الاجهزة المختبرية

LABORATORY EQUIPMENTS

فسلجة الحيوان

الجزء العملي

المحاضرة الاولى

م.د.حمزة عبد السلام حسين

م.م.زينب عادل مهدي

الأدوات والأجهزة المستخدمة في المختبرات
Laboratory Equipment and Tools

المختبر هو مكان مادي مجهز بشكل خاص بأدوات وعناصر أو معدات قياس مختلفة ، من أجل تلبية متطلبات واحتياجات التجارب أو التحقيقات المختلفة .

شروط الأمان في المختبرات

1. وجود جهاز إداري ورقابي متطوّر في المختبر.
2. طبيعة الأماكن المتواجد فيها المختبرات والمعامل وبعدها عن الأماكن السكنية.
3. الإحساس الداخليّ لدى العاملين في المختبرات، وإحساسهم بالمسؤولية تجاه إجراءات السلامة والحفاظ على حياتهم وحياة زملائهم.
4. وجود أنظمة سلامة ومضادة للحريق، وأجهزة استشعار متطورة للغازات المتطايرة، الأمر الذي يقلل من وقوع كارثةٍ نتيجة خطأٍ ما.

السلوك الشخصي للعاملين في المختبر

- استخدام أجهزة المختبر ضمن الغرض المخصص لها فقط .
- أخذ العمل في المختبر على درجةٍ كبيرةٍ من المسؤولية وعدم الاستهتار والمزاح مع العاملين أثناء إجراء التجارب والتطبيقات .عدم ادخال الأطفال إلى المختبرات والمعامل بسبب احتوائها على مواد خطرة، ومواد كيميائية وغازات منبعثة.
- في حال ادخال البعثات الطلابية بهدف الفائدة التعليمية يجب ابقائهم تحت رقابة العاملين المدربين .

وضع لوحات تحذيريَّة،فعند التعامل مع المواد الكيميائية يجب أخذ أع درجات الحيطة والحذر؛ لتقليل تعرض الجلد والعيون واليدين للمواد الكيميائية، وعدم استنشاق الغازات المنبعثة من التجارب المختلفة، أو دخول المواد الكيميائية إلى داخل الجسم عن طريق شربها بالخطأ أو عن طريق الجروح، أو المواد الحادة المستخدمة أثناء التجربة.

نتعرف فيما يلي على عدد من الاجهزة الضرورية في المختبر

اولاً : المجهر (الميكروسكوب Microscope)

المجهر جهاز يكبر الأجسام الصغيرة لتسهل دراستها ومن الميكروسكوبات ما هو البسيط وما هو المركب. أما البسيط فهو عبارة عن عدسة مكبرة ومن خلالها نحصل على صورة مكبرة للجسم. أما المركب فيتكون من مجموعتين من العدسات

الميكرسكوب الضوئى يستخدم فى الفحص المجهرى للأشياء التى لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة مثل فحص عينات البراز /البول / وعد مكونات الدم (كريات الدم الحمراء /البيضاء /الصفائح) وفحص الأنسجة والعديد من المهام الأخرى. وبه نوعان من العدسات

الأول :- عدسات عينية (ذات قدرة تكبير مختلفة 5 ، 10 ، 15 ، 20 ... الخ) وتستخدم حسب الإحتياج

الثانى :- عدسات شيئية ذات قدرة تكبير مختلفة (10 ، 40، 100) وهى تتحرك بشكل دائرى على جزء متحرك حسب احتياج المستخدم ونوع الفحص المطلوب.

كما أنه يعمل بنظرية مرور الضوء من الأجسام المراد تكبيرها. فكان لابد من وجود مصدر ضوء قوى يليه مكثف ينتج عنه شعاع يتمكن من أختراق وتوضيح الصورة للأجسام المكبرة من خلال العدسات المستخدمة كما هو موضح على الرسم.

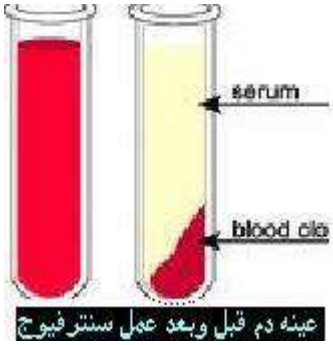
ثانياً : الحاضنة Incubator

وهي جهاز كهربائى تستخدم للحفاظ على درجة الحرارة أطول فترة ممكنة, ودرجة حرارة الحاضنة تتراوح بين 20 و70 درجة مئوية.

ثالثاً : الميزان الحساس (Delicate scales)

الميزان الحساس :- يستخدم فى وزن وتحديد الكميات المطلوبة من الأملاح والمواد الاخرى عند القيام بعملية تحضير المحاليل القياسية و العيارية وتحضير بعض الصبغات ومحاليل أخرى كثيرة.

رابعاً : جهاز الطرد المركزى Centrifuge



يستخدم جهاز الطرد المركزى فى فصل المواد غير الذائبة فى السوائل المختلفة .
(مثل فصل مكونات الدم وفصل البروتينات واستخدامات أخرى)
يعتمد مبدأ عمل أجهزة الطرد المركزي على :

1- *الحركة الدورانية.*

2- *قوة الطرد المركزي الناتجه عن الحركة الدائرية.*

ويتم ذلك بتدوير السوائل (العينات)المراد فصل المكونات غير الذائبة منها بوضعها فى انابيب خاصة بجهاز الطرد المركزى Centrifuge tubes .ثم تدويرها عند السرعات المناسبة وللمدد الزمنية الكافية لكل نوعية من السوائل أو العينات في المختبر طبقا للتعليمات المحددة لكل عملية.

ومن الملاحظ :-

أن عدد فتحات أنابيب جهاز الطرد المركزى تكون دائما زوجية العدد مثل 2 / 4 / 6 / 8 ..... وهكذا حتى يتم الاتزان عند دوران الجهاز عند سرعات كبيرة قد تصل الى 6000 دورة في الدقيقة الواحدة.

خامساً : الحمام المائيWater bath

عبارة عن حوض من المعدن مستطيل الشكل له غطاء يوجد بقاعه سخان لرفع درجة حرارة الماء ويستخدم فى حالات التسخين غير المباشر بواسطة الماء أو البخار لبعض المحاليل. ويوجد به منظم حرارة thermostat للتحكم فى درجة حرارة الحمام المائيعند حد معين . كما أنه يمكن أن يستخدم فى عمليات التعقيم بالغلى لبعض الأدوات.

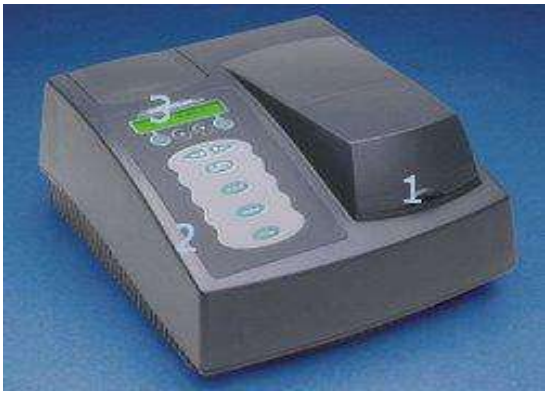
سادساً : جهاز قياس الطيف الضوئي Spectrophotometers

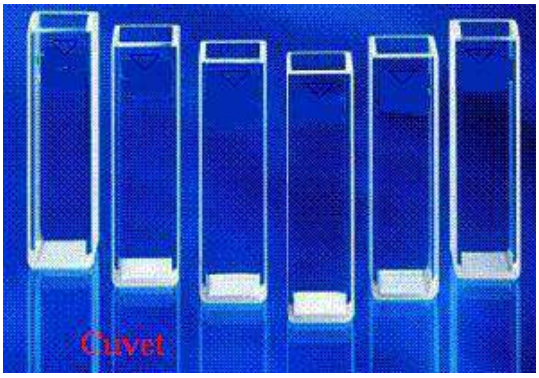
هو جهاز كهربائى يقيس مدى تأثر الضوء عند مروره من خلال المحاليل الملونة المختلفة ويعمل بنظامين

الأول :- قياس الضوء الممتص بواسطة المحلول الملون

الثانى :- قياس كمية الضوء المار من المحاليل الملونة

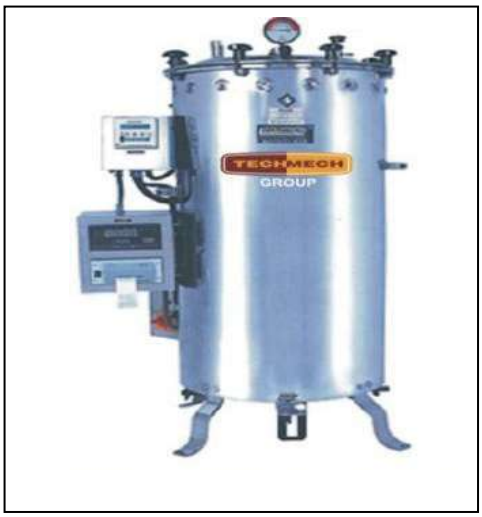
وهذا الجهاز من المكونات الأساسية في مختبرات الكيمياء الحيوية والفسلجية التى تهتم بالقياسات الكيميائية لسوائل الجسم المختلفة مثل قياس السكر بالدم ، عمل قياس لكفاءة الكلى والكبد و قياس المعادن...وغيرها.





رقم (1) يشير الى مكان وضع العينة ، رقم (2) يشير الى لوحة المفاتيح والتحكم ، رقم (3) يشير الى شاشة القراءة.و (صورة توضح بعض انابيب كيوفيت Cuvette المستخدمة للقراءة على الجهاز الخاص بقياس الالوان)

سابعاً : الأوتوكـــــليف Autoclave



ان *التعقيم (Sterilization)* من أهم الإجراءات المعتمدة في مجالات مختلفة مثل المختبرات والمستشفيات بكافة أنواعها للحفاظ على العاملين بها من العينات المعدية والأدوات المستخدمة و خاصة التى يكرر استخدامها أكثر من مرة .

ان معظم البيئات المغذية التي تتحمل درجات الحرارة المرتفعة مثل بيئة الآجار المغذي agar . يمكن تعقيمها في الاوتوكليف . وأيضا الشاش والقماش والقطن والسدادات .

ثامناً : جهاز التقطير الكهربائي

- الماء المُقطر يُطلق مصطلح الماء المقطّر على الماء الذي تمّت تنقيته من خلال غليه حتى يصبح في الحالة الغازية، فيبرد ويتكاثف حتى يصبح سائلاً مرة أخرى ويختلف الماء المقطّر عن الماء المعبأ وماء الصنبور بأنه مختلف الطعم؛ وذلك لأنّ عملية التقطير تزيل الشوائب والمعادن منه، ومن الجدير بالذكر أنّ المصادر اختلفت حول فائدة تلك العملية على جسم الإنسان؛ فمنهم من يقول بأنها تساهم في تحسين صحة الجسم، والبعض الآخر يدّعي بأنها تُفقِد الجسم المعادن التي يحتاجها، ممّا يعرّضه للخطر.

تاسعاً : جهاز مقياس الحموضة (pH meter)

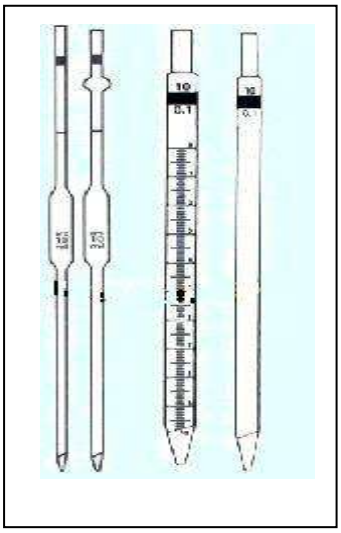
هو جهاز لقياس تركيز أيونات H+ في المحلول ومقدار تأينها في الماء

ومن الممكن التعرف على نوع المحلول بواسطه شرائط جافة لورق عباد الشمس كالاتى :-
فهى تتلون باللون الاحمر فى حاله المحلول (الحامضى) والى اللون الازرق فى حاله المحلول (القاعدى/ القلوى)
امثلة الحامض :- حمض الكبريتيك /الهيدروكلوريك /النيتريك / الخليك / الستريك /.....
أمثلة للقلويات :- هيدروكسيد الصوديوم/البوتاسيوم (الصودا الكاوية) / كربونات الصوديوم

عاشراً : ماصات زجاجية Glass Pipettes

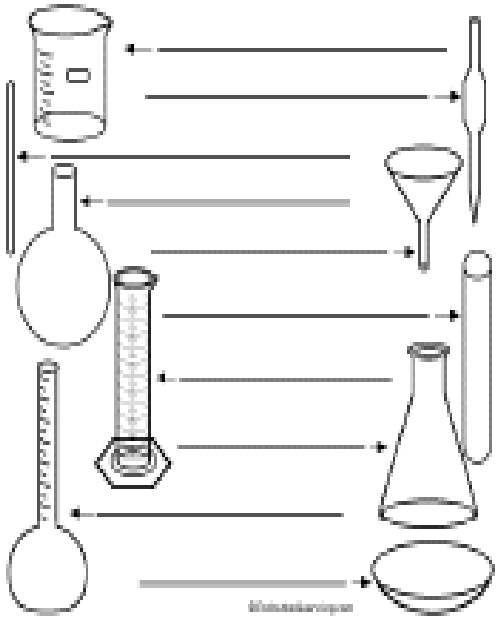
وهى تستخدم فى فصل أحجام محددة من السوائل والمحاليل المختلفة في المختبرات

كما ويوجد ماصة أوتوماتيكية Auto– Pipette
وهى أداة فى غاية الدقة تستخدم لفصل الأحجام المختلفة من السوائل أثناء اجراء الإختبارات بهدف تدقيق النتائج والوصول للجودة العالية.



حادي عشر : أدوات زجاجية (GlassWares)

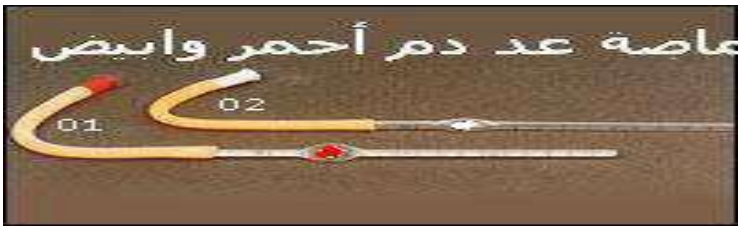
وهى متعددة ومتنوعه الأشكال والوظائف
وهى على سبيل المثال لا الحصر(أنابيب الاختبار /أنابيب العينات /المخبار المدرج /الكأس الزجاجى/ الماصات / قمع /



ثالث عشر : بعض أدوات فحص الدم

ماصة عد الدم (كريات الدم الحمراء و البيضاء)

- ماصة اللون الأحمر لعد كريات الدم الحمراء
- ماصة اللون االأبيض لعد كريات الدم البيضاء



شريحة عد الدم (النيوبار هيموسيتوميتر Neubauerhemocytometre)

فسلجة الحيوان العملي

المرحلة الثالثة

المحاضرة الثانية

الخلية وغشاء الخلية

د. عبد الكريم عبد الرضا هوبي

د. حمزة عبد السلام المعموري

الخلية وغشاء الخلية

الخلية The Cell

تعريف الخلية : هي وحدة البناء والوظيفة في جسم الكائن الحي .

وهي الوحدة الاولية في بنيان الجسم ، فهي أصغر كتلة حية (بروتوبلازم) تستطيع الحياة منفردة ، ولها القدرة على توليد مثيل لها ، وهي تشبه الذرة بالنسبة للمادة .

وهكذا يمكن تعريف الخلية على أنها كتلة صغيرة من المادة الحية (بروتوبلازم Protoplasm يحيط بها غشاء بلازمي في وسطها نواة) .

مراحل اكتشاف الخلية :

علماء ساهموا في اكتشاف الخلية وتطور نظرية الخلية

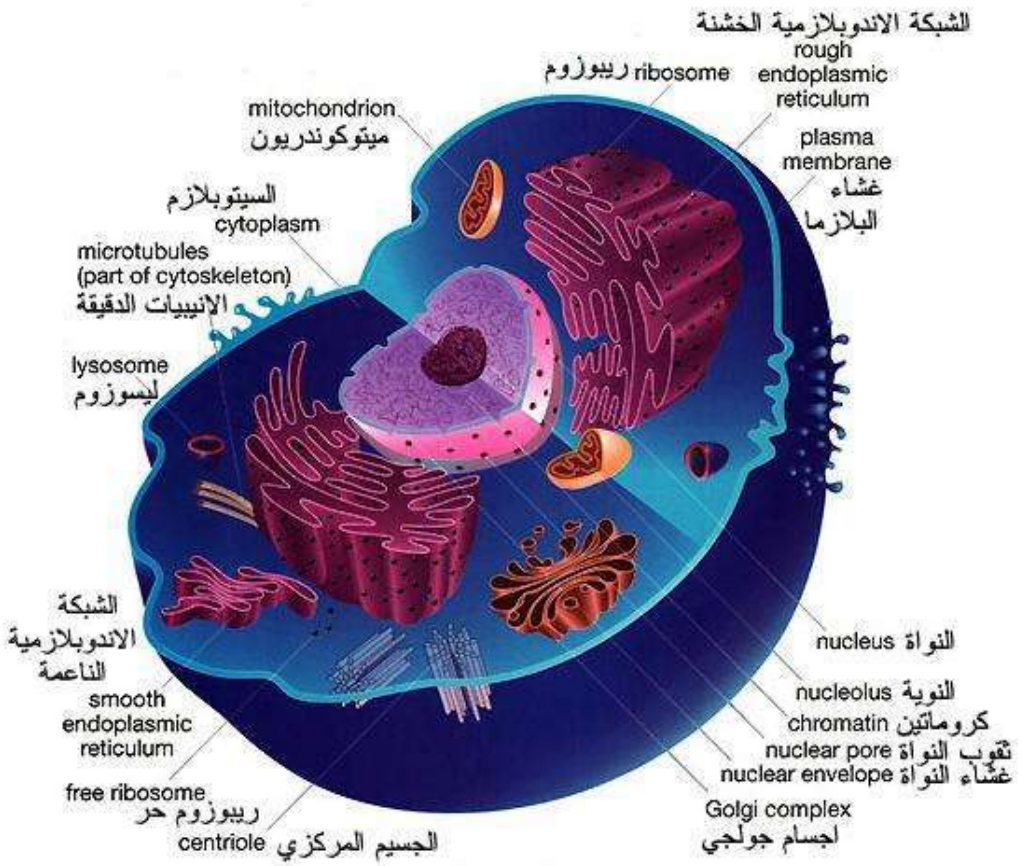
1. **غاليلو : صنع مجهراً بسيطاً استخدمه في فحص كائنات دقيقة**
2. **ليفنهوك : صنع مجهراً بعدسة واحدة شاهد به كائنات دقيقة في قطرة ماء .**
3. **هوك : صنع مجهراً ضوئياً مركباً شاهد به فراغات صغيرة محاطة بجدران رقيقة في قطاعات من الفلين سماها بالخلايا لانها تشبه خلايا النحل.**
4. **براون : شاهد أجساماً معتمة داخل الخلية أسماها النواة في خلايا ورق نبات السحلب .**
5. **شفان : شاهد أنوية في خلايا حيوانات متنوعة (بيض الطيور – الألياف العضلية) ولم يشاهد جداراً لهذه الخلايا ، وتوصل إلى فرضية مقامها أن أجسام الحيوانات تتكون من خلايا.**
6. **شلايدن : درس الأنسجة النباتية وتوصل الى أن الأنسجة النباتية تتكون من خلايا محاطة بجدران خلوية .**

وفي عام (1839 م) تحولت فرضيات شلايدن وشفان الى نظرية تعد من النظريات الأساسية في علم الأحياء وهي نظرية الخلية .

أفرزت نظرية الخلية سؤالاً شكل تحدياً للعلماء وهو من أين تأتي الخلايا ؟

أجاب شلايدن وشفان بفرضية مفادها أن الخلايا تتكون من بلورات تنشأ من محاليل خلوية وأن الخلايا الجديدة تنشأ من داخل خلايا قديمة وقد ثبت عدم صحة هذه الفرضية .

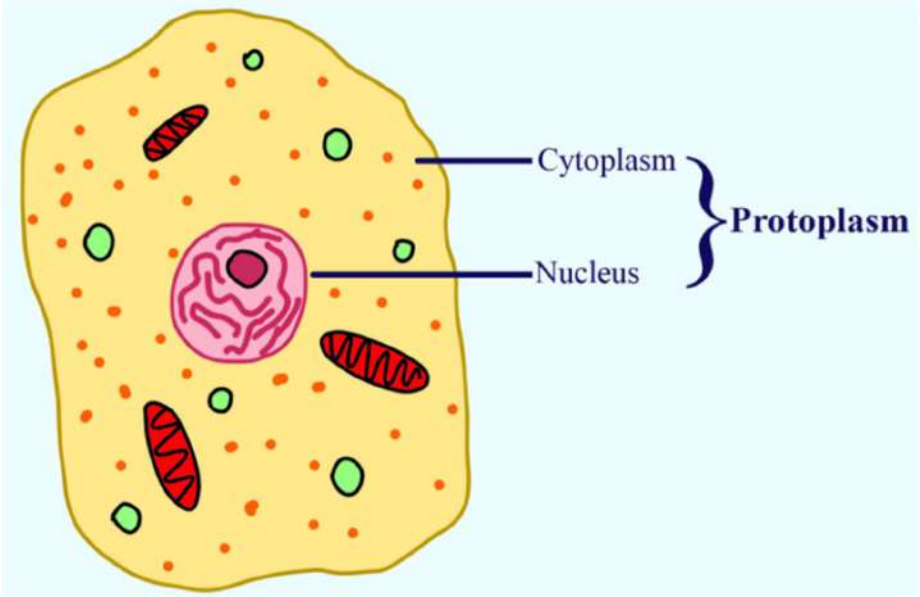
7. فيرشو : توصل إلى أن الخلية تأتي من خلية سابقة لها بالانقسام المتساوي .



البروتوبلازم Protoplasm:

هو الجزء الحي من الخلية التي يحيط بها الغشاء البلازمي. وهو خليط من الجزيئات الصغيرة مثل الأيونات والسكريات الأحادية والأحماض الأمينية والجزيئات الكبيرة مثل البروتينات والسكريات المتعددة والدهون وما إلى ذلك.

في بعض التعاريف هو مصطلح عام للسيتوبلازم فقط ولكن في التعاريف الاخرى فإنه يشمل النواة أيضا. مما يعني انه كامل الخلية عدا الغشاء البلازمي.



وظائف الخلية وخواصها :

1- الايض أو التطور الخلوي :

تتعرض الاغذية الداخلة إلى الخلية لسلسلة من التغيرات تحيلها إلى عناصر مماثلة لبناء البروتوبلازم فتندمج معها تماماً ، ثم تعمد الخلية إلى تخريب بعض عناصرها للحصول على الطاقة وينتج عن ذلك فضلات تطرحها الخلية ، وهذه العمليات تدعى (التمثل و تضاد التمثل) ويطلق على التبدلات الكيماوية التي تحدث في عمليتي التمثل وتضاد التمثل اسم (الايض)

2- التنفس و التحلل السكري :

ويعني اكسدة المواد الغذائية داخل الخلية وينتج عن ذلك توليد قدرة حرارية وعندما يتعذر وصول الاوكسجين تلجأ الخلايا لتوليد القدرة عن طريق التحلل السكري للكربوهيدرات ، وينتج حامض اللاكتيك و حامض الكربونيك و الكحول .

3- الافراز و الافراغ :

تفرز الخلايا مواد عضوية مثل الهرمونات و اللعاب و الخمائر أما الافراغ فهو طرح الفضلات مثل افراغ البول .

4- الامتصاص :

هو مقدرة الخلايا على ادخال عناصر أو مواد منحلة إلى باطنها.

5- قابلية الاثارة :

وهي أهم خاصيات الخلية ، وهي عبارة عن إمكانية استجابة الخلايا عند تنبيهها بمنبه فيزيائي أو كيميائي ، وتتصف الإثارة بوحدة رد الفعل مهما اختلف المنبه ، مثال ذلك (انقباض الكريات البيض عند تعرضها للضوء أو الكهرباء أو الرض).

6- قابلية النقل :

هي قدرة الخليه على نقل التنبيه الحادث من مكان حدوثه إلى مكان آخر وتظهر هذه الخاصية بوضوح في الخلايا العصبية .

7- الحركة :

للخلية نوعان من الحركة : داخلية وهي حركات جزيئاتها الحية وغير الحية و النواة و النوية و التغصنات و الاهداب و السياط ، و حركة خارجية وهي تغير الخلية لمكانها مثل حركة النطف (الحيوانات المنوية) و البويضات.

اجزاء الخلية :

تتألف الخلية من الأجزاء التالية بصورة اساسية:

1- السايتوبلازم

2- النواة

3- غشاء الخلية (الغشاء البلازمي)

1- السايتوبلازم Cytoplasm :

ويختلف تركيبه في الخلايا ذات الوظائف المختلفة كما أنه لا يتجانس في أي خلية (سيتم التطرق اليه لاحقاً) ، وهو يحتوي على جسيمات متنوعة هي :

أ- المتقدرات (الميتوكوندريا) Mitochondrion

على شكل عصا طولها 3 – 4 ميكرون ، وتحتوي الخلية على آلاف المتقدرات ، وقد ظهر الميتوكوندريا تحت المجهر الالكتروني على شكل حويصلة مليئة بالسائل ، ويحيط غشاء مخاطي ثنائي الجدار يبلغ

سمكه حوالي 180 انكستروم (انكستروم = 10,000,000/1 ملم).

ويتم داخل الميتوكوندريا اكسدة المواد الغذائية ، فمثلا يتم تحويل السكريات إلى Pyruvic Acid خارج المايتوكوندريا ، ولكن اكسدة Pyruvic Acid و الاحماض الامينية و الاحماض الدهنية تتم داخل سائل الميتوكوندريا .

كما أنه يتم تخزين الطاقة من الـ ATP(Adenosine Tri Phosphate) في الغشاء الداخلي للميتوكوندريا ، وتستعمل الـ ATP في عمل المركبات الخلوية ونقل المواد والتقلص وغير ذلك ، ولهذا فليس من الغريب أن يطلق على الميتوكوندريا (بيت الطاقة) للخلية .

ب- الجسيمات الحالة (اللايسوسومات)Lysosomes :

وهي ذات اشكال بيضاوية أو غير منتظمة وتكثر خاصة في كريات الدم البيضاء و الخلايا البلعمية ، وتمتليء الليسوسومات بخمائر نشطة تستطيع تحليل البروتينات وعناصر الوراثة RNA و DNA والسكريات ويبدو أن عملها الاساسي هو التحليل أو الإذابة ، فهي تحتوي على خمائر نشطة تستطيع تحليل المركبات الكيمياوية المعقدة إلى أبسط منها ، ففيها تتم عملية الهضم ، وهي تعمل على تحليل بعض مكونات الخلية مثل الميتوكوندريا والشبكة الداخلية ، كما إنها يمكن أن تعمل على تحليل الخلية نفسها ، وذلك بإفراز خمائر فعالة تعمل على تحليل أو إذابة غشاء الخلية وربما يبدو هذا أمرآ خطيرآ ، غير أنه مفيد جدآ في بعض الاحيان ، وذلك عندما يكون لا بد من استبدال الخلايا القديمة بخلايا جديدة.
إن زيادة فيتامين A يؤذي الانسجة الضامة بسبب تأثيره على غشاء الليسوسوم ، بينما هرمون الكورتيزون Cortisone يعمل على تدعيم وتثبيت أغشية الليسوسومات .

جـ - جهاز كولجي Golgi Apparatus :

هو عبارة عن جسم يقع قرب الشبكة الداخلية الملساء ، وقد سمي باسم العالم الايطالي الذي اكتشفه وهو Camillo Golgi ويظهر تحت المجهر الضوئي على هيئة منطقة غامقة اللون في السايتوبلازم ، أما

تحت المجهر الإلكتروني فيظهر على هيئة مجموعات من الفجوات المنبسطة التي تتصل بالشبكة الداخلية الملساء بواسطة عدد من الحويصلات المحتوية على حبيبات افرازية ، ويختلف في مظهره من خلية لأخرى ، وفي العادة يحيط جهاز كولجي بأحد أطراف النواة ، وفجواته السطحية (العلوية) منتفخة ودائرية ، أما السفلية فمنبسطة وناعمة وغشاؤها ثنائي الجدار .

ويبدو أن الوظيفة الاساسية لهذا الجهاز هي الافراز و انتاج المواد داخل الخلية ، وذلك بسبب وجود الحبيبات الافرازية ملتصقة به ، وقد يكون ذو وظيفة افرازية عالية كما في خلية Goblet في الامعاء.

وقد تم التأكد من هذه الوظيفة بواسطة التصوير بالمواد الملونة ، فإفراز الخلية كله عبارة عن بروتين كربوهيدراتيGlycoprotein أي بروتين متحد مع السكريات ومن ثم تغادر الخلية . وهكذا فإن جهاز كولجي يشكل الممر الاجباري لجميع المواد التي تفرزها الخلية . ويتم هذا الافراغ عن طريق الحويصلات الواصلة بين الجهاز وغشاء الخلية . وهكذا يمكن أن نلخص وظيفة جهاز كولجي على أنها إضافة السكريات للبروتينات وتكوين المركب النهائي ثم طرح هذا المركب خارج الخلية عبر الحويصلات الواصلة مع السطح .

د – الشبكية الداخلية (الشبكة الاندوبلازمية) Endoplasmic Reticulum :

وهي عبارة عن انابيب و حويصلات توجد وسط السايتوبلازم ، ويبلغ سمك غشائها حوالي 50 انكستروم ويوجد في وسطها فسحة مركزية ضيقة تدعى الحوض Cisterna وهذه الحويصلات متصلة مباشرة مع سطح الخلية ، وتتصل فيما بينها بواسطة الحوض . وغشاؤها متصل بغشاء النواة ، ويتواجد على غشائها حبيبات غنية بحامض الريبونيوكلييك Ribonucleic Acid تدعى الرايبوسومات . ويتم صنع هذه الريبوسومات عن طريق النواة وتقوم هي بصنع البروتينات ، ونظراً لتواجد الريبوسومات على الشبكة يطلق على هذه الأخيرة إسم الشبكة الخشنة والوظيفة الأساسية للشبكةهي فصل (عزل) ونقل البروتينات التي صنعتها الريبوسومات ، ومعظم هذه البروتينات ليست مصنوعة لحاجة الخلية نفسها وإنما هي للإفراز الخارجي ، وبعض هذه البروتينات يشتمل على الخمائر

الهضمية والهرمونات . وهكذا فتعتبر الشبكة جهاز نقل داخلي يعمل على تسهيل حركة المواد من جهة إلى اخرى داخل الخلية ، ويلاحظ أن الشبكة تتصل بغشاء النواة عبر ثقوب في هذا الغشاء تسمح بمرور المواد من النواة إلى السايتوبلازم وبالعكس وهناك بعض الشبكات الداخلية الملساء (الشبكة الاندوبلازمية الملساء) Smooth Endoplasmic Reticulum وهي غير متصلة بالشبكة الخشنة وقنواتها انبوبية الشكل أكثر منها منبسطة ويعتقد أن هذه الشبكة تقوم بصنع الدهون والهرمونات الستيرويدية Steroids .

هـ – الريبوزوم أو ريبوسومRibosome :

وهي عبارة عن حبيبات ذات ملمس خشن شكلها شبكي خيطي ، ويتراوح حجمها ما بين 100 – 200 انكستروم وتلتصق بالسطح الداخلي للغشاء السيتوبلازمي أو على سطح الشبكية الداخلية الخشنة وقد سميت بهذا الاسم (ريبوزوم) لأنها تتألف من اتحاد حامض ريبونيوكلييك مع البروتين Ribonucleic(RNA) + Protein وتوجد بكميات قليلة حرة في السايتوبلازم وفي الميتوكوندريا ويبلغ عدد هذه الريبوزومات في الخلية الواحدة بضعة آلاف ، وهي تلعب دوراً مهماً في صنع و انتاج البروتينات التي تشكل افرازات الخلية .

و – الجسم المركزي Centrosome :

وكما يدل عليه اسمه فإنه يتواجد في مركز الخلية ولا سيما في منطقة جهاز كولجي أو اجسام كولجي ، وهو يتألف من جسمين هما Centrioles عبارة عن خليتين داخل هذا الجسيم شكلها يشبه اسطوانه مفتوحة محاطة بتسعة خيوط طويلة طولية تتجمع في ثلاث مجموعات تلعب دوراً أساسياً أثناء عملية الانقسام الخيطي Mitosis.

2– النواة Nucleus

تحتوي كل خلية على نواة أو أكثر توجد وسط السايتوبلازم ، وتختلف النواة في الحجم والشكل والموضع من خلية لأخرى وهي تحتوي على ثلاثة عناصر هي :

أ- النوية Nucleolus

وهي عبارة عن مجموعة من الخيوط الدقيقة ذات شكل دائري . ليس لها غشاء يحيط بها ، وتسبح وسط السائل النووي .

