمن فروق التراكيز للأيونات على طرفي الغشاء الخلوي مجموعة من العوامل أهمها :

1- النفوذية الاصطفائية للايونات .

2- الايونات العضوية الضخمة السالبة التي لا تمر عبر الغشاء الخلوي .

3- التوليد المستمر لبعض الايونات في أحد الوسطين .

4- ارتباط بعض الايونات التي تستطيع العبور من الغشاء الخلوي بمكونات ضخمة تمنعها من العبور .

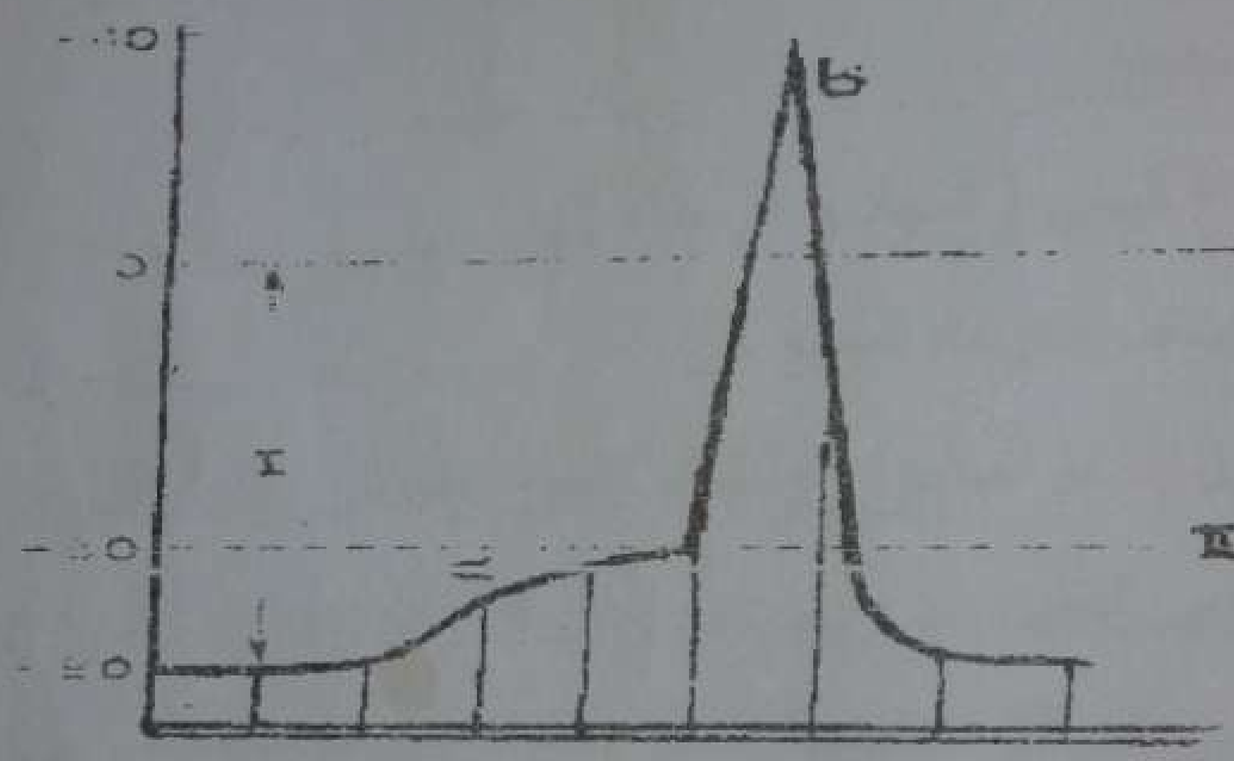
5- النقل الفاعل الذي يعمل على نقل الايونات بعكس القوى العفوية (ممال التركيز والممال الكهربائي) .

الكمون الموضعي :

عند التنبيه بمنبه غير كاف (أقل من الريوباز Rheobase) تتشكل لدينا استجابة غير منتشرة تبدأ بكمون مقوية كهربائية سالبة تتطور إلى استجابة ما قبل كمون الفعل

يؤدي دخول كميات قليلة من Na^+ (لا تكفي لإزالة الاستقطاب) إلى تشكل الكمون الموضعي .

تدعى مجموعة هذه التغيرات الكيميائية والفيزيائية التي تصيب الغشاء الخلوي والتي لا تنتقل بعيداً عن منطقة التنبيه والكمون الموضعي Local potential) الشكل رقم (17) .



شكل رقم (17)

I-كمون الراحة للغشاء

II-المستوى الحرج لانعدام الاستقطاب

a-كمون موضعي ، b-كمون العمل

كمون الفعل :

عندما تصل شدة المنبه إلى الشدة العتبية يتشكل لدينا كمون منتشر يعرف ب كمون الفعل Action potential بالآلية التالية :

1-زيادة نفوذية الغشاء ل Na^+ باتجاه الداخل متراقاً بوقف للنقل الفاعل .

2-زوال استقطاب الغشاء الخلوي نتيجة التدفق الصوديومي إلى داخل الخلية .

3-انعكاس الاستقطاب بمقدار طفيف .

تحدث هذه التغيرات في أثناء الطور الصاعد من كمون الفعل الشكل رقم (15) .

4- انخفاض في نفوذية الغشاء ل Na^+ وزيادة في نفوذية +K يؤدي إلى عودة الاستقطاب (طور هابط) .

5-عودة النقل الفاعل .

الفصل الثاني

الفيزيولوجيا الخاصة للجملة العصبية المركزية

تتألف الجملة العصبية المركزية من :

1- الدماغ .

2- النخاع الشوكي .

1-الدماغ : وهو الجزء الأمامي و الأكثر أهمية للجملة العصبية المركزية ويشمل على :

أ- المخ المستطيل .

ب- الدماغ المتوسط.

جـ- المخيخ

د- الدماغ البيني (المهاد و الو طاء)

هـ- أنصاف الكرات المخية .

أ- المخ المستطيل : هو استمرار وامتداد للنخاع الشوكي لكنه أكثر انتفاخاً منه .وهو يقع ضمن تجويف يدعى البطين الرابع . يقوم المخ المستطيل بمهمة نقل المعلومات الحسية من النخاع الشوكي إلى المراكز العصبية العليا ، كما ينقل المعلومات الحركية النازلة بالاتجاه المعاكس وبذلك يقوم المخ المستطيل بدور كبير في تنظيم مجموعة كبيرة من العمليات الفيزيولوجية الهامة . كما يوجد في المخ المستطيل عدد كبير من المراكز العصبية الانعكاسية مثل مركز النشاط القلبي والمحرك الوعائي ومركز التنفس ومراكز إفراز اللعاب والمضغ والبلع .

كما يحتوي المخ المستطيل على مراكز عصبية تتعلق بمنعكسات خاصة مثل المنعكسات التوترية و منعكسات المغازل (العصبية) .

ب-الدماغ المتوسط :يتوضع الدماغ المتوسط فوق المخيخ وجسر فارول وهو يتكون من السويقتين المخيخيتين والحدبات التو أمية الأربع يمر من خلال الدماغ المتوسط الحزم الصاعدة إلى المراكز العصبية العليا وكذلك الهابطة في اتجاه المخ المستطيل والنخاع الشوكي

كما يتضمن الدماغ المتوسط بعض المراكز العصبية الخاصة بمنعكس التوجه الذي يظهر كرد فعل على المنبهات البصرية والسمعية وذلك بتوجيه الرأس والجسم باتجاه المنبه .

جـ-المخيخ : يتوضع المخيخ فوق المخ المستطيل . وهو يتكون من نصفي كرتين مخيخيتين يفصل بينهما الفص الودي .

يقوم المخيخ بدور هام في عملية تنسيق الحركات الإرادية وتنظيم التقلصات العضلية وعند تخريب المخيخ فإن الحيوان يفقد القدرة على الوقوف بشكل متوازن ويصاب بتشويش تناسق الحركة (الرنح) وكذلك تشويش التوتر العضلي (الوهن العضلي)

د-الدماغ البيني (المهاد و الو طاء) :يرتبط الدماغ البيني مع كل أجزاء الدماغ والنخاع الشوكي بالطرق العصبية المختلفة الصاعدة والهابطة .

ويرد إلى المهاد المعلومات الحسية من المستقبلات اللمسية ، والحس العميق والحرارة ، والألم والذوق .

ويؤدي تخريب المهاد إلى التشويش الحاد للاستقبال والمترافق أحياناً بالفقدان الكامل للحس كذلك يساهم المهاد في تنظيم الحركية العضلية والتنسيق الحركي

هـ-الوطاء Hypothalamus : يقع الو طاء تحت المهاد تحت السريرين البصريين ويرتبط بعلاقة وثيقة مع الغدة النخامية .

ويوجد في الو طاء مجموعة من النوى تتوزع في ثلاث مناطق هي الوطاء الأمامي والخلفي والمتوسط .

يقوم الوطاء بالإشراف على الكثير من السلوكيات مثل السلوك الجنسي وسلوك العدوان كما يشرف الوطاء على عمل الجملة العصبية الذاتية الودية ونظير الودية كما يشرف على تنظيم النوم واليقظة عند الحيوانات و الإنسان .

جسر فارول :

يقع جسر فارول تحت المخيخ وهو امتداد للمخ المستطيل لكنه أكثر ثخانة . يحتوي جسر فارول على ألياف عصبية حسية صاعدة وحركية هابطة . يرتبط جسر فارول مع المخ المستطيل والمخيخ بالدماغ وهو يقوم بنقل الدفعات العصبية من نصف الكرة المخية إلى

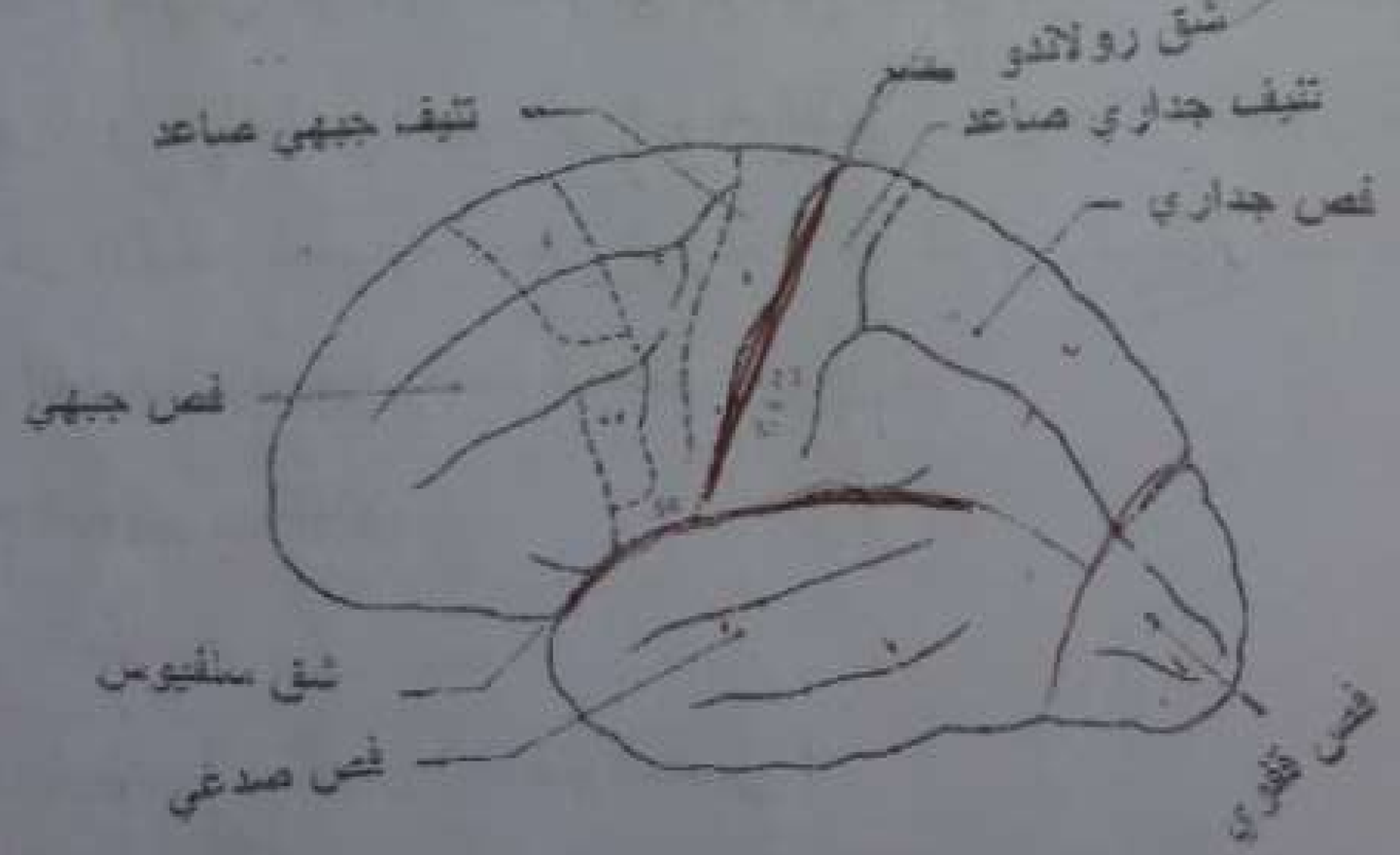
الأخرى محققاً بذلك تنسيق وانسجام الحركات على جانبي لجسم فهو يشارك في تنظيم الأفعال الانعكاسية الحركية المعقدة ومقوية للعضلات وتوازن الجسم .

و-أصناف الكرات المخية (قشرة المخ) :

تعتبر قشرة المخ أهم مكونات الدماغ ، وهي تتألف من طبقة سنجابية تحيط بكل الدماغ ، وهي ذات بناء خاص يمكنها من خلال مساحة واسعة جداً تؤهلها لتأمين العمليات المعقدة وحفظ الكثير من المعلومات .

وذلك من أجل تأمين الإحساسات المختلفة وبالتالي تشكيل الأوامر الحركية وتكامل السلوكيات المختلفة .

خارجياً : تقسم القشرة المخية بوساطة ثلاثة شقوق وهي شق رولاندو وشق سلفيوس والشق الخارجي القائم إلى أربع فصوص شكل رقم (18) .



شكل رقم (18) يبين الفصوص الخارجية للقشرة المخية ذ

الفص الجبهي : وتقع فيه معظم الباحات الحركية .

الفص الجداري : وتقع فيه باحات الإحساسات العامة .

الفص القفوي : وتقع فيه الباحات التي تخص الإحساسات البصرية .

الفص الصدغي : وتقع فيه الباحات التي تخص الإحساسات السمعية .

وظائف القشرة المخية :

تصل الإشارات العصبية الحسية إلى الباحات الحسية في القشرة المخية . وهنا يتم تفسيرها وتحليلها ثم تحويلها إلى الباحات الحركية التي توجد في القشرة المخية حيث ترسل بالدفعات العصبية المحركة إلى العضلات الهيكلية لتنفيذ الأوامر .