وتحتوي النوية على كمية كبيرة من RNA ولذلك فهي تلعب دوراً أساسياً في انتاج الرايبوزومات وبالتالي تنظيم إنتاج البروتينات ، ولهذا يطلق عليها اسم (ضابطة ايقاع الخلية) Pace – Maker Cell قد تحتوي النواة على اكثر من نوية واحدة .

ب- الحبيبات Granules :

ذات شكل وحجم غير منتظمين وهي اصغر حجماً من النوية ولا توجد إلا في الخلايا النامية غير المنقسمة اي في مرحلة الاستراحة . وتشتمل على الكروموسومات Chromosomes (الصبغيات) ذات الشكل الخيطي والتي تحتوي على الجينات الوراثية Genes التي تقرر الوراثة .

وبينما يوجد في النوية الـ RNA فإن النواة تحتوي على DNA إختصاراً DioxyRibo Nucleic Acid الذي تقدر كميته بحوالي خمسة ملايين جين موزعة على 23 زوج من الكروموسومات (46 كروموسوم في الانسان) ويعمل الـ DNA على تحديد نوعية التركيب الكيماوي لآلآف الخمائر اللازمة لتوفير الطاقة الضرورية لتحديد نوع الخلية وتزودها بالنموذج الوراثي لتعمل لنفسها نسخاً مضبوطة عن النموذج لكي تورثها لنسلها من الخلايا المتولدة .

جـ- السائل النووي :

يتكون من مواد بروتينية ولا شكل له ويملأ وسط النواة حيث تسبح فيه المكونات النووية ، وهو يلعب دوراً أساسياً في تهيئة المحيط أو الوسط المناسب لمكونات النواة وفي توفير المواد الغذائية اللازمة لها .

د – الغلاف النووي Nuclear Envelope :

وهو غلاف يتكون من طبقتين من الاغشية يتراوح عرضه ما بين 10 – 30 نانو متر ، ويحتوي على فتحات وثقوب صغيرة .

وقد بين المجهر الالكتروني أن هذا الغلاف متصل عند بعض النقاط بالشبكة الداخلية في السايتوبلازم .

3- غشاء الخلية (الغشاء البلازمي) Cell membrane

وهو غشاء رقيق مزدوج يحيط بالخلية الحية وعضياتها الداخلية ويحميها، وإليه يعزى شكل الخلية وهو يشكل السطح الحيوي بين الخلية ومحيطها الخارجي. ويطلق عليه غشاء الخلية (Cell membrane) او الغشاء البلازمي (Plasma membrane) ويكون سمك غشاء الخلية حوالي 100 A (A= انكستروم) .

يفصل غشاء الخلية محتويات الخلية عن البيئة المحيطة, ويحتوي غشاء الخلية على فتحات صغيرة تسمح بمرور الجزيئات الصغيرة جدًا بجانب وظيفة الحماية ويتكون الغشاء الخلوي من:

1- الدهون ولها أربعة أنواع :

أ- الدهون الفوسفاتية (Phospholipids).
ب- الكولسترول (Cholesterol).
ت- الدهون السكرية (Glycolipids).
ث- الدهون البروتينية (Lipoproteins).

2- البروتينات ولها أربعة أنواع:

أ- بروتينات حاملة (Carrier proteins)
ب- بروتينات مستقبلة (Receptor proteins).
ت- بروتينات تعريف الخلية (Cell recognition).

ث- بروتينات أنزيمية (Enzymatic proteins).

الخصائص الحيوية لغشاء الخلية:

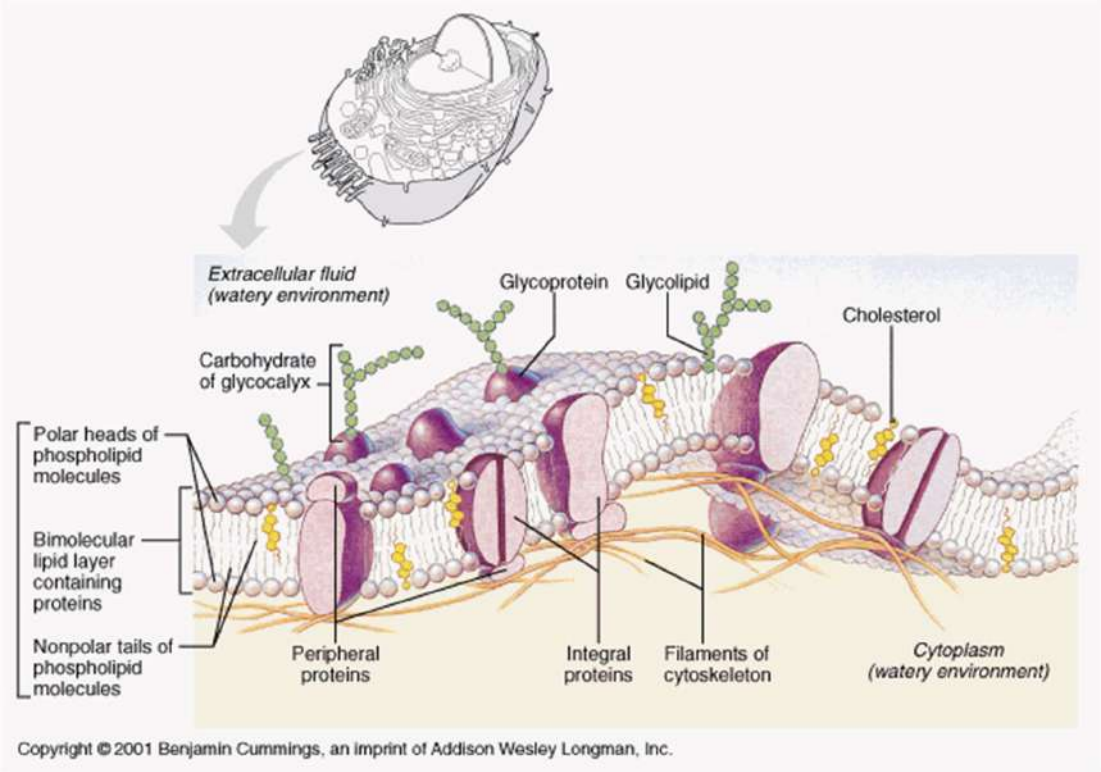
1. ينمو مع نمو الخلية وازدياد حجمها.
2. لديه المقدرة على التجدد في المناطق التي يتعرض فيها للتمزق عن طريق بناء جزيئات بروتينية ولبيدات مفسفرة phospholipids وإضافاتها.
3. تلعب البروتينات المكونة للغشاء أدوارًا مهمة, فبعضها يعمل عمل الأنزيمات والنواقل كما أن لبعضها دورًا في استقبال المعلومات الكيميائية مثل الهرمونات.
4. يعود الاختلاف بين خلية وأخرى إلى التنوع في أنواع الكاربوهيدرات المرتبطة بجزيئات البروتينات.

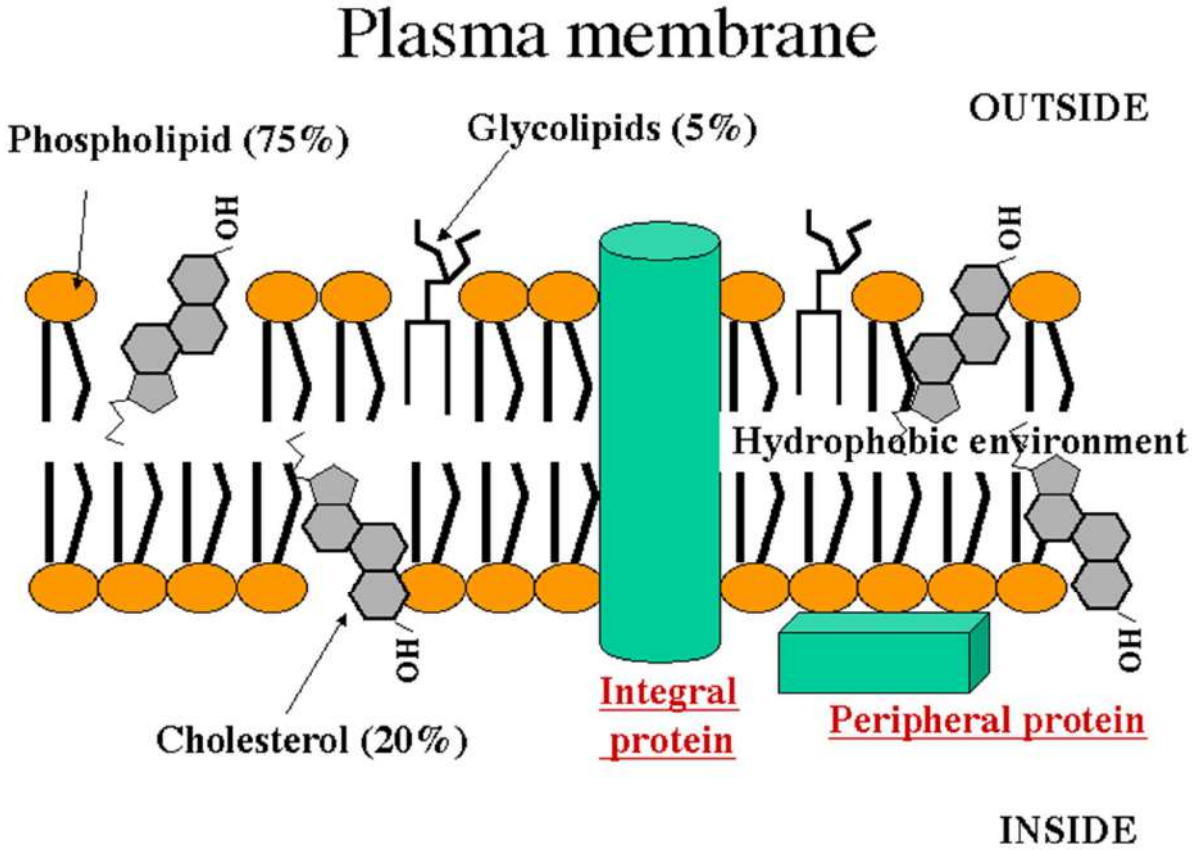
إذا ارتبطت الكاربوهيدرات بالأجزاء السطحية للبروتينات تكوّن بروتينات سكرية Glycoprotein ولها دور مهم في تمييز الخلايا لبعضها البعض, وبعض الخلايا مثل خلايا الدم البيضاء تستطيع تمييز الأجسام الغريبة بواسطة هذه البروتينات, وإذا ارتبطت الكاربوهيدرات بالدهون تكوّن اللبيدات السكرية Glycolipids, وللبروتينات السكرية واللبيدات السكرية دور في اتصال الخلايا ببعضها واتصالها بالمحيط الخارجي.

تركيب غشاء الخلية (Cell Membrane Structure):

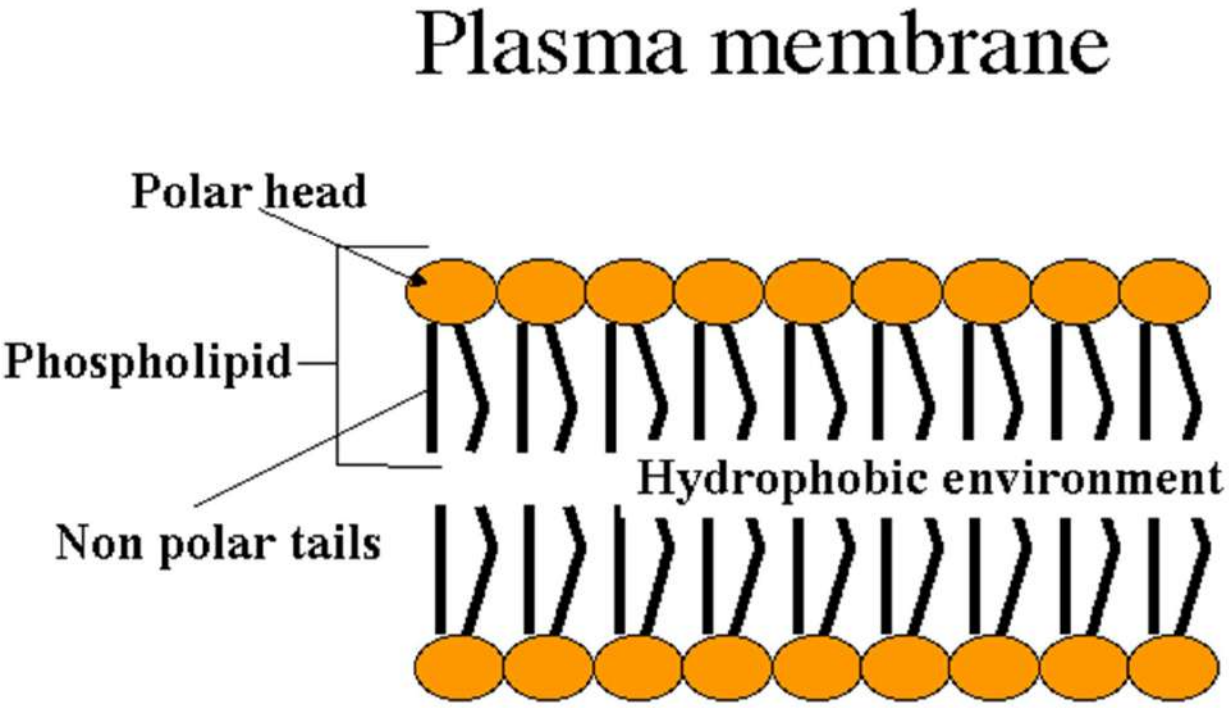
أوضحت الدراسات التجريبية التي أجريت على أنواع مختلفة من الخلايا أن كل خلية محاطة بغشاء رقيق جدًا يتركب من بعض الدهون والبروتينات، وقد أمكن استنتاج ذلك عندما لوحظ أن المواد الدهنية وكذلك المواد التي تذوب في الدهون تنتشر بسهولة إلى داخل وخارج الخلايا مما يدل على وجود طبقة من مادة دهنية في الغشاء الخلوي، وتبعًا لذلك فإنه كلما كانت المواد أكثر قابلية للذوبان في الدهون كلما كان معدل انتشارها أسرع خلال الأغشية الخلوية. مثال ذلك مادة الإيثر، وهي من المواد سريعة الذوبان في الدهون، وهذه المادة تنتشر خلال أغشية الخلايا أسرع من انتشار الغليسرين الذي هو أقل منها قابلية للذوبان في الدهون.

كذلك أظهرت بعض المشاهدات والتجارب الأخرى وجود طبقة بروتينية في غشاء الخلية.


Extracellular fluid
(watery environment)
Glycoprotein
Glycolipid
Cholesterol
Carbohydrate
of glycocalyx
Polar heads of
phospholipid
molecules
Bimolecular
lipid layer
containing
proteins
Nonpolar tails of
phospholipid
molecules
Peripheral
proteins
Integral
proteins
Filaments of
cytoskeleton
Cytoplasm
(watery environment)
Copyright © 2001 Benjamin Cummings, an imprint of Addison Wesley Longman, Inc.


Plasma membrane
OUTSIDE
Phospholipid (75%)
Glycolipids (5%)
OH
OH
Hydrophobic environment
OH
OH
Cholesterol (20%)
Integral
protein
Peripheral protein
INSIDE

الطبقة الثنائية الدهنية Lipid bilayer:



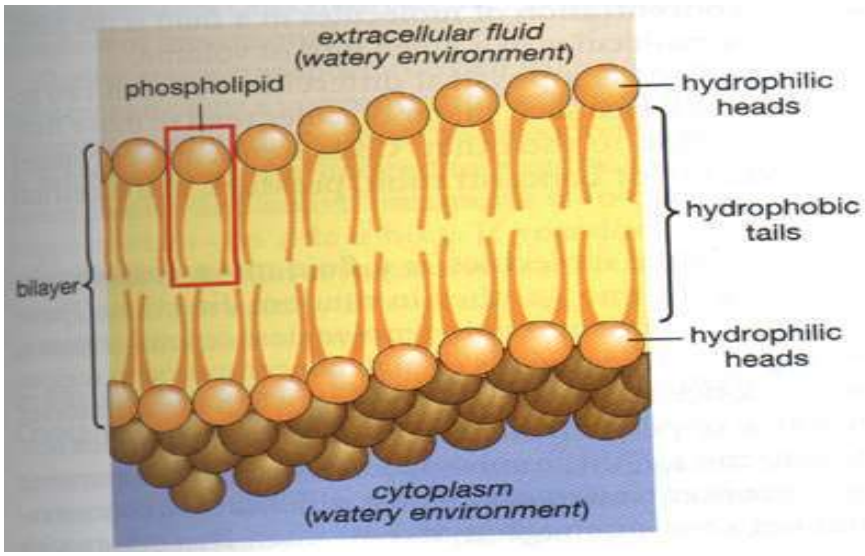
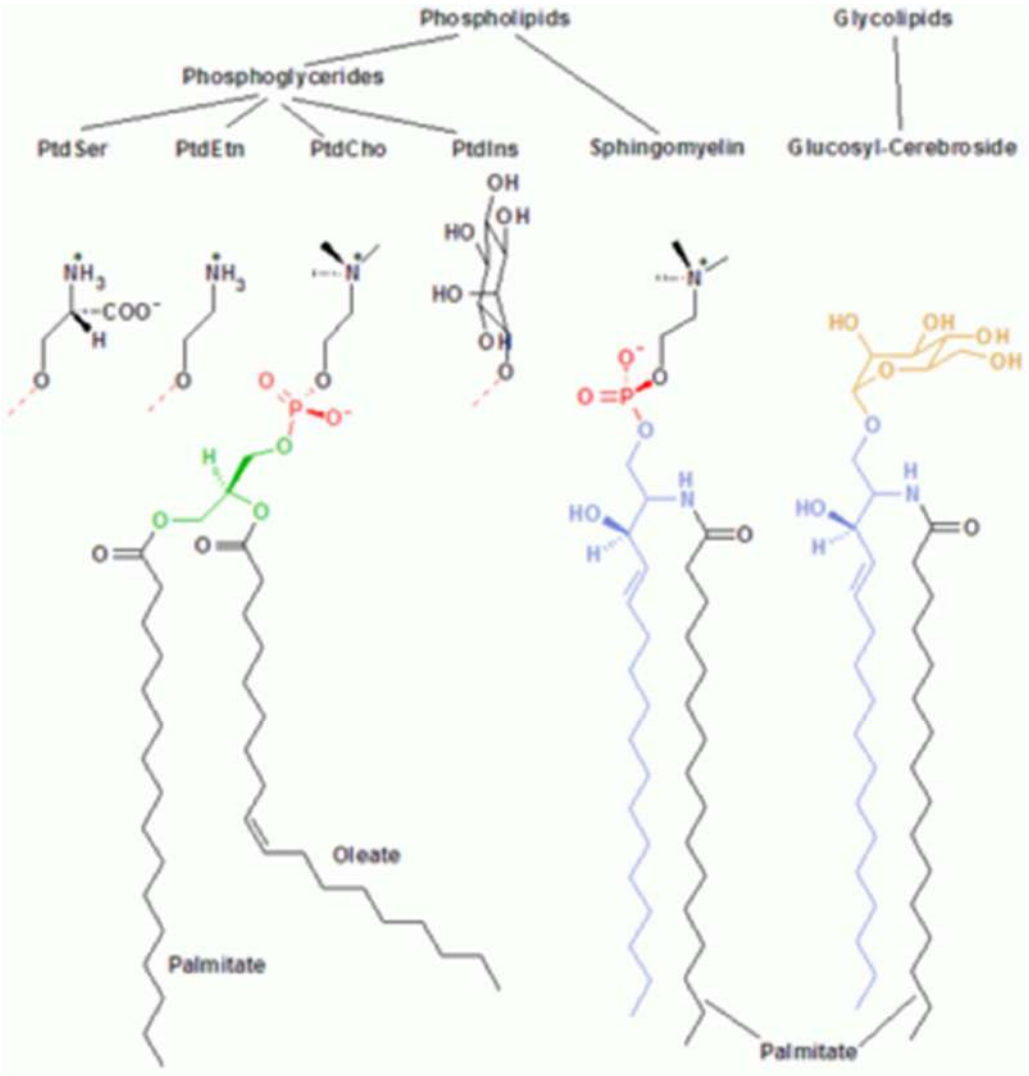


Diagram of the arrangement of amphipathic lipid molecules to form a lipid bilayer.The polar yellow head groups separate the grey hydrophobic tails from the aqueous cytosolic and extracellular environments

ويبدو الغشاء الخلوي في صور المجهر الإلكتروني منخفضة الإيضاح كخط رقيق داكن ، يبلغ سمكه 5.8–10 نانومتر. ويتميز التعضي الجزئي للغشاء بالتعقيد ، وبأنه يؤدي عديدا من الوظائف الضرورية. ويقوم الغشاء الخلوي بتنظيم حركة الأيونات والجزئيات الكبيرة إلى داخل الخلية وخارجها. ويزود هذا الغشاء بوسائل للإرتباط والإتصال بالخلايا المجاورة ، كما يزود بجزيئات أنتيجنية تشكل أساس التعرف الخلوي والخصوصية النسيجية ، وكذلك يزود الغشاء بآلية ضخ الأيونات لتنظم البيئة الداخلية للخلايا ، وأيضا بمستقبلات للهرمونات وآليات لتوليد جزئيات ، تعمل كرسل لتنشيط الإستجابة الخلوية الفسيولوجية للمؤثرات. وقد استخدم العديد من الباحثين الغشاء الخلوي لكريات الدم الحمراء في بحوثهم.



Examples of major membrane phospholipids and glycolipids : PtdCho (phosphatidylcholine),PtdEtn (phosphatidylethanolamine) , PtdIns (phosphatidylinositol) , PtdSer (phosphatidylserine)

ومن أكثر طرز دهون الغشاء شيوعا الفوسفوليبيدات phospholipids و الكولسترولوالجليكوليبيدات cholesterol – glycolipids . ومن البروتينات نجد كثيرا من الإنزيمات و الأنتيجينات Antigens والمستقبلات ، فضلا عن البروتينات التركيبية. وتشمل سلاسل السكريات الموجودة في الكليكوبروتينات والكليكوليبيدات مشتقات من الكلوكوز ، مثل:

D-galactose, D-mannose , L-fucose, Sialic acid, N-acety – D–glucosamine, and N-acety – D–Galactosamine .

اهمية ووظائف غشاء الخلية (Functions):

1- يحافظ على محتويات الخلية (Cell contents)

2- اختياري النفاذية (Selective permeability) اي يسمح بدخول مواد معينة الى داخل الخلية ويمنع دخول مواد اخرى .

3- يقوم غشاء الخلية بدور أساسي ومهم في عملية تنظيم مرور المواد الذائبة بين الخلايا والوسط المحيط بها، ويطلق على هذه الخاصية اسم النفوذية.

4- تعرف هذه الخاصية على أنها معدل حركة مادة ما خلال غشاء نافذ تحت تأثير قوى دافعة معينة.

5- لنفوذية الخلايا أهمية خاصة، فهي الوسيلة التي تعمل على تنظيم دخول مواد معينة للخلية تعمل على بناء المادة الحية للخلية.

6- تعتمد نفوذية الخلية على عوامل مثل: الحالة الفسيولوجية للخلية, درجة تركيز الأملاح في الوسط المحيط بالخلية, ودرجة الحرارة.

7- كما يقوم الغشاء بتنظيم خروج النواتج التالفة والمواد الإفرازية، بالإضافة إلى الماء الزائد عن حاجة الخلية.

8- يشكل ممرًا لنقل المعلومات بتأثير الهرمونات ونبضات الأعصاب وعلى الخلية ولهذا لا بد أن يكون نفوذًا أو شبه نفوذ.

9- يعمل كحامل للأنزيمات التي تشترك في كثير من التفاعلات، مثلاً أنزيم (ATPase) المنشط للصوديوم والبوتاسيوم المرتبط بما يعرف بمضخة الصوديوم بوتاسيوم المتواجدة على الغشاء البلازمي.

10- يوجد عليه أنزيم Adenyl cyclase الذي يؤدي تنشيطه إلى تحول الـATP إلى AMP.

نفوذية الخلية وعلاقتها بأيض الخلية (Cellular Permeability and Cellular Metabolism):

هناك علاقة وثيقة بين نفوذية الخلية وعمليات الايض التي تتم في الخلية، فمن الملاحظ أن المواد التي تحتاجها الخلية للقيام بأنشطة الايض المختلفة يكون معدل نفاذها أسرع إلى داخل الخلية. مثال 1: الأحماض الأمينية التي تحتاجها الخلية لبناء بروتيناتها تنتشر بسرعة وسهولة إلى داخل الخلية، ويقل معدل هذا الانتشار في الخلايا التي تقل حاجتها لمثل هذه الأحماض. مثال 2: في حالة السكريات تنتشر جزيئات الكلوكوزGlucose إلى داخل الخلية بمعدل أسرع من بقية السكريات، وذلك لأن الخلية تحتاج إلى الكلوكوز بصورة مستمرة، ويتم استهلاكه بمجرد الوصول إليها. مثال 3: الأوكسجين تحتاجه الخلايا بكميات كبيرة دائمًا، فعليه أن ينتشر إلى داخل الخلايا بمعدل مرتفع. وتلعب نفوذية غشاء الخلية من ناحية أخرى دورًا هاما في التحكم في خروج نواتج أنشطة الايض المختلفة من الخلية. مثال 1: أثناء انقباض الخلايا العضلية ينتج عن هدم الكلوكوز في أول الأمر بعض مشتقات الكليسرولالمهم بالنسبة للخلية، ومثل هذه المواد لا تتركها الخلايا لتتسرب إلى الخارج، وإنما تحتفظ بها ولا تتركها تنفذ بسهولة. مثال 2: في مرحلة متقدمة من انقباض الخلايا العضلية يتكون حامض اللاكتيك Lactic acid الذي تنجم عن تراكمه في الخلايا آثار ضارة، وهنا تتركه الخلية لينفذ بسرعة وسهولة إلى الأوعية الدموية المحيطة.

طرق النقل عبر الغشاء الخلوي

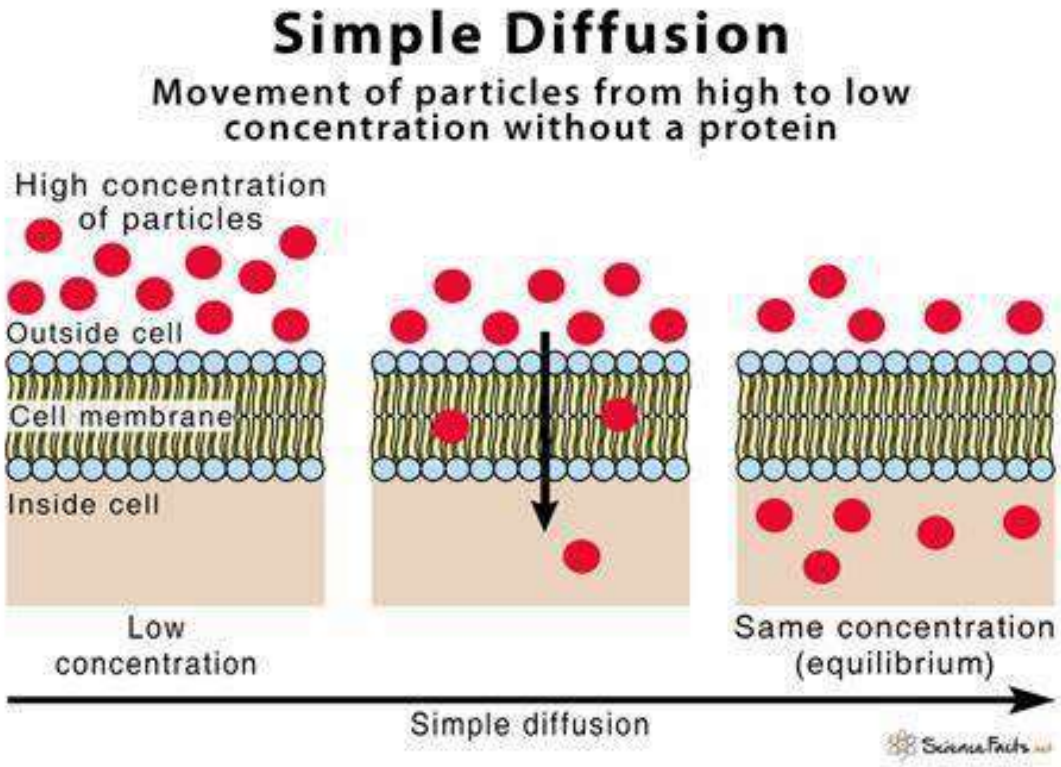
يعمل الغشاء البلازمي كحارس للخلية ينظم دخول وخروج المواد المشتركة في ايضها فبعض المواد تمر خلاله بسهولة والبعض الأخر يدخل ببطء وصعوبة ويظل البعض الأخر غير قادر على الدخول كليًّا ويسمى هذا السلوك بالنفوذية الاختيارية، ويعتمد نقل الجزيئات عبر الغشاء البلازمي على عدة عوامل منها: نوع الجزيئات إن كانت مذاب أو مذيب وحجم الجزيئات وقابليتها للذوبان في الدهون. فجزيئات المذاب صغيرة الحجم تُنقل من وإلى الخلية بواسطة جزيئات الغشاء البلازمي البروتينية التي تعرف بالبروتينات الناقلة, وهذه البروتينات إما أن تنقل جزيئات المذاب بالارتباط بها ارتباطا مؤقتا يغير شكلها أو أن يكون البروتين الناقل ممرًا صغيرًا على شكل قناة لتتمكن جزيئات المذاب من عبور طبقتي اللبيدات المفسفرة phospholipids، وفي حالة كون جزيئات المذاب كبيرة فإنها تدخل إلى الخلية بعملية البلعمة، أما جزيئات المذيب فإنها تنتقل من خلال طبقتي اللبيدات المفسفرة إذا كانت صغيرة وتذوب في الدهون وتدخل بالبلعمة إذا كانت كبيرة. وعلى هذا الأساس صنِّفت طرق النقل حسب حاجتها

للطاقة، فالنقل الذي لا يحتاج إلى بذل طاقة: الانتشار (Diffusion) بنوعيه (البسيط والميسر), والتنافذ (Osmosis), أما النقل الذي يتطلب طاقة مثل: النقل الفعال (Active Transport), الإدخال الخلوي (البلعمة Endocytosis), الإفراز الخلوي (Exocytosis).

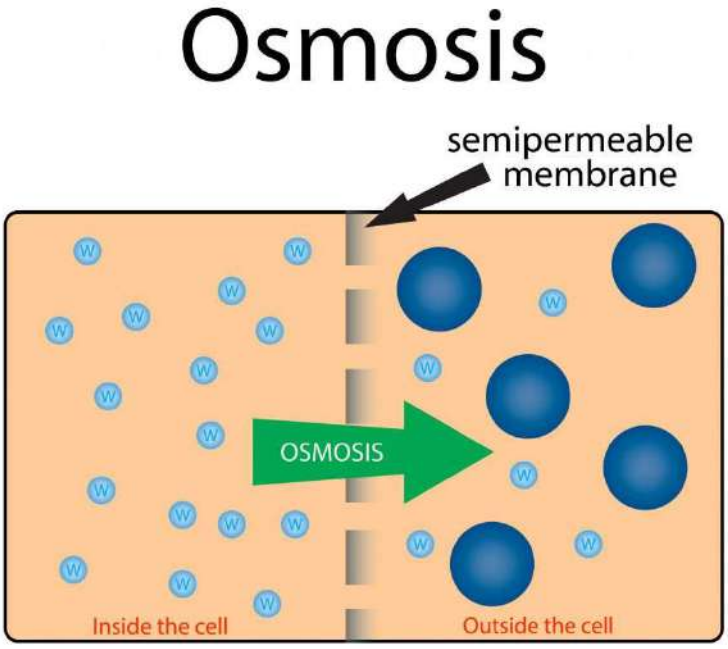
أولاً: الانتشار (Diffusion) وهو نوعان كما قلنا بسيط وميسر:

الانتشار البسيط: هو انتقال جزيئات المذاب مع تدرج التركيز أي من المنطقة ذات التركيز العالي إلى المنطقة ذات التركيز المنخفض عبر قنوات بروتينية ناقلة تمر من خلالها الجزيئات دون الارتباط معها ولا تحتاج إلى طاقة.

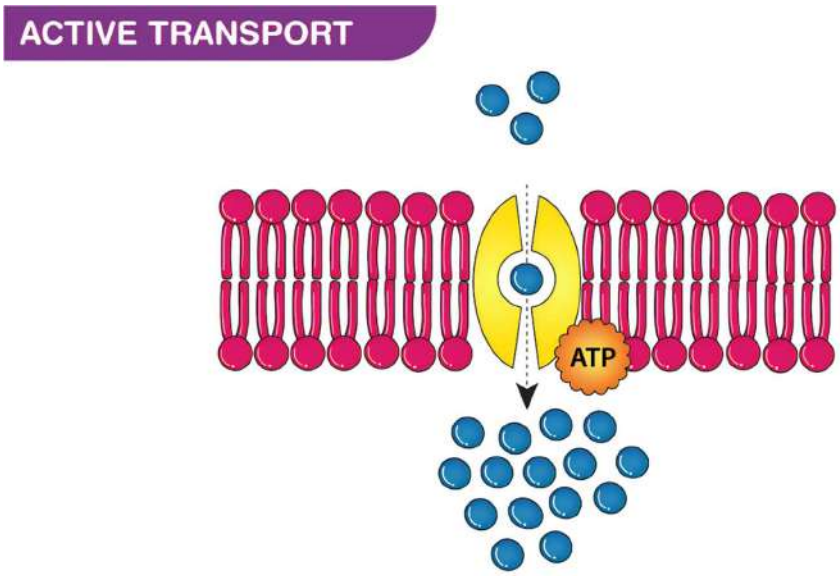
الانتشار الميسر: انتقال جزيئات المذاب مع تدرج التركيز بواسطة بروتينات ناقلة ترتبط بالجزيئات ارتباطًا مؤقتًا فتغير شكلها ثم تعود إلى شكلها الطبيعي بعد انفصال جزيئات المذاب عنها ودخولها إلى الخلية وهذه الآلية لا تحتاج إلى طاقة.



ثانيًا: التنافذ او التناضح (Osmosis): انتقال جزيئات المذيب (الماء) من المحلول منخفض التركيز بالنسبة للمذاب إلى المحلول عالي التركيز عبر غشاء الخلية، ويعرف المحلول ذو التركيز العالي بأنه محلول ذو ضغط اوزموزي عالي أما المحلول ذو التركيز المنخفض فيعرف بالمحلول ذو الضغط المنخفض.



ثالثًا: النقل الفعال (Active Transport): هو انتقال جزيئات المذاب ضد تدرج التركيز أي من المنطقة ذات التركيز المنخفض إلى المنطقة ذات التركيز العالي بواسطة بروتينات ناقلة ترتبط بها كيميائيًا محدثة بها تغيرات مؤقتة في شكلها ثم تنفصل عنها بعد دخولها إلى الخلية ويتطلب ذلك طاقة (ATP) لحدوثه إذ تنشط البروتين الناقل لتغيير شكله والقيام بعمله ويسمى البروتين الناقل في هذه الحالة بالمضخة.



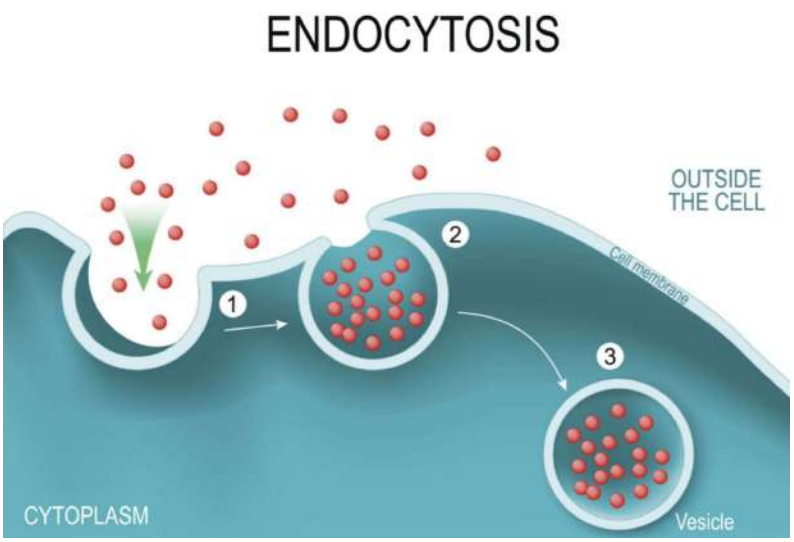
رابعًا: البلعمة (Endocytosis): البلعمة هي قدرة الغشاء البلازمي على الانثناء إلى الداخل في المنطقة التي يلامس بها الأجسام الكبيرة، بحيث تصبح هذه الأجسام داخل التقعر الذي يتحول إلى فجوة ضمن السيتوبلازم.

أهمية البلعمة:

1- تغذية الكائنات وحيدة الخلية مثل الأميبا.

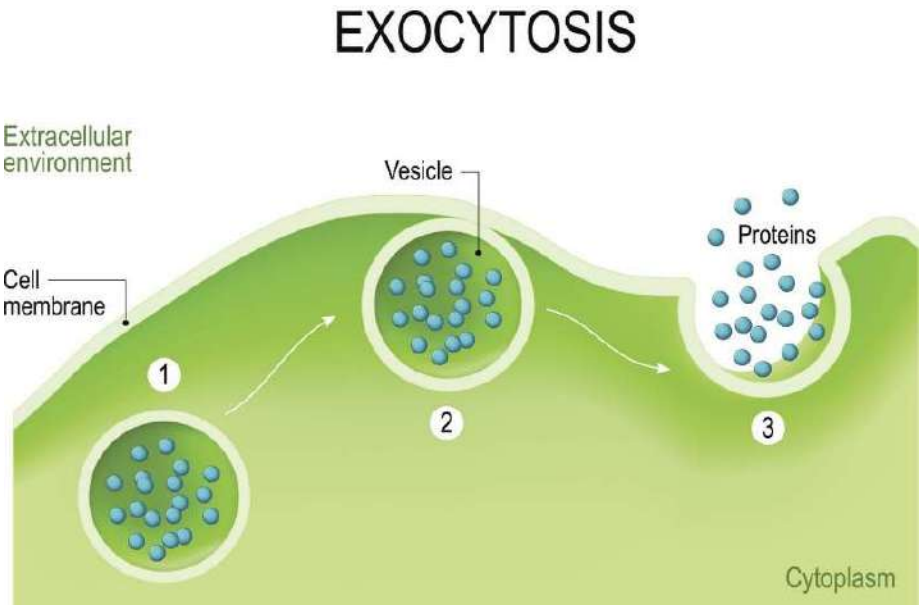
2- إدخال الجزيئات الكبيرة والمواد الصلبة إلى داخل الخلية.

3- ابتلاع الأجسام الغريبة بوساطة خلايا الدم البيضاء.



خامسًا: الإفراز الخلوي (الخارجي) Exocytosis:

قدرة الخلية على طرح المواد خارجها بتكوين أكياس خاصة أو فجوات داخل الخلية، ثم تتحد مع الغشاء البلازمي وتقذف محتوياتها خارج الخلية.



السايتوبلازم (Cytoplasm)

يمكننا القول أن السايتوبلازم هو المعمل الكيمياحيوي للخلية، ففيها تتم العمليات الحيوية وبناء المواد الجديدة وإنتاج الطاقة وتخزينها, وتشكل السايتوبلازم الجزء الأكبر من محتوى الخلية الحية وهي عبارة عن محلول مائي تسبح فيه عُضيات مختلفة, كما تحتوي على فجوات تقوم بوظائف عدة وتكون عبارة عن محلول مائي يحتوي أغذية وأملاح وبعض فضلات الخلية.تمتلىء السايتوبلازم بالعديد من العضيات المنتشرة الكبيرة والصغيرة ويدعى الجزء الرائق من السايتوبلازم باسم العصارة الخلوية وهي تحوي على البروتينات المنحلة والكلوكوز وينتشر بها جزيئات الدهن المعتدلة وحبيبات الكلايكوجين والأجسام الريبية والحويصلات الإفرازية إضافة إلى مجموعة اجزاء اخربتم دراستها سابقاً : منها الشبكة الاندوبلازمية , جهاز كولجي, المايتوكوندريا , الجسيمات الحالة, واجزاء اخرى .

التركيب الكيميائي للسايتوبلازم:

يتكون من نسبة كبيرة من الماء قد تصل إلى أكثر من 90%، تحتوي ما يقرب من 30 عنصراً موزعة كالتالي:

المجموعة الأولى: وهي الكربون، والأوكسجين، والهيدروجين، وتمثل 94 %.

المجموعة الثانية: النيتروجين، الفوسفور، البوتاسيوم، الكالسيوم، المغنيسيوم، والكبريت، وتمثل 0.1 –5 % من المادة الحية.

المجموعة الثالثة: وتسمى مجموعة العناصر الصغرى وهي عبارة عن 20 عنصرًا مهمًا قد يؤدي نقصها أو غيابها إلى اضطرابات فسيولوجية أو الموت، ومن أمثلتها الحديد، الألمنيوم، الصوديوم، البورون، الكلور، الزنك، السيليكون، المنغنيز.

فسلجة الحيوان العملي

المرحلة الثالثة

المحاضرة الثالثة

العوامل المؤثرة على نفاذية المواد عبرغشاء الخلية والمحاليل وتراكيزها

د. عبد الكريم عبد الرضا هوبي

د. حمزة عبد السلام المعموري

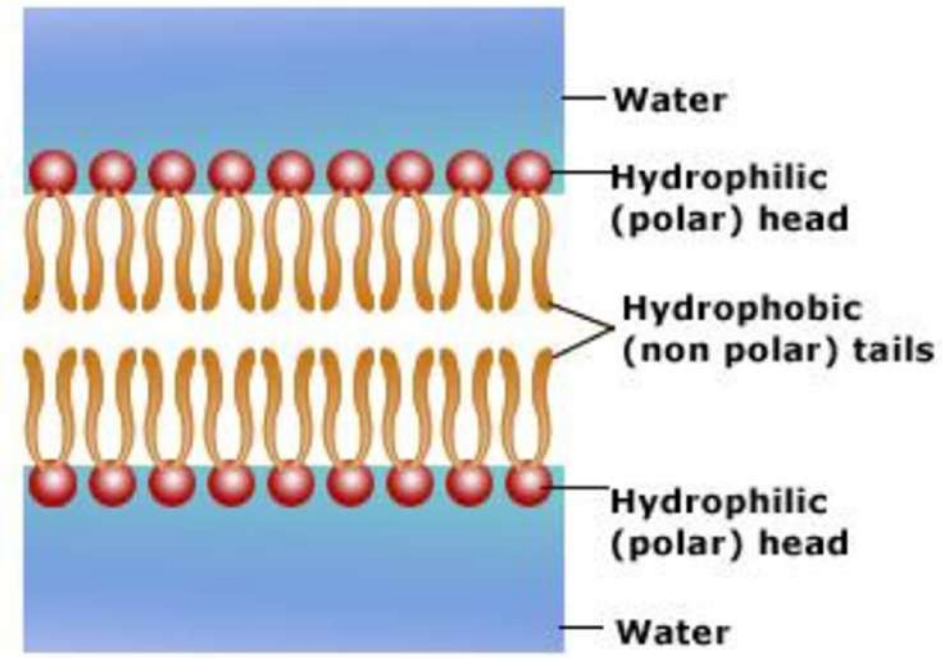
العوامل المؤثرة على نفاذية المواد عبر غشاء الخلية:-

1- تركيب غشاء الخلية (Composition of cell membrane)

من التجارب الأولية التي أجريت على غشاء الخلية، تم اثبات ان غشاء الخلية يحتوي على مادة دهنية، وهذه المادة الدهنية تساعد على سهولة نفاذية المواد الذائبة فيها مقارنة ببقية المواد. وقد اكتشف العالمان الأمريكيان Gorten , Grendle (1925) أن غشاء الخلية يتكون من دهون وان هذه الدهون هي عبارة عن دهون فسفورية (Phospholipids) وإن هذه الدهون تتكون من طبقتين (Lipid bilayer). وعند اكتشاف المجهر الإلكتروني تم ملاحظة:

(1) ان جزيئات الدهن هذه تتكون من رأس وذيل مصطفة مع بعضها البعض ضمن الطبقة الواحدة، وإن الطبقة الثانية تكون عكس الأولى (ذيل مقابل ذيل والرؤوس بعيدة عن بعضها).

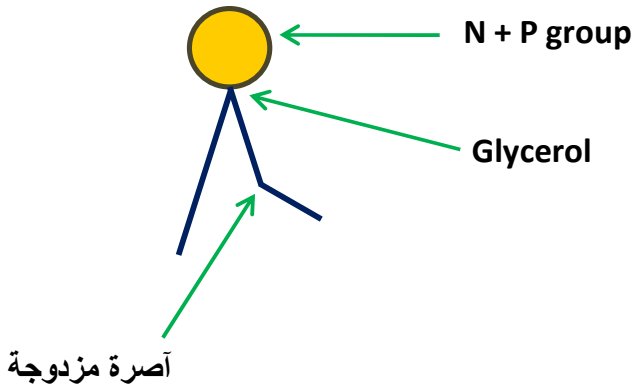
(2) إن رؤوس هذه الطبقتين تكون قطبية (Polar) أي أنها تحمل شحنة (Charge) وتكون محبة للماء (Hydrophilic) أما الذيول تكون غير قطبية (Non polar) وتكون كارهة للماء (Hydrophobic)



(3) رأس الطبقة الدهنية مكون من مجموعة نتروجينية + مجموعة فوسفاتية، والذيل مكون من أحماض دهنية (Fatty acids) مشبعة وغير مشبعة.

(4) كما لاحظوا ان الانثناء الموجود في أحد ذيلي الجزيئة يكون بسبب وجود الآصرة المزدوجة عند هذه النقطة.

(5) الارتباط ما بين الرأس والذيل يكون من مادة كليسرول Glycerol وكما مبين في الشكل الاتي:



وبعد فترة من الزمن اكتشف العالم Davidson (1940) بأن جدار الخلية يحتوي على جزيئات بروتين بالإضافة الى جزيئات الدهن. وفي عام 1950 أجرى العالم Robertson دراسات تكميلية لدراسة Davidson وقال بأن هذه البروتينات تكون بشكل غطاء يحيط بالجزيئات الدهنية من الخارج وقال أيضاً ان كل الخلايا الحيوانية تتشابه في تركيب غشاء الخلية.

وبقيت هذه النظرية قائمة حتى عام 1972 حيث نقضت من قبل Singer and Nicholson، إذ اكدوا أن جزيئات البروتين تنتشر ما بين جزيئات المواد الدهنية بشكل عشوائي غير منتظم وهي على ثلاثة أنواع من البروتين:

1- سطحي خارجي (Outer protein).
2- داخلي يوجد في قعر الغشاء (Inner Protein).
3- يخترق الغشاء من الأعلى الى الأسفل (Through and through protein)

2- الوزن الجزيئي للمواد النافذة (molecular weight)

لاحظ الباحثين في هذا المجال أن اليوريا Urea التي وزنها الجزيئي 47 دالتون تنفذ خلال غشاء الخلية بسرعة أكبر مقارنة بالكليسرول الذي وزنه الجزيئي 96 دالتون. أي ان المواد كلما زاد وزنها

الجزيئي زادت صعوبة نفاذيتها. وأن أعلى وزن جزيئي للمواد التي بأمكانها النفاذ من خلال جدار الخلية بدون الحاجة الى آليات معينة هو 5000 دالتون. وكلما زاد عن هذا الوزن لا يسمح له بالنفاذ الا بإستخدام آليات معينة.

3- شحنة المواد Charge of the materials

إن الشحنة السائدة بشكل عام لجدار الخلية هي الشحنة السالبة ومقدارها يتراوح بين (−60) و (−70) ملي فولت mv . والمواد التي تكون شحنتها موجبة تنفذ بشكل أسرع مقارنة بالسالبة بسبب التجاذب بين الشحنات.

4- طبيعة المواد النافذة (Nature of the materials)

أي أن المواد تكون على نوعين اعتمادا على الشحنات. مواد الكتروليتية أو غير الكتروليتية (المادة الألكتروليتية هي المواد التي بأمكانها أن تتأين الى أيونات موجبة وسالبة) مثل مادة NaCl حيث يمكن أن تتأين الى Na^+ و Cl^-. في حين أن السكر مثل الكلوكوز يكون غير الكتروليتي. وقد لوحظ أن المواد الألكتروليتية تنفذ بسرعة أكبر من خلال غشاء الخلية مقارنة بالمواد غير الألكتروليتية.

5- تركيز المواد النافذة (Concentration of the materials)

وكما يأتي:

التراكيز المستخدمة في تحضير المحاليل الفسلجية:

هنالك طرق عديدة مستخدمة في تحضير المحاليل، تختلف من محلول الى اخر وتعتمد بشكل رئيسي على عدد الجزيئات أو الايونات في المحاليل.

a. النسبة المؤية للمادة في المحلول percentage solution (%) ويستخدم هذا التحضير بكثرة ويعتبر من أسهل طرق التحضير ويعني عدد الغرامات للمذاب المذابة في 100 مللتر من المذيب.

والمعادلة هي:

$$\text{Percentage} = \frac{\text{gm of solvent}}{\text{Volume of solution}} \times 100$$

مثال: اذا تم تحضير 12% كلكوز(w/v; weight/volume) فهذا يعني أن 12 غم من الكلوكوز تم اذابتها في 100 مللتر ماء مقطر.

مثال آخر: اذا تم اذابة 2غم من NaCl في 25 مللتر من الماء المقطر، فما هي النسبة المئوية للمذاب في المحلول ؟

(NaCl) solvent	solution
المادة المذابة	المحلول
2 غم	25 مللتر
X	100

$2 \times 100 / 25 = 8\%$

في الكائنات الحية، تراكيز معظم المواد تعتبر قليلة جدا، وغالبا ما تكون محسوبة على اساس الملي غرام (mg %) , فعلى سبيل المثال , فأن تركيز الكلوكوز في الدم هو بحدود 90 ملغم لكل 100مللتر , عندما يتم حسابه كنسبة مئوية فأنه يصبح 0.09 % وهذا هو نسبته الطبيعية في الجسم

1gm =1000 mg

b. التركيز المولاري (M) Molar of solution

تعريف:

1 مول = الوزن الجزيئي او الوزن الذري للمادة المذابة بالغرامات في 1 لتر من المذيب.

مثلا: يراد تحضير 1 مول من الكلوكوز

الوزن الجزيئي للكلوكوز $C_6H_{12}O_6$ =180 ..... (للحفظ)

لذلك

1 mole of glucose =180/1000 =1 mole

Or:

18/100 =1mole

Or:

1.8/10 =1 mole

ولغرض تحضير 1 مول من NaCl

الوزن الجزيئي لـ NaCl = 58.5 ..... (للحفظ)

يذاب 58.5 غم من الـ NaCl مع 1لتر ماء مقطر= 1مول

او 5.85 غم في 100 مللتر ماء مقطر =1 مول

سؤال: احسب تركيز الكلوكوز في الجسم بالـ mM (ملي مول millimole)؟

بسبب ان تركيز المواد في الجسم بصورة عامة تعتبر قليلة جدا، لذلك يستخدم دائما ال (mM) ملي مول (millimole).

مثلا 180 ملغم كلوكوز تذاب في 1 لتر ⟸ التركيز سيكون 1 ملي مول

لذلك فإن:

90 ملغم % للكلوكوز في الجسم (للحفظ) سيساوي:

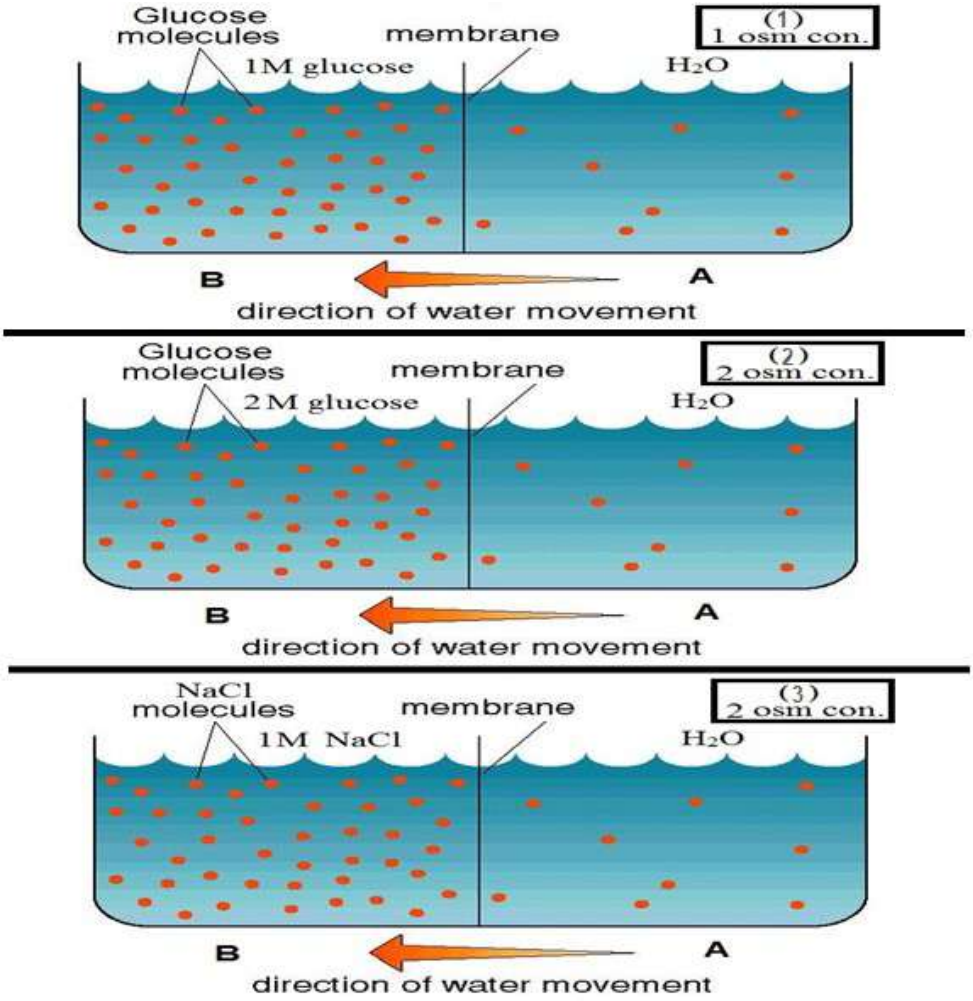
900 mg /L =90 mg /100

900 /(180 mg/mM) = 5 mM glucose

c. التركيز الازمولارتي او الازمولالتري Osmolar Solution (osm):

ويستخدم هذا التركيز بشكل كبير في المحاليل البيولوجية. ولغرض فهم هذا النوع من التركيز نأخذ بعض الامثلة.

في الحالات الاعتيادية 1 Osm =1 M ..... (للحفظ)



شكل يوضح تأثير الضغط الازموزي بالسوائل.

(1) الماء موجود في الجزء A والكلوكوز في الجزء B ولغرض حدوث التوازن بين الجهتين فالماء يتحرك من A الى B (التحرك من الجزء ذو التركيز العالي للماء الى التركيز الواطئ له [ويطلق عليه بالـ Osmosis اما القوة فتدعى بالضغط الازموزي Osmotic pressure] او ان الماء سينتقل من الضغط الواطئ الى الضغط العالي) وان 1 مول من الكلوكوز = 1 ضغط ازموزي.

(2) نلاحظ تركيز الكلوكوز (محلول غير اليكتروليتي) في المحلول (1) تم مضاعفته (2M) اي ان:

2M glucose = 2 osm concentration.

فإن الماء يتحرك بسرعة مضاعفة مما هو عليه في الشكل (1)، وهذا يعود الى الضغط الازموزي المضاعف في المحلول.

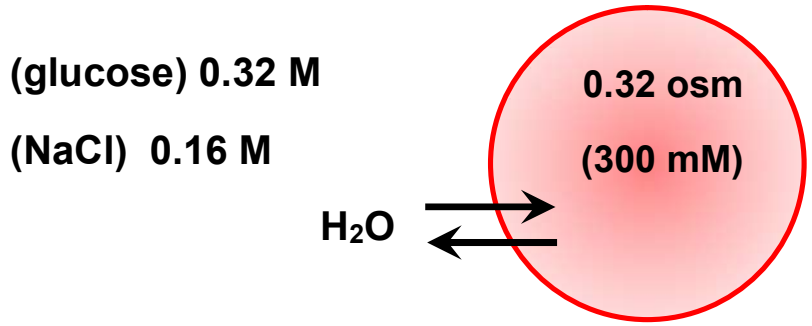
(3) هنالك بعض المركبات الاليكتروليتية (وهي المركبات التي تتميز بسرعة تحللها ايونياً): مثل كلوريد الصوديوم NaCl لذلك فهي تعطي عند تحللها:

1 mole (NaCl) → 1 mole (Na) +1 mole (Cl)

اي ان كل جزء متمم يمثل ضغط ازموزي منفصل.

لهذا فإن سرعة تحرك الماء في الشكل (3) يساوي سرعة تحرك الماء في الشكل (2) باعتبار ان الضغط الازموزي لكلا المحلولين متساوي ويساوي 2 ضغط ازموزي.

في خلايا اللبائن بشكل عام، يكون الضغط الازموزي لها بحدود 0.32 osm فإذا وضعت في محاليل مشابهة لتركيزها (مثل 0.32 مول كلوكوز او 0.16 مول كلوريد الصوديوم) فاننا لانتوقع ان يحدث تحرك للماء (سواء للداخل او الخارج)



لذلك فإن المحاليل التي لها نفس تراكيز الضغط الازموزي للخلية تدعى بالمحاليل **Isotonic solutions** اما المحاليل التي تراكيزها او الضغط الازموزي لها أكثر من تراكيز الضغط الازموزي للخلية فتسمى **Hypertonic solutions** والمحاليل التي تراكيزها اقل من تراكيز الضغط الازموزي للخلية فتسمى بـ **Hypotonic solutions**.

التجارب المختبرية:

1- التجربة العيانية: نأخذ انابيب اختبار تحوي على تراكيز مختلفة من كلوريد الصوديوم وكالاتي:

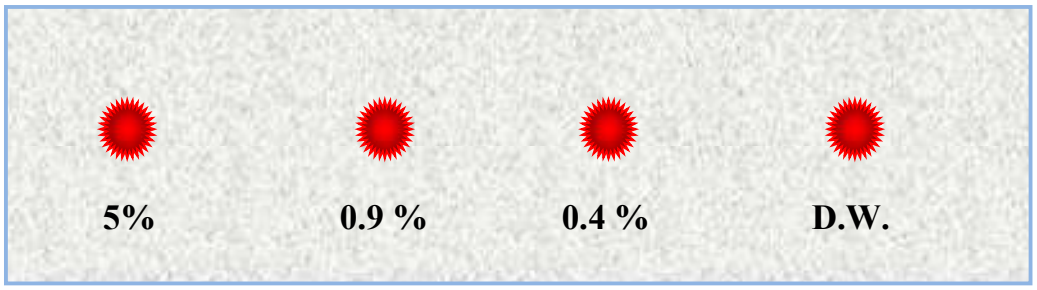
0.2%, 0.4 %, 0.6 %, 0.9 %, 2 %, 5%

ونضع في كل انبوبة 2 مل من هذه المحاليل، ثم نضيف 2 قطرة من الدم المجموع حديثاً والذي يحوي على مانع تخثر ونبدأ بحساب الوقت اللازم لتحلل الكريات الدموية في كل محلول وكما في الجدول الاتي:

Tube no.	NaCl (%)	Time Lysis (sec.)
1	0.2%	
2	0.4%	
3	0.6%	
4	0.9%	
5	2%	
6	5%	

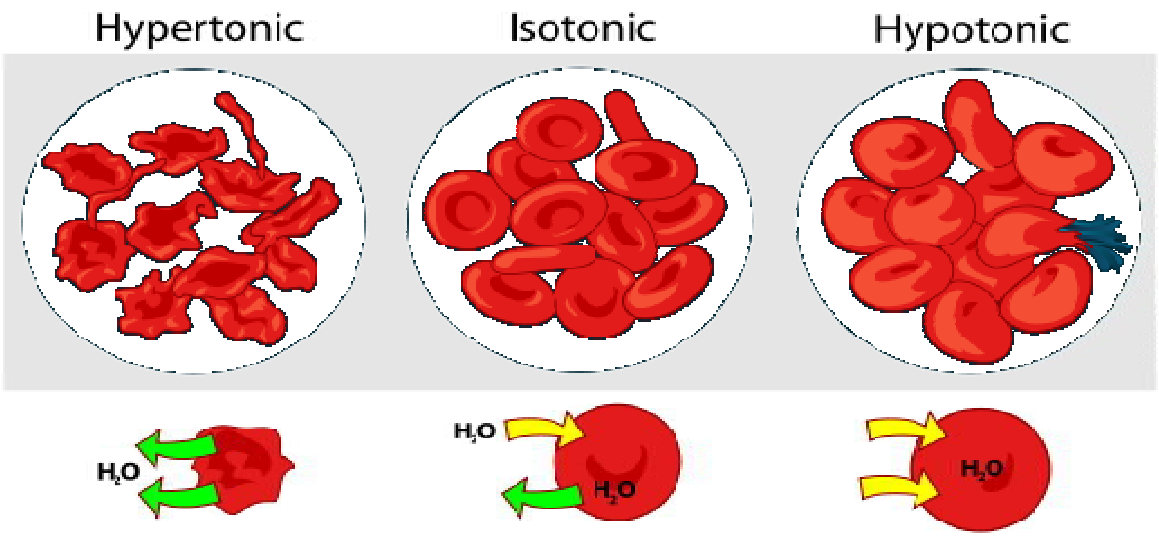
2- التجربة المجهرية:

1- نضع قطرات من كل محلول بشكل منفصل على شريحة مجهر نظيفة slide



ويتم ملاحظتها في المايكروسكوب بعد تغطيتها بغطاء الشريحة Microscope cover slide ليتم مقارنة حجوم الخلايا Cell volume وشكلها.

وأشرح ماذا يحدث وما هي المحاليل Isotonic،hypotonic , hypertonic



سنأخذ مجموعة من الأمثلة على بعض المواد والمحاليل:

خلية أو كرية الدم الحمراء RBC (الحديث ينطبق على جميع الخلايا) تركيز NaCl داخل الخلية هو 16.0 M

في الحالات الأعتيادية فأن 1osm =1M

1- عند وضع خلية RBC في ماء مقطر، فأن الماء ينتقل الى داخل الخلية لأن الضغط خارج الخلية (0.02 osm. بالنسبة للماء المقطر) أقل من داخل الخلية فيؤدي الى انتقال الماء ويتوقف عند حدوث التوازن، أي أن المولارتي (M) داخل الخلية سيصبح 0.02 وان حجم الخلية يجب أن يزداد 8 مرات وهذا غير ممكن لان الخلية سوف تنفجر.

2- إذا وضعت الكرية في محلول NaCl تركيزه (0.16M) هنا نلاحظ أن الخلية تحافظ على شكلها وسوف لن ينتقل الماء خلال غشاء الخلية ويسمى هذا المحلول Isotonic solution

3- إذا وضعت الكرية في محلول NaCl بتركيز (0.14M) فسيحدث انتقال للماء من خارج الخلية الى داخل الخلية (أي من التركيز الواطيء الى التركيز العالي للملح) ويتوقف دخول الماء عند تساوي التركيزين (داخل وخارج الخلية)

V = osm in / osm out = 0.16/0.14 = 1.14

أي سوف يكبر حجم الخلية بمقدار 1.14 مرة وسوف لن يحصل انفجار لكون الخلية تتحمل انتفاخ الى الحد الحرج وهو (1.6 – 2.0 مرة) وهنا يسمى المحلول Hypotonic solution

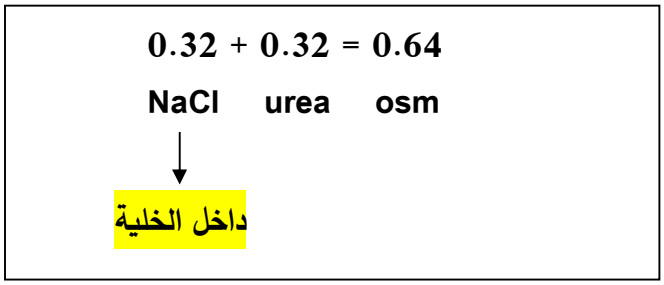
الحد الحرج للخلية هو 1.6-2.0 مرة ..... (للحفظ)

4- أما إذا وضعت الخلية في محلول تركيز ال NaCl به هو 0.18M هنا سوف ينتقل الماء من داخل الخلية الى خارجها الى أن يصبح التركيز داخل الخلية كما في خارجها وهنا سيحدث انكماش (Cell shrinkage). ويسمى هذا المحلول Hypertonic solution

V = 0.16/0.18 = 0.8

أي تصبح الخلية بحجم مقداره 0.8 من حجمها الأصلي.

5- إذا وضعت الخلية في محلول اليوريا urea بتركيز 0.32 M هنا نلاحظ تساوي الضغطين داخل وخارج الخلايا، ولكن اليوريا لها القابلية على النفاذ وتركيزها يختلف خارج الخلية عن داخلها، فتنفذ اليوريا الى داخل الخلية الى ان يصبح تركيزها داخل الخلية بقيمة تركيزها خارج الخلية لذلك فإن الضغط الأزموزي داخل الخلية سيصبح



V = osm in / osm out = 0.64 / 0.32 = 2

6- نفس الكلام ينطبق للكليسرول، إلا انه يحتاج الى وقت أطول لكي ينفذ وذلك بسبب وزنه الجزيئي الأعلى واللزوجة الأعلى من اليوريا.