وتختلف مساحة الباحة المحركة باختلاف الحيوانات ، فأكبرها عند الرئيسيات وأوسطها عند آكلات اللحوم وأقلها عند الحافريات ، ولابد من الإشارة إلى أن المساحة المسؤولة عن تحريك عضو من الأعضاء لا تتناسب مع حجم هذا العضو وإنما تتناسب مع درجة تعقيد حركة هذا العضو ، فكلما كانت الحركات أكثر مهارة كانت المساحة المحركة أكبر كما أنة لابد من الإشارة إلى اختلاف توضع الباحة المحركة باختلاف الحيوانات .

2-النخاع الشوكي :

النخاع الشوكي هو حبل أسطواني يتوضع ضمن قناة العمود الفقري ، وتخرج منه القرون الظهرية و البطنية ، وتدخل إلى قرونه الظهرية من خلال الجذور العصبية الظهرية كمية كبيرة من الألياف العصبية الحسية الواردة . أما القرون البطنية للنخاع الشوكي فيخرج منها الألياف العصبية الحركية الصادرة لجسم الحيوان .

ويقوم النخاع الشوكي بوظيفتين :

1- انعكاسية

2- توصيلية (تحرير الدفعات العصبي)

الوظيفة الانعكاسية للنخاع الشوكي :

يوجد في النخاع الشوكي مراكز عصبية للعديد من المنعكسات المنظمة لعمل الجذع والأطراف وحركة عضلات الرأس والعنق .

الجملة العصبية الإعاشية :

تقسم الجملة العصبية الإعاشية إلى جملة ودية Symathic وشبه ودية Parasympathic وهي تمتلك مجموعة من الصفات :

1- تتوضع مراكزها في بعض مناطق الجملة العصبية المركزية . وتخرج ألِيافها من بعض أجزائها فقط .

2- ألِيافها دقيقة وسرعة نقلها بطيئة ، ويمتلك أغلبها عمداً نخاعياً رقيقاً جداً .

3- يتألف الطريق الاعاشي من عصبونين : الأول يبدأ من الجملة العصبية المركزية وينتهي بالعقدة الإعاشية (ألِياف قبل عقدية) .

والثاني يبدأ من العقدة الإعاشية ويذهب العضو المعصب (ألِياف ما بعد عقدية) .

4- حساسيتها منخفضة حيث تحتاج إلى منبه شدته أعلى من ذاك الذي ينبه الألِياف الحركية حتى نحصل على استجابة .

5-كمون العمل أكثر استمرارية من كمون العمل في الأعصاب الجسمية (الحسية والحركية)

6-تقوم العقد الإعاشية بدور مراكز انعكاسية تصدر أوامرها إلى المحيط وهي بذلك تريح الجملة العصبية المركزية من جهة وتدعم إمكانية تنظيم الوظائف الفيزيولوجية تنظيماً رفيع المستوى من جهة أخرى .

7-تعصب الجملة الودية كل الأعضاء في الجسم بينما لا تعصب الجملة العصبية شبه الودية بعض الأعضاء مثل (أوعية الجلد ، لب الكظر ...)

8-تتوضع عقد الجملة العصبية الودية بعيدة عن الأعضاء التي تعصبها ، بينما تتوضع عقد الجملة العصبية شبه الودية إما بداخل العضو الذي تعصبه أو قريبة جدا من هذا العضو .

9-عدد الألِياف بعد العقدية اكبر بكثير من الألِياف قبل العقدية في الجملة العصبية الودية (أكبر ب 32 مرة) بينما تزيد الألِياف بعد العقدية عن الألِياف قبل العقدية مرتين في الجملة العصبية شبه الودية .

<u>تأثيرات الجملتين العصبيتين الودية وشبه الودية</u> : يؤدي التنبيه الودي في معظم – وليس كل

– الأعضاء إلى فعل معاكس للتأثير شبه الودي

مقدمة عامة حول كيفية العمل في المخبر

ـ عند الدخول إلى المخبر ، لحضور الجلسات العملية لمادة علم وظائف الأعضاء ، والعمل به ، يجب الالتزام بالتعليمات الآتية :

1 ـ الالتزام بموعد الجلسات العملية ، ومنع دخول أي شخص ليس له علاقة بالعمل المخبري .

2 ـ ارتداء المعاطف البيض ، لحماية الملابس من التلوث .

3 ـ منع التدخين ، وتناول الطعام والشراب ، أثناء العمل خوفاً على صحة العاملين ، و من حدوث الحرائق .

4 ـ الحفاظ على نظافة الطاولات،ومنع وضع الحقائب والأشياء التي لا لزوم لها عليها .

5 ـ التعامل مع المجاهر والأدوات المخبرية ، بلطف ونظامي ،وذلك باتباع التعليمات الخاصة باستعمال كل منها ،والتأكد من جاهزية المواد والأدوات المخبرية للعمل .

6 ـ الاهتمام بتوفير وسائل العمل المخبري : كالتهوية ، والإضاءة الكافية، والأحواض والمعقمات ، وأدوات التنظيف ، مع توفير براد لحفظ المواد المخبرية ، التي يمكن أن تتخرب .

7 ـ منع الأحاديث الجانبية ، والحركات الطائشة أثناء العمل ؛ وذلك لمنع الأذى والتخريب .

8ـ في حال وقوع أي مادة على الأرض ، أو على الطاولات ، أو الثياب، يجب إزالتها فوراً .

9 ـ عند الانتهاء من العمل ، يجب إعادة ترتيب الطاولات والأدوات المستعملة ، ووضعها في أماكنها المناسبة ، وتسليمها بشكل نظيف مثل المجاهر التي هي بحاجة لتنظيف وتغليف دائماً .

10 ـ قبل الخروج من المخبر ، يجب إغلاق النوافذ ، وإقفال صنابير المياه، وصمامات الغاز ، ومفاتيح الكهرباء ، وأخيراً إغلاق الباب .

الجلسة العملية رقم (1) :

دراسة الأدوات والأجهزة ، والمحاليل المستخدمة في التجارب العملية ، وطرق وأماكن أخذ عينة الدم ، من الحيوانات المختلفة.

Study of instruments , and solution used in practical experiments , and method of sampling

ـ الأدوات المستخدمة في التجارب العملية :

1 ـ عداد نيوباور (عداد الكريات) :

هوعبارة عن شريحة زجاجية سميكة ، في وسطها مساحة مرتفعة على شكل مستطيل ، ويوجد على جانبي هذه المساحة ميزابان ، يليهما مصطبتان أكثر ارتفاعاً من سطح الشبكة بمقدار / 0.1 مم / (انظر الشكل19).

وتقسم المنطقة المستطيلة ، إلى قسمين بوساطة ميزاب عرضي وعلى كل قسم محفور ، خطوط طولية متقاطعة ، مع خطوط عرضية ، ويتشكل بذلك شبكة تسمى شبكة العد . وبالتالي توجد شبكتان للعد على العداد ، تستخدم شبكة العد ، لعد الكريات البيض، والكريات الحمر.

عند فحص شبكة العد تحت المجهر نلاحظ ، تشكل مربع كبير ، مساحته 9مم2 ، يتألف من 9 مربعات ، مساحة كل منها 1 مم2 .

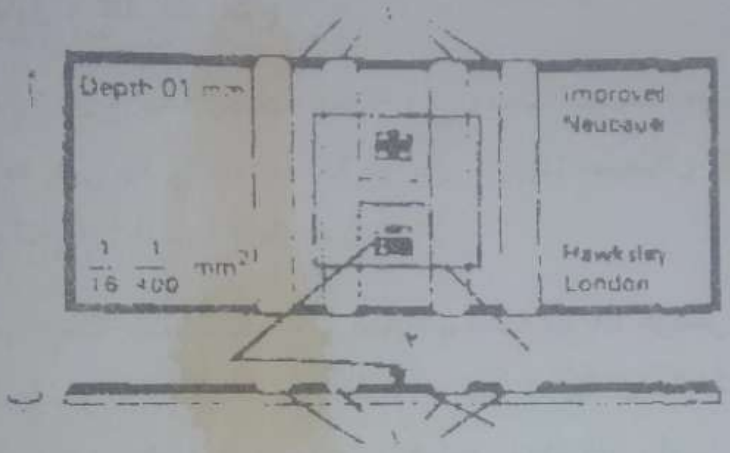
المربعات الأربعة : الطرفية العلوية والسفلية ، تقسم بدورها إلى 16 مربعاً صغيراً.
أما المربع التاسع (الأوسط) ، فهو مقسم إلى 25 مربعاً ، وكل واحد منها مقسم إلى 16 مربعاً صغيراً جداً ، وبذلك يتألف المربع التاسع من 400 مربع صغير جداً .

يتم عد الكريات الحمر : في خمسة مربعات من المربع التاسع (الأوسط) . والمربعات الخمسة هي : المربعات الأربعة الطرفية العلوية والسفلية والمربع الثالث عشر . والذي يحوي كل منها على 16 مربعاً صغيراً جداً 0

وتعد الكريات الحمر الموجودة داخل كل مربع ، والموجودة على الخط العلوي والأيمن، مع تجاهل الكريات الموجودة على الخط السفلي والأيسر ، أو تعد الكريات الموجودة

داخل المربع ، والموجودة على الخط السفلي والأيسر ، مع تجاهل الكريات الموجـودة علـى الخط العلوي والأيمن.

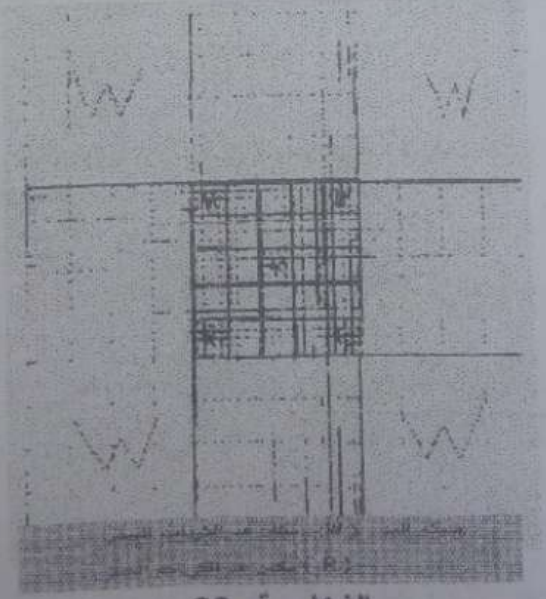
يتم عد الكريات البيض : في المربعات الأربعة الطرفية ، من المربع الكبير، والتي يحوي كل واحد منها على 16 مربعاً صغيراً . وتعد الكريات البيض الموجودة داخل كـل مربـع مـن المربعات الـ 16 ، والموجودة على الخط العلوي والأيمن ، أو الموجودة على الخط السفلي والأيسر لكل منها .(انظر الشكل20)



عداد نيوباور

الشكل(19)

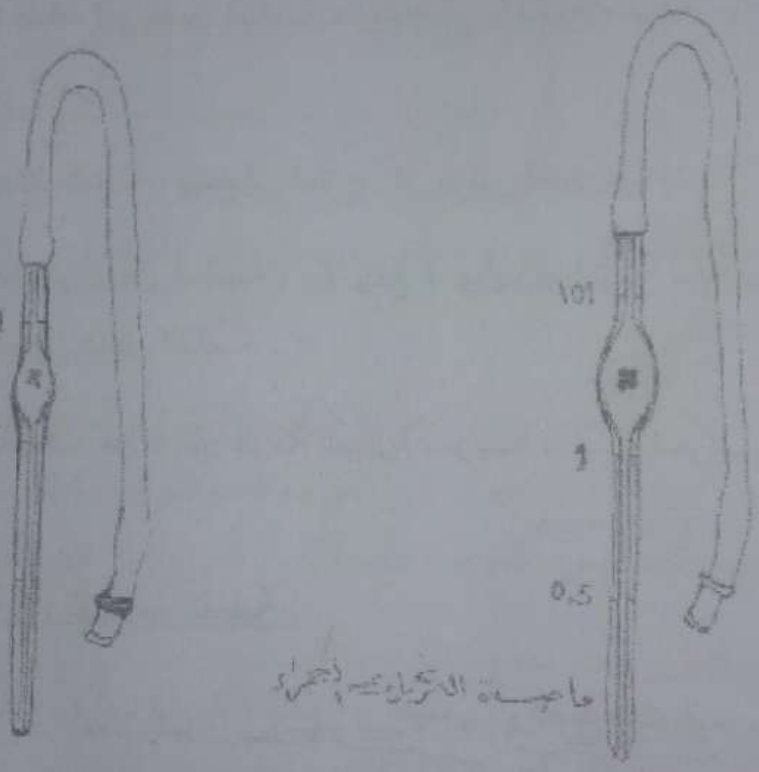
عداد نيوباور : يوضح الرسم تفاصيل عداد نيوباور ومكان شبكة العد



الشكل رقم 20

ـ ماصة الكريات الحمر :

وهي أنبوبة زجاجية شعرية مدرجة (0.5 ـ 1 ميكرولتر) يليها انتفاخ أو حويصل واسع ، فيه خرزة حمراء اللون ، (لتميز هذه الماصة عن غيرها من الماصات ، ولتسهيل عملية مزج الدم ، بمحلول التخفيف ، وتظهر نظافة الماصة من خلال حرية حركتها ، وعدم التصاقها بجدران الحويصل) . تضيق الأنبوبة من جديد ويظهر عليها التدريجة(101) وتنتهي الأنبوبة الزجاجية ، ليتصل بها أنبوبة مطاطية ، تنتهي بقطعة فم بلاستيكية ، تسهل عملية مص الدم ، ومحلول التخفيف، وتسهل عملية تنظيف الماصة .(انظر الشكل21) .



ـ ماصة الكريات البيض:

وهي أنبوبة زجاجية شعرية مدرجة (0.5ـ 1ميكرو لتر) ، يليها حويصل صغير فيه خرزة بيضاء اللون ، (لتميزها عن غيرها ، وتظهر نظافة الماصة من خلال حرية حركتها ، وعدم التصاقها بجدران الحويصل ، ولتسهيل عملية مزج الدم بمحلول التخفيف) . وبعد الحويصل تضيق الأنبوبة من جديد ، ويظهر عليها التدريجة (11) ثم تنتهي الأنبوبة

الزجاجية ، ليتصل بها أنبوبة مطاطية ، تنتهي بقطعة فم بلاستيكية ، تسهل عملية مص الدم ومحلول التخفيف ، و تسهل عملية تنظيف الماصة .(انظر الشكل 22) .

ـ تنظيف ماصة كريات الدم : يتم تنظيف الماصة تبعاً للخطوات الآتية :

1 ـ الماء المقطر : يشفط إلى داخل الماصة وينفخ إلى الخارج في حوض الغسيل وتكرر العملية من 2 ـ 3 مرة .

2 ـ حمض كلور الماء 1 % : يشفط إلى داخل الماصة ، وينفخ إلى الخارج، في حوض الغسيل ، وتكرر العملية من 2 ـ 3 مرة .

3 ـ الماء المقطر : يشفط إلى داخل الماصة ، وينفخ إلى الخارج ، في حوض الغسيل ، وتكرر العملية من 2 ـ 3 مرة .