7- السكريات مثل الكلوكوز لاتنفذ الى الخلية لذلك سوف تبقى الخلية على حالها..... (مهم للحفظ)

8- إذا وضعت الخلية بمحلول ايثر فسوف يذوب غشاء الخلية باعتبار الايثر كمذيب عضوي.

سؤال/ إذا علمت أن

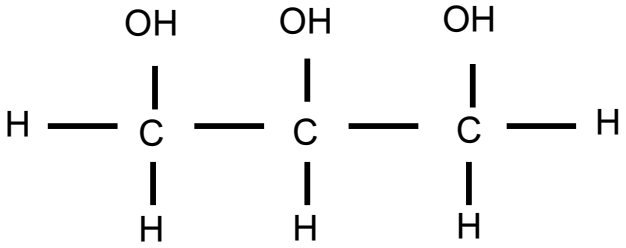
1- التركيب الكيمياوي لكل من (للحفظ):

Sodium Chloride = NaCl

Urea = $CO(NH_2)_2$

Glucose = $C_6H_{12}O_6$

Glycerol =



2- الوزن الجزيئي لكل من (للحفظ)

N = 14, C = 12 , O = 16 , H = 1, Na = 23 , Cl = 35

3- Molarity = weight/Molecular weight (للحفظ)

أوجد الأوزان المطلوبة لتحضير المحاليل التالية:-

NaCl

0.02 , 0.04 , 0.06 , 0.08 , 0.10 , 0.12 , 0.14 , 0.16 M

Urea = 0.3 M

Glucose = 0.3 M

Glycerol = 0.3 M

فسلجة الحيوان العملي

المرحلة الثالثة

المحاضرة الرابعة

الدم ، وظائفه ، تركيبه

د. عبد الكريم عبد الرضا هوبي

د. حمزة عبد السلام المعموري

مقدمة

الدم هو: ذلك السائل الأحمر اللزج، الذي يسري عبر الجسم بحركة دورية، فيصل إلى جميع خلايا الجسم حاملاً إليها الغذاء والأكسجين، ويأخذ منها الفضلات. وتصل درجة أهمية هذا السائل إلى أنه إذا انقطع أو توقف سريانه عن عضو ولو لدقائق قليلة، يفقد هذا العضو قدرته الوظيفية، وتموت خلاياه.

والجهاز الدوري في اللبائن من النوع المغلق؛ بمعنى أن الدم يسير في أوعية محددة يطلق عليها "الأوعية الدموية" ولا يغادرها إلى تجاويف الجسم . وتحتوي الأوعية الدموية على حوالي 3/2 من كمية الدم الكلية الموجودة في الجسم، في حين يخزن الثلث الباقي في الكبد والطحال ومناطق أخرى في الجسم.

ويُعد الدم أحد أنواع الأنسجة الضامةConnective tissue، ويتألف من مجموعة من الخلايا تشكل 45% من حجم الدم، وتسبح في سائل يطلق عليه البلازما plasmaالذي يكون 55% من حجم الدم. وتبلغ لزوجته خمسة أضعاف لزوجة الماء.

وخلايا الدم متعددة من حيث الشكل، والوظيفة، والمنشأ. وهي تنقسم بشكل عام إلى: كريات دم حمراء متخصصة في نقل الغازات، وكريات دم بيضاء متخصصة في الدفاع عن الجسم ضدالميكروبات والجراثيم

شكل

خلايا الدم البيضاء

1. وظائف الدم

للدم وظائف عدة منها:

1. التنفس : نقل الأكسجين من الرئة إلى الأنسجة، ثم نقل ثاني أكسيد الكربون الناتج عن احتراق الأكسجين والغذاء في الخلايا إلى الرئتين، ومنه إلى خارج الجسم عن طريق الزفير.
2. النقل : 1- نقل العديد من العناصر الغذائية، مثل: الكلوكوز، والأحماض الأمينية، والدهون، والفيتامينات، والمعادن، من الجهاز الهضمي في مستوى الأمعاء، إلى سائر أنسجة الجسم. 2- طرد فضلات التمثيل الغذائي (النواتج الايضية) ، وخصوصاً اليوريا Urea ، وحامض اليوريك Uric Acid السامَّيْنِ خارج الجسم عن طريق أعضاء الإخراج، وبصفة خاصة الكُلْية.
3. الدفاع عن الجسم، 1- إذ تقوم بعض كريات الدم البيضاء بتكوين الأجسام المضادة Antibodies ، ومضادات السموم Antitoxin التي تقوم بحماية الجسم ضد الميكروبات والسموم، 2- كما أن بعض كريات الدم البيضاء تقوم بابتلاع الميكروبات والقضاء عليها Phagocyte 3- تتواجد مضادات الانزيمات 4- المحاليل المنظمة Buffers.
4. التنظيم : 1- نقل الهرمونات التي تفرزها الغدد إلى الأنسجة. فضلاً عن قيامه بتنظيم إفراز هذه الهرمونات من الغدد المختلفة، فعندما يرتفع تركيز الهرمون في الدم عن المستوى العادي، يقل إفرازه، وعندما يقل تركيزه في الدم، يزيد إفرازه.2- ينظم الضغط الازموزي 3- تنظيم المحتوى الطبيعي للماء 4- يشترك في تنظيم درجة حرارة الجسم.

2. كمية الدم Blood volume:

تختلف كمية الدم باختلاف الحيوانات ، وتعتمد على عدة عوامل هي :1- العمر 2- الجنس 3- الرياضة 4- الفصل من السنة 5- التغذية 6- الارتفاع عن مستوى سطح البحر

نوع الحيوان	كمية الدم (%) من وزن اللجسم
الابقار	8
الاغنام والماعز	8
الانسان	7

3. تركيب الدم

التركيب الفيزياوي والكيمياوي للدم The physical and chemical structure of blood

- **لزوجة الدم blood viscosity تقدر بـ 3.5 – 5.4 أما لزوجة البلازما فتقدر بـ 1.9 – 2.3 . واللزوجة تنشأ من الاحتكاك الداخلي للأجزاء الصغيرة عند حركتها ، وتعتمد على شكل واعداد الكريات ، فكلما ارتفعت أدى ذلك الى ارتفاع اللزوجة.**
- **الضغط الازموزي للدم Osmotic pressure: هو 7 ضغط جوي ويعتمد على 1- الاملاح المعدنية وخاصة كلوريد الصوديوم 2- البروتينات المتواجدة في البلازما .**
- **درجة حموضة الدم pH هي بحدود 7.2 – 7.6 وان حدوث اي تغير او اختلاف بسيط في درجة الحموضة فإنها تؤدي الى حدوث تغيرات بالوظائف الفسيولوجية في الجسم .**
- **ويتركب الدم من جزأين رئيسيين، هما: سائل البلازما، والخلايا.**

أ. البلازما Plasma : وهو سائل لزج، لونه أصفر، يتكون أغلبه من الماء، بنسبة 78%، و 22% مادة جافة التي تتكون من (0.8 % معادن و 21.2 % مواد عضوية) . وتشكل البروتينات 8% منه. وتقع بروتينات البلازما في ثلاث مجموعات رئيسية هي:

(1) ألبومين Albumin : وهو الذي يعطي الدم لزوجته، ويمد الأنسجة باحتياجاتها البروتينية.

(2) كلوبيولين Globulin : وهو ضروري لتكوين الأجسام المناعية المضادة للميكروبات. وهو على ثلاث انواع :

Alpha-globulin
Beta-globulin
Gamma-globulin

(3) فيبرينوجين Fibrinogen : وهو ضروري لتخثر الدم. ويعد بروتين ذائب في بلازما الدم ، تحدث له عملية بلمرة Polymerization ويتحول الى بروتين غير ذائب يسمى Fibrin وذلك اثناء عملية التجلط (التخثر).

كما توجد مواد أخرى في البلازما، مثل: الكلوكوز، والأملاح، والغازات.

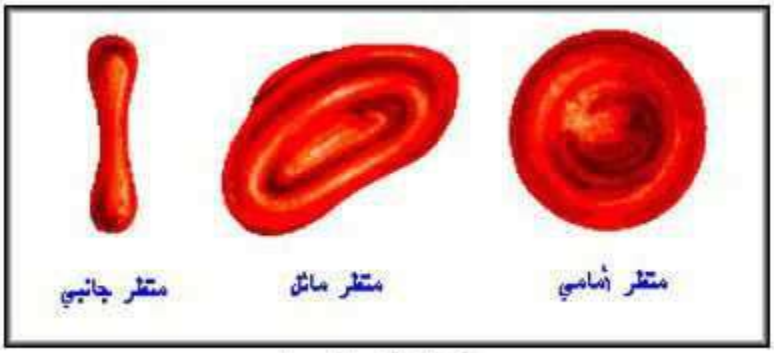
ب. خلايا الدم : وهي ثلاثة انواع من الخلايا هي :

1- خلايا الدم الحمراء Erythrocyte (R.B.C): مسؤولة عن عملية نقل الغازات .
2- خلايا الدم البيضاء Leucocyte (W.B.C) : مسؤولة عن الجهاز المناعي والدفاعي عن الجسم.
3- الصفائح الدموية Thrombocyte (Platelets) : تعد من المكونات الرئيسة لعملية التخثر.

اولاً: خلايا الدم الحمراء Erythrocytes(Red Blood Corpuscles)

وهي عبارة عن خلايا مستديرة، مقعرة الوجهين، يبلغ قطرها من 7 إلى 8 ميكرون ، وتفتقر كريات الدم الحمراء على الرغم من تصنيفها كخلايا إلى النواة؛ لذا أطلق عليها مصطلح كريات Corpuscles وتحتوي على الصبغة التنفسية والتي تحتوي على الحديد وتسمى بالـ Hemoglobinوتتكون هذه المادة من جزيئات بروتين يسمى الكلوبين Globin ، يربط بينها جزيء من عنصر الحديد Hem. وظيفتها هي نقل الاوكسجين وطرح ثاني اوكسيد الكربون.

شكل



كرات الدم الحمراء

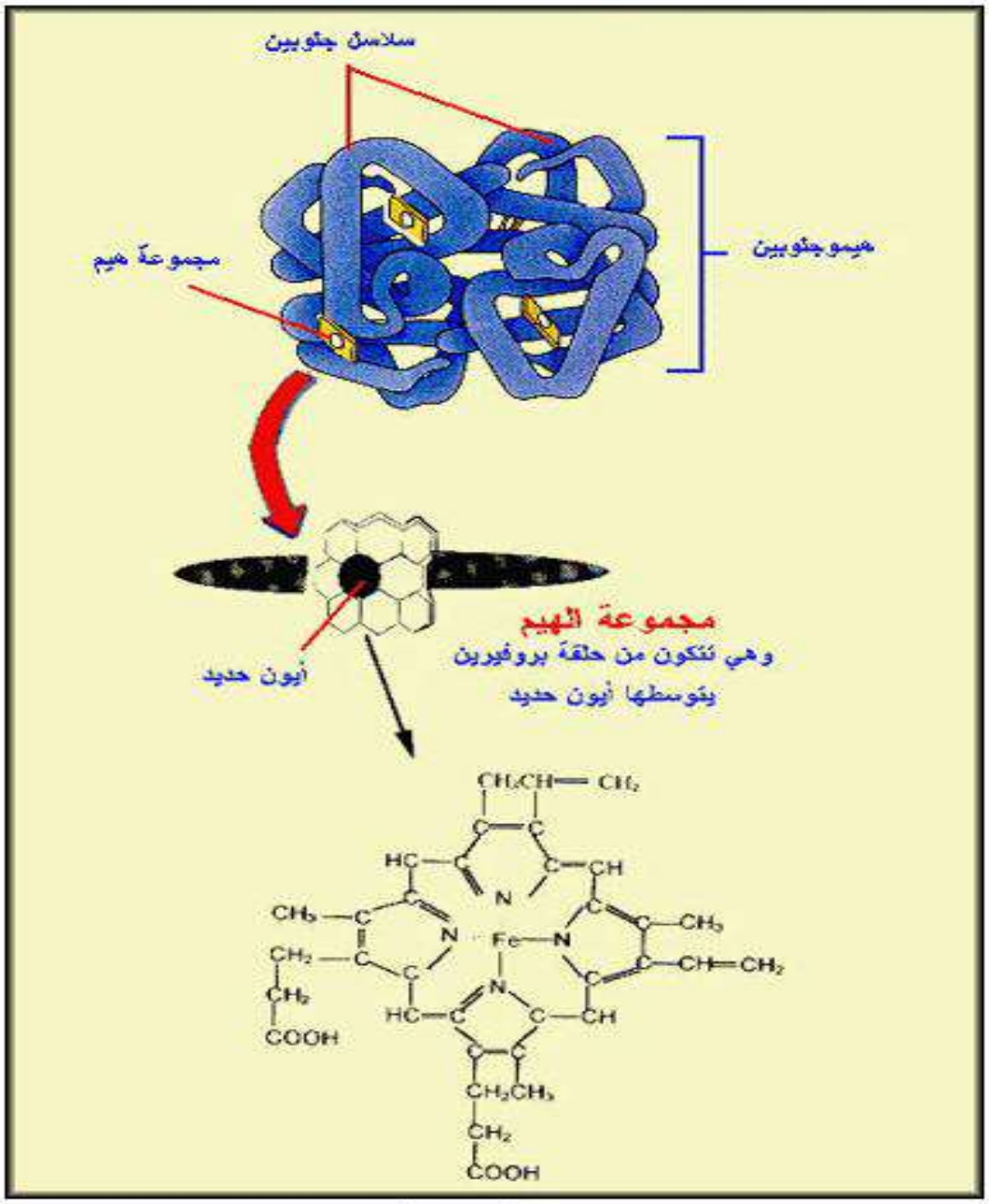
وتتكون كريات الدم الحمراء، أثناء تكوين الجنين، في الطحال، والكبد، والعقد الليمفاوية. أما بعد الولادة، فتتكون في نخاع العظم Bone marrow، ثم تغادره عقب اكتمال نضجها وتخصصها، ولهذا السبب لا تنقسم كريات الدم الحمراء، ويكون مصيرها الموت خلال 120-150 يوماً. ويقدر العلماء أن قرابة عشرة ملايين كرية حمراء تتحطم في الثانية الواحدة، إلا أن نخاع العظام يعوض هذا الفقد. ويتوقف عدد كريات الدم الحمراء في الإنسان على عدة عوامل، منها: العمر، والجنس، والحالة

الصحية، وارتفاع المكان الذي يعيش فيه الإنسان عن سطح البحر. وفي المعدل يبلغ عددها قرابة 5.4 مليون كرية/سم^3 من الدم. ويقل هذا العدد في الإناث، فيكون 4.7 مليون كرية/سم^3.

تركيب الهيموكلوبين :

كما مر سابقاً تتكون هذه المادة من جزيئات بروتين يسمى الكلوبين Globin ، يربط بينها جزيء من عنصر الحديد Hem وكما مبين في الشكل :

شكل

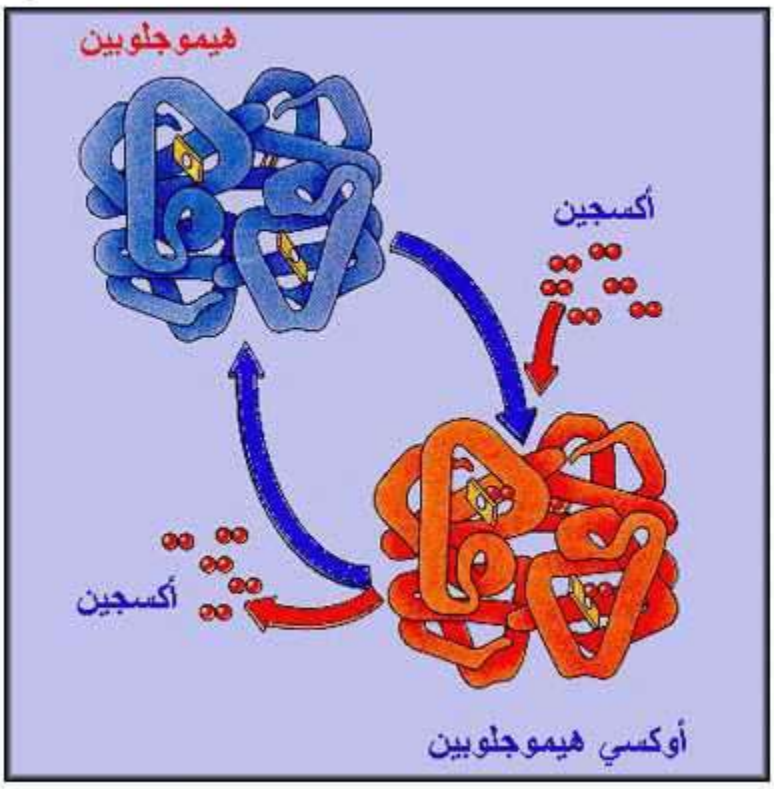


تركيب الهيموجلوبين

فيتحول الى مركباً قادراً على الاتحاد بكل من الأوكسجين وثاني أوكسيد الكربون إذا وجد أيهما بكثرة. فإذا وجد الأوكسجين بكثرة على نحو ما يحدث في الرئة، قام الهيموكلوبين بطرد ثاني أوكسيد الكربون والاتحاد بالأوكسجين. أما إذا توفر غاز ثاني أوكسيد الكربون الخارج من خلايا الجسم، طرح الهيموكلوبين الأوكسجين، واتحد

بثاني أوكسيد الكربون لكي يتخلص منه في الرئتين، ومنهما إلى خارج الجسم . وجزيئة الهيموكلوبين المتحدة مع الأوكسجين تسمى أوكسي هيموكلوبين، ويتميز بلونه الأحمر القاني وهو اللون المميز لدم الشرايين. أما الدم الخالي من الأوكسجين، مثل الدم الموجود في الأوردة، فيميل إلى الزرقة.

شكل



وظيفة الهيموجلوبين في تبادل الغازات

وهناك بعض المواد مثل النيكوتين الموجود في السجائر، وبعض السموم الأخرى تعمل على تحويل مادة الهيموكلوبين إلى مادة الميتهيموكلوبين Met-hemoglobin ، وهي مادة غير قادرة على الاتحاد بالأوكسجين بنفس الكفاءة السابقة، الأمر الذي يؤدى إلى ضيق التنفس، ونقص في كمية الأوكسجين الواصل إلى الخلايا، وبالتالي خلل في نشاطها الحيوي.

وإذا قل عدد كريات الدم الحمراء، أو قل تركيز الحديد بها، أو حدث نقص في الهيموكلوبين، قلت قدرة الدم على القيام بالتبادل الغازي، الأمر الذي يؤدي إلى صعوبة تكسير الغذاء وبناء الأنسجة الجديدة، ومن ثم إحساس بالضعف والهزال. ويطلق على هذه الحالة بفقر الدم (انيميا Anemia) .

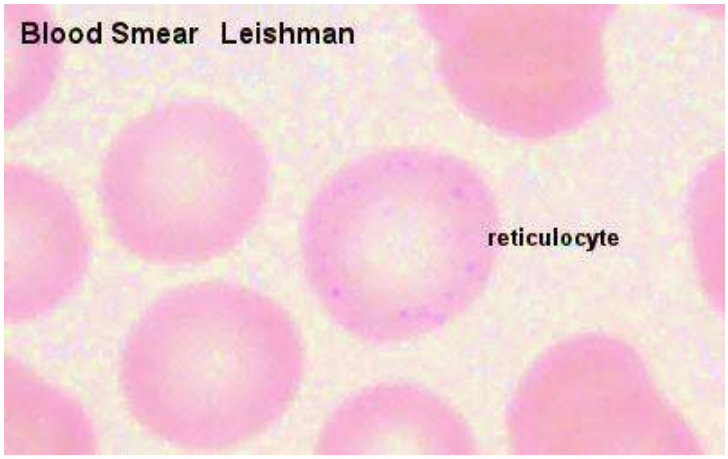
.

شكل

كرات الدم الحمراء في بعض أنواع الأنيميا

ويحتاج الجسم لتكوين كرات الدم الحمراء وما بها من هيموكلوبين إلى عنصر الحديد، الذي يعمل على ربط الأوكسجين بجزيئة الهيموكلوبين. ومن ثم يُعدُّ الحديد من العناصر الضرورية للجسم.

الخلايا الشباكية Reticulocyte : هي خلايا حمراء غير بالغة وصلت الى الدورة الدموية من نخاع العظم قبل نموها الكامل . لهذا فإن حساب الخلايا الشباكية في المسحات الدموية يعبر عن وجود حالة نزف دموي او حالة مرضية معينة تستوجب زيادة انتاج الخلايا الحمراء في نخاع العظم وزيادة الانتاج سيؤدي الى وصول عدد اكبر من الخلايا غير الناضجة الى الدم .
لذلك فالخلايا الشباكية تعد كمقياس لنسبة تكوين الخلايا الحمراء في نخاع العظم . وتمتاز 1- بكونها اكبر حجماً من الخلية البالغة وانها 2- تحتوي على نواة و3- نسبتها الطبيعية هي اقل من 1% .



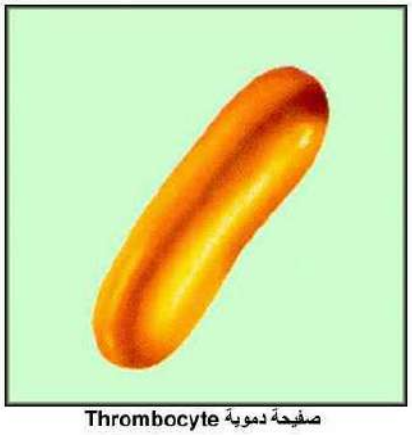
جدول يبين عدد الكريات الدموية الحمراء

نوع الحيوان	عدد الكريات الدموية 10^6 مللتر دم
الابقار	8 – 5
الاغنام	13 – 5
الماعز	30 – 29
الدجاج	4 – 3
الانسان	5.5 – 4.5

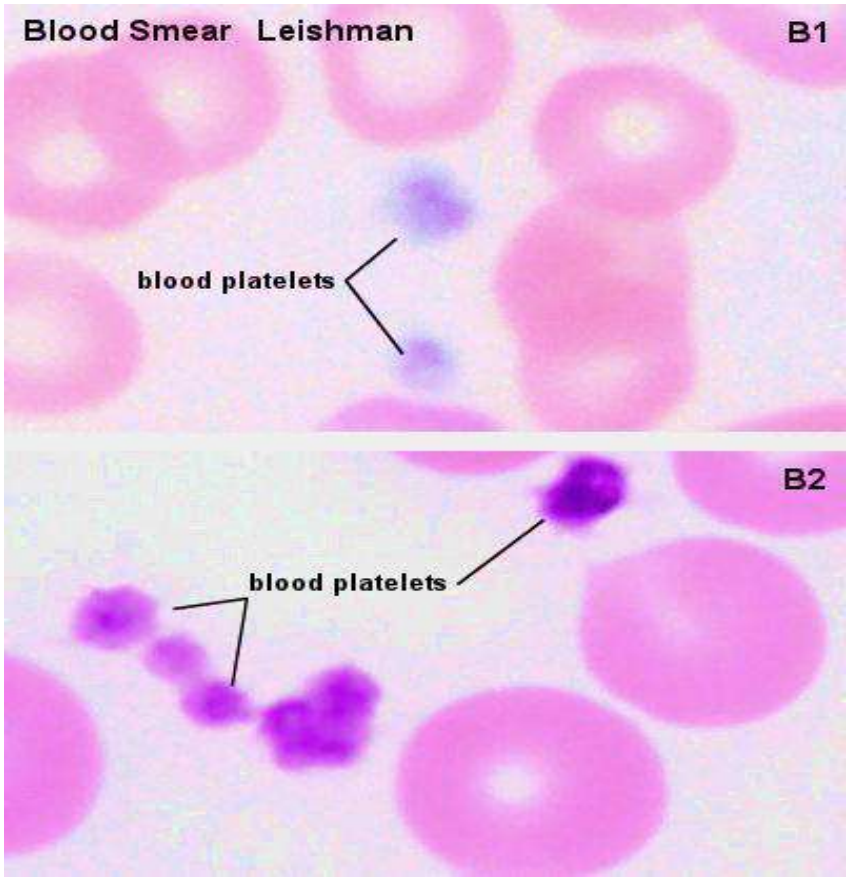
ثانياً : الصفائح الدموية Blood Platelets (Thrombocytes)

وتسمى ايضا بالخلايا الخثرية وهي خلايا صغيرة عديمة النواة تنشأ من نخاع العظم وتتواجد بأعداد كبيرة بالدم يتراوح عددها (150000 – 400000 خلية / ملم ^{3} دم).
وتكون ذات شكل كروي او بيضوي مقعرة الوجهين.
هذه الخلايا تترسب خلال عملية التخثر Clotting .

شكل



صفيحة دموية Thrombocyte



توقف النزيف وتخثر الدم Blood Coagulation

التعريف : وهي عملية فسلجية مناعية ، وتعني تقليل الفقد في الدم .

عندما يكون الدم في حالة حركة مستمرة داخل الأوعية الدموية في الجسم ، ينتج الكبد مادة يطلق عليها الهيبارين Heparin تحافظ على بقاء الدم في حالته السائلة، دون تجلط (تخثر)، ويتجنب بذلك حدوث انسداد في شرايين الأعضاء الهامة مثل القلب أو المخ.

أما إذا حدث جرح في جدار أحد الأوعية الدموية فإن الدم سرعان ما يُكَوِّن سداداً متيناً، يُسمى الخثرة (الجلطة) ، فيمنع جريان الدم خارجها . ويكون ذلك عن طريق البلازما التي تحتوي على بروتينات تسمى عوامل التجلط (التخثر) وهي موجودة في صورة غير نشطة، فإذا ما حدث جرحٌ في الوعاء الدموي، أطلق الوعاء المقطوع والصفائح الدموية الملامسة لمكان الجرح، إنزيماً نشطاً يسمي الثرومبوكاينيز Thrombokinase الذي يتفاعل مع مادة الهيبارين، ليعطل مفعولها فيصبح الدم حينئذٍ قابلاً للتجلط.

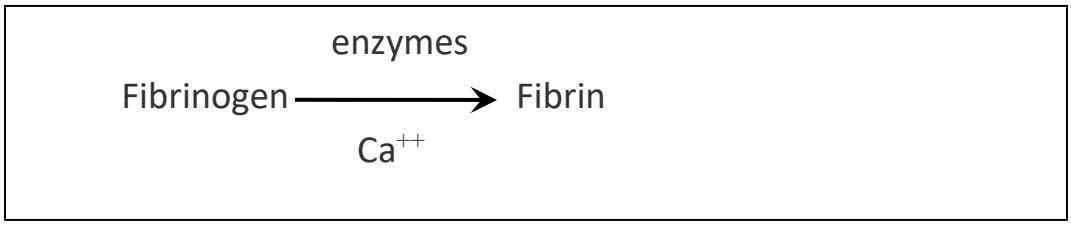
شكل

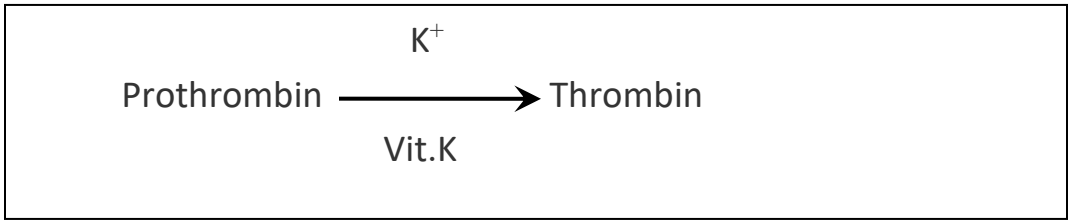
صورة مكبرة بالميكروسكوب الإلكتروني توضح خلايا الدم الحمراء وهي ملتصقة بالشبكة المتكونة من خيوط الفايبرين

الجلطة الدموية

ثم يقوم إنزيم الثرومبوكاينيز بمساعدة أيونات الكالسيوم، بتحويل مادة بروتينية منحلة في بلازما الدم تسمى بروثرومبين Prothrombin ، وهي مادة غير نشطة، إلى مادة ثرومبين Thrombin النشطة. ويؤثر الثرومبين على بروتين آخر في بلازما الدم وهوالفايبرينوجين (Fibrinogen) الذ يكون في حالة غروية ذائبة ، فيحوله إلى بروتين الفايبرين Fibrinغير الذائب ، الذي تتكتل جزيئاته، لتنتج شبكة من الألياف تحاصر خلايا الدم الحمراء، الأمر الذي يؤدي إلى تكون الجلطة الدموية، وتوقف النزيف .

وكما مبين في المعادلات الاتية :





ثالثاً :خلايا الدم البيضاء (Leukocytes)White Blood Cells

وهى خلايا حقيقية ذات أنوية، تخصصت للقيام بمهام ووظائف كثيرة.
وتنشأ خلايا الدم البيضاء في نخاع العظم، وهي في ذلك تشبه كريات الدم الحمراء، إلا أنها تؤدى وظائفها في الأنسجة المختلفة وليس في الدم وبذلك يزيد تركيزها في الأنسجة عنها في الدم.
ويتراوح عدد خلايا الدم البيضاء في جسم الإنسان البالغ بين 5 إلى 10 آلاف خلية لكل مليلتر من الدم، ويمثل هذا العدد نسبة لا تتجاوز 1% من حجم الدم الكلي.

مميزاتها :

1- **جميع الخلايا الدموية البيضاء تتميز بقابليتها على الحركة الاميبية ، والانتقال من مكان الى اخر ، حيث يمكن أن تنتقل من مجرى الدم الى النسيج الضام .**
2- **جميع الخلايا البيضاء لها وظائف دفاعية (التهامية) وهذه الوظيفة ناتجة عن وجود الجسيمات الحالة Lysosomes والتي تحتوي على ما يقارب من 12 انزيم حال .**

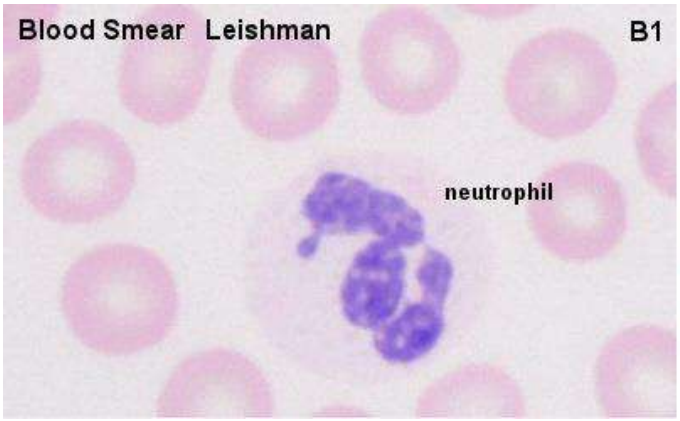
انواع خلايا الدم البيضاء:
يوجد نوعان من خلايا الدم البيضاء اعتماداً على وجود حبيبات خاصة في السايتوبلازم ، تسمى الحبيبات الثانوية Secondary granules:

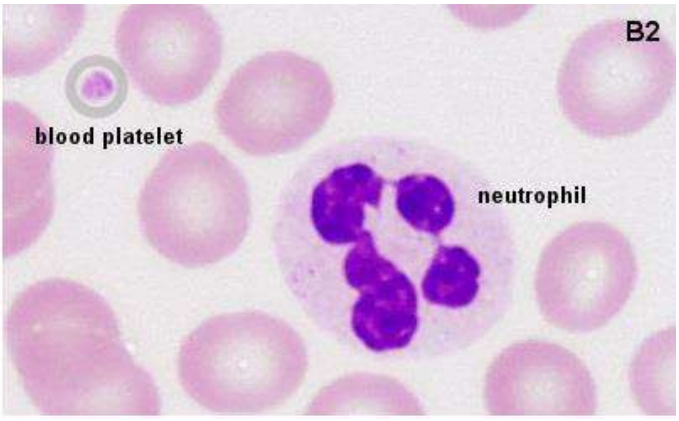
الأول: يسمى بالخلايا البيضاء المحببة Granulocytes: ويظهر داخل مادتها الخلوية "السيتوبلازم" حبيبات كثيرة العدد.
الثاني : يسمى بالخلايا البيضاء غير المحببة Agranulocytes: وتكون الحبيبات داخل مادتها الخلوية قليلة العدد، بحيث لا يمكن رؤيتها بوضوح.

(1) الخلايا المحببة Granulocytes

(أ) الخلايا متعادلة الصبغة Neutrophil ، وسميت بهذا الاسم نظراً إلى أن حبيباتها قليلة القابلية لالتقاط الصبغة والتلون بها.