4 ـ الكحول : يشفط إلى داخل الماصة ، وينفخ إلى الخارج ، في حوض الغسيل مرة واحدة .

5 ـ الأسيتون : يشفط إلى داخل الماصة ، ولا ينفخ ، أي يترك ليتبخر من نفسه ، وذلك لتجنب إدخال بخار الماء إلى داخل الماصة .

ويستدل على نظافة الماصة ، من خلال حركة الخرزة بحرية داخل الحويصل ، دون أن تلتصق بجدرانه .

ـ الأجهزة المستخدمة في التجارب العملية :

المجهر : هو الأداة الهامة ، لعد الكريات الحمر و البيض ، والصفيحات الدموية ، وتمييز أنواع الكريات البيض المعدودة ، ومشاهدة جريان الدم داخل الأوعية الدموية ، وملاحظة نشاط القلب ، وتمييز أجزائه . (الشكل 23)

أجزاء المجهر : يتألف المجهر من الأجزاء التالية :

1 ـ الأنبوب . 2 ـ الحامل . 3 ـ القاعدة

أولا ـ الأنبوب : ويحمل في منطقته العلوية العدسات العينية ، ويحمل في منطقته السفلية القرص الدوار ، الذي يحوي العدسات الجسمية أو الشيئية ، والتي تختلف عن بعضها بقوة التكبير، وبين هذه العدسات ، عدسة جسمية من نوع آخر، تدعى بالعدسة الغاطسة أو

الزيتية ، والتي يتميز استخدامها ، بإضافة نقطة من زيت الأرز على المحضّر ، أو الشريحة المراد دراستها .

ثانيا ـ الحامل : ويتصل من الأعلى بالأنبوب ، ومن الأسفل بقاعدة المجهر ، وعلى الحامل لوحة مربعة ، تستخدم في حمل المحضّر المدروس ، وتحتوي هذه اللوحة على فتحة ، تسمح بمرور الأشعة الضوئية ، كما تزود اللوحة بمشبكين يساعدان على تثبيت المحضّر ، كما يوجد من الناحية اليمنى وإلى الأسفل من اللوحة المربعة لولبان :

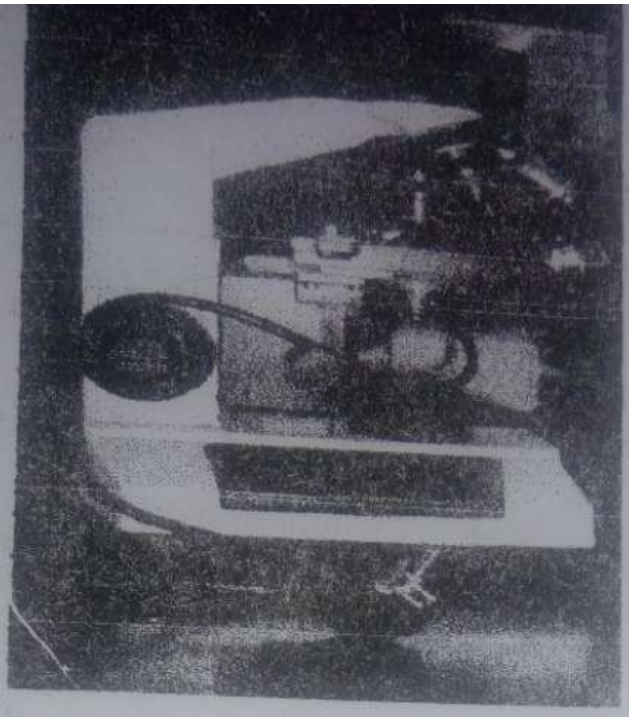
1 ـ علوي ، يستخدم لتحريك المحضّر إلى الأمام والخلف .

2 ـ سفلي ، يستخدم لتحريك المحضّر إلى اليمين واليسار .

وفي أسفل فتحة اللوحة المربعة ، يوجد مجموعة من العدسات ، تقوم على تكثيف الأشعة الضوئية الصادرة عن المرآة ، وتسمى مجموعة العدسات هذه بالمكثفة ، وفيما بين العدسات ، يوجد الحظّار ، وهو حجاب ، يعمل على التحكم في زيادة أو نقصان كمية الضوء الوارد إلى المحضّر .

وفي أسفل الحامل ، يوجد لولبا الإحكام ، اللذان يحركان اللوحة المربعة ، إلى الأعلى وإلى الأسفل وهنا يجب الانتباه ، إلى عدم استخدام اللوالب بشكل سريع ، خوفا من إحداث ضرر بالمحضّر المدروس الموجود على اللوحة المربعة أو العدسة المستخدمة

ثالثا ـ القاعدة : وهي تحوي على مصدر للضوء ، ويظهر لون الضوء من خلال مرآة ؛ توجد تحت اللوحة المربعة ، وتأخذ شكلاً مستديراً ، تعكس الأشعة الضوئية الواردة إليها ، باتجاه فتحة اللوحة المربعة ، حيث تعبر هذه الأشعة إلى المحضّر المدروس ، لتصل إلى العدسات الجسمية ، ومنها إلى العدسات العينية عبر الأنبوب .



الشكل (23)

ـ كيفية استخدام المجهر :

1 ـ ضع المحضَّر المراد دراسته على اللوحة المربعة ، ثم ثبته بوساطة المشابك ، مع الانتباه إلى أن السطح العلوي للمحضَّر يكون باتجاه الأعلى ، وإذا كان هناك ساترة على المحضَّر تكون باتجاه الأعلى أيضاً .

2 ـ يوضع المحضَّر المراد دراسته على الفتحة الموجودة في اللوحة المربعة؛ وذلك باستخدام اللوالب الموجودة على الطرف الأيمن

3 ـ توضع العدسة الجسمية الصغيرة فوق ، المحضر مباشرة

4 ـ يفتح مصباح الإضاءة ، وتحرك اللوحة المربعة باتجاه الأعلى بوساطة لوالب الإحكام ؛ مع الحذر من اصطدام الشريحة بالعدسة الجسمية .

5 ـ يبدأ الفحص من خلال رؤية الشكل الإجمالي للمحضَّر ، ثم استخدام العدسات الأقوى تكبيراً ، بهدف دراسة جزء مفصل منه .

يجب مراعاة ما يلي عند استخدام المجهر :

1 ـ التأكد من نظافة العدسة العينية والمرآة والمكثفة قبل استخدام المجهر.

2 ــ يجب الانتباه أثناء وضع المحضّر من تبليل العدسة الجسمية .

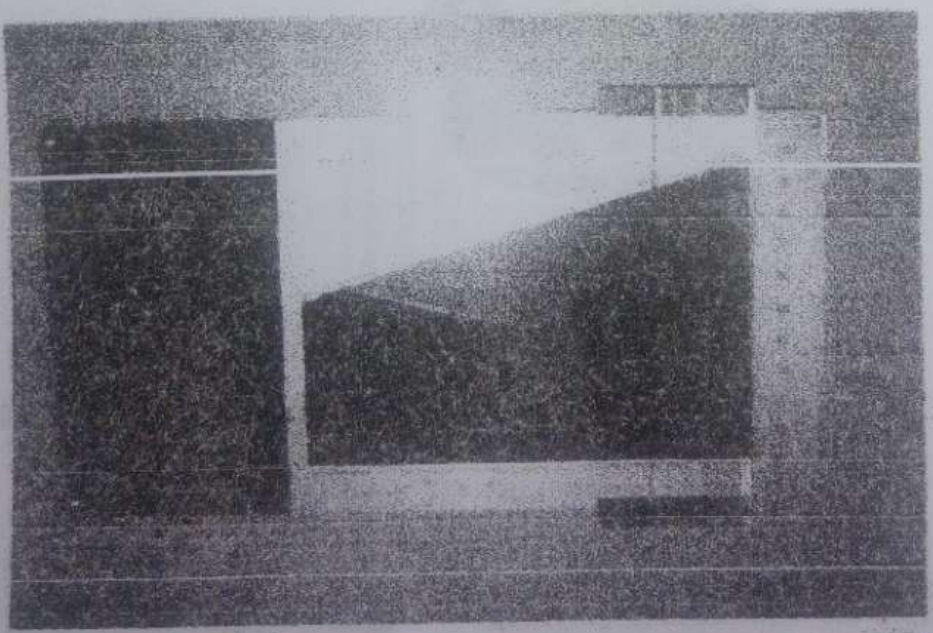
3 ــ يجب إزالة سوائل المحضّر في حال وقوعها على العدسة الجسمية بالشاش.

4 ــ تجنب رفع العدسات العينية ، لمنع دخول الغبار إلى الأنبوب ، وبالتالي إلى العدسات الجسمية .

5 ــ تنظف العدسات الجسمية والعينية ، وتُجعل الجسمية ذات التكبير الضعيف، في المركز الضوئي بعد استعمال المجهر .

6 ــ يغطى المجهر لحمايته من التلوث .

ــ قارئ الهيماتوكريت (جهاز هاكسلي) : وهو جهاز يستخدم لقياس الكسر الحجمي للكريات الحمر ، يتألف من قطعة معدنية مستطيلة الشكل ، تحوي على شبه منحرف ، قاعدته الكبرى مدرجة من الصفر إلى المئة ، وتحوي على حامل متحرك، يوجد فيه أخدود لوضع الأنبوبة المثفلة ، كما يتألف من مسطرة متحركة ، مرسوم عليها خط أبيض. الشكل (24) .



الشكل(24)

قارئ الهيماتوكريت (جهاز هاكسلي)

الجلسة العملية رقم (2)

عد الكريات الدموية الحمر Counting red blood cells

تعد الكريات الحمر ، أكثر المكونات الخلوية عدداً ، ووجوداً في الدم ، بحيث تصل نسبتها إلى 98 % من المكونات الخلوية . وتعود أهميتها ، لما تتمتع به من خواص هامة ، حيث أن نقص عددها ، قد يؤدي إلى فقر دم ، أو نقص في الكفاءة التنفسية للخلايا ، أو غير ذلك من الاضطرابات الدموية .

تبدو الكريات الحمر تحت المجهر : عند الثدييات ، على شكل أقراص مدورة ومقعرة من الجانبين ، خالية من النواة صغيرة الحجم ، أما عند الأسماك و الزواحف والبرمائيات والطيور ، فتبدو كبيرة الحجم ، بيضوية الشكل ، ومحدبة من الجانبين ، ولها نواة ، أما عند الجمال ، فتبدو كبيرة الحجم ، بيضوية الشكل ، محدبة من الجانبين وليس لها نواة .

ـ المطلوب لعد الكريات الحمر:

1 ـ مجهر

2 ـ عداد نيوباور

3 ـ ماصة الكريات الحمر

4 ـ محلول تخفيف: محلول هايمز ، أو سيروم فيزيولوجي (محلول كلور الصوديوم 0.9 %)

5 ـ ساترة ، واخزة معقمة ، كحول ، قطن ، شاش معقم

6 ـ عينة دم ، من أذن حيوان ، أو إصبع إنسان .

ـ خطوات العمل :

1 ـ نعقم المكان المراد أخذ عينة الدم منه بقطعة من القطن المبللة بالمادة المطهرة ، وننتظر حتى يجف ، ثم نقوم بالوخز بشدة كافية ، بواخزة معقمة ، تسمح بخروج الدم ، دون الضغط على المنطقة الواقعة حول مكان الوخز ، تمسح النقطة الأولى من الدم ، بمجرد خروجها ، وعند تشكل النقطة الثانية ، بكمية كافية ، يُغمس رأس الماصة ، في نقطة الدم ، ويسحب الدم ، حتى التدريجة / 0.5 / ، بعدها تغلق الماصة ، بوضع طرف اللسان ، على فوهة القطعة

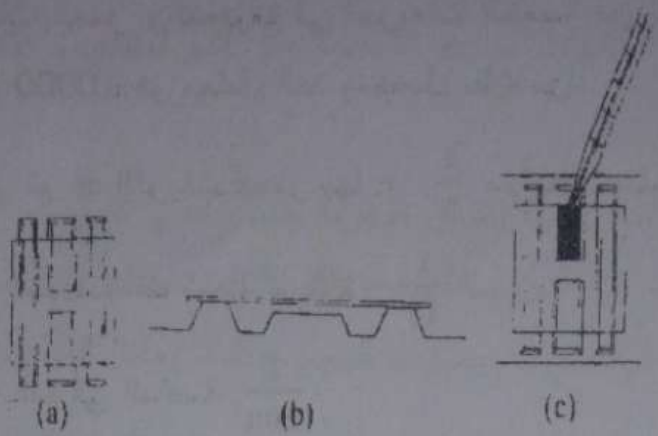
البلاستيكية الموجودة بالفم ، لمنع خروج الدم من الماصة ، وتبعد الماصة عن الدم ، وتمسح بقايا الدم الموجود على السطح الخارجي للماصة ، بوساطة قطعة من الشاش النظيف **وهنا يجب الانتباه :**

آ ــ إذا زادت كمية الدم في الماصة عن 0.5 يتم تقريب قطعة من الشاش من طرف الماصة إلى أن يصبح الدم بالحجم المطلوب .

ب ــ عدم الإطالة في سحب عينة الدم ، حتى لا يتخثر الدم الموجود في داخل الماصة ، كما يجب الانتباه ، إلى عدم ظهور فقاعات هوائية في الدم الموجود داخل الماصة ، وإذا حدث أي من الحالتين ، فيجب نفخ محتوى الماصة للخارج ، وغسل الماصة وتجفيفها ، والبدء بالعمل من جديد.

2 ــ يغمس رأس الماصة بسرعة في الزجاجة الحاوية على محلول التخفيف؛ ويشفط منه حتى التدريجة /101 / ، وبهذا تكون نسبة الدم مخففة بمقدار . بعد ذلك ، نخلط الدم مع محلول التخفيف ، إما يدويا ، وذلك بغلق طرفي الماصة بوساطة أحد الأصابع والإبهام ، ونقوم بحركة تشبه شكل اللانهاية (∞) ، لمدة 2 دقيقة أو آلياً بوساطة الرجاجة .

3 ــ في أثناء ذلك يتم تجهيز العداد ؛ يغسل العداد بالماء ، ويجفف بقطعة من الشاش ، ثم ترطب المصطبتان ، بطرف الإصبع بقليل من الماء ، ثم توضع الساترة الزجاجية فوق شبكة العد ، مع قليل من الضغط على الساترة في منطقة المصطبتين، حتى تثبت في مكانها ، مع الانتباه ، إلى ترك مسافة بين طرف الساترة والنهاية العليا للمصطبة ، ويستدل على ثبات الساترة ، من خلال ظهور حلقات نيوتن على المصطبتين . (ألوان قوس قزح) انظر الشكل (35) .



الشكل(35)

مراحل تحضير العداد

(a) وضع الساترة على منطقة العد (شبكة العد)

(b) منظر جانبي يوضح المسافة بين الشبكة والساترة

(c) طريقة وضع الماصة وتشكل الفلم فوق سطح شبكة العد

4 ــ يتم بعدها التخلص من المحلول الموجود في ساق الماصة أي نتخلص من القطرات الثلاث الأولى من محتويات الماصة ، وذلك بالسماح لهذه القطرات، بالسقوط فوق قطعة من الشاش النظيف .

5 ــ نضع قطرة من المحلول ، الموجود داخل حويصل الماصة ، على شبكة العد ، وذلك بوضع طرف الماصة ، على المسافة الواقعة بين نهاية الساترة ، ونهاية سطح شبكة العد ، بزاوية 45 مئوية فينساب المحلول تحت تأثير قوة التوتر السطحي، وهنا يجب الانتباه ، إلى عدم تشكل فقاعات هوائية ، وألا يسيل المحلول إلى الميازيب، الموجودة حول شبكة العد ، إذا حدث ذلك ، يجب غسل العداد والساترة ، وتجفيفهما وإعادة الخطوة الخامسة من جديد .

6 ــ نضع العداد على اللوحة المربعة للمجهر ، (مسرح المجهر) وننتظر / 3 د / لكي تستقر الكريات وتهدأ ، ثم نبدأ بعملية الفحص على العدسة الشيئية الصغيرة لرؤية المنظر العام ، ثم تحديد المربعات التي سيتم العد بها .

نضع العدسة الشيئية الأكثر تكبيراً ، ثم نقوم بعملية العد في الأماكن المخصصة للعد ، كما ذكر سابقاً عند شرح عداد نيوباور .

7 ــ تجمع الكريات الحمر ، المعدودة في المربعات الخمسة من المربع التاسع ، وتضرب بـ 10000 حيث أن 10000 هو معامل العد ونحصل عليه من:

1 ــ المساحة التي تم عد الكريات الحمر بها = $\frac{1}{5}$ مم^2 من مساحة المربع التاسع (1 مم^2)

2 ــ ارتفاع عينة الدم المخفف تحت الساترة = $\frac{1}{10}$ مم

3 ــ نسبة تخفيف الدم في الماصة $\frac{1}{200}$

حجم عينة الدم المخففة ، الموجودة في المنطقة ، التي تم فيها عد الكريات الحمر = $\frac{1}{5} \times \frac{1}{10} \times \frac{1}{200} = \frac{1}{1000^0}$

وبالتالي فإن :

عدد الكريات الحمر / 1 مم^{3}في الدم = العدد الكلي للكريات الحمر المعدودة × 10000

القيم الطبيعية لعدد الكريات الحمر عند :

1 ــ الإنسان : أنثى : 4 ــ 5 مليون كرية / 1 مم^3

الذكر: 5-6 مليون كرية /مم^3

2 ــ الخيول 7ــ 9 مليون كرية / مم^3

3 ــ الأبقار : 6 ــ 8 مليون كرية / مم^3

4 ــ الأغنام : 10ــ 13 مليون كرية / مم^3

5 ــ الدواجن : 2.5 ــ 3 مليون كرية / مم^3

يلاحظ :

ــ ازدياد العدد الكلي للكريات الحمر عند : العمل ــ التمارين الرياضيةــ أثناء الخوف والإثارة ، وعند الارتفاع عن سطح البحر ، وعند الوجود في وسط مشحون بالغازات ، ولاسيما السامة منها .

ـ ينخفض العدد الكلي للكريات الحمر ، بعد تناول الوجبات الغذائية مباشرة ـ وعند الإصابة بالطفيليات الدموية كالبابيزيا ـ المثقبيات ـ عند الإصابة بفقر الدم المعدي ، عند الخيل ، أو في حالات التسمم .

ـ **وسيلة إيضاح** : يطلب من المتدرب ، تطبيق التجربة بشكل عملي ثم يُطلب إليه أن يرسم على دفتره المربعات الخمسة ، من المربع التاسع ، المراد العد فيها ، ومن ثم يبدأ العد ، وتسجل نتائج العد عليها ، ومن ثم تجمع ، ويضرب المجموع العام بعامل العد.(الشكل36)

ملاحظة : يتم عد الكريات الحمر الموجودة داخل المربع ، والموجودة على الخط العلوي والأيمن ، مع تجاهل الكريات الموجودة على الخط السفلي والأيسر . أوعد

الكريات الموجودة داخل المربع والموجودة على الخط السفلي والأيسر مع تجاهل الكريات الموجودة ، على الخط العلوي والأيمن ..

الشكل (36)

فرضاً : إن عدد الكريات المعدودة : 620 كرية فيكون:

عدد الكريات 1 مم^3 = 620 × 10000 أي : 6200000 كرية / مم^3 من الدم

ـ **سجل النتائج مع التعليق :**

الجلسة العملية رقم (3)

عد الكريات البيض counting white blood cells

الكريات البيض أكبر حجماً من الكريات الحمر . وتحتوي كل منها على نواة دائمة أما أعداد الكريات البيض في الدم الجائل فهي أقل بكثير من أعداد الكريات الحمر . ومع ذلك تملك الكريات البيض ، العديد من الوظائف الهامة ، والتي يأتي في مقدمتها ، حماية الجسم من العوامل المرضية المختلفة .

ـ المطلوب لعد الكريات البيض :

1 ـ مجهر

2 ـ عداد نيوباور / ساترات .

3 ـ ماصة الكريات البيض.

4 ـ محلول تخفيف (محلول ترك)

5 ـ كحول ـ قطن ـ واخزات معقمة ـ شاش معقم .

6 ـ عينة الدم من أذن حيوان أو أصبع إنسان .

ـ خطوات العمل :

1 ـ نعقم المكان المراد أخذ عينة الدم منه ، بقطعة قطن مبللة بالمادة المطهرة؛ وننتظر حتى تجف ، ثم نقوم بالوخز ، بشدة كافية بواخزة معقمة ، تسمح بخروج الدم، دون الضغط على المنطقة الواقعة حول مكان الوخز . تمسح النقطة الأولى من الدم بمجرد خروجها ، عند تشكل النقطة الثانية ، بكمية كافية ، يغمس رأس الماصة ، ويسحب الدم حتى التدريجة/ 0.5/ بعدها تغلق الماصة ، بوضع طرف اللسان على فوهة القطعة البلاستيكية الموجودة في الفم ؛ لمنع خروج الدم من الماصة ، وتبعد الماصة عن الدم ، وتمسح بقايا الدم الموجود على السطح الخارجي للماصة ، بوساطة قطعة من الشاش النظيف ، وهنا يجب الانتباه إلى عدم الإطالة في سحب عينة الدم ، حتى لا يتخثر الدم الموجود في داخل الماصة ، كما يجب الانتباه إلى عدم ظهور فقاعات هوائية في الدم الموجود داخل الماصة . وإذا حدث أي من الحالتين يجب نفخ

محتوى الماصة إلى الخارج ، وغسل الماصة وتجفيفها والبدء بالعمل من جديد . إذا زادت كمية الدم داخل الماصة عن 0.5 يتم تقريب قطعة الشاش من طرف الماصة ، إلى أن يصبح الدم بالحجم المطلوب .

2 ـ نغمس رأس الماصة بسرعة ، في محلول التخفيف ويشفط منه حتى التدريجة /11/ ، وبهذا تكون نسبة التخفيف $\frac{1}{20}$ بعد ذلك نخلط الدم مع محلول التخفيف، إما يدوياً ، وذلك بغلق طرفي الماصة ، بوساطة طرف أحد الأصابع والإبهام ونقوم بحركة تشبه اللانهاية(∞) لمدة / 2 د / أو آلياً بوساطة الرجاجة .

3 ـ نجهز العداد : يتم غسل العداد بالماء ، ثم يجفف بقطعة من الشاش ، بعدها يتم ترطيب المصطبتين الجانبيتين لخزان العد بطرف الإصبع المبللة بقليل من الماء ؛ ثم توضع الساترة الزجاجية فوق شبكة العد ، مع القليل من الضغط عليها في منطقة المصطبتين ، حتى تثبت في مكانها ، ونستدل على ثبات الساترة ، من خلال ظهور حلقات نيوتن على المصطبتين (ألوان قوس قزح) ، وهنا يجب الانتباه إلى ترك مسافة بين طرف الساترة ، والنهاية العليا للمصطبة .

4 ـ يتم بعدها التخلص من المحلول الموجود في ساق الماصة ، (أي نتخلص من القطرات الثلاثة الأولى من محتويات الماصة) ، وذلك بالسماح لهذه القطرات بالسقوط فوق قطعة من الشاش النظيف .

5 ـ نضع قطرة من المحلول الموجود ، داخل حويصل الماصة على شبكة العد ، وذلك بوضع طرف الماصة على المسافة الواقعة بين نهاية الساترة ، ونهاية سطح شبكة العد ، بزاوية 45° مئوية ، فينساب المحلول تحت الساترة بتأثير قوة التوتر السطحي ، وهنا يجب الانتباه إلى عدم تشكل فقاعات هوائية ، وألا يسيل المحلول إلى الميازيب، الموجودة حول شبكة العد ، وإذا حدث ذلك ، يجب غسل العداد والساترة ، وتجفيفها وإعادة الخطوة الخامسة من جديد .

6 ـ نضع العداد على اللوحة المربعة ، وننتظر مدة ثلاث دقائق لكي تستقر وتهدأ الكريات ، ثم نبدأ بعملية الفحص على العدسة الشيئية الصغيرة ، لرؤية المنظر العام ثم تحديد المربعات التي سيتم العد بها ، والتأكد من التوزيع المتجانس للكريات على شبكة العد .

7 ــ ضع العدسة الشيئية الأكثر تكبيراً ، ثم قم بعملية العد ، في الأماكن المخصصة للعـد .. كما ذكر سابقا عند شرح عداد نيوباور .

8 ــ تجمع أعداد الكريات البيض ، التي تم عدها ، في جميع الأماكن المحددة ثم تضرب بـ $\frac{200}{4}$ وهو معامل العد أي :

عدد الكريات البيض/ 1 مم^3 من الدم = العدد الكلي للكريات البيض المعدودة × $\frac{200}{4}$

من أين نحصل على معامل العد :

1 ــ المساحة التي يتم بها عد الكريات البيض ، تشكل 4 مم^2 من شبكة العد .

2 ــ نسبة تخفيف عينة الدم في الماصة $\frac{1}{20}$

3 ــ ارتفاع عينة الدم المخففة ، الموجودة تحت الساترة $\frac{1}{10}$ مم

4 ــ حجم عينة الدم المخففة ، الموجودة في المنطقة التي تم فيها عـدد الكريـات البـيض = $\frac{1}{2} \times \frac{1}{10} \times 4 = \frac{4}{200}$ مم^3

وبالتالي فإن :

عدد الكريات البيض / 1 مم^3 من الدم = العدد الكلي للكريات البيض المعدودة × $\frac{200}{4}$

القيم الطبيعية لعدد الكريات البيض عند :

1ــ الإنسان : 6 ــ 11 ألف كرية في 1 مم^{3}من الدم .

2 ــ الخيول : 7 ــ 12 ألف كرية في1 مم^3 من الدم .

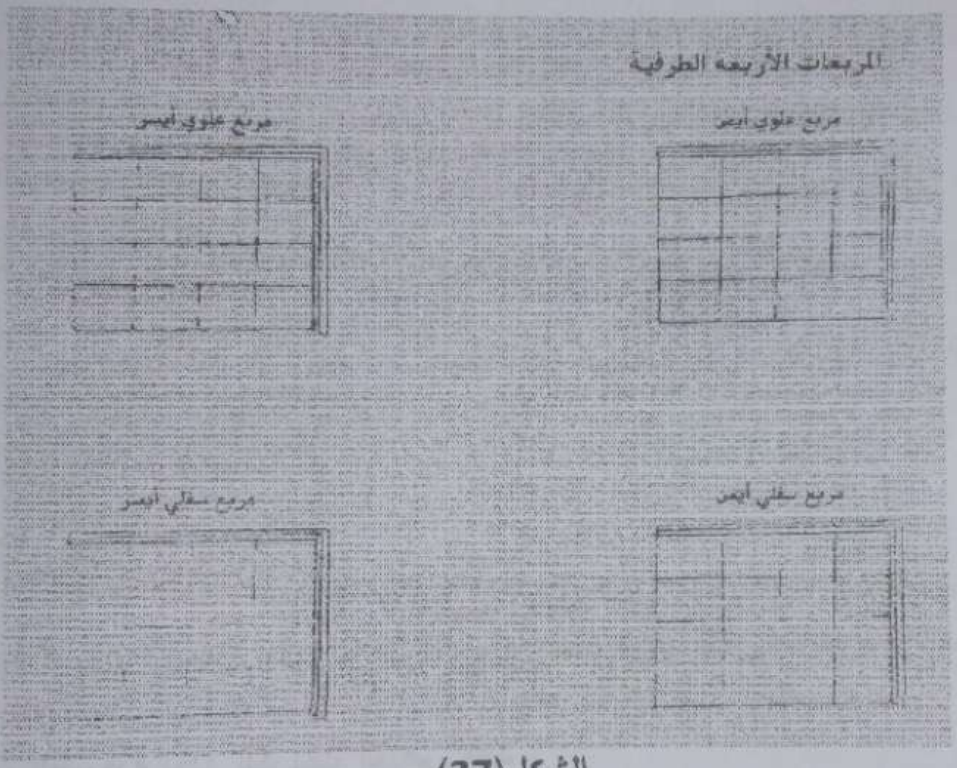
3 ــ الأبقار : 5 ــ 10 ألف كرية في 1 مم^{3}من الدم .

4 ــ الأغنام : 6 ــ 11 ألف كرية في1مم^3 من الدم .

5 ــ الدواجن : 20 ــ 30 ألف كرية في 1 مم^{3}من الدم.

وسيلة إيضاح للطالب : يطلب من المتدرب ، تطبيق عملي للتجربة ، ثم أن يرسم على دفتره المربعات الأربعة الطرفية من شبكة العدد ، ومن ثم يبدأ العد وتسجيل نتائج العد عليها ، ومن ثم تجمع الكريات المعدودة ، وتضرب بمعامل العد(الشكل 37) .

ملاحظه : يتم عد الكريات البيض ،الموجودة داخل المربع ، و الموجودة على الخط العلوي والأيمن ، وتجاهل الكريات الموجودة على الخط السفلي والأيسر . أو عد الكريات الموجودة داخل المربع ، والموجودة على الخط السفلي والأيسر ، وتجاهل الكريات الموجودة على الخط العلوي والأيمن .



الشكل(37)

فرضاً : لوحظ نتيجة العد أن عدد الكريات المعدودة 178 كرية إذاً عدد الكريات البيض 1 مم^3 في الدم $= \frac{200 \times 178}{4} = 8900$ كرية / مم^3 من الدم.

<u>يلاحظ قلة عدد الكريات البيض</u> :

1 ــ في حالات ضعف نشاط نقي العظام .

2 ــ في بعض الأمراض مثل : حمى التيفوئيد ــ الأنفلونزا .

3 ــ التسمم .

4 ــ التعرض للإشعاعات .

5 ــ العلاج بالكورتيزون .

6 ــ تعاطي مضادات حيوية لمدة طويلة ، وفيها يكون عدد الكريات البيض، أقل مــن 4000 خلية بيضاء / 1 مم^3 .