1- اكثر انواع الخلايا البيضاء عدداً ، اذ تشكل (40 – 65 %) من العدد الكلي.
2- الصفة المميزة لها هي ان النواة مفصصة (قد تصل الى 5 فصوص) .
3- لها القابلية على الحركة .
4- يتراوح عددها بين 2800 – 5250 خلية / ملم ^{3} . في الاناث يلاحظ وجود زوائد صغيرة كثيفة تشبه العصا تمتد من احد فصوص النواة تمثل الكروموسوم الجنسي X-chromosomeويطلق عليها Bar – body (عصا الطبال). وهنا يمكن السؤال عن هذا الموضوع (كيف يمكنك التمييز بين الجنسين [ذكر او انثى] من خلال فحص الدم؟)

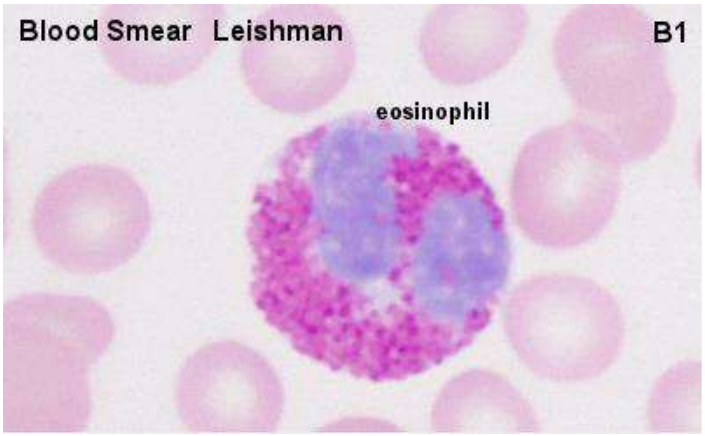


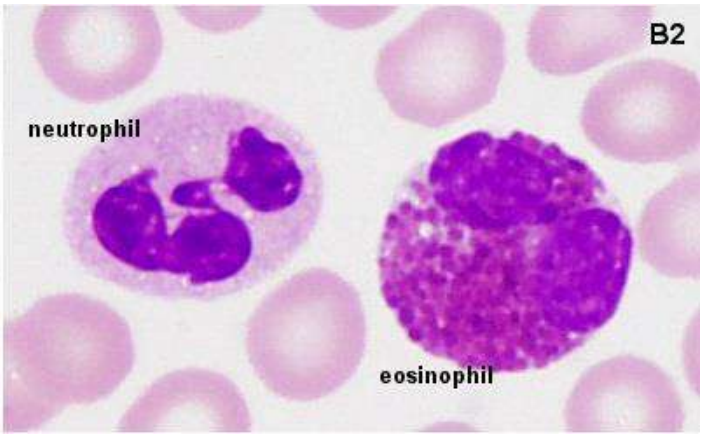


(ب) الخلايا الحامضية (التي تتقبل الصبغة الحامضية)Eosinophil: مميزاتها :

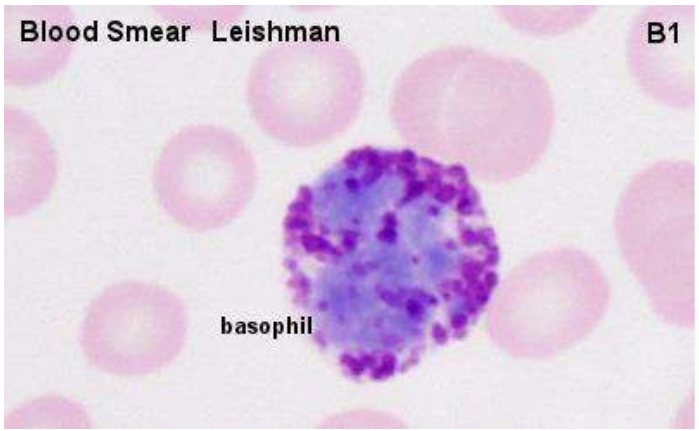
1- اكبر حجماً من المتعادلة .
2- نسبة وجودها هو 1 – 6 % .
3- النواة تتكون من فصين .

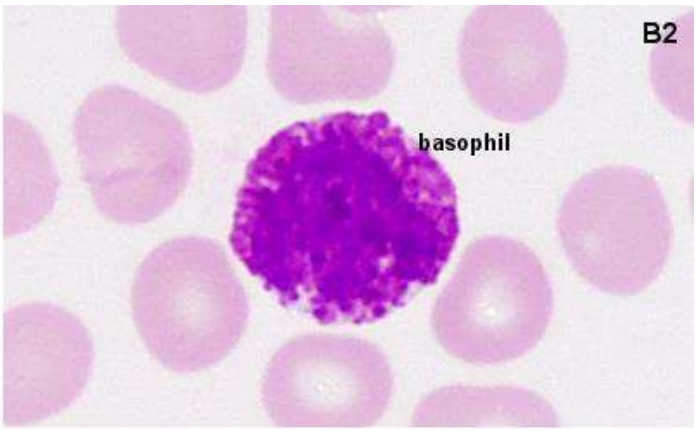
4- يزداد عددها في بعض الحالات المرضية مثلاً : الاصابة بالطفيليات او عند الاصابة بمرض البلهارزيا .
5- الحبيبات السايتوبلازمية المنتشرة تكون خشنة .





(ج) الخلايا قاعدية الصبغة Basophil : مميزاتها :
1- اصغر الانواع حجماً .
2- اقلها عدداً (نسبتها اقل من 1%)
3- تكون نواتها ذات فصين .
4- هذه الخلية تشبه الخلايا البدنية Mass cells الموجودة في النسيج الضام Connective tissue وهي عبارة عن الـ Histamine، Serotonin ، والـ Heparin .
5- لها قابلية ضعيفة على البلعمة (لانها تحتوي على عدد قليل من اللايسوسومات).





(2) الخلايا غير المحببةAgranulocytes ، وهي نوعان:

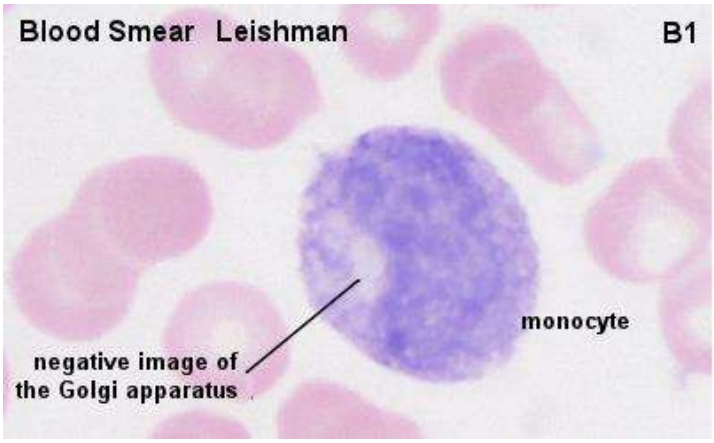
(أ) الخلايا الوحيدة النواةMonocyte:

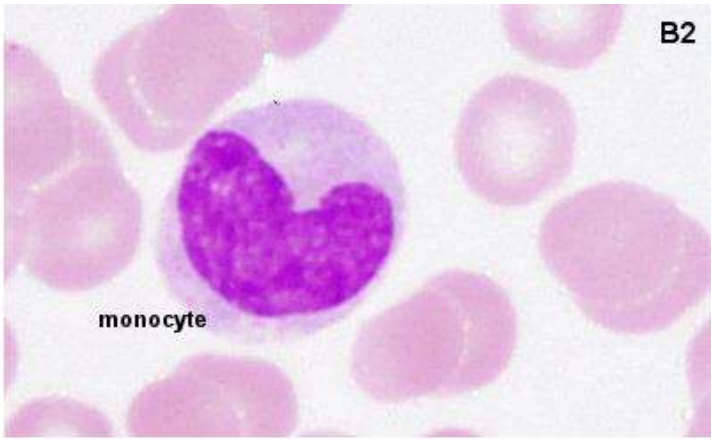
1- وهى أكبر خلايا الدم البيضاء حجماً .

2- تسمى بالـMacrophage .

3- نواتها كبيرة ولها شكل كلوي وتكون غير مركزية الموقع .

4-





(ب) الخلايا الليمفاوية Lymphocyte:

وهى نوعان: الخلايا البائية (Cells-B)، والخلايا التائية (Cells-T) ويعمل كلا النوعين على القيام بدور أكثر تخصصاً في مكافحة الغزو الميكروبي للجسم؛ إذ يقومان بإنتاج الأجسام المضادة، والاحتفاظ بذاكرة مناعية للميكروبات التي هاجمت الجسم.

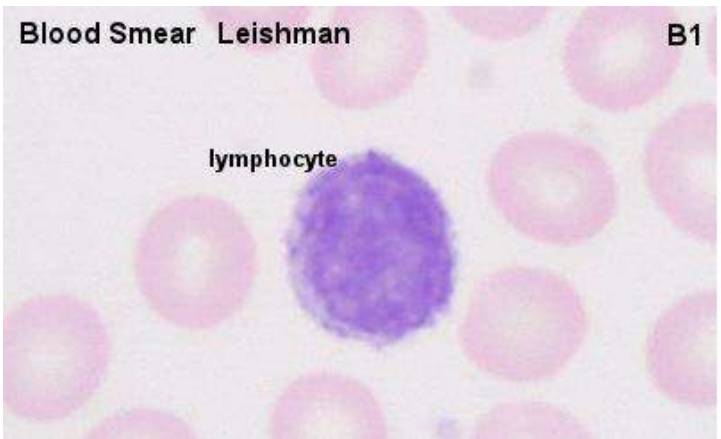
مميزاتها :

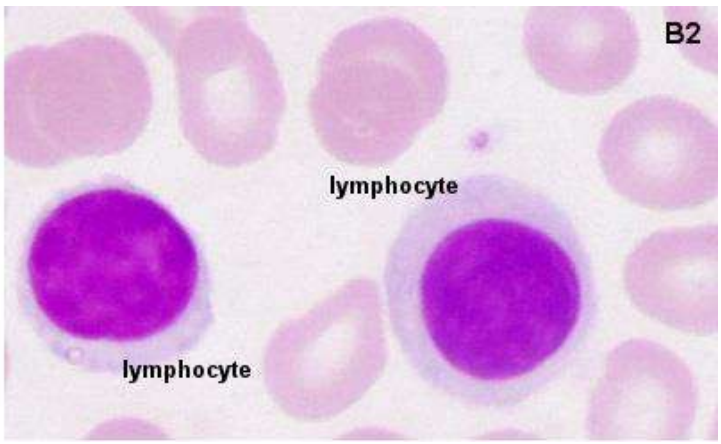
1- هي اصغر انواع الخلايا البيضاء .

2- نسبتها حوالي 20 – 40 % .

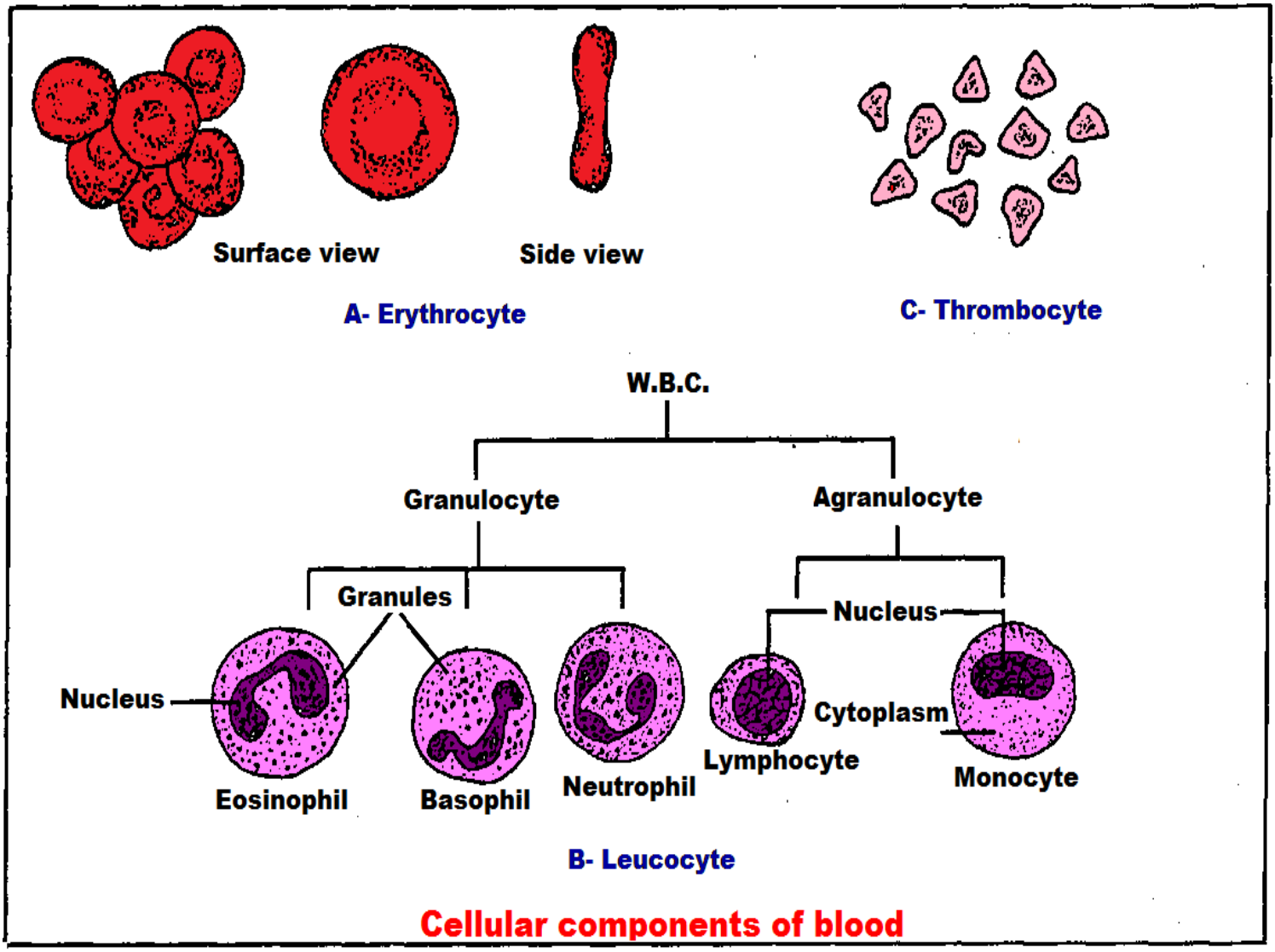
3- نواتها دائرية كثيفة محاطة بكمية قليلة من السايتوبلازم .

4- لها دور اساسي في جهاز المناعة Immune system.

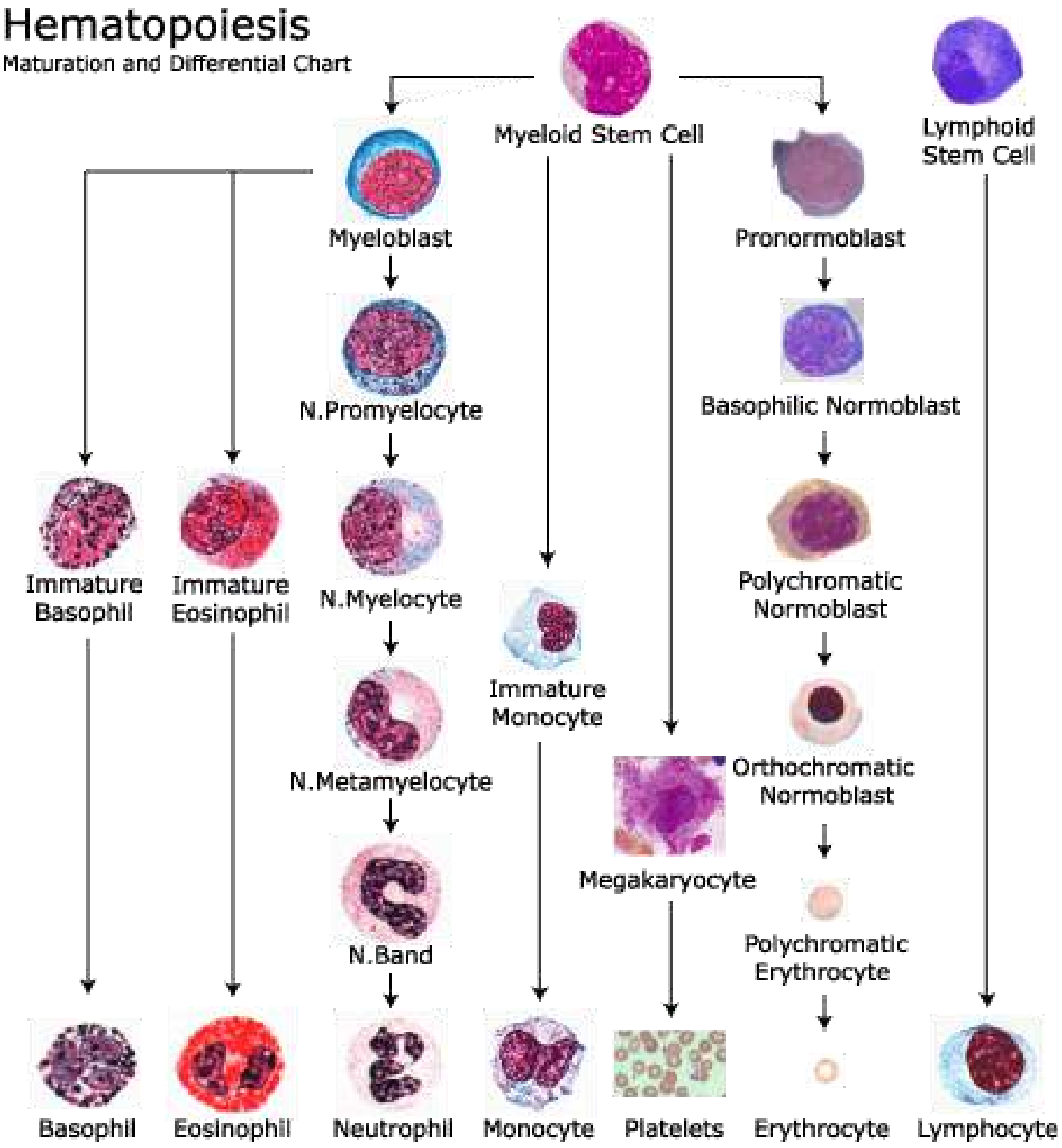




والمخطط الاتي يبين انواع خلايا الدم المختلفة وبشكل تخطيطي :



وهذا مخطط لمكونات خلايا الدم ونضجها :



دراسة مكونات الدم Blood analysis

طرق جمع عينة الدم Blood collection

تتم في الأبقار والأغنام والماعز بأحد الاماكن الاتية :

أ- بالوخز في الوريد الحافي بالأذن Marginal Vein

ب- الأخذ من الوريد الوداجي Jugular vein لأخذ كميات كبيره من الدم.

ج- الأخذ من الشريان الذيلي للحصول على عينة دم شريانيه (حيث يتطلب ذلك في بعض التحليلات).

الانابيب المستخدمة لجمع الدم نوعين :

1. انابيب تحتوي على مانع تخثر Blood Collection Tube with coagulation
2. انابيب لا تحتوي على مانع تخثر Blood Collection Tube without coagulation باستخدام انبوب غطائه احمر او انبوب زجاجي عادي او انبوب بلاستيكي عادي

أغطية أنابيب سحب الدم الملونة

تشير السدادات المطاطية المستعملة كغطاء في أنابيب جمع الدم إلى وجود أو غياب المواد المضافة إلى الأنبوب والتي عادة ما تكون مواد حافظة أو مواد مضادة للتخثر، فالمواد الحافظة تمنع التغيرات في العينة ومضادات التخثر تمنع تشكل الخثرة وتمنع التجلط وتستخدم أنابيب خاصة مفرغة من الهواء تسمى Vacutainer Tube

وتصنف هذه الأنابيب إلى الأنواع التالية :

1- الأنبوبة ذات الغطاء الأحمر: Red Tube

و تكون خالية من المواد المضافة مثل مضادات التخثر ويوجد أنواع منها يضاف لها عنصر السيليكون أو الهلام Gel (تكون ذات لون أحمر أو أسود) لغرض التقليل من عملية التحلل الدموي و تستعمل مثل هذه الأنابيب في بنك الدم وبعض الاختبارات الكيميائية الروتينية والهرمونات كما تستعمل في قسم المصليات Serology، ويتراوح الحجم اللازم لذلك من 2 – 10 مل أما بالنسبة للأطفال حديثي الولادة فيؤخذ على الأقل 0.7 مل من الدم مع وجود مادة فاصلة للسيرم و يجب عدم رج أو تقليب أو تحريك الدم بعد جمعه ، بل يترك لمدة 15 دقيقة حتى يتجلط كل الدم ثم تبدأ عملية الطرد المركزي لفصل كريات الدم عن السيرم أو البلازما.

2- الأنبوبة ذات الغطاء الأرجواني:Lavender Tube

وتكون المواد المضافة عبارة عن EDTA وتملأ الأنبوبة بواحد مل من EDTA لكل 2 مل من الدم أو 2 مل من EDTA لكل 5 مل من الدم وتستعمل في الفحوصات الدموية والمناعية وبنك الدم والفحوصات الكيميائية وعند الحاجة لصورة الدم الكاملة(Complete Blood Count; C.B.C) مثل كريات الدم الحمراء وفحوصات العد التفريقي لكريات الدم البيضاء Differential ، وتحتوي هذه الأنبوبة غالباً على صوديوم EDTA وتمزج هذه الأنبوبة بشكل كامل بعد جمع الدم ولكن تمزج بلطف وهدوء حتى يتم توزيع المادة المانعة للتخثر بشكل كامل على مكونات الأنبوبة من الدم .

3-الأنبوبة ذات الغطاء الأخضر :Green Tube

ويكون مضاف إليها إما الصوديوم أو الليثيوم هيبارين Lithium Heparin ويكون الحجم اللازم هو 10مل وتستعمل في تحاليل قسم علم الوراثة الخلوي Cytogenetic وكذلك لقياس الرقم الهيدروجيني PH وغازات الدم والإلكتروليتات والهرمونات والأحماض الأمينية وقياس تركيز الأدوية العلاجية واختبار إنزيم G6PDH .

4-الأنبوبة ذات الغطاء الأزرق:Blue Tube

ويكون مضاف إليها سترات الصوديوم Sodium Citrate حيث يضاف على الأقل 2.7 مل منه إلى حجم دم مماثل أي 2.7 مل من الدم أو يضاف 4.5 مل من سترات الصوديوم إلى الدم و تستعمل لتحاليل تخثر الدم Coagulation مثل اختبار عامل الفيبرينوجين Fibrinogen Factor، ووقت البروثرومبين PT ووقت البروثرومبين الجزئيPTT

5- الأنبوبة ذات الغطاء الأصفر :Yellow Tube

ويوضع فيها مادة فاصلة للمصل مثل الهلام ويؤخذ 5 مل من الدم وتستعمل في قسم المصليات وأما في الأطفال حديثي الولادة فيؤخذ على الأقل 0.3 مل من الدم مع وجود مادة مضافة وهي EDTA

6- الأنبوبة ذات الغطاء الرمادي :Gray Tube

وتستعمل لتعيين مستوى الكلوكوز وتحتوي على فلوريد البوتاسيوم الذي يمنع تغير تركيز الكلوكوز عن طريق إيقاف تحلل السكر في كريات الدم.

الجدول التالي يبين لون أغطية الأنابيب ونوع صورة الدم والمادة المضافة:

اللون	نوع صورة الدم	المادة المضافة
أحمر او أسود	مصل الدم	لا يوجد مادة مضافة إنما مادة فاصلة مثل الهلام
أصفر	دم كامل	لا يوجد مادة مضافة إنما مادة فاصلة مثل الهلام
أخضر	بلازما أو دم كامل	هيبارين الصوديوم أو الليثيوم أو الأمونيوم
أرجواني	بلازما أو دم كامل	الصوديوم الثنائي مع EDTA أو البوتاسيوم الثنائي معEDTA
أزرق	بلازما أو دم كامل	صوديوم ستريت
رمادي	بلازما أو دم كامل	أوكزالات الصوديوم أو البوتاسيوم ، كلوريد الصوديوم ، صوديوم يود أسيتيت

انواع موانع التخثر بالدم coagulants

تستخدم مضادات التخثر في حالة استعمال عينات من البلازما أو الدم الكلي حسب ما تقتضيه التجربة وعليه يجب إضافة مضاد للتخثر إلى أنبوبة جمع الدم حال سحبه مباشرة وعادة يغلق جدار أنبوبة جمع الدم بمضاد التخثر، وتجدر الإشارة إلى أن اختيار مضاد التخثر يجب أن يقوم على اعتبار أن هذا المضاد لن يؤثر على التحليل الكيميائي وهذه النقطة مهمة جدا. لأن مصادر التخثر هي مركبات كيميائية لأملاح بعض المعادن مثل الصوديوم والبوتاسيوم والليثيوم، لذلك لا يمكن استخدام مضادات التخثر من أملاح الصوديوم والبوتاسيوم عندما يخص التحليل تعيين الإلكتروليتات كالصوديوم والبوتاسيوم لأن ذلك سوف يؤدي إلى خطأ إيجابي أكبر في نتائج التحليل، ولكن في مثل هذه الحالة يمكن استخدام مضادات التخثر لليثيوم أو الأمونيوم.

أما في حالة تحليل الكالسيوم في الدم فلا يمكن استخدام أوكزالات الصوديوم لأن هذا الملح سوف يزيل كل ما تحتويه العينة من الكالسيوم بترسيبه على شكل أوكزالات الكالسيوم .

وكذلك تعمل مضادات التخثر على تثبيط فعالية بعض الإنزيمات، مثل إنزيم الفوسفاتيز الحامضي Acid Phosphatase والفوسفاتيز القاعدي Alkaline Phosphatase أما أملاح فلوريد البوتاسيوم أو الصوديوم فتثبط فعالية إنزيم اليورييز بينما تنشط فعالية إنزيم الأميليز ، كما تستطيع مضادات التخثر إفقاد الاختبار أهميته المرضية .

وهذه بعض أنواع المواد المضادة لتخثر للدم:

1- الهيبارين Heparin

هو مادة مضادة للتخثر وهو من مكونات الدم الأساسية ولكنه يوجد بتركيز لا يكفي لمنع تخثر الدم ، ويتولد الهيبارين من خلايا الكبد فهو موجود بتركيز عالي في الكبد كما أنه موجود أيضا في الخلايا الرئوية وقد أمكن فصله وعزله بشكل ملح متبلور من مستخلص الكبد والرئة ويتميز عن غيره بكونه لا يتداخل معه أي اختبار من اختبارات التحليل الكيميائي ، والهيبارين عبارة عن ميكوتين عديد حامض الكبريتيك Muccoitin Polysulphouric – Acid وهو من السكريات المتعددة ويمكن الحصول عليه تجاريا في الوقت الحاضر من أملاح الصوديوم Sodium Heparin أو ملح البوتاسيوم Potassium Heparin أو ملح الليثيوم Lithium Heparin .
يعمل الهيبارين كمضاد للثرومبين Antithrombin حيث يمنع نقل أو تحويل البروثرومبين Prothrombin إلى ثرومبين Thrombin وهكذا يمنع تكوين الفيبرين Fibrin إلى الفيبرينوجين Fibrinogen ويحتاج الهيبارين إلى عامل مساعد Co-factor للقيام بعمله.
يضاف الهيبارين بنسبة 20 % وحدة لكل ملليتر من الدم ، وبما أنه لا يذوب في الحال لذا فإن محلوله غالباً مايستخدم ويجفف على جدران الأنبوبة ليكون في تماس مباشر مع الدم ومفعوله أفضل مايمكن ، ولا تزال أسعاره المرتفعة ومفعوله المؤقت من معوقات استخدامه في المختبرات إذا ما قورن بمضادات التخثر الأخرى ، ويحتوي هيبارين الصوديوم على ما لا يقل عن 110 وحدة / ملغم ويستعمل عادة بتركيز حوالي 0.2 ملغم / مل من الدم.

2- اوكزالات البوتاسيوم Potassium Oxalates

يعمل هذا المضاد على ترسيب أيونات الكالسيوم وبذلك يمنع تجلط الدم ويفضل استعماله لسهولة ذوبانه ، ونحتاج عادة إلى 10- 20 ملغم من إكزالات البوتاسيوم لمنع تجلط 10مل من الدم و 2 ملغم لكل واحد مل من الدم ويستعمل هذا المحلول عادة بتركيز 30% ويعاير إلى الرقم الهيدروجيني PH = 7.4 باضافة محلول هيدروكسيد البوتاسيوم أو محلول حمض الاوكزاليك ومن الجدير بالذكر أن 0.1 مل من محلول اوكزالات البوتاسيوم المحمر تكفي لمنع تخثر 10 مل من الدم.

3- فلوريد الصوديوم Sodium Fluoride

يستعمل عادة كمادة حافظة من أجل تقدير الكلوكوز في الدم إلا أنه يستخدم كمضاد للتجلط (ضعيف) ، وعندما يستخدم كمادة حافظة بالإضافة إلى وجود مانع للتخثر مثل اوكزالات البوتاسيوم فأنه يكون مؤثر بتركيز حوالي 2 ملغم / 1 مل من الدم ويبدأ تأثيره عن طريق تثبيط النظام الانزيمي المشترك في عملية Glycolysis الذي يؤدي إلى قلة تركيزه ، وتحضر الأنابيب الحاوية لهذا المزيج بإذابة 4 غم من كلوريد الصوديوم مع 12 غم من اوكزالات البوتاسيوم في 200 مل من الماء ، توضع قطرة واحدة في كل أنبوب لكل 1 مل من الدم وتجفف الأنابيب بدرجة حرارة أقل من 100 ْم.

وكقاعدة عامة فإن الفلوريد يجب ألا يستخدم عندما يكون جمع العينات من أجل تقديرات إنزيمية أو عندما يستخدم ككاشف Reagent في الاختبار مثل طريقة اليوريز Urease لتقدير اليوريا.

4- **إيثلين ثنائي الأمين رباعي حامض الخليك Ethylene Diamine Tetra Acetic Acid (EDTA)**

يفضل استخدام هذا المضاد في اختبارات علم الدم Hematology بصورة خاصة حيث يعمل على المحافظة على المكونات الخلوية من التلف ويستخدم عادة بشكل ملح ثنائي الصوديوم أو ثنائي البوتاسيوم بتركيز يقارب من 1 - 2 ملغم / مل من الدم وتعزى فعالية هذا الملح كمضاد للتخثر إلى قابليته للارتباط مع كالسيوم الدم وعزله كلياً عن القيام بدوره في عملية التخثر.

التبدلات الناجمة عن استخدام موانع التخثرAlterations caused by coagulants

- **EDTA**

أ- يسبب استخدام أكثر من 2 ملغم من EDTA لـ 1 مل من الدم انكماش الخلايا الدموية الحمراء مما يؤدي إلى انخفاض تركيز الخلايا المضغوطة Packed Cell Volume (PCV) ومتوسط حجم الكريات Mean Corpuscular Volume (MCV) وارتفاع تركيز متوسط الهيموكلوبين في الكريات mean corpuscular hemoglobin (MCH)

ب- لا يمكن استخدامه في تحليل الفوسفاتيز القلوي لأنه يمكن أن يتداخل مع تطور اللون

ت- يخفض تركيز ثاني أوكسيد الكربون في عينة الدم

ث- يمكن أن يؤثر على تحليل الكرياتينين

ج- يخفض PH الدم

- **HEPARIN**

أ- ضعيف عند استخدامه في دراسة الخلايا الدموية ، يمكن أن يخثر الكريات البيضاء إضافة لتداخله في صبغتها.

ب- جيد عند استخدامه من أجل دراسة PH الدم

ت- أملاح الصوديوم أو البوتاسيوم الموجودة في الهيبارين تؤثر على تحليل الدم

ث- يمكن أن يرفع الفوسفور غير العضوي في العينة الدموية

ج- لا يستخدم في حالة قياس أمونيا الدم

ح- لا يستخدم في حالة قياس بعض أنزيمات الدم مثل الـ lactate dehydrogenase (LDH)

- **AMMONIUM OXALATE & SODIUM CITRATE**

تخفض PH الدم في العينة

- **SODIUM & POTASSIUM OXALATE**

ترفع PH الدم في العينة

- **POTASSIUM OXALATE**

أ- ينتج عن استخدامه انكماش الخلايا الدموية الحمراء الذي يؤدي بدوره إلى انخفاض في تركيز البلازما وغير ملائم لقياس الـ PCV

ب- يثبط الأنزيمات LDH , Amylase

ت- غير ملائمة لتحديد الصوديوم ، البوتاسيوم والكالسيوم

ث- استخدامه يؤدي إلى خفض تركيز حمض البول في العينة الدموية

- **FLUORIDE**

أ- يستخدم كحافظ لتركيز الكلوكوز في البلازما ، كما يشاهد انحلال دموي عند استخدامه وقد يخفض 10% من تركيز الكلوكوز

ب- أيونات الفلوريد غير ملائمة لتحديد اليوريا في العينة الدموية لأنها تعتمد على نشاط أنزيم اليوريز

ت- تثبط أنزيمي الفوسفاتيز القلوي والحامضي

ث- ينشط الأميليز بوجود الكلوريد والفلوريد

ج- لا يمكن استخدامه كحافظ في حالة تحديد تركيز حمض البول في العينة الدموية

ومن الفحوصات المهمة للدم سنأخذ تباعاً :

❖ **العد الكلي للدم Complete Blood Count (CBC)**

ويشمل :

1- العدد الكلي لكريات الدم الحمراء(RBC).

2- العدد الكلي لكريات الدم البيضاء (WBC).

3- العدد النوعي لكريات الدم البيضاء (WBC).

أهمية إجراء تحليل العد الكلي للدم (CBC)

يتم العد الكلي للدم من اجل مقارنة النتائج التي تم الحصول عليها مع المعدلات الطبيعية ومن ثم يتبين لنا نوع المرض لدى الشخص. ومن أهم الأمراض التي يتم تشخيصها عن طريق عمل هذا التحليل الأمراض التالية:

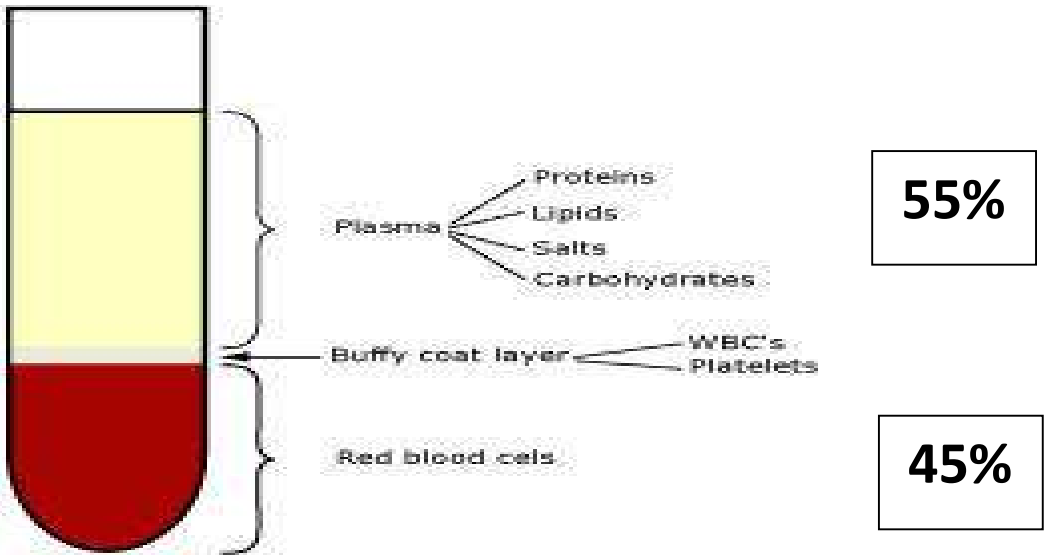
1- الكشف عن أنواع مرض فقر الدم (Anemia).

2- الكشف عن سرطان الدم (Leukemia).

3- الكشف عن الأمراض النزيفية (Bleeding Disease).

4- الكشف عن الالتهابات (Inflammation) مثل التهاب الزائدة الدودية، إذ تكون نسبة الخلايا المتعادلة (Neutrophils)مرتفعة مع زيادة في العدد الكلي لخلايا الدم البيضاء(WBC).

5-الكشف عن أي خلل في وظيفة النخاع العظمي (Bone Marrow) إذ تحدث تغيرات في أعداد خلايا الدم النوعي والكمي.



مكونات الدم (نسبة البلازما إلى الكريات الدموية).

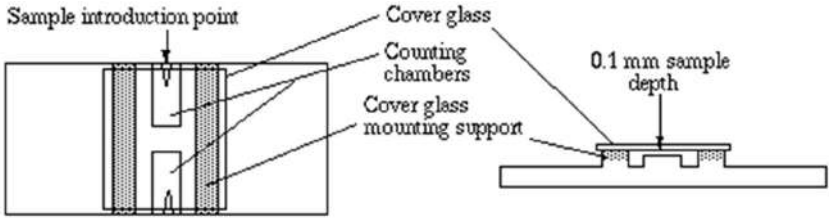
اولاً :العدد الكلي لكريات الدم الحمراء Red Blood Cell or Erythrocyte Counts

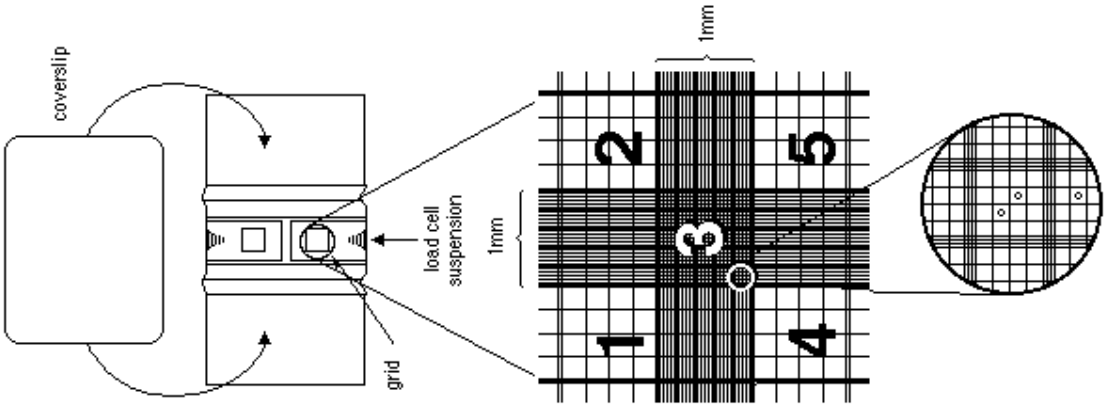
الهدف منه :-

تعيين عدد كريات الدم الحمراء في عينة دم باستخدام الهيموسيتوميتر Hemocytometer.

الاجهزة والمواد المستخدمة :

1- مجهر
2- شريحة العد *Hemocytometer*





وصف الهيموسيتومتر Hemocytometer

عبارة عن شريحة زجاجية سميكة يوجد على مسرحها الوسطي 25 مربع. كل مربع منها مقسم الى 16 مربع أصغر.
طول المربع الصغير يساوي 1 / 20 ملم وعرضه كذلك . وهو محفور بعمق 1 / 10 ملم .
لذا يكون حجمه = (1 /20)× (1 / 20)× (1 / 10) = 1 / 4000 ملم^3.

3- *غطاء الشريحة Slide cover*

4- *ماصة شعرية خاصة بكريات الدم الحمراء* **Diluting pipet**

الماصة مدرجة بعلامتين سفلية 0.5 وعلوية 101 ويمثل الرقمان حجم الفراغ داخل الماصة بالمليمترات المكعبة وقبل العلامة العلوية يوجد انتفاخ في الماصة به خرزة ذات لون احمر تستخدم لتقليب المحلول.

5- محلول التخفيف وهو على نوعين :

أ- محلول هايمس: Hayem's solution ويتكون من :

المادة	مذابة في 100 مل ماء مقطر
$HgCl_2$	25.0 غم
NaCl	0,5 غم
Na_2SO_4	2,5 غم

ب- المحلول الاخر يتكون من:

المادة	الكمية
Sodium Citrate	31,3 غم
Formalin 40 volume	10 مل
Distilled water (D.W.)	1000 مل

خطوات إجراء التجربة:

1- اسحب بواسطة الماصة دم غير متجلط حتى علامة 0.5 ثم أكمل بأحد المحلولين السابقين حتى علامة 101. ثم أغلق نهايتي الماصة بواسطة الإبهام والسبابة ورج الماصة لمزج الدم بالمحلول المخفف

2- تخلص من بضع قطرات من الدم المخفف عبر الفتحة السفلية للماصة بعد ذلك ضع قطرة من الدم المخفف عند حافة الغطاء الزجاجي الموضوع على الشريحة. لاحظ أن قطرة الدم ستنتشر بالخاصية الشعرية ما بين الغطاء الزجاجي والشريحة. اترك الشريحة لمدة دقيقة لكي تترسب خلايا الدم الحمراء ثم ضعها تحت المجهر لكي تفحص.

3- إبدأ الفحص بالقوة الصغرى لمعرفة توزيع خلايا الدم الحمراء لأنه ينبغي أن يكون التوزيع متجانسا وبلا تجمع , فان وجد تجمع نظف الشريحة وضع قطرة جديدة. وإذا تكرر وجود التجمع فهذا يعني أن الدم لم يسحب بالطريقة الصحيحة ولم يخفف كما ينبغي . وفي هذه الحالة يجب إعادة التخفيف.

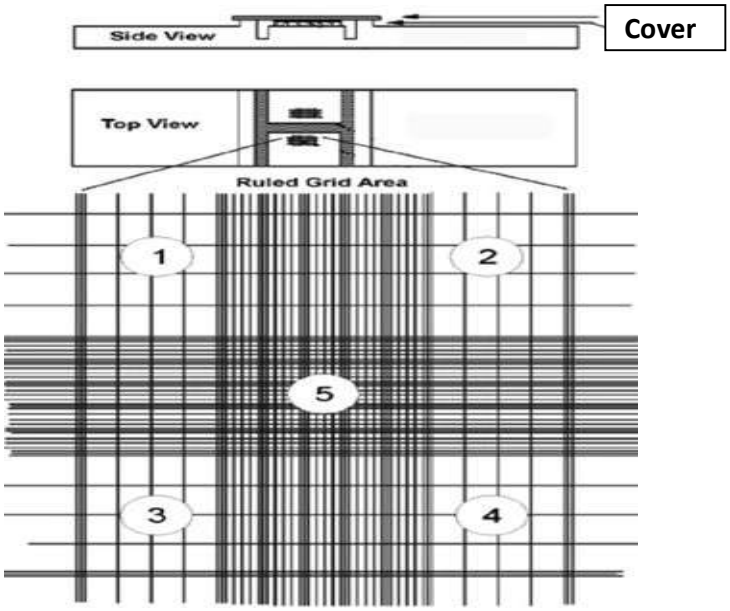
4- ولعد كريات الدم الحمراء استخدم العدسة الكبرى . ويتم العدد في خمسة مربعات كبيرة تقع على أحد قطري المربع. لاحظ أن كل مربع كبير يحتوي على 16 مربع صغير , أي يجري العد في 80 مربع صغير (انظر الأشكال الاتية) .

ملاحظة :يجب مراعاة أن لا تزيد الفروق بين أعداد خلايا الدم الحمراء في المربعات الخمسة الكبيرة عن 10%زيادة أو نقصانا وإلا كان توزيع الخلايا غير متجانس.

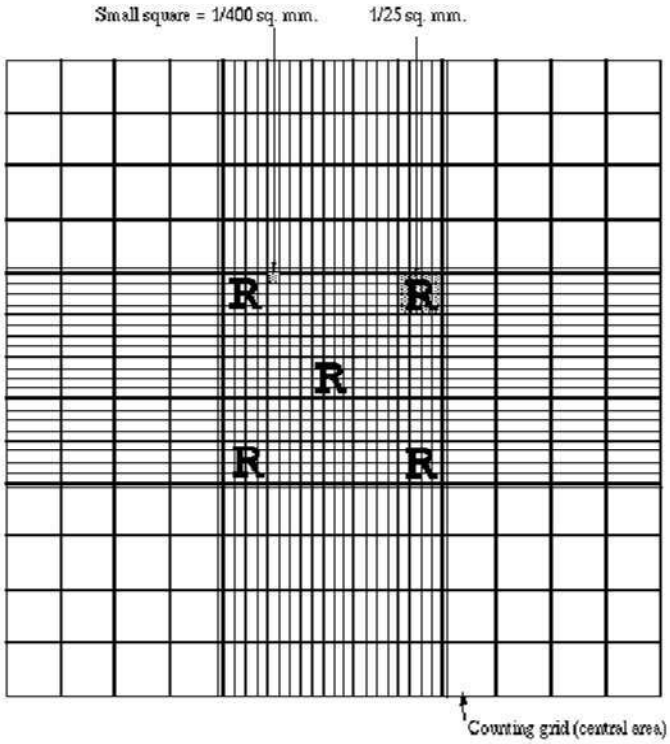
أغلق طرف الماصة بإصبعك وهزها جيدا من اجل خلط المحلول.
Seal the tip with your finger and shake well to mix.

أفرغ حوالي نصف الماصة إلى اناء للمحلول الزائد .
Empty ~1/2 of pipet into waste container.

أضف كمية صغيرة من الدمّ المخفّف إلى واحده من غرف الهيموسيتوميتر حتى تمتلئ.
Add a small amount of the diluted blood to one chamber of the Hemocytometer to just fill the chamber



يتم عد كريات الدم الحمراء في المربع المتوسط رقم (5) فقط و الموجود في مركز شريحة العد Hemacytometer.



ركز المربع الأوسط من شريحة العد تحت المجهر ثم عد كريات الدم الحمراء في المربعات الصغيرة الخمسة الموضحة في الشكل بـ (R) (كل مربع صغير يتكون من 16 مربع أصغر).

Center the grid at and count and record the RBCs in each of five fields (R) (each with 16 smallest squares).

طريقة الحساب :

عدد خلايا الدم الحمراء في 80 مربع صغير(16 x 5) = X

حجم المربع الصغير= (1 /20) ×(1 / 20) ×(1 / 10) = 1 / 4000 ملم^3.

التخفيف = 1 : 200

عدد خلايا الدم الحمراء في 1 ملم^3 من الدم = X / 80 × 4000× 200 خلية دم حمراء / ملم^3 من الدم.

أو بطريقة أخرى:

X (عدد من خلايا الدم الحمراء في 80 مربع صغير) = 80 × 1 / 4000 ملم^3

Y (عدد خلايا الدم الحمراء في 1 ملم3) 1 ملم^3

Y= X × 1 ÷ 80 × 1 / 4000 = X × 4000 / 80

وبما أن التخفيف 200 مرة فإن:

Y = X / 80 × 4000 × 200 خلية دم حمراء / ملم^3 من الدم

مثال :

إذا كان مجموع عدد الخلايا المعدودة في المربعات الخمسة مساوياً لـ 450 كرية حمراء (والتي تم عدها في 80 مربع صغير [5 × 16]حجم كل واحد منها 4000/1 ملم3) ودرجة تخفيف الدم كانت (1: 200). فان عدد كريات الدم الحمراء في المليمتر المكعب الواحد من الدم غير المخفف تحسب بالمعادلة الأتية:

عدد خلايا الدم الحمراء في ملم3 من الدم = 450 / 80 × 4000 × 200

= 4.5 × 10^6 خلية دم حمراء / ملم^3 من الدم.

- **قارن نتيجتك مع نتائج المدى الطبيعي للفئات المبينة في الجدول التالي:**

الفئة	عدد كريات الدم الحمراء في المليمتر المكعب الواحد
الرجال	10^6X 6.5 – 4.5
النساء	10^6X 5.5 – 4
الأطفال (4 سنوات)	10^6X 5.2 – 4.2
الرضع (1 – 6 أشهر)	10^6X 5.2 – 3.8
حديثي الولادة	10^6X 6 – 5

أسباب الزيادة في عدد كريات الدم الحمراء :

نقص الأوكسجين – أمراض القلب وامراض تليف الرئتين ووجود بعض أنواع الهيموكلوبين غير الطبيعي.

أخطاء تؤدي إلى زيادة العدد:

1. حجم الدم اكثر من 20 ميكرولتر أو حجم المحلول اقل من الحجم المطلوب.
2. عدم مزج العينة جيدا مع محلول التخفيف.
3. توزيع كريات الدم الحمراء في شريحة العد (هيموسيتوميتر) غير متوازن.
4. ملئ خاطئ لشريحة العد.
5. عد جميع كريات الدم الحمراء الملامسة للخطوط الجانبية.

أسباب نقص كريات الدم الحمراء :

أمراض الدم مثل اللوكيميا وفشل النخاع العظمي .... الخ

أخطاء تؤدي إلى نقص العدد:

1. حجم الدم اقل من 20 ميكرولتر أو حجم المحلول اكثر من الحجم المطلوب.
2. تأجيل العد لمدة طويلة.
3. وجود جلطة صغيرة في العينة.
4. وجود فراغات هوائية أو شوائب.
5. استعمال شريحة غير نظيفة.

ثانياً :العدد الكلي لخلايا الدم البيضاءWhite Blood Cell or Leucocyte Counts

الهدف من التجربة:

تعيين عدد كريات الدم البيضاء في عينة دم باستخدام (الهيموسيتوميتر).

الأدوات المستخدمة في التجربة:

1- ماصة تخفيف Diluting pipetخاصة تحوي خرزة ذات لون أبيض.

2- الهيموسيتومترHemocytometer

3- محلول تخفيف خلايا الدم البيضاء ويتكون من:

أ- 2.5 مل حمض خليك ثلجي Glacial acetic acid(لتكسير الكريات الحمراء)

ب- 2-3 قطرة مثيل ازرقMethylene blue (لصبغ الخلايا البيضاء).

ج- 97.5 مل ماء مقطر

4- أغطية شرائح زجاجية

5- مجهر ضوئي

مبدأ التجربة:

تعتمد التجربة على تخفيف الدم بالمحلول الخاص بتخفيف كريات الدم البيضاء الذي يحلل كريات الدم الحمراء تاركاً كريات الدم البيضاء سالمة. وتعد كريات الدم البيضاء باستخدام (الهيموسيتوميتر) تحت المجهر .

ولكن هنا تستخدم ماصة تختلف مقاييسها عن تلك التي استخدمت لعد خلايا الدم الحمراء. إذ أن تدريجها عبارة عن علامتين, سفلية0.5وعلوية 11 وقبيل العلامة العلوية يوجد انتفاخ في الماصة في خرزة ذات لون ابيض تستخدم لمزج الدم بالمحلول المخفف.

خطوات إجراء التجربة:

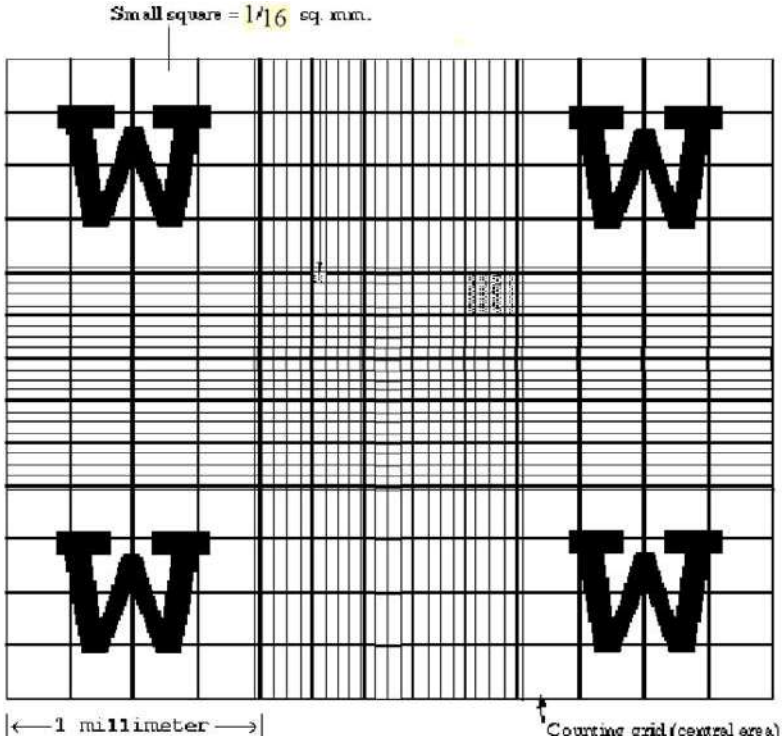
1- حضر محلول تخفيف خلايا الدم البيضاء.

2- اسحب بواسطة الماصة دم غير متجلط حتى علامة0.5ثم اكمل بمحلول التخفيف حتى علامة 11 ثم افرك الماصة عند الانتفاخ بين راحتي اليدين لمزج الدم بمحلول التخفيف.

3- تخلص من بضع قطرات من الدم المخفف عبر الفتحة السفلية للماصة بعد ذلك ضع قطرة من الدم المخفف عند حافة الغطاء الزجاجي الموضوع على الشريحة. لاحظ أن قطرة الدم ستنتشر بالخاصية الشعرية ما بين الغطاء الزجاجي والشريحة. اترك الشريحة لمدة دقيقة لكي تترسب خلايا الدم البيضاء ثم ضعها تحت المجهر لكي تفحص.

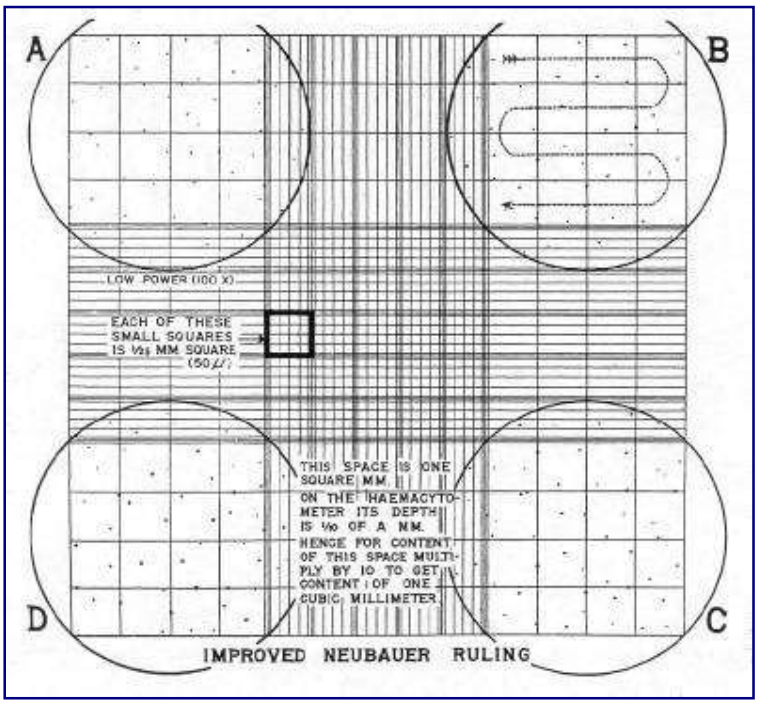
4- إبدأ الفحص بالقوة الصغرى لمعرفة توزيع خلايا الدم البيضاء لأنه ينبغي أن يكون التوزيع متجانسا وبلا تجمع, فان وجد تجمع نظف الشريحة وضع قطرة جديدة. وإذا تكرر وجود التجمع فهذا يعني أن الدم لم يسحب بالطريقة الصحيحة ولم يخفف كما ينبغي . وفي هذه الحالة يجب إعادة التخفيف.

5- ولعد خلايا الدم البيضاء استخدم العدسة الصغرى فقط. ويتم العد في أربعة مربعات كبيرة تقع في اركان المربع الكبير. لاحظ أن كل مربع كبير يحتوي على 16 مربع صغير, أي يتم العد في 64 مربع صغير (انظر الشكل التالي).



يتم عد كريات الدم البيضاء تحت المجهر في الأربعة مربعات الموضحة في الشكل بـ (W) (كل مربع يتكون من 16 مربع صغير).

Record the WBCs in each of four fields (W) (each with 16 small squares).



في كل من المناطق الأربع (A-B-C-D)، احسب كلّ الخلايا البيضاء التي تقع ضمن المربع وأولئك الذين يمسون الخطوط المركزية العليا واليمنى. أما الخلايا البيضاء التي تمس الحدود اليسرى والسفلى فلا يتم حسابها . ويجري العد "بخطّ على شكل أفعى" كما أشير إليه في المربع (B) في الشكل السابق.

الحسابات:

التخفيف = 1 : 20

حجم المربع الصغير = (1 / 4) ×(4 / 1)× (10 / 1) = 1 /160مم^3

افترض إن عدد خلايا الدم البيضاء في 64 مربع صغير (4 × 16) = س

فان عدد كريات الدم البيضاء في المليمتر المكعب الواحد من الدم غير المخفف تحسب بالمعادلة الأتية:

عدد خلايا الدم البيضاء في ملم^3 من الدم= س / 64 × 160 × 20 خلية دم بيضاء / ملم^3 من الدم.

- قارن النتيجة التي حصلت عليها مع نتائج المدى الطبيعي المبينة في الجدول ألأتي:

الفئة	عدد الكريات البيضاء في ملم3
الرجال والنساء	4000 — 10000
الأطفال (10سنوات)	4000 — 10000
الأطفال (3سنوات)	4000 — 11000
الرضع(3-9 شهور)	4000 — 15000
حديثي الولادة	1000 — 20000

الأخطاء التي تؤدي إلى زيادة أو نقص عدد كريات الدم البيضاء :

نفس الأسباب التي تم ذكرها عند عد كريات الدم الحمراء . لتلافي هذه الأخطاء يمكن عد عينه أخرى أو عدد أكبر من الكريات البيضاء.

أسباب الزيادة في عدد كريات الدم البيضاء:

1- زيادة فسيولوجية أثناء الحمل والولادة ، عقب مجهود عضلي وفي الأطفال حديثي الولادة (18000 – 25000/مم^3).
2- زيادة مرضية – العدوى بالميكروبات العنقودية والسبحية مثل التهاب اللوزتين والزائدة الدودية والتهاب حوض الكلى – التدرن.
3- أمراض الحساسية والجلدية والطفيليات.
4- العدوى بالفيروسات.
5- الأورام الخبيثة وسرطان الدم.

أسباب النقص في عدد كريات الدم البيضاء:

1- العدوى ببعض الفيروسات.
2- فشل النخاع العظمي.
3- التيفود والباراتيفود.

ثالثاً : العدد النوعي (التفريقي) لخلايا الدم البيضاء Differential Leucocyte Counts

الهدف من التجربة:

في هذه الطريقة يتم تقدير النسبة المئوية لأنواع خلايا الدم البيضاء (WBC) المختلفة و التفريق بينها ، وهي باختصار كما مر في محاضرة سابقة :

1- خلايا محببة يكون السيتوبلازم فيها محبب وتنقسم إلى ثلاثة أنواع:

أ- خلايا متعادلة (Neutrophils)

ب- خلايا حامضية (Eosinophils)

جـ- خلايا قاعدية (Basophils)

2- خلايا غير محببة تنقسم إلى قسمين:

أ- خلايا لمفاوية (Lymphocytes)

ب- خلايا وحيدة النواة (Monocytes)

وتعد لذلك مسحات من الدم (Blood film) على شرائح زجاجية نظيفة تصبغ بصبغة خاصة تظهر خلايا الدم البيضاء بوضوح, والصبغة هي صبغة جيمسا Giemsa's Stain .

الأدوات المستخدمة في التجربة:

1- عينة دم Blood Sample
2- شرائح زجاجية نظيفة Clean Slides
3- صبغة جيمسا Giemsa's stain
4- محلول منظم Buffer
5- ماء مقطر Distilled Water
6- ماصة Pipette
7- مجهر Microscope
8- كحول الميثانول Methyl alcohol
9- وعاء صبغ الشرائح

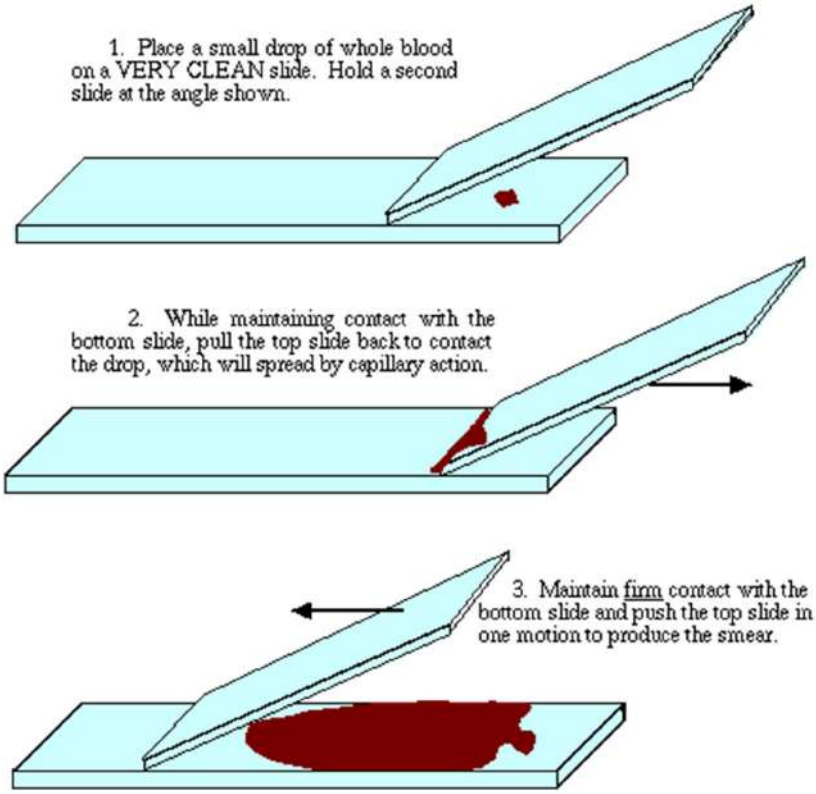
خطوات إجراء التجربة:

1- حضر محلول منظم بإذابة 0.01 غرام من ملح منظم Buffer في 10 مل ماء مقطر. ويجب مضاعفة هذه الكميات, ثم توضع في وعاء صبغ الشرائح .

2- حضر صبغة جيمسا كالآتي :

يضاف9 مل من المحلول المنظم المحضر في الخطوة السابقة إلى 1 مل من صبغة جيمسا. وتوضع في وعاء صبغ الشرائح .

3- ضع قطرة من دم غير متجلط على شريحة نظيفة تماما ثم افردها بواسطة شريحة أخرى نظيفة, ثم اتركها على سطح مستوي لتجف في الهواء.



4- ثبت الشرائح بوضعها في كحول الميثانول لمدة دقيقتان ثم أخرجها واتركها لتجف مرة أخرى.

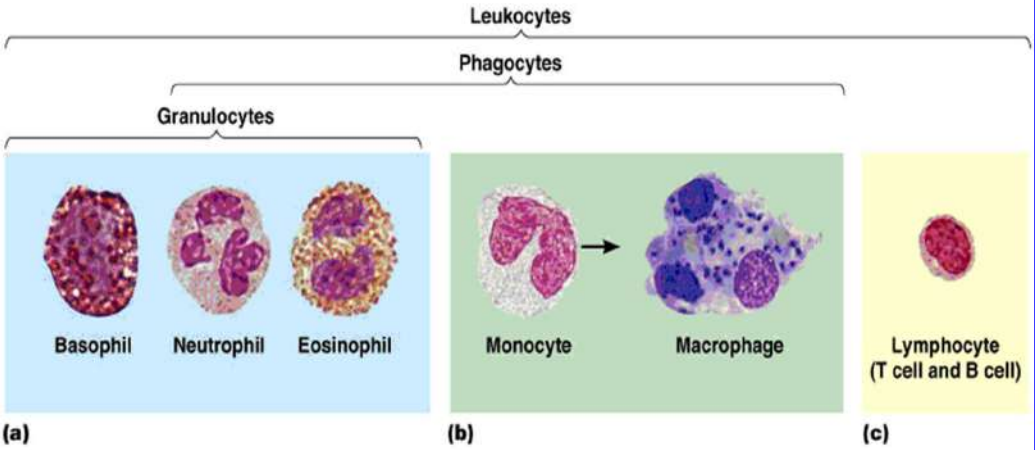
5- ضع الشرائح في صبغة جيمسا لمدة تتراوح من 1 – 5 دقائق .

6- اغسل الشرائح عدة مرات بواسطة المحلول المنظم ثم اتركها لتجف وبذلك تكون جاهزة للفحص والعد.

7- صمم جدول بأنواع خلايا الدم البيضاء وأعدادها في عشر مرات مختلفة. ثم احسب المتوسطة لأعداد كل نوع منها.

8- افحص الشرائح المجهزة للعد بواسطة المجهر تحت العدسة ذات القوى الكبرى , ويستحسن أن تختار من كل شريحة جهزت أفضل جزء فيها وأشر المجال المجهري بخليتي دم بيضاويتين إحداهما على اليمين والأخرى على اليسار . ثم ابدأ العد لكل نوع من خلايا الدم البيضاء ودونه في الجدول المصمم. ثم اضبط مجالا مجهريا ثانيا بتحريك الشريحة يمينا أو يسارا. ثم مجالا ثالثا وهكذا. ثم أحسب متوسط أعداد الخلايا البيضاء كل نوع منها بقسمة مجموع الخلايا البيضاء في كل نوع على 10 (عدد مرات الفحص). ثم أحسب النسبة المئوية لعدد كل نوع من خلايا الدم البيضاء بالنسبة للمجموع الكلي لها.

Basophils محبة للقاعدة	Eosinophils محبة للحامض	Neutrophils المتعادلة	Monocytes وحيدة النواة	Lymphocytes اللمفية	N
					1
					2
					3
					4
					5
					6
					7
					8
					9
					10



كريات الدم البيضاء **Leukocytes** كما تظهر تحت المجهر الضوئي.

قياس هيموكلوبين الدم Hemoglobin of blood

الهيموكلوبين عبارة عن بروتين موجود في كريات الدم الحمراء وظيفته نقل الأوكسجين من الرئة إلى كافة خلايا الجسم ،وهو يتكون من الهيم (مادة الحديد + صبغه) و الكلوبين (البروتين).

وهناك أنواع مختلفة من بروتينات الكلوبين المهمة منها الألفا ،البيتا ، الدلتا و الكاما وهو المادة الناقلة للأوكسجين والصابغة لخلايا الدم الحمراء. كما أنه عنصر أساسي في إمداد خلايا الدم الحمراء بالبروتين.