<u>أما زيادة عدد الكريات البيض</u> : بعد تناول الطعام ، التمرينات الرياضية، الخوف ، الإجهاد ، الالتهابات الحادة ، الحساسية وفيها يكون عدد الخلايا البيض بين 12000 و 20000 / مــم^3 زيادة عدد الكريات البيض عن 20000 مم^3 تسمى الزيادة السرطانية وتعنــي إصــابة نقــي العظام ببعض الخباثات السرطانية ومنهامثلاً سرطان الدم (Leukemia).

ــ سجل النتائج مع التعليق

الجلسة العملية رقم (4)

العد التمييزي للكريات الدموية البيض (الصيغة الكريوية)

Distinguished counting of white blood cells

العد التمييزي : هو النسبة المئوية ، لكل نوع من أنواع الكريات البيض، نسبةً إلى مجموع العدد الإجمالي لهذه الكريات . ويتم إجراء العد التفريقي بعد 100 كرية بيضاء ، على شريحة دموية مصبوغة ، وتصنف هذه الكريات في جدول ثم يتم حساب نسبة عدد كل منها ، إلى المجموع العام للرقم المعدود .

ارتفاع المجموع للكريات البيض في الدم يعطينا فكرة بأن إصابة أو التهاباً، يتطور سريعاً ، في مكان ما من الجسم . أما قلة الكريات البيض في الدم ، فتدل على وجود نزيف في القوى الدفاعية للجسم ، قد يكون على شيء من الخطورة .أما زيادة أحد أنواع الكريات البيض،على حساب نوع آخر فلها دلالات تشخيصية محددة فمثلا :

زيادة نسبة الكريات العدلة ، في حالة الالتهابات الحادة ، وفي حالة الإجهاد وبعد المجهود البدني .

زيادة نسبة الحمضة ، في حالات الحساسية ، مثل الأكزيما والربو وفي حالة الإصابة بالطفيليات .

زيادة نسبة القعدة ، في حالات الجدري ، وتليف الكبد وغيرها زيادة نسبة الوحيدات ، في حالات الالتهابات المزمنة ، مثل السل والملاريا .

زيادة نسبة اللمفاويات في حالات الأورام والسرطانات .

الهدف من التجربة : تعلم الطالب ، كيفية تحضير مسحة دموية ، وكيفية صبغها ، وكذلك كيفية تمييز كل نوع من أنواع الكريات البيض ، وبالتالي العد وتحديد الصيغة الكريوية .

ـ المطلوب لتحضير مسحة دموية ، وصبغها ، وتحديد الصيغة الكريوية :

1 ـ المجهر

2 ـ شرائح زجاجية نظيفة .

3 ــ كحول ــ قطن ــ شاش ــ واخزة معقمة .

4 ــ صبغة من أجل صبغ الشرائح الدموية المحضرة :

(صبغة رايت ــ جيمسا ، ملون الصيغة الدموية السريع)

5 ــ ماء مقطر

6 ــ زيت الأرز .

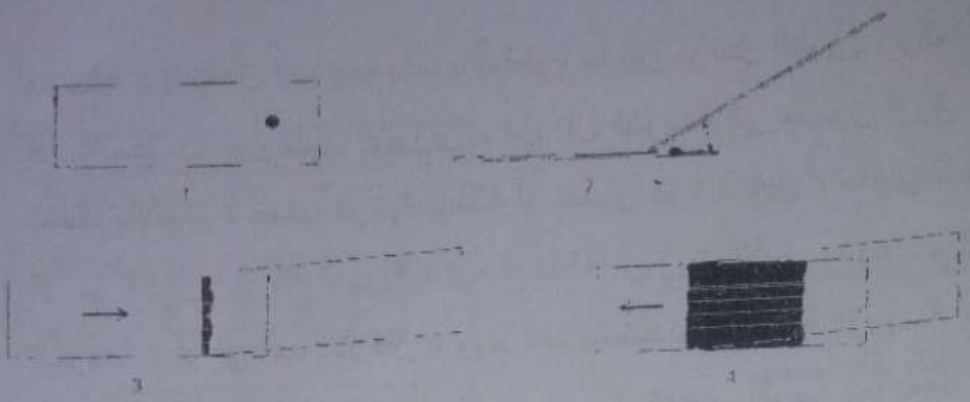
7ــ عينة دم.

ــ طريقة تحضير المسحة الدموية :

1 ــ نأخذ عينة الدم ، بإحدى الطرق المذكورة ، في جلسة أخذ عينات الدم . وتستخدم عينة الدم ، بعد السحب مباشرة ، أما في حال عدم القدرة على الاستخدام المباشر ، فيتم إضافة مادة مانعة للتخثر(E DTA) ، تمزج مع الدم بشكل جيد لمدة لا تقل عن 3 دقائق ، قبل التحضير ، وقبل مد المسحة الدموية

2 ــ نأخذ شريحتين زجاجتين نظيفتين ، ثم نضع نقطة دم ، على أحد أطراف إحدى الشريحتين ، ثم نضع حافة الشريحة الأخرى ، والتي تسمى بالشريحة الفاردة، أمام نقطة الدم بزاوية 45 درجة ، ثم تسحب إلى الخلف ، حتى تلامس نقطة الدم ، حيث نلاحظ فرد نقطة الدم ، على حافة الشريحة الفاردة الملامسة لها ، ثم تدفع الشريحة الفاردة إلى الأمام بسرعة مناسبة ومنتظمة بهدف الحصول على مسحة دموية رقيقة ، الدم موزع عليها توزيعاً متجانساً ، تتراوح سماكته من 7 ــ 8 ميكرون ، والمسحة الجيدة يجب أن تكون بسمك كرية واحد ، من بداية المسحة إلى نهايتها .(الشكل 38)

3 ــ تجفف المسحة الدموية ، بتحريكها في الهواء بسرعة ، لتجنب تركيز الأملاح الموجودة بالدم ، حول الكريات الحمر ، وبالتالي تغير من شكلها وحجمها، نتيجة خروج الماء منها .



الشكل (38)

مراحل تحضير شريحة دموية

1 ــ وضع قطرة الدم على طرف الشريحة . 2 ــ وضع الشريحة الفاردة بزاوية 45 ^{0} درجة مئوية ثم سحبها إلى الخلف حتى تلامس نقطة الدم . 3 ــ انتشار نقطة الدم أمام الفاردة .4 ــ دفع الشريحة الفاردة إلى جهة اليسار باتجاه السهم لتشكيل فلم من الدم سماكته تعادل 7 ــ 8 ميكرون .

4 ــ إذا لم تصبغ المسحة في حينها : نضع 3 نقاط من الكحول الإيثيلي المطلق، ثم تترك لتجف ، ويكتب على طرف الشريحة البيانات الخاصة بها ، ثم تحفظ في صندوق الشرائح .

5 ــ تصبغ الشريحة :

هناك العديد من الصبغات منها:

آ ــ صبغة رايت ــ جيمسا :

تغطى المسحة الدموية بالصبغة (عدد محدد من القطرات) ، لمدة 2 ــ 3 دقائق ، ثم نضع عدداً محدداً من قطرات الماء المتعادل ، مساوياً لعدد قطرات الصبغة، وتترك لمدة 10 ــ 15 دقيقة ، ثم تغسل الشريحة تحت تيار خفيف من ماء الصنبور، وتجفف بورق الترشيح .

ب ــ ملون الصيغة الدموية السريع يتألف من ثلاث عبوات :

ــ العبوة الأولى مثبت (R1) كحول : تغطس به الشريحة الدموية لمدة 5 ثا .

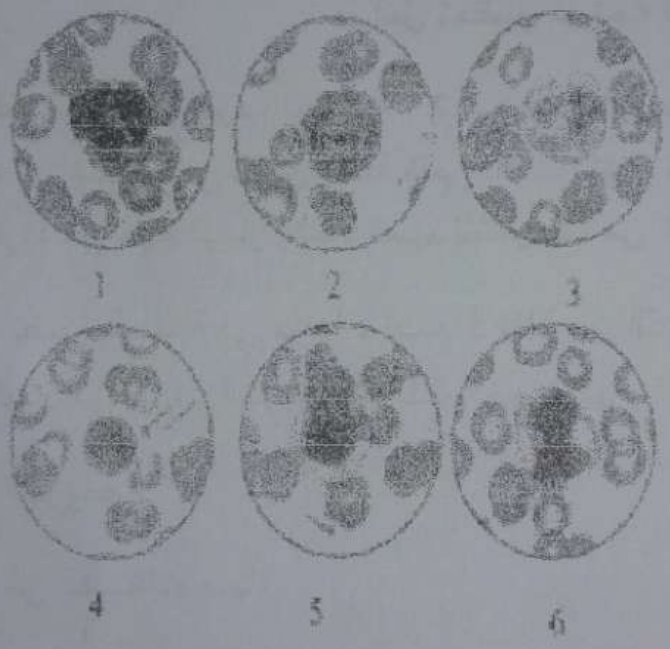
ــ العبوة الثانية أيوزين (R2) : تغطس به الشريحة الدموية لمدة 10 ثا .

ــ العبوة الثالثة أزرق المثيلين (R3) : تغطس به الشريحة الدموية لمدة 20 ثا .

ــ تغسل الشريحة بالماء الجاري غير الغزير وتترك لتجف بالهواء .

ملاحظة : لا تغسل الشريحة بالماء المقطر، ما بين مراحل التلوين ، وكما يجب التخلص ـ قدر الإمكان ـ من ملون الأيوزين ، قبل نقل الشريحة إلى ملون أزرق المثيلين ، ويمكن التحكم بالألوان ، حسب الرغبة بإطالة أو تقصير فترة التلوين ، ما بين الملونين .

6 ـ افحص المسحة الدموية : ترضع نقطة من زيت الأرز (خشب السيدر) على حافة الشريحة ، أو في أحد الأركان ، ويتم العد باستخدام العدسة الزيتية ، (× 100) بحيث تغطس العدسة في نقطة الزيت ببطء وحذر ، ثم تخفض اللوحة المربعة، بحيث ترفع العدسة الزيتية لمسافة 1 مم تقريبا ، مما يبقيها ملامسة للزيت ، بسبب قوة التوتر السطحي . (الشكل 39) .

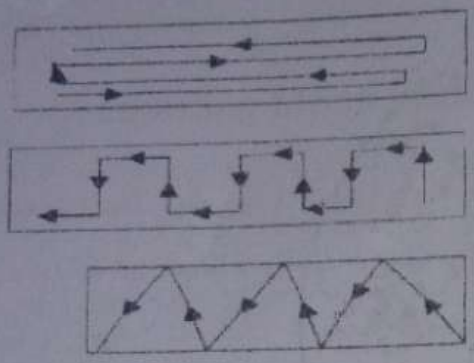


1- BASOPHIL **2- EOSINOPH L**

3 - NEUTROPHIL **4 – SMALL LYMPHOCYTE**

5- LARGE LYMPHOCYTE **6 – MONOCYTE**

7 ـ نعد 100 كرية بيضاء ، نراها تحت المجهر ، وتقسم حسب نوعها في جدول . كما في الشكل 41 . مع مراعاة تحريك الشريحة ، بإحدى الطرق التالية : وذلك لتفادي عد الكريات أكثر من مرة ، كما في(الشكل 40) .



1 ــ الطريقة الطولية

2ــ الطريقة العرضية

3 ــ الطريقة المنحنية

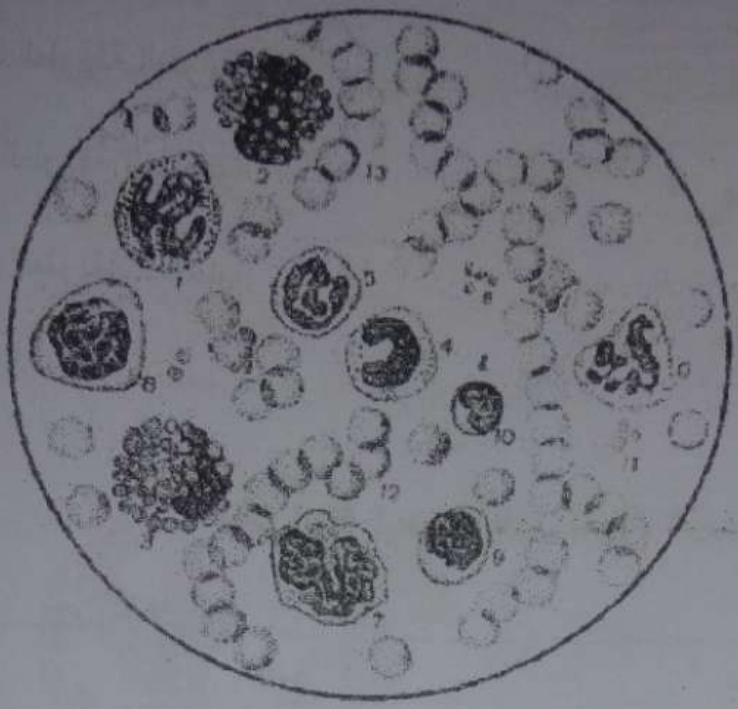
الشكل (40) يوضح طرق تحريك الشريحة

محببة			غير محببة	
عدلة	حمضة	قعدة	وحيدة	لمفاوية

الشكل (41)

الشكل 40 جدول يوضح الكريات البيض المعدودة

الشرائح الدموية الجيدة ، التي يراد الاحتفاظ بها ، تغطى بسواتر زجاجية شفافة، ويتم ذلك بوضع نقطة من زيت بلسم كندا ، على المسحة الدموية المراد الاحتفاظ بها ، ثم تسقط الساترة عليها ، ويُضغط على الساترة وتترك ، لتثبت فوق المحضّر ، الذي يمكن استعماله بشكل متكرر ، لسنوات عديدة . كما في الشكل (42).



الشكل 42

عناصر الدم الخلوية عند الحصان : 1 ــ كريات بيضاء قعدة . 2 ، 3 ــ كريات بيضاء حمضة . 4 ــ كريات بيضاء عدلة ناشئة .5 ــ كريات بيضاء عدلة عصبية النواة . 6 ــ كريات بيضاء عدلة مفصصة النواة . 7ــ كريات بيضاء وحيدة . 8 ــ كريات بيضاء لمفاوية كبيرة .9 ــ كريات بيضاء لمفاوية متوسطة . 10 ــ كريات بيضاء لمفاوية صغيرة . 11 ــ صفيحات دموية . 12 ، 13 ــ كريات حمراء .

ارسم الجدول الذي يبين الكريات البيض المعدودة بأنواعها المختلفة

الجلسة العملية رقم (5)

عدد الصفيحات الدموية counting blood plates

تعد الصفيحات الدموية ، من أصغر العناصر الخلوية ، فهي تبدو تحت المجهر عند معظم الثدييات أجسام صغيرة الحجم ، مدورة أو عصوية الشكل ، يحيط بها غشاء خلوي ، ولكن ليس لها نواة ، أما هيولاها فتحتوي على حبيبات صغيرة . أما عند الطيور ، فتبدو على شكل خلايا بيضوية الشكل ، تحتوي على أنوية واضحة، دائرية ، وتتمركز في وسط الخلية .

تتميز الصفيحات الدموية ، بأنها تميل إلى التجمع والالتصاق ، لذلك يتم جمع الدم في أنابيب حاوية على 0.1 مل من EDTA .

ـ المطلوب لعد الصفيحات الدموية :

1 ـ مجهر

2 ـ عداد نيوباور

3 ـ ماصة تمديد الدم : إما أن تكون ماصة الكريات الحمر ، إذا تم استخدام طريقة ريس آيكر ، أو ماصة الكريات البيض عند استخدام طريقة بريشر.

4 ـ محلول تخفيف عينة الدم ، حسب الطريقة المستخدمة :

ـ طريقة ريس آيكر : تستخدم محلول تخفيف ، مكون من 3.8 غ سترات الصوديوم + 0.2 مل فورمول + 0.1 غ بودرة زرقة الكريزل ، تحل جميعها في 100 سم^3 ماء مقطر .

ـ طريقة بريشر : تستخدم محلول تخفيف ، مكون من 1 غ حماضات (أوكزلات الأمونيوم) تحل في 100 سم^3 ماء مقطر .

5 ـ طبق بتري ـ ساترة ـ قطن ـ كحول ـ شاش .

6 ـ عينة الدم ، مضاف لها مادة مانعة للتخثر ، (EDAT) أو من الإصبع مباشرة .

ـ خطوات العمل : هناك طريقتان :

1 ـ طريقة ريس آيكر : يسحب من الدم المضاف له مادة مانعة للتخثر بماصة كريات الدم الحمر ، أو من الإصبع ، بعد التعقيم والوخز ، تمسح النقطة الأولى ، ثم يغمس رأس الماصة في نقطة الدم، ويسحب من الدم حتى التدريجة /0.5/ بعد ذلك ، تبعد الماصة عن الدم ، ويمسح الدم الموجود على السطح الخارجي للماصة، بوساطة قطعة من الشاش ، ثم يشفط محلول التخفيف الخاص بهذه الطريقة ، حتى التدريجة (101) ، بعد ذلك ، يخلط الدم مع محلول التخفيف ، إما يدويا وذلك بغلق طرفي الماصة بوساطة أحد الأصابع والإبهام ؛ وتقوم بحركة تشبه إشارة اللانهاية (∞)، لمدة (5 ـ 10 د) ، أو آليا بوساطة الرجاجة .

أثناء ذلك يتم تجهيز العداد : يغسل العداد بالماء ، ويجفف ، ثم ترطب المصطبتان بطرف الإصبع بقليل من الماء ، ثم توضع الساترة فوق شبكة العد مع قليل من الضغط عليها في منطقة المصطبتين ؛ حتى تثبت في مكانها مع الانتباه إلى ترك مسافة بين طرف الساترة والنهاية العليا للمصطبتين ، بعد انتهاء المزج ، يتم التخلص من القطرات الثلاث الأولى من محلول التخفيف ، الموجود في ساق الماصة بإسقاط النقاط فوق قطعة من الشاش النظيف ، ترمنع بعد ذلك قطرة من المحلول على شبكة العد . وذلك بتقريب مقدمة الماصة من طرف الساترة ، بزاوية 45 ^{5} مئوية ، فينساب المحلول تحت الساترة ، بتأثير قوة التوتر السطحي على سطح شبكة العد ، ثم يوضع العداد في طبق بتري ، المزود بقطعة من القطن الرطب ، ويترك العداد في طبق بتري، لمدة (15 ـ20 د) ، أو يوضع العداد في طبق بتري ، بدون القطن ثم يوضع في البراد لمدة 15 ـ 20 دقيقة ، و ذلك لتأمين بعض الرطوبة ، لمنع تجمع الصفيحات . بعد ذلك يوضع العداد على اللوحة المربعة للمجهر ونقوم بعملية العد .

عد الصفيحات في هذه الطريقة :

يتم العد في مربعين متقابلين قطريا ، من مربعات عد الكريات البيض ، ثم نضرب بـ1000 أي :

عدد الصفيحات الدموية 1/ مم^{3}دم = ن × 1000.

حيث ن هو عدد الصفيحات الدموية المعدودة في المربعين ، و 1000 معامل العد .

من أين تم الحصول على معامل العد :

تمّ العد في مربعين طرفيين متقابلين ، أي أن المساحة ، التي تم فيها العد 2 مم^2 وارتفاع الساترة عن شبكة العد $\frac{1}{10}$ مم ، وبالتالي فإن :

حجم الدم المخفف ، فوق هذين المربعين = $2 \times \frac{1}{10} \times \frac{1}{200}$

$= \frac{2}{200} = \frac{1}{1000}$

2 ــ **طريقة بريشر** : يسحب من الدم ، المضاف له مادة مانعة للتخثر (EDTA) ، بماصة كريات الدم البيض ، أو من الإصبع . بعد التعقيم والوخز تمسح النقطة الأولى ، ثم يغمس رأس الماصة في نقطة الدم ، ويسحب الدم حتى التدريجة (0.5) ، بعد ذلك تبعد الماصة عن الدم ، وتمسح بقايا الدم العالق على السطح الخارجي للماصة ، بوساطة قطعة من القماش النظيف ، ثم يشفط من محلول التخفيف الخاص بهذه الطريقة حتى التدريجة (11) ، بعد ذلك يخلط الدم مع محلول التخفيف ، إما يدويا : وذلك بغلق طرفي الماصة بوساطة أحد الأصابع والإبهام ، ونقوم بحركة تشبه اللانهاية (∞) لمدة (5 ــ 10 د) ؛ أو آليا بوساطة الرجاجة.

بعد ذلك يجهز العداد ، ومن ثم يملأ بالعينة ، ويرطب بالطريقة نفسها ، التي سبق شرحها .

ــ **العد** : تعد الصفيحات الدموية ، بهذه الطريقة ، في المربعات الخمسة ، التي تم عد الكريات الدموية الحمر فيها ، في المربع التاسع ، ونضرب الناتج بـ 1000.

معامل العد = 1000 .

تم الحصول عليه من / المساحة المعدود فيها الصفيحات = $\frac{1}{5}$ مم^2

ارتفاع عينة الدم المخفف تحت الساترة = $\frac{1}{10}$ مم

حجم الدم المخفف فوق المربعات الخمسة ، من المربع التاسع = $\frac{1}{5} \times \frac{1}{10} \times \frac{1}{20} = \frac{1}{1000}$

وبالتالي عدد الصفيحات الدموية /1 مم^3 = عدد الصفيحات في المربعات المعدودة × 1000

كيف تبدو الصفيحات الدموية تحت المجهر :

تبدو الصفيحات الدموية على شبكة العد: كرويةً أو عصويةً ،بلون رمادي فاتح ، وعند تحريك لولب المطابقة تبدو براقة ، فإذا حرك لولب المطابقة للطرف المغاير تظهر نقطة سوداء تشبه حبة البركة .

ـ العدد الطبيعي للصفيحات الدموية ، عند أغلب الحيوانات يتراوح بين 200000 ـ 400000 / مم^3 من الدم ،عدا الحصان 90000/ مم^{3}من الدم ـ الماعز 50000/ مم^{3}من الدم 0

حوالي ثلث العدد ، يكون مخزوناً في الطحال ، لذا ينخفض عدد الصفيحات بنسبة 50 % عند إزالة الطحال .

قد نلاحظ :

1 ـ زيادة عدد الصفيحات الدموية ، عن المعدل الطبيعي : ويكون ذلك عند زيادة عددها عن 500000 / مم^3 وهذا يحدث في : 1 ـ ما بعد النزيف لتعويض النقص في عدد الصفيحات الدموية 2 0 ـ سرطان الخلية النواء .

2 ـ نقص عدد الصفيحات الدموية ، عن المعدل الطبيعي : ويكون ذلك عند نقص العدد عن 200000 / مم^3 وهذا يحدث عند : 1 ـ المراحل الأولى بعد النزف .

2 ـ بعض أمراض المناعة الذاتية، وفيها يكوّن الجسم أجساماً مضادة لأنسجته نفسها.

3 ـ قلة نشاط نقي العظام ، نتيجة الحساسية لبعض الأدوية مثل : الأستروجين .

4 ـ أنيميا الخيول المعدية . 5 ـ بعد إزالة الطحال .

سجل النتائج مع التعليق

الجلسة العملية رقم (6)

تقدير تركيز خضاب الدم (الهيموغلوبين)

Estimation of hemoglobin

خضاب الدم : هي المادة التي تؤدي دوراً أساسياً في نقل الأوكسجين ؛ من الرئتين إلى الأنسجة ، ونقل ثاني أوكسيد الكربون ، من الأنسجة إلى الرئتين . وهو عبارة عن مركب كيميائي معقد ، يتألف من شقين : أحدهما بروتيني ويسمى غلوبين، والآخر مادة ملونة ، تسمى الهيم وهو يحوي على ذرات الحديد ثنائية التكافؤ . ومن أبسط الطرق المستخدمة لتقدير تركيز خضاب الدم ، هي طريقة ساهلي (الطريقة اللونية) .

ـ **طريقة ساهلي** : وهي طريقة لونية ، تعتمد على تحويل الهيموغلوبين إلى هيماتين حامضي ، ذي لون بني داكن ، وذلك بإضافة حمض كلور الماء ، عشر نظامي إلى عينة الدم ومن ثم تخفف بالماء المقطر تدريجيا ، إلى أن نحصل على لون يطابق اللون المعياري لجهاز ساهلي ، أي مقارنة محلول غير معلوم التركيز ، مع محلول معلوم التركيز (المحلول الملون)

المطلوب لقياس تركيزخضاب الدم :

1 ـ جهاز ساهلي آدمز .

2 ـ حمض كلوز الماء عشر نظامي .

3 ـ ماء مقطر .

4 ـ واخزة معقمة ـ كحول ـ قطن ـ شاش معقم .

الهدف من القياس :

ـ تقدير كمية الهيموغلوبين في الدم ، ومقارنتها مع الكمية الطبيعية للهيموغلوبين وبالتالي تشخيص بعض الأمراض ، الناتجة عن زيادة أو نقص الكريات الحمر وبالتالي نسبة الهيموغلوبين في الدم .

– طريقة العمل :

1 – ضع بوساطة ماصة حمض كلور الماء ، عدة نقاط من الحمض ، حتى التدريجة الأولى للأنبوبة المدرجة .

2 – يعقم المكان المراد أخذ عينة الدم منه بالكحول ونتركه حتى يجف ثم نخز بوساطة واخزة معقمة ، وعندما نحصل على قطرة دم كبيرة ، نغمس رأس ماصة الدم التابعة لجهاز ساهلي ، ويسحب الدم إلى التدريجة /20/وهنا يجب مراعاة السرعة في أخذ عينة الدم حتى لا يتخثر داخل الماصة ، كما يجب الانتباه : إلى عدم دخول أي فقاعة من الهواء إلى داخل الماصة ، يمسح الطرف الخارجي للماصة بقطعة من الشاش المعقم ، ثم يغمس رأس الماصة في الحمض .

ينفخ الدم بالقرب من قمر الأنبوب ، حتى تفرغ الماصة من الدم ، ثم نعاود شفط السائل ، ونفخه عدة مرات من (2 – 3) مرات ، بهدف التأكد من نزول كافة الدم من الماصة . بعد ذلك نخلط محتويات الأنبوب ، بوساطة القضيب الزجاجي المخصص لذلك ، يوضع أنبوب التجربة في المكان المخصص له ، ويترك بوساطة القضيب الزجاجي المخصص لذلك ، يوضع أنبوب التجربة في المكان المخصص له ، ويترك لمدة 10 دقائق ، وخلالها يتحول الهيموغلوبين إلى هيماتين حامضي .

3 – يضاف إلى المحلول الماء المقطر نقطة .. نقطة مع التحريك بالقضيب الزجاجي ، حتى يصبح لون المحلول داخل أنبوب التجربة ، مطابقاً للون القياسي (المعياري) في الأنبوبين الجانبيين للجهاز .

4– نقرأ الرقم الذي بلغه السائل في أنبوبة القياس ، (أي الرقم الموجود على المستوى السفلي ، لتقعر المحلول الحاصل) والذي يشير إلى محتوى الخضاب في الدم المدروس ، والتي تقدر بـ غ / 100 مل من الدم .

– ملاحظة : خلال العمل ، يجب التأكيد على نظافة الأدوات ، وجفافها كما يجب التقيد بالكميات المطلوبة ، والوقت المخصص للتجربة ، وتطابق لون أنبوب التجربة مع لون القياس .

– القيم الطبيعية لتركيز خضاب الدم :

1 – عند الإنسان :

آ – أنثى : 11 – 16.5 غ / 100 مل دم

ب – ذكر : 13 – 18 غ / 100 مل دم .

ج – الوليد : 14.2 – 19.9 غ / 100 مل دم .

2 – عند الحيوانات : آ – الأبقار : 9–12غ / 100 مل دم .

ب – الأغنام : 7–11 غ / 100 مل دم

ج – الخيل : 8–14 غ / 100 مل دم .

سجل النتائج مع التعليق

P.c.v
Packed cell volume

الجلسة العملية رقم (7)

هيماتوكريت

تقدير الكسر الحجمي للكريات الدموية الحمر

Exhumation of hematocrite

هو الكسر الحجمي للمكونات الخلوية ، واصطلاحاً : أطلق عليه اسم الكسر الحجمي للكريات الحمر ، لأن حجم الكريات الحمر ، يشكل 98 % من حجم المكونات الخلوية

الكسر الحجمي للكريات الحمر : هو النسبة المئوية لحجم للكريات الحمر، بالنسبة للحجم الكلي للدم.

المطلوب لقياس الكسر الحجمي:

1 ــ مثقلة الهيماتوكريت .

2 ــ قارئ الهيماتو كريت (جهاز هاكسلي) .

3 ــ أنابيب شعرية مبطنة بمادة للتخثر(أنابيب شعرية مهبرنة)

4 ــ معجونة خاصة لغلق الأنبوب الشعري .

5 ــ قطن ــ كحول ــ واخزة معقمة

6 ــ عينة الدم (حيوان ــ إنسان)

الهدف من التجربة :

تحديد النسبة المئوية للهيماتوكريت ، ومقارنتها مع القيمة الطبيعية للهيماتوكريت وتعليل الأسباب المؤدية لزيادة أو نقصان الهيماتوكريت .

فقد يلاحظ :

1 ــ تغير في حجم الكريات الحمر المثقلة وتشمل:

آ ــ الزيادة عن المعدل الطبيعي في حجم الكريات المثقلة تحدث في حالات :

1 ــ زيادة عدد الكريات الحمر فيزيولوجياً ، كما يحدث في المناطق المرتفعة عن سطح البحر ، وفي حالات الانفعال والخوف والغضب ؛أو مرضياً في حالات الجفاف المصاحبة لحالات القيء والإسهال والحروق .

ب ــ الفئة عن المعدل الطبيعي ، تحدث في الحالات الآتيه :

1 ــ الأنيميا ، أو نقص عدد الكريات الدموية الحمر .

2 ــ العلاج بالمحاليل .