يقوم الهيموكلوبين بدور تفاعل عكسي مع الأوكسجين، أي عندما يقوم بنقل الأوكسجين يسمي هيموكلوبين مؤكسد وهو نوع الهيموكلوبين الذي يحتوي على أوكسجين ويكون لونه أحمر داكن، وعندما يكون حاملاً لأول أوكسيد الكربون يسمى هيموكلوبين غير مؤكسد ويكون لونه أزرق محمر.

عندما تنتهي مدة حياة خلايا الدم الحمراء (120 يوم) ، يخرج الهيموكلوبين من هذه الخلايا وينتقل الحديد من الهيموكلوبين إلى لب العظام بواسطة بروتين يسمي (Transferrin) ترانسفيرين ويستخدم مرة أخرى في إنتاج خلايا الدم الحمراء.

أما باقي الهيموكلوبين فيتحول إلي مادة كيميائية تسمي (billirubin) بيليروبين التي تفرز العصارة الصفراوية ومنها إلى الأمعاء لتساعد في الهضم.

طرق قياس الهيموكلوبين فى المختبر

اولاً:طريقة ساهلي Sahli:

طريقة ساهلي كانت مستخدمة قديما ولكنها لم تعد مستخدمة على نطاق واسع الان خاصة بعد ظهور الاجهزة الحديثة لقياس صورة الدم .

تعتمد هذه الطريقة على مقارنة الألوان وفيها يتحول الهيموكلوبين بواسطة حامض الهيدروكلوريك إلى هيماتين حامضي

ويتكون هذا الجهاز من ثلاثة أنابيب – اثنتان ملونتان والثالثة (التي توجد بالمنتصف)تستعمل لأجراء الاختبار وهذه مدرجه لكي تعطي قراءة الهيموكلوبين بطريقتين :

اما بالنسبة المئوية (%) أو بالغرام (غم)

الأدوات المستخدمة:

1. جهاز ساهلي.

2. حامض الهيدروكلوريك HCL مخفف بتركيز 0.1

3. عينة الدم.

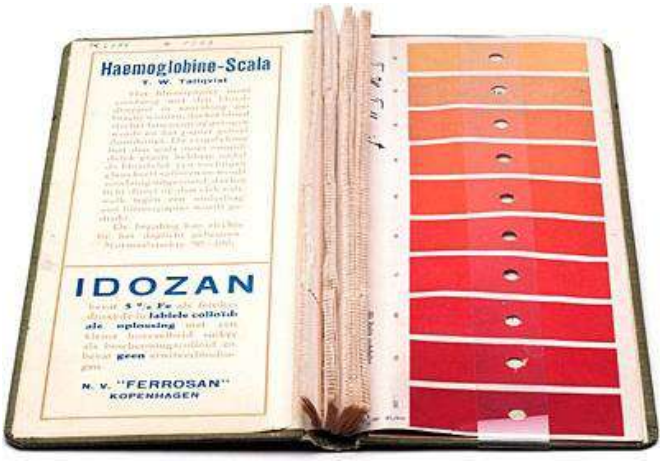
4. محلول فسيولوجي (Normal Saline).

طريقة العمل:

1- جهاز ساهلي عبارة عن أنبوبة فارغة ومدرجة ومعها أنبوبتين قياسيتين (ضابطة للون)
2- نقوم بوضع كمية من الدم في الأنبوب. حوالى 20 ميكرون
3- نضع قطرات من محلول HCL(من 7 - 8 قطرات) ونمزج الدم مع الحامض بواسطة قضيب زجاجي.
4- نقوم بوضع قطرات من المحلول الفسيولوجي حتى نحصل على اللون القياسي في الأنبوبتين وتتم المقارنة معهما وذلك بوضع أنبوب الدم بين الأنبوبين القياسيين.
5- للمقارنة الصحيحة يتم رفع الجهاز نحو الضوء حتى تتم المقارنة بين الانبوب القياسي وأنبوب عينة الدم.
6- نسجل القراءة المستحصل عليها ثم نعيد هذه التجربة ثلاث مرات حتى نحصل على متوسط القراءات .

ملاحظة هامة... يوجد بالجهاز تدريجين .. تدريج بالنسبة المئوية ..وتدريج بالكمية المعروفة. نكتب قراءة الهيموكلوبين بواسطة التدريجين الموجودين على الأنبوبة (غم ونسبة مئوية %).

ثانياً :Hemoglobin-Scale : توجد في بعض المختبرات دفاتر خاصة لتقدير الهيموكلوبين بالنسبة المئوية وتسمى احياناً Haemoglobine-Skalaوهي غير دقيقة ويمكن استخدامها عند اجراء مسح صحي خارج المختبر.



ثالثاً :طريقة درابكن Drabkin :

وهي الطريقة اليدوية المستخدمة حاليا :

خطوات العمل :

1- **يتم اضافة (20 ميكرون) من الدم (EDTA+ blood).. الى (5 مل) من محلول درابكن وخلطهم جيدا.**
2- **توضع العينة فى درجة حرارة الغرفة لمدة (15) دقيقة لضمان تحول الهيموكلوبين الى اللون البني.**
3- **يتم قياس العينة فى جهاز القياس الضوئي (spectrophotometer).**
4- **تقاس العينة بالجهاز عند الطول الموجي (540 نانوميتر).**
5- **يتم حساب العينة من خلال المعادلة التالية : C=A*36.8**
   اي انه يتم ضرب الرقم الناتج من الجهاز فى (36.8).
6- **يتم تدوين النتائج.**
7- **طريقة أعداد منحني قياسي وجدول قياسي :تعمل تخفيفات متتالية من المحلول القياسي Standard المعروف درجة تركيزه كآلاتي : 2:1 و 3:1 و 4:1 و 5:1وتقرا هذه التخفيفات بعد ضبط صفر الجهاز بمحلول درابكن. يرسم منحنى بياني لتقدير الهيموكلوبين بالغرام / لتر في كل قراءة ومنه يمكن عمل جدول قياسي لكافة القراءات وينصح بقياس المحلول القياسي عند تغيير الكاشف أو اجراء صيانة للجهاز.**

رابعاً : هناك جهاز في الوقت الحاضر يتم من خلاله وضع عينة الدم فتظهر النتيجة الخاصة بالهيموكلوبين وتوجد منه عدة مناشئ منها ما يسمى HemoCue.

HemoCue Whole Blood Hemoglobin System

القيم الطبيعية للهيموكلوبين

1- الذكور البالغين 13 - 18 g/dl

2- الاناث البالغين 12 - 15 g/dl

3- الاطفال 1يوم قد يصل الى 20 g/dl

4- الاطفال 3 شهور 9.5 – 13.5g/dl

5- الاطفال من 6 شهور الى 5سنوات 11 g/dl

6- الاطفال من 5سنوات وحتى 16 عاما 11-13 g/dl

7- السيدات الحوامل لا يقل عن 11 g/dl

g/dl هو غرام / ديسيلتر

اسباب نقص الهيموكلوبين

1- فى حالات فقر الدم anemia ونقص عنصر الحديد بالغذاء

2- نقص حامض الفوليك

3- ضعف امتصاص الحديد فى الامعاء

4- وجود نزيف حاد مثل الجروح او نزيف مزمن مثل البواسير النازفة او غيرها

5- وجود طفيليات تتغذى على الدم

6- فى حالات سرطان الدم ووجود اسباب غير طبيعية تؤدى الى تكسير خلايا الدم وتحلل الهيموكلوبين

7- وجود امراض مزمنة

8- في حالات الاورام .

9- في حالات تليف الكبد .

10- في حالات الحمل .

اسباب زيادة الهيموكلوبين عن الحد الطبيعى

1- سكان المرتفعات مثل الجبال والمناطق المرتفعة عن سطح الارض حيث انه كلما ارتفعنا عن سطح الارض قلت نسبة الاوكسجين فى الهواء فيعوض الجسم ذلك عن طريق زيادة حجم القلب وزيادة نسبة الهيموكلوبين فى الدم .

2- الاطفال حديثى الولادة

3- بعض امراض القلب سواء وجود

أ- ضعف فى عضلة القلب يؤدى الى ضعف ضخ الماء للجسم فتتم الاستعاضة عن طريق زيادة نسبة الهيموكلوبين

ب-وجود ثقب فى القلب بين البطين الايمن والايسر يؤدى الى اختلاط الدم المؤكسج بالدم مع غير المؤكسج فيقل محتواه من الاوكسجين .

4- فى حالات الالتهابات.

5- فى حالات الجفاف .

6- فى حالات الاسهال.

7- فى حالة زيادة كريات الدم الحمراء .

فسلجة الحيوان العملي

المرحلة الثالثة

المحاضرة السابعة

اختبار معدل سرعة ترسيب كريات الدم الحمراء (E.S.R)

وقياس حجم كريات الدم المضغوط (PCV)

د. عبد الكريم عبد الرضا هوبي

د. حمزة عبد السلام المعموري

اختبار معدل سرعة ترسيب كريات الدم الحمراء (E.S.R)
Erythrocytes Sedimentation Rate

اكتشافه وأهميته الحالية

تم اكتشاف هذا الاختبار منذ عام 1918 من قبل العالم البولندي Edmund Biernack ولقد تناقصت أهمية هذا الاختبار مع الزمن بسبب تطور طرق تشخيص الأمراض الحديثة ويطلق عليه اسم سرعة الترسيب ESR أو Biernacki Reaction يعتبر هذا الاختبار عامل مساعد في تشخيص :

1. **التهاب الشرايين المزمن**
2. **polymyalgia rheumatica**
3. **أمراض المناعة الذاتية**
4. **أمراض الكلية المزمنة**

حيث انه في معظم هذه الحالات تكون سرعة الترسيب أكثر من 100 ملم في الساعة

ما هو هذا الاختبار؟

هو اختبار يعتمد على قياس معدل ترسب الكريات الحمراء خلال الزمن بعد مزجها مع مضاد التخثر المناسب "ما هو وما تركيزه "ووضعها ضمن أنابيب ويسترغرين وتثبيتها على الحامل بشكل عامودي في درجة حرارة الغرفة بحيث يتم تحديد النسبة في كل من الساعة الأولى والثانية كلا على حدى وتعطى نتيجة هذا الاختبار ب ملم /الساعة
(في أغلب الدول يتم الاعتماد حاليا على نسبة الساعة الأولى فقط)
ويعد هذا الاختبار من الاختبارات الشائعة في علم الدم وهو لتشخيص الالتهابات لانوعها.

تعريف سرعة الترسيب : وهى مسافة ترسيب الكريات الدموية الحمراء بعد ترك دم غير مخثر في وضع عمودي لمدة 24 ساعة .

الهدف من الاختبار: تستعمل قيمة الـ ESR في المساعدة على التشخيص المبدئي واكتشاف المرض عند وجوده وترجع أهمية معرفة قيمة الـ ESR إلى متابعة علاج بعض الحالات المرضية وأيضاً تدل على وجود بعض الأمراض.

يتم اختبار الـ ESR بطريقتين:.

1. Wintrobe method.

2. Westergren method

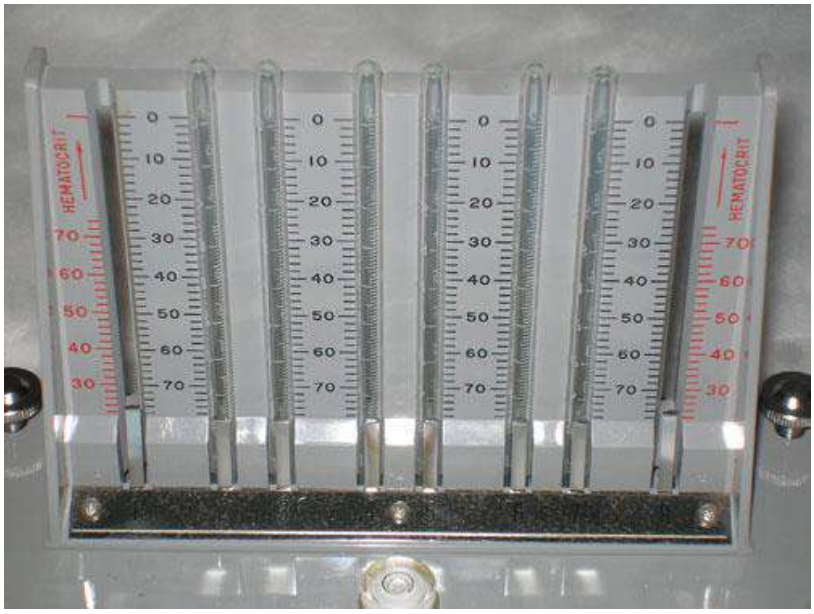
الطريقة الامثل هي الطريقة الثانية (Westergren method) .

اولاً: طريقة Wintrobe method

المواد الضرورية :

1- أنبوب Wintrobe طوله 10 سم وهومقسم بالمليمترات من 0-110 ملم وقطره 3ملم وهو مسدود من احد طرفيه وسطح هذا الطرف أفقي.

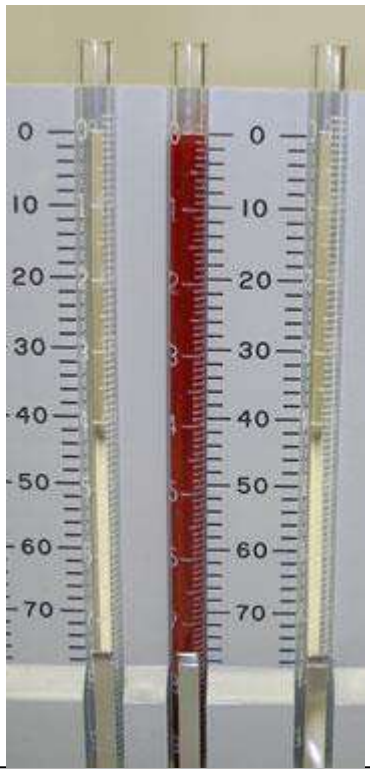
2- يجمع الدم في أنبوب إختبار نظيف يحوي على مادة جافة مانعة للتخثر (EDTA) ويمزج معا جيدا ثم يوضع في أنبوب Wintrobe بمقدار حجم واحد من مانع التخثر الى أربعة حجوم من الدم الكلي



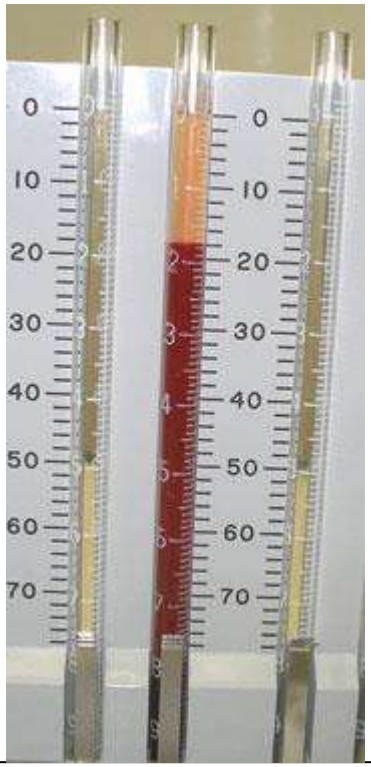
The Wintrobe sedimentation rack

طريقة العمل :

1-أخلط محتوى الأنبوب جيدا بواسطة التحريك لمرات عديده
2-إملأ انبوب Wintrobe حتى الإشارة 100مل
3_ ثبت الأنبوب عموديا في مكانه بالجهاز الخاص به
4-يتم ترك الانبوب معلق لمدة 24 ساعة.
5- إقرأ الرقم المحاذي للطبقة الطافية فوق الكريات الحمراء الحد الفاصل مابين الخلايا الدموية الحمراء والبلازما فيكون هو نتيجة الفحص.



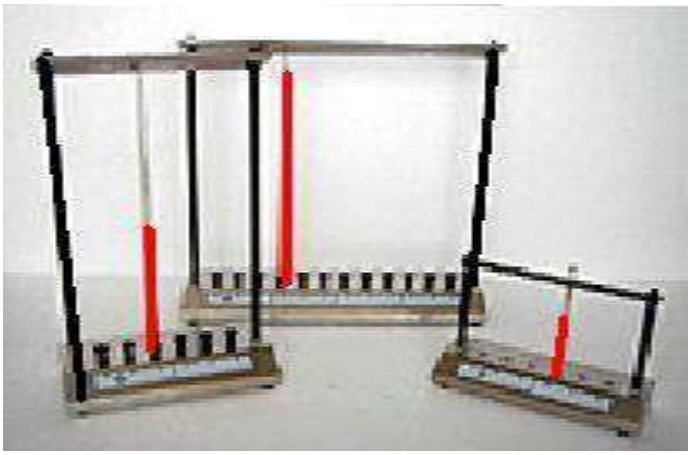
This picture shows a rack holding Wintrobe tubes, in which anti-coagulated whole blood has just been added.
(Time: 0)



Red blood cells have settled, leaving plasma at the top of the tube. Reading: 18
18 mm/hour
(Time: one hour)

طريقة Westergren method:

أنبوب Westergren يجب أن يكون من الزجاج المستقيم أو البلاستيك الصلب الشفاف طوله حوالي 20 سم ولا يتجاوز قطره 2.5 ملم
"عبارة عن أنبوب مدرج من 0 وحتى mm200 حيث أن التدريجة صفر تكون في أعلى الأنبوب"

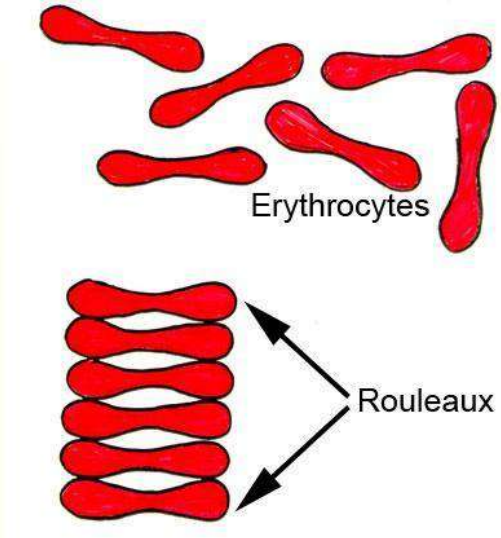


- **تحضير العينة: العينة عبارة عن خليط من الدم وسترات الصوديوم بتركيز 3.8 %. بأخذ 2 مل دم مع 0.4 مل سترات الصوديوم.**

- **طريقة أجراء الاختبار-:**

1- توضع أنبوبة الدم الخاصة بهذا الاختبار اولا على جهاز تقليب الدم لخلط الدم مع المادة المانعة للتخثر.
2- يتم أدخال الماصة Westergren سعة 150 مل في فوهة الانبوبة المحتوية على الدم مع الضغط على الماصة حتى يصعد الدم الى نقطة الصفر.
3- يسجل مدى الترسيب خلال 24 ساعة والذي يكون معدله الطبيعي للرجال 0 –13 سم النساء 0- 20 سم.

ماذا يحدث داخل أنبوب Westergren:
تترسب الكريات الحمراء على ثلاث مراحل:
المرحلة الاولى : هي مرحلة ترسب بطيء للكريات الحمراء فوق بعضها بما يعرف باسم الرولو Rouleaux .
المرحلة الثانية : ترسب ثابت لصفوف Rouleaux تدوم 40 دقيقة.
المرحلة الاخيرة : ترسب الكريات الحمراء وانضغاطها



أهمية أجراء الاختبار:
1- الدلالة على تأثير العلاج وتقدم المرض أو مراحلة
2- كلما كانت قيمة E.S.R اكثر من الطبيعي دل ذلك على ان المرض أكثر حده
3- يستخدم الاختبار للتفريق بين الاورام الخبيثة والحميدة

العوامل المؤثرة على سرعة الترسيب:
1- قوة الجاذبية الارضية حيث تسبب أرتفاع كريات الدم الحمراء عن باقي أجزاء الدم
2- كثافة البلازما تتناسب طرديا مع سرعة الترسيب وذلك بسبب وجود الفيبرونوجين
3- وضعية الانبوبة حيث أنه كلما كانت الانبوبة في وضع عمودي قلت سرعة الترسيب
4- العوامل الفسيولوجية التي تزيد من سرعة الترسيب (الحمل والدورة الشهرية وتقدم العمر).

النتائج-:
أ- ارتفاع القيمة عن المعدل الطبيعي يدل على-:

1- فقر الدم الحاد
2- الروماتيزم
3- الالتهابات
4- الكسور
5- الاورام الخبيثة

ب- انخفاض المعدل عن المعدل الطبيعي يدل على-:

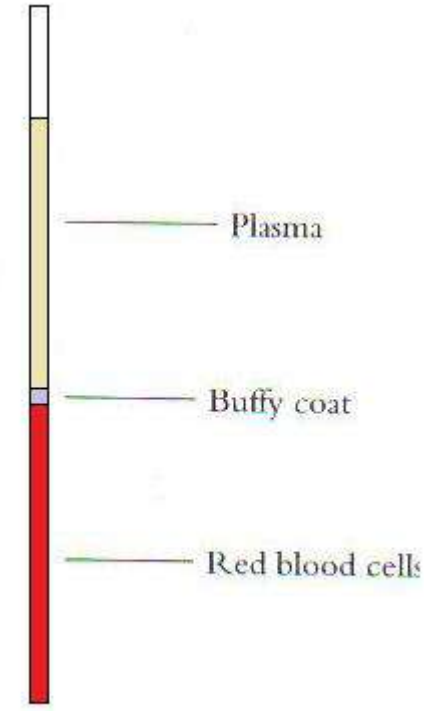
1- الجفاف
2- الحروق
4- الحساسية
3- احمرار الدم
4- هبوط القلب الاحتقاني

يمكن تقدير النسبة الطبيعية لمعدل الترسيب وفق المعادلة الاتية:

$$\mathrm{ESR}\ (mm/hr) \leq \frac{\mathrm{Age}\ (in\ years) + 10\ (if\ female)}{2}$$

قياس حجم كريات الدم المضغوط (PCV)
Haematocrit or Packed Cell Volume

يستخدم هذا الفحص لقياس نسبة كريات الدم الحمراء في حجم من الدم. و يستخدم هذا لفحص فقر الدم.
عند وضع عينة من الدم في جهاز للطرد المركزي نحصل على ثلاثة طبقات في الانبوب: في اسفل الانبوب تتجمع كريات الدم الحمراء، فوق هذه الطبقة تتجمع طبقة رفيعة جدا من كريات الدم البيضاء و فوقها طبقة من البلازما. يجب أن تكون طبقة البلازما على درجة عالية من الشفافية. وجود طبقة من البلازما المحمرة دليل على تكسر كريات الدم. وجود طبقة من البلازما المصفرة دليل على اليرقان نتيجة تواجد افرازات الصفراء في الدم. (ملاحظة: عينات البلازما في الخيول و الابقار تكون عادة مصفرة بشكل طبيعي).
يمكن حساب PCV عن طريق قياس ارتفاع طبقة كريات الدم الحمراء و تحويلها الى نسبة مئوية منسوبة الى الارتفاع الكلي لعينة الدم في الأنبوب.
يجب دائما اجراء فحص PCV و التركيز الكلي للبروتين في البلازما بشكل متلازم.

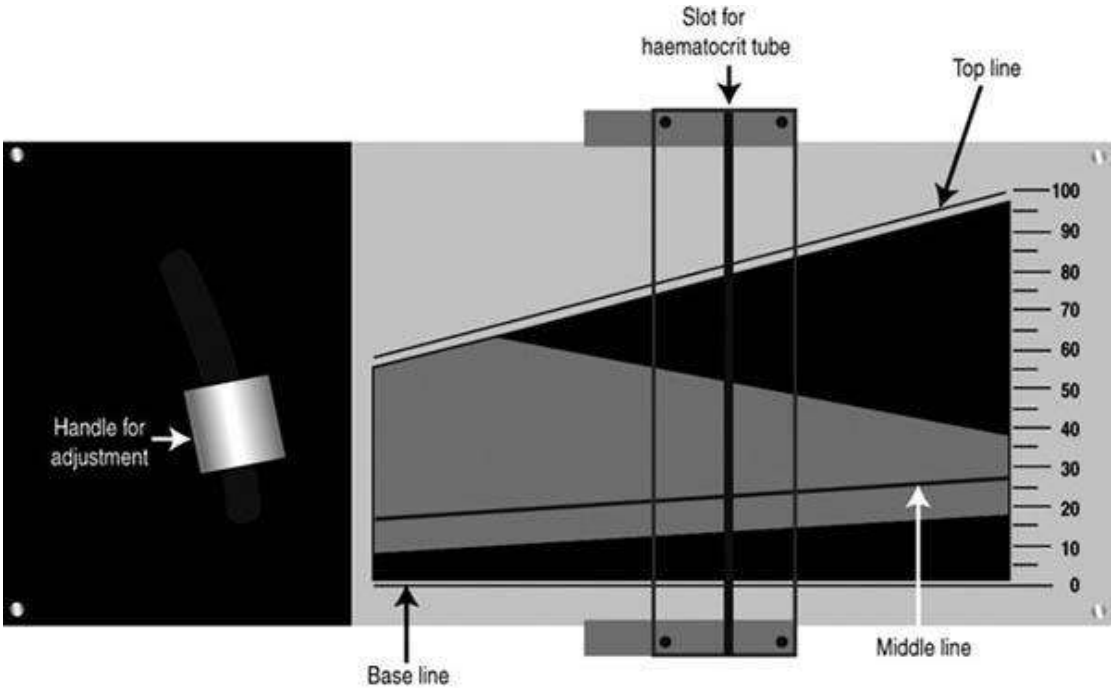


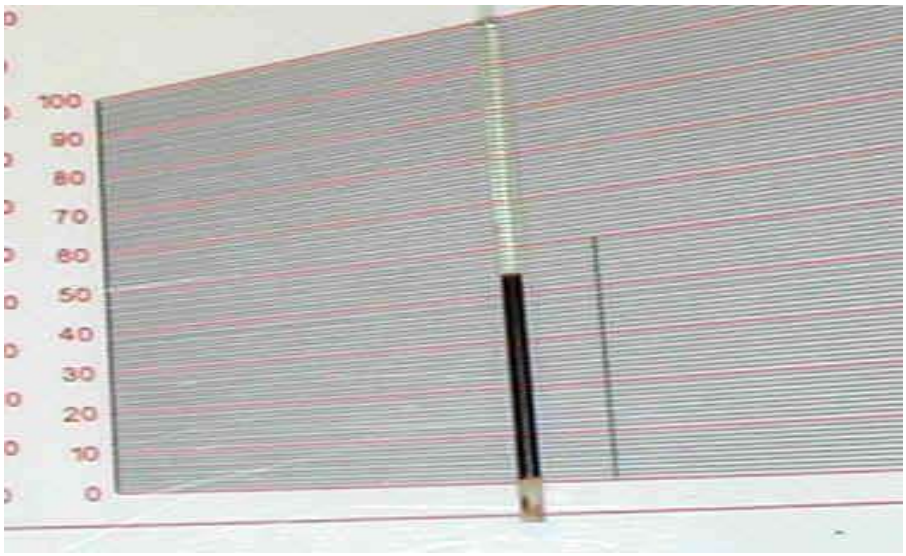
CAPILLARY TUBE

<u>الأجهزة و المعدات:</u>
- **أنبوب خاص بـ microhaematcrit (استخدم النوع العادي اذا اخذت عينة الدم مباشرة مما سبق وضعها في مانع تخثر الدم EDTA ، أو من قطرة سبق اضافة الهيبارين عندما سحبت من الوريد).**
- **عينة الدم في انبوب يحتوي على EDTA اذا امكن.**

- مادة مناسبة لأحكام سد الانبوب مثل الطين الاصطناعي .
- جهاز الطرد المركزي الخاص بالـ microhaematocrit .

- المقياس الخاص بقراءة microhaematocrit .





الطريقة المتبعة:

1) اقلب الانبوب المحتوي على EDTA و عينة الدم بلطف واخلط المحتويات.
2) اسحب الدم من العبوة الى الانبوب الشعري الى ارتفاع ثلاثة ارباع.
3) أو يمكن سحب الدم مباشرة الى انبوب شعري محتوي على الهيبارين.
4) امسح السطح الخارجي للانبوب.
5) بوضع اصبعك على اعلى الانبوب الشعري، احكم سداد اسفل الانبوب عن طريق ادخاله في الطين الاصطناعي و لف الانبوب بلطف عند اخراجه.
6) ضع الانبوب في جهاز الطرد المركزي بحيث يكون الغطاء البلاستيكي متجها للخارج (او باتجاه القعر) و ثبته في مكانه عن طريق ركنه على القطعة المطاطية داخل الجهاز، هذه القطعة تتواجد في معظم اجهزة الطرد المركزي.
7) وازن الجهاز عن طريق وضع انبوب مقابل يحتوي على نفس الكمية من السائل.
8) احكم اغلاق غطاء الامان و من ثم احكم اغلاق غطاء الجهاز.
9) شغل الجهاز لمدة 5 دقائق على سرعة 10000 دورة في الدقيقة.
10) ارفع الانبوب من الجهاز و قم بقياس PCV باستخدام مقياس microhaematocrit .

قراءة الـ PCV :

1) ضع الانبوب في الاخدود الموجود على القارئ (او على بطاقة القياس الخاصة).
2) ضع اعلى طبقة الطين الاصطناعي (مع اسفل طبقة الـ RBC) في مستوى موازي لاسفل القارئ Base line.
3) حرك الانبوب بحيث تتوافق اعلى طبقة البلازما مع الخط الاعلى المائل في اعلى القارئ Top line.
4) اذا استخدمت قارئ من نوعية slide reader ، فيجب ان تحرك الـ slide بحيث يصبح في مستوى موازي لاعلى طبقة كريات الدم الحمراء.
5) الآن يمكن اخذ القراءة على التدريج على الجانب الايمن. هذه القراءة هي نسبة PCV .

في حالة عدم توفر قارئ لـ microhaematocrit ، يمكن حساب نسبة PCV عن طريق قياس ارتفاع طبقة كريات الدم الحمراء و الارتفاع الكلي لعينة الدم كالتالي:

$$PCV = \frac{\text{ارتفاع طبقة كريات الدم الحمراء}}{\text{الارتفاع الكلي لعينة الدم}}$$

المقادير الطبيعية PCV كما يلي :
-عند الرجال :40- 54%
-عند النساء: 37 – 47 %
-عند الأطفال : 36 – 44 %

***زيادة معدل PCV يدل على كل من:**
1- احمرار الدم.Polycythaemia ..
2- امراض القلب Heart disease .
3- أمراض الرئة Lung disease .
4- حالات الجفاف Dehydration
5- حالات الحروق Burns .

***انخفاض معدل PCV يدل على (فقر الدم / الحمل / سرطان الدم) .**

فسلجة الحيوان العملي

المرحلة الثالثة

المحاضرة الثامنة

مجاميع او فصائل الدم Blood grouping

د. عبد الكريم عبد الرضا هوبي

د. حمزة عبد السلام المعموري

مجاميع او فصائل الدم Blood grouping

تتطلب الكثير من العمليات الجراحية او عند حدوث نزف اجراء عمليات نقل الدم الى المصاب بشكل كامل . نقل الدم بين مريضين يجب ان لا يتم بصورة عشوائية. وذلك بسبب احتمالية حدوث تفاعل مناعي بين الاجسام الغريبة Antigen وبين الاجسام المضادة في الدم Antibody وهذا التفاعل يسمى Antigen / Antibody reaction مؤدية الى ترسب كريات الدم الحمراء وتسمى بالـ Agglutination .

نظام الـ ABO

كل شخص يحوي على اما A او B او O انتجين (Antigen) او جسم مضاد في كرية الدم الحمراء .

النوع O يعتبر الجسم غريب صغير (weak Antigen) لذلك فأنه نادراً ما يتكون اجسام مضادة عند اجراء عملية نقل دم .

لذلك فأن الشخص الذي يحمل صنف الدم نوع O لايحوي على انتيجينات في كرية الدم الحمراء.

فقط صنف A و B تحوي على انتيجينات قوية .

هذه الانتيجينات تنتقل وراثياً .

وزنها الجزيئي بحدود 200.000 دالتون و السلاسل الببتيدية لها تتكون من 15 حامض اميني يرتبط معها جزيئات من السكريات هذه البروتينات من مميزاتها :

1- مختلفة في الشكل .

2- مسيطر عليها وراثياً .