2 ــ **التغير في حجم الطبقة السنجابية** : والذي يزيد حالة الالتهابات الحادة، ويقل حجمها ، في الأمراض التي تؤثر في كفاءة نقي العظم أو إعطاء مضادات حيوية مدّة طويلة ، مثل كلورام فينكول ، علماً بأن الطبقة السنجابية هي موقع تراكم الكريات البيض في عينة الدم المثفلة .

3 ــ **التغير في حجم طبقة البلازما** : فقد يزيد حجمها في حالات العلاج بالمحاليل والأنيميا والنزف ، بينما يقل حجم البلازما في حالات الجفاف .إن زيادة اللون الأصفر أو البرتقالي دلالة على حدوث اليرقان وفي حالة زيادة الدهون في الدم يتعكر لون البلازما.

ــ **طريقة العمل :**

1 ــ نأخذ قطعة من القطن المبللة بمادة مطهرة ، (كحول) ونعقم المكان المراد وخزه ، وعند جفاف المطهر ، نخز بالواخزة فيخرج الدم ، نمسح النقطة الأولى مباشرة ، ليتم بعدها تلقي النقاط التالية في أنبوب شعري مهبرن ، يملأ ثلاثة أرباع الأنبوب أي 70 % منه .

نغمس طرف الأنبوب في معجونة خاصة ، بهدف غلقه من مكان ملئه بالدم، لمنع تسرب الدم أثناء عملية التثقل .

2 ــ توضع الأنابيب الشعرية المملوءة بالدم، ضمن أخاديد القرص المعدني للمثقلة الخاصة بالهيماتوكريت ، مع الانتباه إلى وضع الأنابيب الشعرية أفقياً ، والنهاية المسدودة بالمعجونة الخاصة نحو الخارج ، ويحفظ الرقم المخصص لكل أنبوب ، تغلق المثقلة

بوساطة القرص المعدني إغلاقاً محكماً ، ومن ثم يوضع غطاء المثقلة ، ويدار مفتاح الزمن/ 5 / دقائق ، فتدور المثقلة بسرعة 3500 دورة في الدقيقة ، أو / 3 / دقيقة بسرعة7000 دورة في الدقيقة ، وبعد انتهاء الزمن ، تقف المثقلة تلقائيا.(الشكل43)

ملاحظة : يجب الانتباه إلى وضع الأنابيب مقابل بعضها ، بحيث تؤمن التوازن التام ، الذي يسمح لقرص المثقلة بالدوران الحر ، دون وجود ضغط في جانب أكثر من الجانب المقابل.

3 ــ يرفع الأنبوب المثقل ، ويوضع في الأخدود المخصص له على قارئ الهيماتوكريت ، بحيث يكون محتوى الأنبوب المثقل ، بين الصفر والمئة ، أي أن قاعدة العيّنة ، مطابقة لصفر جهاز هاكسلي ، والحد العلوي لمحتوى الأنبوب على المئة، تحرك المسطرة ، المرسوم عليها الخط الأبيض ، لتوضع على الحد الفاصل ، بين المكونات الخلوية ، والمصورة الدموية ، ونقرأ الرقم المقابل على مسطرة جهاز هاكسلي ، فنحصل على قيمة الكسر الحجمي للكريات الحمر .

ولحساب حجم المصورة الدموية ، نطرح قيمة الكسر الحجمي للكريات الحمر من 100 .

ــ **هذه الطريقة** : تعطينا نتيجة صحيحة بمقدار 96 % ، لأن هذه الطريقة تبقى كمية ضئيلة من المصورة الدموية ،محجوزة بين الكريات الحمر ؛ التي ترسبت في قعر الأنبوب المثقل ، لذلك يتم تصحيح القيمة الناتجة بضربها بـ 96 %

القيمة الطبيعية للهيماتوكريت :

عند الإنسان : 1 ــ الأنثى : 37 ــ 47 % .

2 ــ الذكر : 40 ــ 52 % .

عند الحيوانات : بشكل عام يتراوح الكسر الحجمي ما بين 37 ــ 45 %

ويستثنى من ذلك الدواجن : 30 ــ 33 % .

الأبقار الحلوب : 32 ــ 35 % .

خيول الجر: 35 ــ 38 % .

الجلسة العملية رقم (9)

تحديد زمن النزف وزمن التخثر

Determining the time of thrombosis

تحديد زمن النزف Bleeding time

زمن النزف : هو الزمن اللازم ، لتوقف خروج الدم من جرح صغير محدود المساحة ويدل زمن النزف الطبيعي على العدد الطبيعي للصفيحات الدموية ، وكفاءة الصفيحات الدموية ، وقدرتها على تشكيل السدادة الصفيحية .

زيادة زمن النزف : يدل على نقص عدد الصفيحات ، ووجود عيوب في جدارن الأوعية الدموية . وبعض الأمراض الدموية الأخرى ، كمرض سيولة الدم الكاذب عند الكلاب والخنازير .

الهدف من قياس زمن النزف :

إظهار مدى كفاءة الصفيحات الدموية ، وقدرتها على إيقاف النزف .

المطلوب للقياس :

ورق ترشيح مقطع إلى قطع صغيرة مرقمة ــ ميقاتية ــ كحول ــ قطن ــ واخزة معقمة ــ عينة دم تؤخذ من وريد أذن الحيوان أو عرف الطير أو من إصبع الإنسان .

خطوات العمل:

1 ــ نعقم بقطعة قطن مبللة بالكحول المكان المراد وخزه ، ثم ننتظر حتى يجف المطهر ، ثم نقوم بإجراء وخزة مناسبة ، وبمجرد خروج الدم ؛ نحدد زمن الصفر ،(بتشغيل الميقاتية) ثم نمسح بورقة الترشيح الأولى قطرة الدم الخارجة ونضعها جانبا .

2- ثم ننتظر 30 ثانية ، يتم خلالها خروج الدم من الجرح ، ثم نقوم بمسح الدم بورقة الترشيح رقم (2) ، وهكذا تكرر العملية كل 30 ثانية ، حتى زوال أثر الدم (بتوقيف الميقاتية) .

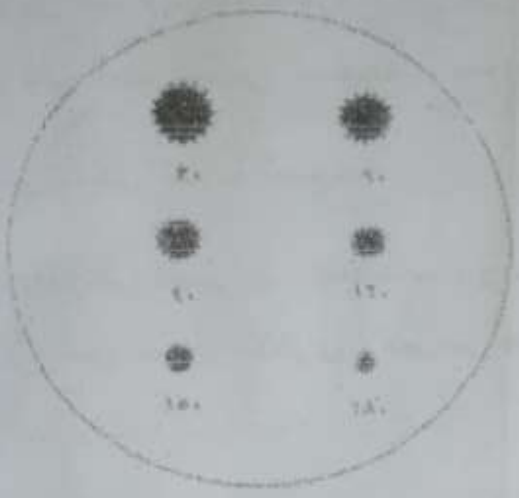
نلاحظ : أن مساحة الدم على قطع الترشيح تتناقص تدريجياً إلى أن تزول تماماً عن قطع الترشيح ، وبالتالي فالزمن من لحظة خروج الدم ، إلى لحظة توقفه هو زمن النزف .

كما يمكن أن نقول إن زمن النزف = عدد قطع الترشيح × 30 ثانية . انظر الشكل(44) .

ويتراوح زمن النزف عند الإنسان : 1 ــ 3 د .

عند الثدييات : 1 ــ 5 د .

عند الطيور : 2 ــ 11 ثا .



الشكل 44

قياس زمن النزف باستعمال ورق الترشيح لتجفيف الدم النازف من جرح صغير

سجل النتائج مع التعليق:

تحديد زمن التخثر Coagulation time

زمن التخثر : هو الزمن اللازم ، لتحول الدم من الحالة السائلة إلى الحالة نصف الصلبة . يتخثر الدم بسرعة كبيرة عند الطيور وببطء شديد عند الخيل .

يشير زمن التخثر الطبيعي إلى كفاءة عوامل التجلط الموجودة في المصورة الدموية على احداث التخثر خارج الجسم الحي ، فهو إذاً أحد المؤشرات التي قد تمنع إجراء عملية ما ، أو تتطلب عناية فائقة لمنع حدوث جرح عند الشخص المصاب، ويزداد زمن التخثر عند الأشخاص الذين لديهم ميل للنزف ، أي المصابين بمرض الناعور أو المصابين بمرض السكري .

ويزداد زمن التخثر عند الحيوانات في حالات عديدة منها : نقص مستوى مولد الليفين ــ أمراض الكبد ــ نقص الصفائح الدموية ــ نقص فيتامين ك ــ مرض هيموفيليا A : نتيجة نقص العامل VIII (العامل المضاد للناعور A) – مرض هيموفيليا B : نتيجة نقص العامل IX (عامل كريستماس أو ما يسمى بالعامل المضاد للناعور B) .

المطلوب لقياس زمن التخثر :

كحول ــ مطهر ــ واخزة معقمة ــ شاش نظيف ــ أنابيب شعرية خالية من المادة المانعة للتخثر ــ شرائح زجاجية .

وهناك طريقتان يقدر من خلالهما زمن التخثر :

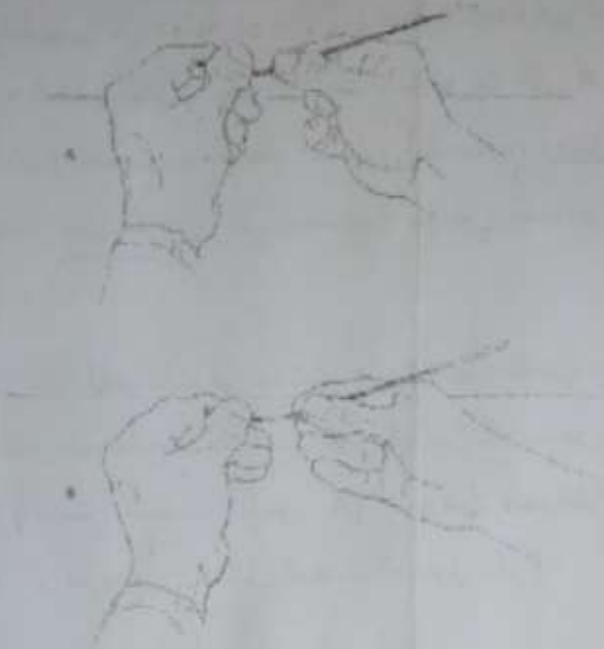
1 ــ طريقة الأنابيب الشعرية الخالية من المادة المانعة للتخثر :

نعقم المكان المراد أخذ عينة الدم منه ، / أذن حيوان أو إصبع إنسان / بوساطة قطعة قطن مبللة بالكحول ، ثم نخز بوساطة واخزة معقمة ، ونمسح القطرة الأولى ، وعند تشكل القطرة الثانية بكمية كافية ، يتم غمس الأنبوب الشعري في نقطة الدم ، حتى يمتلئ الدم بوساطة الخاصة الشعرية ، وبالتالي فإن لحظة امتلاء الأنبوب الشعري بالدم هي زمن الصفر

يغلق طرف الأنبوب الشعري براحة اليد ، ونغلق عليه اليد ، حتى يبقى دافئاً مدة دقيقتين ، ثم نبدأ بعدها بتكسير قطع من هذا الأنبوب كل 30 ثا ، حتى يظهر خيط ليفي

متماسك ما بين القطعة المكسورة من الأنبوب وباقي الأنبوب ، مما يدل على تخثر الدم . انظر الشكل (45) .

زمن التخثر : من لحظة امتلاء الأنبوب بالدم ، حتى ظهور الخيط الليفي .



الشكل (45) يبين قياس زمن التخثر باستعمال الأنابيب الشعرية حيث :

A ــ تظهر طريقة الكسر

B ــ نلاحظ ظهور الخيط الليفي المميز لحدوث التخثر .

2 ــ طريقة الشرائح الزجاجية : يتم تعقيم الإصبع بالمادة المطهرة ، وتترك حتى تجف ، ثم نخزها بواخزة معقمة ، للحصول على قطرة دم دون الضغط على الإصبع . ثم نترك قطرة الدم تسقط فوق شريحة زجاجية نظيفة موضوعة على طاولة بشكل مستوٍ ، نعتبر لحظة سقوط قطرة الدم زمن الصفر . نحرك برأس الواخزة ببطء ضمن قطرة الدم ، وذلك كل 30 ثانية ، ونستمر بالتحريك حتى يظهر خيط شعري ليفي ، عندئذ نحسب الزمن الذي مضى .

يحسب زمن التخثر من لحظة سقوط قطرة الدم ، إلى لحظة ظهور الخيط .

نقارن نتيجة الطريقتين : فنلاحظ أن زمن التخثر في تجربة الأنابيب الشعرية؛ أصغر من زمن التخثر في طريقة الشرائح الزجاجية ، ويعود ذلك إلى أن سطح التماس في الأنبوب الشعري أكبر بكثير ؛ من سطح التماس في الشريحة الزجاجية ؛ أي أن هناك علاقة عكسية

بين سطح تماس الدم مع الزجاج ، وبين زمن التخثر ، فكلما زاد سطح تماس الدم مع الزجاج كلما قل زمن التخثر .

القيم الطبيعية لزمن التخثر عند :

1 ــ الخيل : 11.5 د 2 ــ الأبقار : 6.5 د .

3 ــ الأغنام الماعز : 2.5 د . 4 ــ القطط والكلاب : 2.5 د

5 ــ الطيور 0.5 ــ 2 د . 6 ــ الأرانب : 4 د .

7 ــ الإنسان : 4 ــ 8 د

الجلسة العملية رقم (8)

قياس معدل تثفل الكريات الحمر

Average of erythrocyte Sedimentation-Rate

معدل تثفل أو ترسب الكريات الحمر : هو مقدار ترسب الكريات الحمر ، خلال مدة زمنية محددة . وذلك في عينة دم ، مضاف لها مادة مانعة للتخثر .

وعند دراسة قياس سرعة التثفل ؛ يفضل استعمال مادة سترات الصوديوم ، التي يصل تركيزها إلى 3.8% ، وتستخدم بمقدار جزء من سترات الصوديوم إلى أربعة أجزاء من الدم أي 1 مل سترات صوديوم (3.8) لـ 4 مل دم ، وتتأثر سرعة التثفل بعدة عوامل منها :

1 ـ عوامل مصورية : تتعلق بما تحتويه المصورة من مواد :

أ ـ الفبرينوجين : يؤدي دورا في سرعة تثفل الكريات الحمر ، وعند زيادته يزيد من معدل الترسيب .

ب ـ الغلوبولينات : وخاصة غاماجلوبين ، إذ تؤدي دوراً في سرعة التثفل وزيادتها ، فتزيد من معدل الترسب ، ولكن أقل من الفبرينوجين .

ج ـ الألبومين : إن نقص الألبومين يسرع من معدل الترسيب ، وبذلك وجودالألبومين يعيق معدل الترسيب .

آلية التأثير :

شحنة سطح الكرية الحمر سالب بسبب وجود حمض اسياليك ، وهذا يولد شحنة من التنافر ما بين الكريات ، وهنا يؤدي الفبرينوجين والغلوبيولين ـ خاصة غلما ـ دوراً في تعديل الشحنة السالبة للكريات الحمر ، وبذلك تميل الكريات الحمر للتوضع فوق بعضها ، مشكلة ما يشبه صفوف الدراهم .

وعند ازدياد الفبرينوجين والغلوبيولينات ـ وخاصة غاما جلوبين ـ نلاحظ زيادة معدل الترسب للكريات الحمر .

د ـ الكوليسترول : يؤدي دوراً في معدل التثفل ، لأن زيادته تزيد من معدل التثفل ، وبذلك نلاحظ أن إناث الطيور يزيد معدل التثفل لديها عن الذكور ، لزيادة نسبة الدهون مقارنة بالذكور .

هـ ـ اللزوجة : المعروف أن البروتينات ، تؤدي دوراً هاماً في لزوجة الدم ، واللزوجة تؤثر في سرعة التثفل ، لأن نقص اللزوجة يسبب زيادة في معدل التثفل للكريات الحمر .

2 ـ عوامل كريوية :

أ ـ عدد الكريات الحمر : هناك علاقة عكسية ، بين عدد الكريات الحمر وسرعة التثفل ، فكلما زاد عدد الكريات الحمر ؛ يقل معدل التثفل ، وبذلك يكون التثفل في الإناث ، أسرع منها في الذكور ٥-٦

ب ـ حجم الكريات الحمر : تترسب الكريات الحمر الصغيرة ، بمعدل أبطأ من ترسب الكريات الطبيعية الحجم .

أما الكريات الكبيرة ، فتترسب بمعدل أكبر ، بسبب كون سطح الكريات الكبيرة أصغر بالنسبة لحجمها .

ج ـ شكل الكريات الحمر : أيّ خلل أو اختلاف في شكل الكريات ، يؤثر على سرعة التثفل ، فهو يسبب انخفاضاً في معدل التثفل ، مثل فقر الدم المنجلي (الكريات منجلية الشكل)

وفقر الدم المكور (الكريات الحمر مكورة صغيرة) ، يسبب شذوذ الشكل عرقلة في تشكل صفوف الدراهم .

د ـ انحلال الدم : يزداد معدل التثفل عند حدوث انحلال الدم ، حيث تحدث حالة ، تشبه فقر الدم .

هـ ـ الكريات البيض : تنخفض سرعة التثفل في حالة ازدياد عدد الكريات البيض ، بسبب لزوجة المصورة .

ملاحظة : كلما زادت قدرة الكريات الحمر ، أو قابليتها ، على الالتصاق مع بعضها ، لتشكل سلسلة كلما زاد معدل التثفل ، وهذه الظاهرة تبدو واضحة عند الخيل، ثم الجاموس ، ثم باقي المجترات ، إلاّ أنها منعدمة في الضفادع .

3 ــ عوامل فيزيولوجية :

أ ــ حسب النوع : لوحظ أن سرعة التثفل ، تكون أسرع ما يمكن في دم الخيل ، يليه دم الخنازير والحمير ، ثم الطيور ، وأبطأ ما تكون في دم الأبقار والأغنام والماعز. حيث أن سرعة التثفل عند الخيل 15 ــ 38 مم / سا ، و الأبقار 2.8 مم /7 سا .

ب ــ حسب الجنس : لوحظ أن سرعة التثفل عند الإناث ، أعلى من الذكور ، فقد لوحظ عند الإنسان : أن سرعة التثفل عند الإنثى 4 ــ 8 مم / سا ، وعند الذكور بمقدار 3ــ 4 مم/سا.

ج ــ حسب العمر : تزداد سرعة التثفل مع ازدياد العمر .

د ــ الحمل : تزداد سرعة التثفل عند الحمل ابتداء من الشهر الثاني أو الثالث، وتستمر حتى الشهر الخامس أو السادس ، وذلك بسبب زيادة الفبرنيوجين .

هـ ــ بعد العمل المجهد : تقل سرعة التثفل بعد العمل المجهد .

4 ــ عوامل فيزيائية (فنية) :

1 ــ نظافة الأنبوب : لأن الأوساخ ، تؤدي إلى نتائج غير صحيحة .

2 ــ اهتزاز الأنبوب : إن اهتزاز الأنبوب لأي سبب ، يقلل من سرعة التثفل.

3 ــ يجب أن يكون وضع الأنبوب عموديا ، لأن ميل الأنبوب بمقدار 3 درجات قد ينجم عنه زيادة حوالي 30 % من معدل سرعة التثفل .

4 ــ وجود فقاعات هوائية في أنبوب القياس .

5 ــ الحرارة : إن درجة حرارة الغرفة ، يجب أن تكون بين 20 ــ 25 درجة مئوية ، فارتفاع درجة حرارة الغرفة عن ذلك ، يزيد من سرعة التثفل ، وانخفاض درجة الحرارة ، يقلل من سرعة التثفل .

6 ــ مانع التخثر : يجب أن يكون تركيز المادة المانعة للتخثر المستخدمة دقيق جداً ، ولا يفضل استعمال الهيبارين ، ويفضل استعمال سترات الصوديوم ذي تركيز 3.8 % بمقدار 4 جزء من الدم إلى جزء واحد من سترات الصوديوم أي (1:4) .

7 ـ التأخر في قياس سرعة التثفل ، يؤدي إلى ميل الكريات الحمر للتكور، وبالتالي تقل سرعة التثفل ، ولذلك يجب إجراء التجربة ، خلال ساعتين من سحب الدم في درجة الحرارة 20 و 12 ساعة ، في حال وضع الدم في درجة حرارة / 4 / درجة مئوية .

ـ تتأثر سرعة التثفل في بعض الحالات المرضية التالية :

1 ـ الالتهابات المزمنة ـ 2 ـ الأورام السرطانية 3 ـ خمول الغدة الدرقية 4 ـ السل الرئوي 5 ـ الالتهابات التحسسية .

ـ إن سرعة التثفل لا تساعدنا على تشخيص الحالة الالتهابية أو المرضية، وإنما تساعدنا على معرفة مرحلة تطور المرض ، ومدى استجابة المريض للعلاج المطبق .

وأكثر الحيوانات استفادة من هذا الاختبار القطط والكلاب ، كما يستفيد الإنسان منه .

المطلوب لقياس سرعة التثفل :

1 ـ جهاز وسترغرين أو جهاز ونتروب .

2 ـ مادة مانعة للتخثر (سترات الصوديوم 3.8%).

3 ـ محقن معقم .

4 ـ كحول

5 ـ قطن .

خطوات العمل :

1 ـ بوساطة محقن معقم نأخذ 4 سم^3 من دم الوريد ، ونضعها في وعاء نظيف فيه 1 سم^3 من سترات الصوديوم 3.8، ونمزج الدم بالسترات لمنع الدم من التخثر .

2 ـ نملأ أنبوب سرعة التثفل ن (جهاز وسترغرين) النظيف والجاف بالدم المضاف له المادة المانعة للتخثر ، من 200 حتى التدريجة صفر في الأعلى بوساطة إصبع السبابة .

3 ـ نثبت هذا الأنبوب على الحامل ، الخاص به بحيث نضع نهايته السفلى على الوسادة الاسفنجية الموجودة على قاعدة الحامل والنهاية العليا المسنودة بالسبابة ثم نثبتها في المكان

المخصص لها في أعلى الحامل بحيث يكون أنبوب سرعة التثفل عموديا ونتركه لمدة ساعة من الزمن .

عند استخدام جهاز ونتروب : نملأ أنبوب سرعة التثفل ، النظيف والجاف بالدم ، المضاف إليه المادة المانعة للتخثر ، بوساطة ماصة شعرية خاصة في أعلاها إجاصة مطاطية ، يتم ملء حويصل الماصة بالدم ، ثم ينزل رأس الماصة إلى قعر الأنبوب ، وتفرغ مع الرفع التدريجي ، حتى يمتلئ الأنبوب من الصفر إلى العشرة ، ثم نثبت الأنبوب في الانخفاض المخصص له على قاعدة الحامل ، ونثبت النهاية العليا للأنبوب تحت الضاغط الموجود في أعلى الحامل ، بحيث يكون أنبوب سرعة التثفل عمودياً ، ونتركه لمدة ساعة من الزمن ، ثم نقرأ طول عمود المصورة الدموية، المتشكل في الأعلى ، نتيجة ترسب الكريات الحمر ، تحت تأثير الجاذبية الأرضية .

نحصل على سرعة التثفل في الساعة الأولى ، ثم نأخذها في الساعة الثانية.

ملاحظة هامة : إن قياس معدل التثفل ، ليس اختباراً نوعياً ؛ أي إن زيادته لا تعني وجود مرض معين ، ولكن الزيادة تعني وجود مرض ، أو تخريب لأنسجة الجسم في مكان ما من الجسم ، لأنها تزداد في حالات كثيرة ، وعودة سرعة التثفل إلى الحدود الطبيعية ، دلالة على تحسن الحالة .

سجل النتائج مع التعليق

الجلسة العملية رقم (10)

تحديد الزمر الدموية Determining blood group

ينقل الدم من إنسان لآخر وأحياناًمن حيوان إلى آخرفي حالات النزف وفقدان كميات كبيرة من الدم وفي حوادث التسمم وفي الأمراض الأخرى0 وتعود أهمية معرفة الزمرة الدموية إلى ماقد يحدث عند نقل الدم من شخص لشخص آخر فقد تكون زمرته غير موافقة مما يؤدي إلى تراص الكريات ، وبالتالي إلى انحلالها مما قد يؤدي إلى الموت .

والتراص (التلزن) : هو أن تتجمع الكريات الحمر مع بعضها ، وينفصل عنها المصل .

المطلوب لتحديد زمرة الدم :

1 ــ صفيحة خاصة من البورسلان ، تحوي على العديد من الحفر .

2 ــ قضيب زجاجي .

3 ــ أمصال تحوي على راصات a – b .

4 ــ كحول ــ قطن ــ واخزة معقمة .

5 ــ عينة الدم .

خطوات العمل :

ــ نضع نقطة من المصل الحاوي على الراصة a في الحفرة الأولى ، ونقطة من المصل الحاوي على الراصة b في الحفرة الثانية .

ــ نعقم الإصبع ، ثم نوخزها ، ونمسح النقطة الأولى ، ثم نترك النقطة التالية تسقط فوق الحفرة الأولى على المصل الحاوي على الراصة a ، والنقطة التي تليها تسقط فوق الحفرة الثانية على المصل الحاوي على الراصة b ، نمزج بوساطة الطرف الأول للقضيب نقطة الدم مع المصل الموجود في الحفرة الأولى ، وبوساطة الطرف الثاني للقضيب نقطة الدم مع المصل الموجود في الحفرة الثانية ، وننتظر 10 دقائق فلاحظ :

1 ــ إذا حدث تلزن مع المصل الحاوي على الراصة a ، ولم يحصل مع المصل الحاوي على الراصة b ، فهذا يدل على التقاء الراصة a مع مولد الرص A، وبالتالي فالزمرة الدموية للشخص المفحوص هي A .

2 ــ إذا حدث تلزن مع المصل الحاوي على الراصة b ، ولم يحصل مع المصل الحاوي على الراصة a ، فهذا يدل على التقاء الراصة b ، مع مولد الرص B، وبالتالي فالزمرة الدموية للشخص المفحوص هي B .

3ــ إذا حدث تلزن مع المصل الحاوي على الراصة a ، ومع المصل الحاوي على الراصة b ، فهذا يدل على التقاء الراصة a ، مع مولد الرص A ، والراصة b مع مولد الرص B ، وبالتالي فالزمرة الدموية للشخص المفحوص هي AB .

4 ــ إذا لم يحدث تلزن مع المصل الحاوي على الراصة a ، ولا مع المصل الحاوي على الراصة b ، فهذا يدل على عدم وجود مولد الرص A ، أو مولد الرص B ، في الدم المضاف إذن : زمرة دم الشخص المفحوص هي O .

والجدول التالي يبين ذلك :

الزمرة الدموية	تفاعل المصل	
	مصل يحوي راصة a	مصل يحوي راصة b
O	—	—
A	+	—
B	—	+
AB	+	+

ملاحظة : إشارة (+) تدل على حدوث التراص .

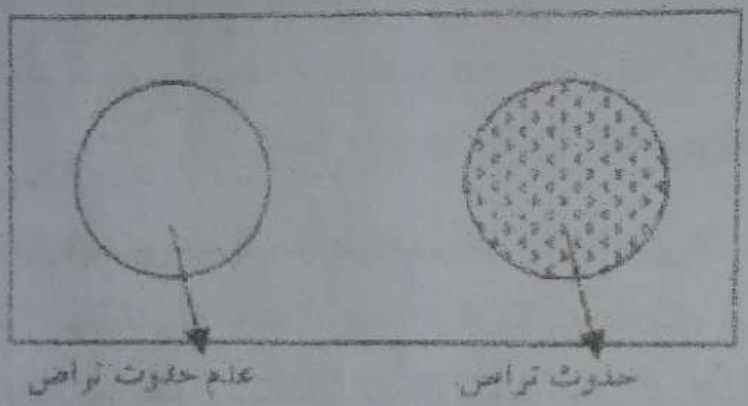
إشارة (ــ) تدل على عدم حدوث التراص

وعلى المبدأ نفسه يتم تحديد زمرة الشخص إيجابية أو سلبية ؛ أي تحوي زمرته على عامل ريزيوس ، أو لا تحوي على عامل ريزيوس وذلك بأن :

نضع نقطة من المصل الحاوي على راصة عامل ريزوس في حفرة من صفيحة البورسلان ، ثم نضع فوقها نقطة الدم وبوساطة طرف القضيب الزجاجي تخلط المحتويات وننتظر 10 دقائق .

عند ظهور التلزن أي الزمرة إيجابية (+) ، فهذا يدل على وجود عامل ريزوس في نقطة الدم المضافة إلى المصل .

وعند عدم ظهور التلزن أي الزمرة سلبية (-) ، فهذا يدل على عدم وجود عامل ريزوس في نقطة الدم المضافة إلى المصل . الشكل (46) .



الشكل 46

نستخلص ما يلي :

1 ــ أن الشخص الذي زمرته O هو شخص معطي أو مانح عام ، ولا يأخذ إلا من نفسه .

2 ــ أن الشخص الذي زمرته A هو شخص يأخذ من الزمرة نفسها ، أو من O ويعطي زمرته فقط

3 ــ أن الشخص الذي زمرته B هو شخص يأخذ من الزمرة نفسها ، أو من O ويعطي زمرته فقط .

4 ــ أن الشخص الذي زمرته AB يأخذ من كل الزمر ؛ أي هو آخذ عام ويعطي زمرته فقط .

وحسب القاعدة الأساسية في نقل الدم ، نكون قد أهملنا تأثير الراصات الموجودة في بلازما المعطي على كريات دم الآخذ ، وسبب عدم حدوث التراص هو التمديد الكبير لراصات المعطي ببلازما الآخذ ، بحيث تصبح هذه الراصات غير قادرة على رص كريات الآخذ، أي إن العلاقة تكون بين كريات دم المعطي ومصورة الآخذ.

سجل النتائج مع التعليق