3- تسيطر عليها ثلاثة اليلات هي O,B,A

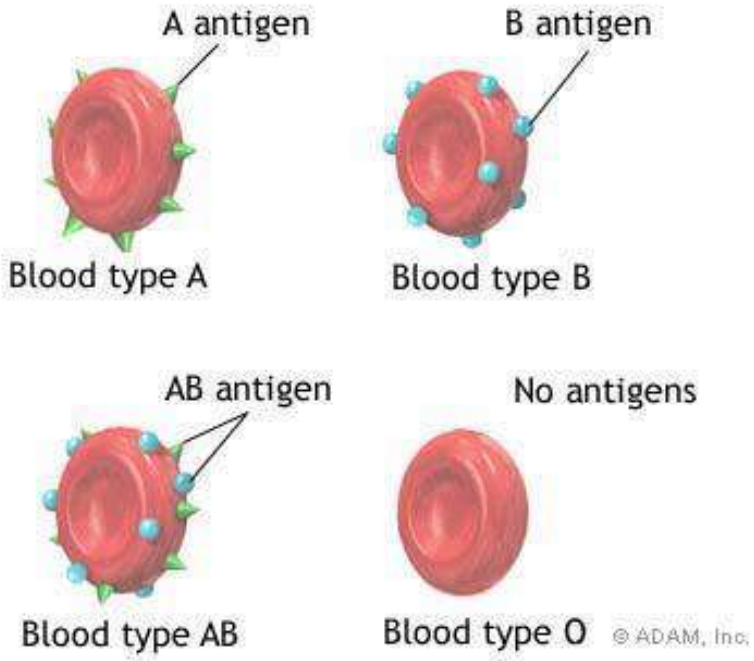
هذه البروتينات اتضح ان لها علاقة بالخصوبة .

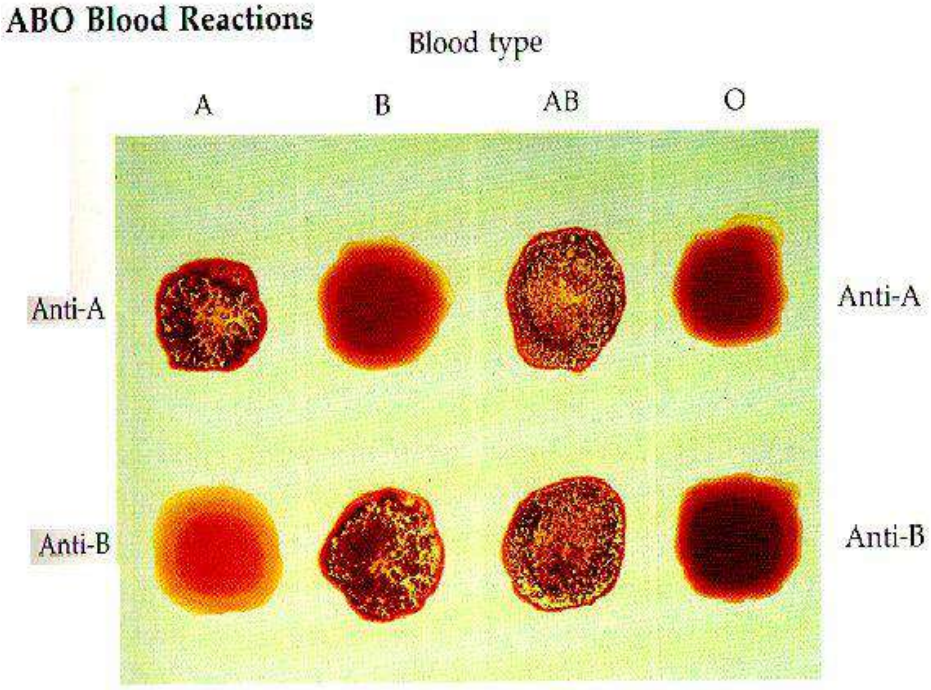
مثلا في الانسان لاحظوا ان صنف الدم نوع AB يمتازون بنسبة عقم قليلة جداً .

بالماشية هناك عدة مجاميع من الدم ويسيطر عليها عدد من الجينات وهي A , F , G , L , M .

Table (1): Antigen and Antibodies in each blood type and percent of blood :

Blood type	Antigen	Antibodies	%	
			Caucasian	Black
A	A	anti. B	43	22
B	B	anti. A	7	29
AB	AB	None	3	4
O	None	anti A and Anti B	47	45


A antigen
B antigen
Blood type A
Blood type B
AB antigen
No antigens
Blood type AB
Blood type O
© ADAM, Inc.


ABO Blood Reactions
Blood type
A
B
AB
O
Anti-A
Anti-B
Anti-A
Anti-B

عامل الـ RH (Rhesus system) :

اكتشف سنة 1940 من قبل العالمان Landstiner و Wiener في الحيوانات .

بعد اكتشاف هذا العامل وتصنيع الاجسام المضادة ضد هذا العامل Antibodies against RH , تم اختباره مع كريات الدم الحمراء للانسان ولاحظوا ان :

85 % من البشر لهم عامل الـ RH اي (+RH).

15% من البشر ليس لهم هذا العامل اي (-RH).

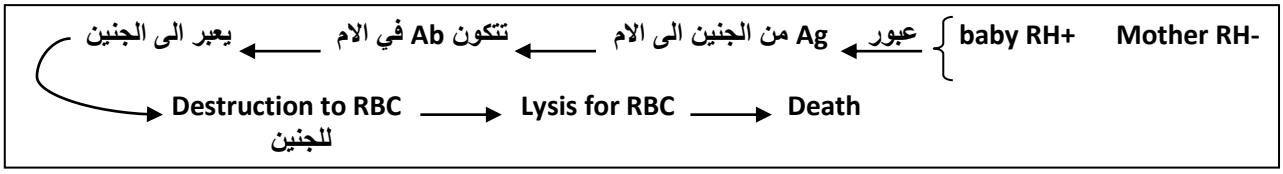
والـ RH يعني وجود بروتين معين او عدم وجوده على خلايا الجسم بشكل عام (ليس فقط كرية الدم الحمراء) .

وعليه فأن مجاميع الدم المذكورة اذا تفاعلت مع الاجسام المضادة ضد الـ RH (Anti D) فأنه يستدل من ذلك ان عامل الـ RH موجود ويسمى بالـ (+ RH- positive) واذا لم يتكون اي ترسب فأنه يسمى بالـ (RH – negative -) .

<u>في عمليات نقل الدم :</u>

عند حدوث عملية نقل الدم بين شخصين مختلفين في عامل الـ RH فأنه في عملية النقل الاولى لا تحدث خطورة من ترسب الكريات الدموية الا انه سيتم تكوين اجسام مضادة ضد هذا العامل وتتواجد هذه الاجسام المضادة في الدم وعند اجراء عملية نقل الدم ثانية فأن هذه الاجسام المضادة المتواجدة في الدم تهاجم عامل الـ RH وتسبب تكون ترسبات تؤدي الى حدوث خطورة تعرض الشخص للموت .

ايضاً في حالات الزواج يتم فحص هذا العامل . المشكلة تحدث عندما تكون الام (-)RH والجنين +RH وحدث خلل في النظام (المشيمة) وتم عبور الانتيجين Ag من الجنين الى الام فعندها سيتكون اجسام مضادة (Ab) ثم ينتقل الى الجنين ويسبب هلاك الجنين (يحدث تحلل لخلايا الدم الحمراء الخاصة بالجنين)



هذه الحالة تسبب مجموعة من الاعراض الفسيولوجية:

1- يموت الجنين Death .

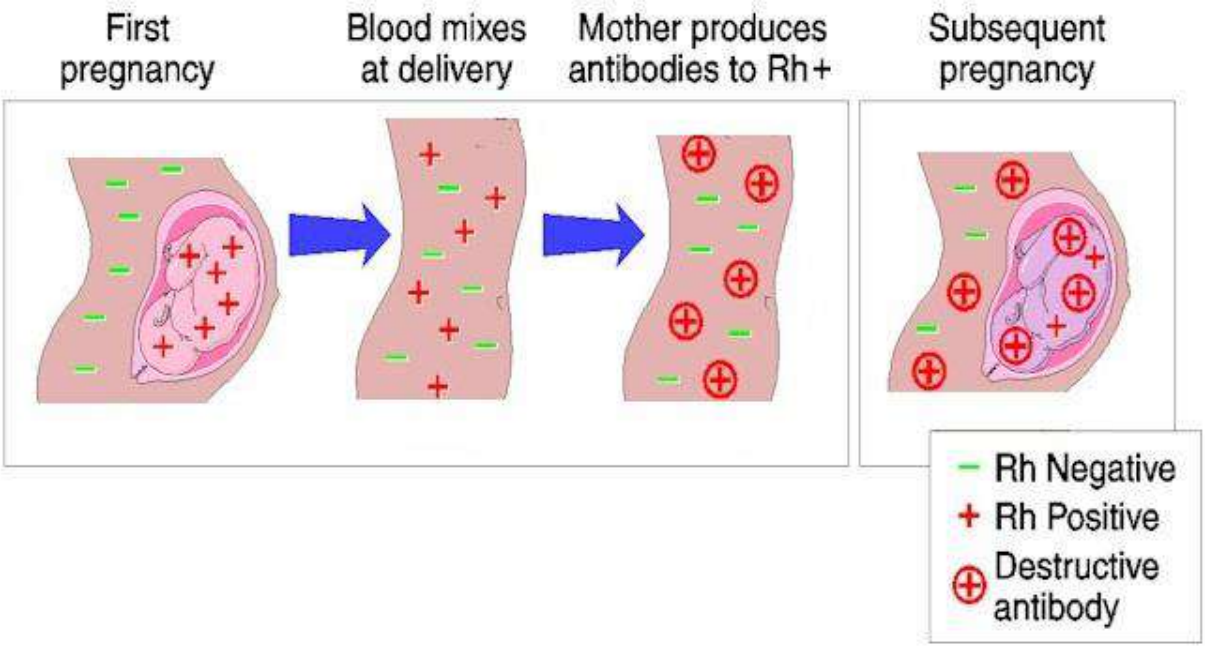
2- بعد الولادة (المولود به فقر دم حاد)Hemolytic Anemia .

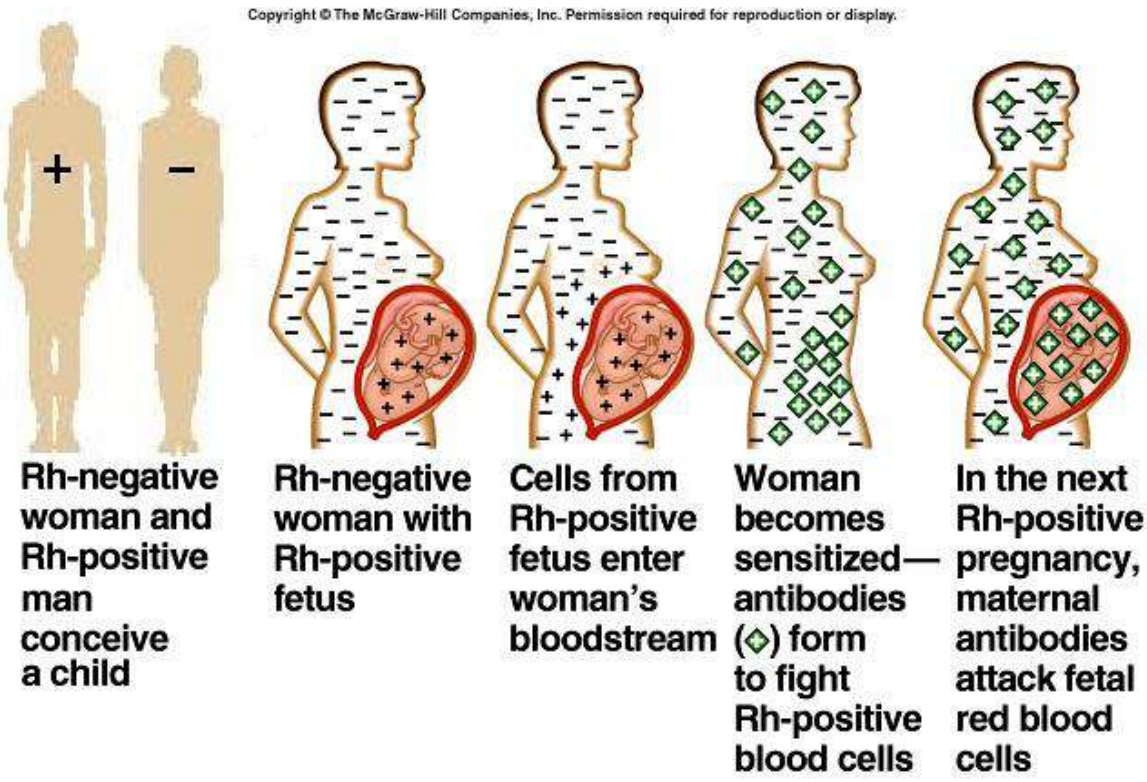
3- Yellow baby .

4- Meutal Retadation (تجمع الـ Hb في الدماغ فأما ان يحدث هلاك للجنين او تخلف عقلي) .

5- splenomegaly : اذا تجمعت هذه المادة في الطحال او الكبد سيتوقف الكبد عن العمل وبالتالي تحدث حالات التسمم . وتسمى هذه الحالة بـ RH incompatibility او تسمى Erythroblastosis fetalis .

وهذه الحالة موضحة في المخطط الاتي:





العلاج :

للتخلص من هذه الحالة هناك مواد تسمى Anti D I g G على شكل حقن تعطى للام عند الولادة لكي تمنع تكوين تجمعات بالدم , وهذه الاجسام المضادة المصنعة (Anti D I g G) تعمل على تحويل البروتينات الى احماض امينية Amino Acid . وتصل نسبة هذه الحالات الى 95% . ايضا هذه المضادات تعطى في:

1- حالات الاجهاض.

2- الهلاكات المبكرة للاجنة .

في الخيول:

هناك حالة تشبه الـ RH في الانسان وتسمى بـ Hemolytic disease of newborn fetal وهذه الحالة تؤدي الى هلاك الاجنة حديثة الولادة . في الانسان الاجسام المناعية IgG تنتقل خلال المشيمة Placenta , في الخيول لاتنتقل هذه الـ IgG من خلال المشيمة الا انه موجود في اللبأ (خلال الثلاثة ايام الاولى بعد الولادة) إذاً ان Ab موجودة في اللبأ وهذه الـ Ab ستنتقل الى الجنين وتسبب تحطم الخلايا الدموية , وهذه الحالة موجودة في الخيول العربية .

ايضا في خمسينيات القرن العشرين حصلت حالة ناتجة عن عدم ادراك , حيث كانوا يستخدمون الدم الكامل whole blood ويعطى للابقار لغرض التحصين , فتتكون اجسام Ab تؤدي الى تكسر الخلايا الدموية حتى تؤدي الى موت الحيوان .

النواحي التطبيقية لمجاميع الدم في الحيوان :

1- تمييز المواليد الجديدة .

2- تطابق الانسجة .

3- تحديد الـ Free-martin .

4- بعض الانواع مقاومة لمرض معين .

5- هناك بعض مجاميع الدم تكون قابلية ارتباط الهرمونات بالمستقبلات اكثر من المجاميع الاخرى .

تعيين مجاميع الدم في الانسان وعامل RH

Human Blood Groups and Rhesus factor (RH)

مبدأ التجربة:

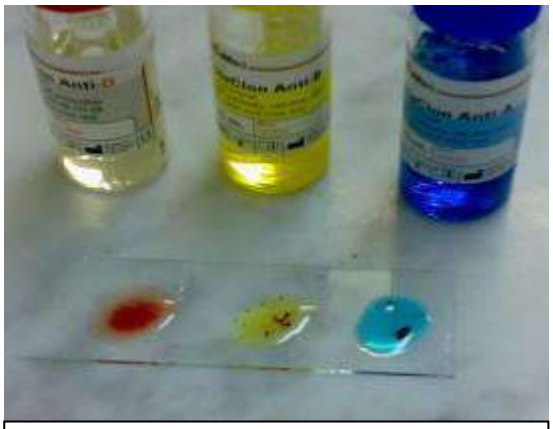
يعتمد تعيين فصائل الدم في هذه التجربة على تفاعل الاجسام المضادة Antibodies وهي: الجسم المضاد A (Anti-A) والجسم المضاد B (Anti-B) والجسم المضاد D (Anti-D) أو مايسمى Anti-RH في عامل الـ Rhesus Factor (RH) مع الانتيجينات (المستضدة) Antigens الموجودة على سطح كريات الدم الحمراء الخاصة بدم الشخص المعني.

الهدف من التجربة:-

تحديد مجاميع الدم المختلفة في الإنسان.

الأدوات المستخدمة في التجربة:

1- الجسم المضاد A (Antiserum A)
2- الجسم المضاد B (Antiserum B)
3- الجسم المضاد لعامل Rhesus (Anti - Rh)
4- شرائح زجاجية نظيفة

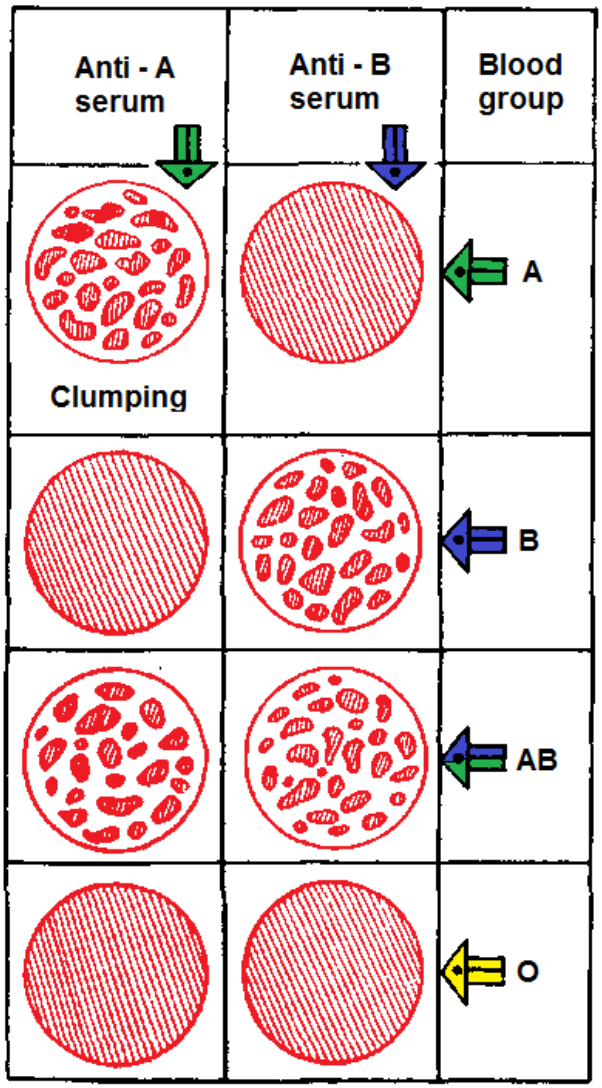


الأدوات المستخدمة في تحديد مجاميع الدم

خطوات إجراء التجربة:

1- يتم تقسيم الشريحة الزجاجية إلى ثلاثة أجزاء
2- يتم اضافة قطرة من دم الشخص الذي يراد تعيين فصيلة دمه إلى كل جزء من الأجزاء الثلاثة في الشريحة.
3- وضع قطرة من الجسم المضاد Aعلى الجزء الأول من الشريحة وقطرة من الجسم المضاد B على الجزء الثاني من الشريحة, وقطرة من الجسم المضاد Anti - Rh على الجزء الثالث منها.
4- يتم مزج محتويات كل جزء من الشريحة جيداً ويراقب حدوث الإلتصاق (التكتل Clumping) في الدم على الأجزاء الثلاثة من الشريحة.

5- لمعرفة النتيجة نتبع الشكل الآتي:



Method of determining blood groups

فسلجة الحيوان العملي

المرحلة الثالثة

المحاضرة التاسعة

علم الانسجة Histology

د. عبد الكريم عبد الرضا هوبي

د. حمزة عبد السلام المعموري

علم الانسجة Histology

ويسمى ايضا بعلم التشريح الدقيق Microanatomy ويهتم هذا العلم بدراسة البنيان الرصين structure لجسم الكائن الحي ودراسة المظاهر الخارجية لهذا البنيان وعلاقته بوظائف الانسجة .

تتكون الانسجة من مجاميع من الخلايا تتشابه مع بعضها البعض من ناحية الشكل والوظيفة , اما مجموعة الانسجة المترابطة فأنها تكون العضو الواحد وفي المقابل فأن عدة اعضاء ستكون الجهاز .

Cells ⟶ Tissues ⟶ organs ⟶ system

يوجد في جسم الكائن الحي اربعة انواع من الانسجة الاساسية وهي :

1- النسيج الظهاري او النسيج الطلائي Epithelial Tissue .

2-النسيج الضام connective Tissue .

3- النسيج العضلي Muscular Tissue .

4- النسيج العصبي Nerve Tissue .

اي بمعنى ان اي عضو في جسم الكائن الحي سيتكون من هذه الانسجة الاساسية الاربعة .

هذه الانسجة الاربعة تنشأ اثناء المراحل الجنينية المبكرة اي عندما تبدأ البيضة المخصبة بأنقساماتها السريعة والمستمرة , حيث تتكون في البداية من ثلاث طبقات خلوية بدائية تسمى الطبقات الجرثومية الثلاثة three germ layers وهي :

1- الاديم الظاهر Ectoderm .

2- الاديم المتوسط Mesoderm .

3- الاديم الباطن Endoderm .

وينشأ من هذه الادمات الثلاثة انسجة الجسم الاربعة .

اولاً: النسيج الظهاري .Epithelial T

ويتميز هذا النسيج :

1- تترتب الخلايا بأحكام الى بعضها البعض (اي ان الخلايا متراصة compatitive).

2- المادة البينية الموجودة بين الخلايا قليلة جداً وتكاد تكون معدومة .

3- يقع هذا النسيج بتماس مباشر مع المحيط الخارجي .

4-يكّون هذا النسيج مايسمى بالغدد (كل انواع الغدد هي انسجة ظهارية).

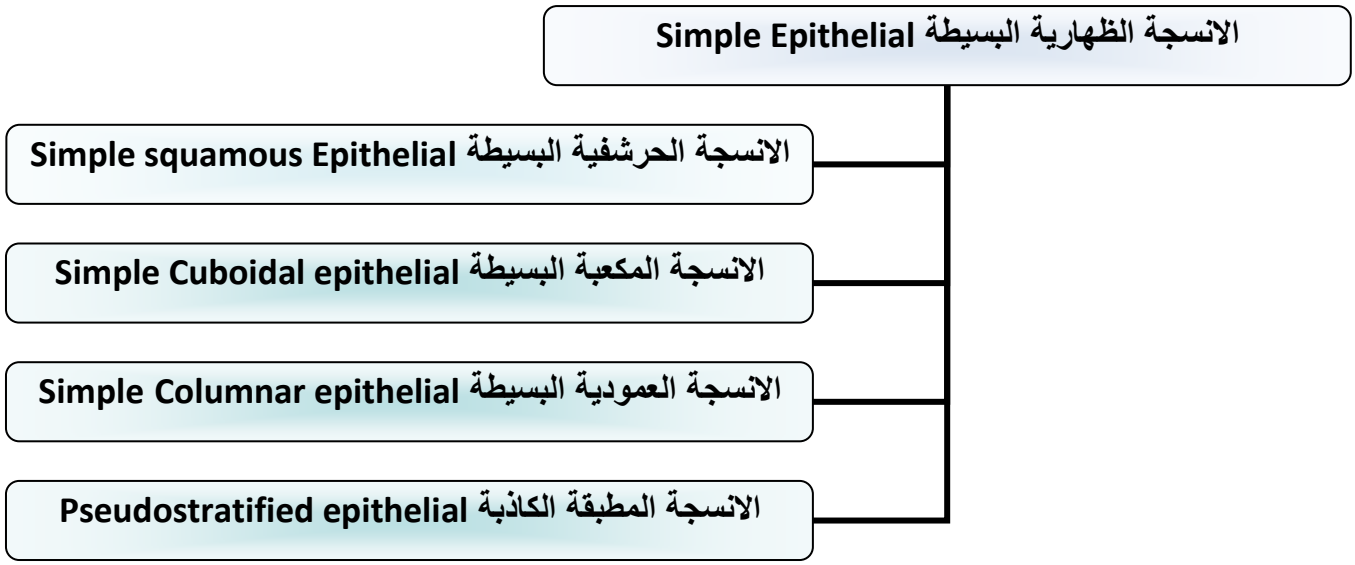
5- جميع الانسجة الظهارية تستند على الغشاء القاعدي Basement membrane .

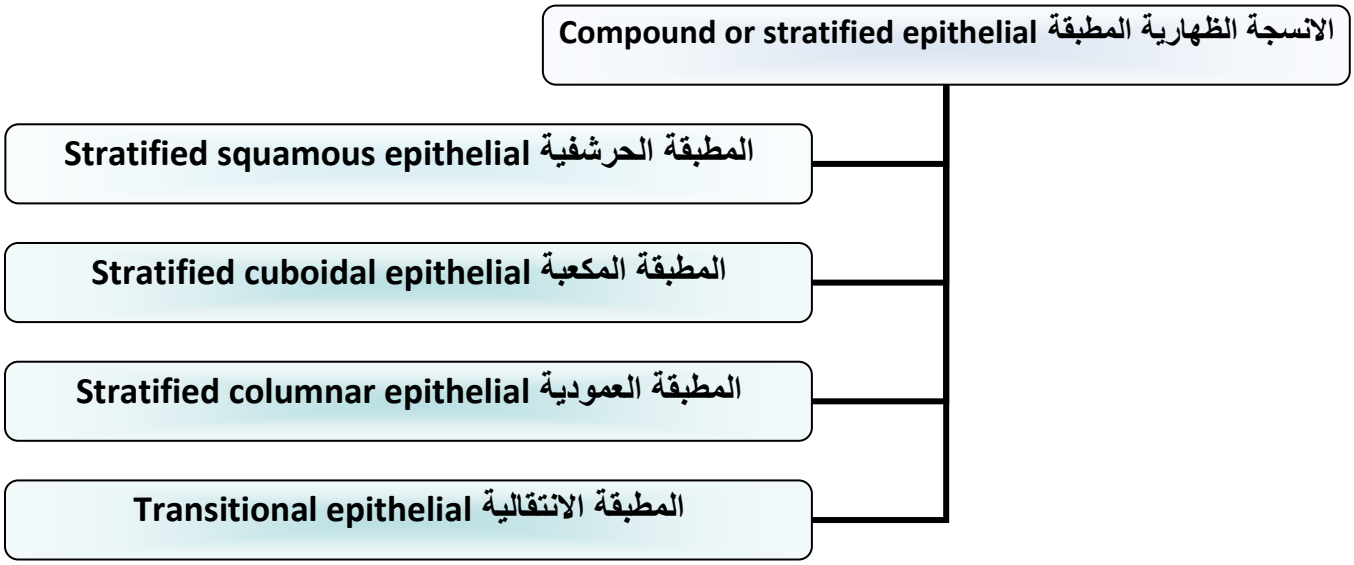
6- لاتحتوي جميع الانسجة الظهارية على اي نوع من الاوعية الدموية , وانما يتم تغذيتها بطريقة الانتشار Diffusion

7- تعتبر الانسجة الظهارية هي النوع الوحيد الذي تتشارك في تكوين انواع الادمات الجرثومية الثلاثة .

انواع الانسجة الظهارية Type of Animal Epithelial Tissue

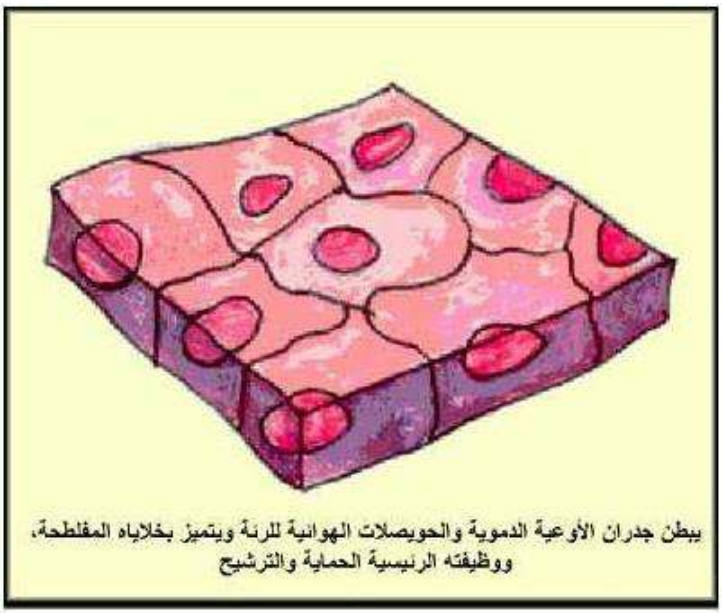
تنقسم الانسجة الظهارية الى مجموعتين رئيسيتين :



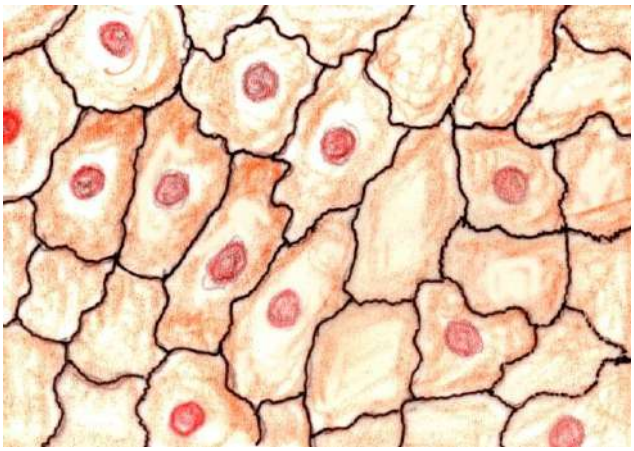


- **الانسجة الظهارية البسيطة Simple Epithelial:**

ا- الانسجة الحرشفية البسيطة Simple squamous Epithelial:
تتكون من صف واحد من الخلايا الحرشفية مستندة على غشاء حرشفي يفصل بينها وبين النسيج الذي تحته .
مميزاتها: 1- عدم وجود فرق بين عرض وارتفاع الخلية .
2- تكون الخلايا متراصة مع بعضها .
3- ذات حافات مسننة .
4- النواة مركزية الموقع ودائرية الشكل .
تواجدها : 1- السطح الداخلي لطبلة الاذن .
2- محفظة بومان (الكلية) .
3- توجد في بطانة الفم .
4- الاوعية الدموية اللمفاوية .



Simple sqaumous epithelium



ب- الانسجة المكعبة البسيطة Simple Cuboidal epithelial:

تتكون من طبقة واحدة من الخلايا المكعبة الشكل والمتراصة .

مميزاتها: 1- النواة تكون مركزية الموقع ودائرية الشكل .

2- ارتفاع الخلايا يساوي تقريباً العرض .

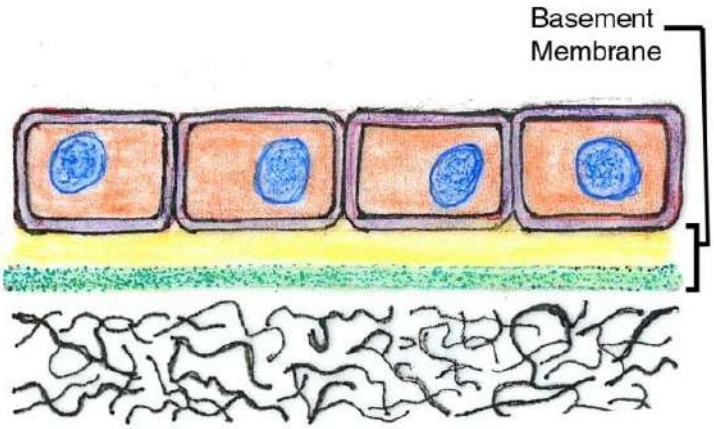
3- خلايا متراصة .

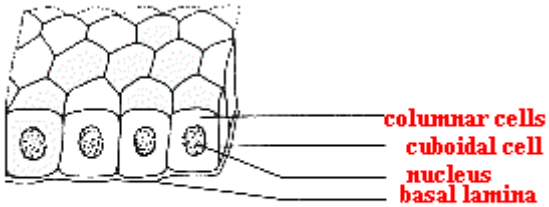
تواجدها: 1-النبيبات البولية في الكلية .

2- السطح الداخلي لعدسة العين .

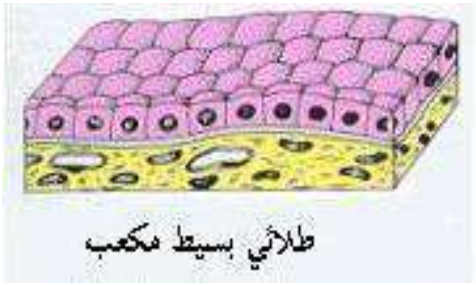
3- الدماغ (الظفائر السباتية).

4- تتواجد في الكثير من الغدد (الغدد العرقية في الجلد) .





Simple cuboidal epithelium



طلائي بسيط مكعب

ج- الانسجة العمودية البسيطة Simple Columnar epithelial:

وهي طبقة واحدة من الخلايا العمودية المتراصة .

مميزاتها : 1- خلاياها عمودية متراصة ومتلامسة من سطحها الخارجي .

2- النواة بيضوية الشكل وقرب الجدار القاعدي .

3- الخلايا العمودية تشبه الاسطوانة (الجزء الذي فوق النواة اكبر بكثير من الجزء اسفل النواة).

4- طولها اكبر من عرضها .

5- تتميز بوجود زوائد تبرز من السطح الحر تسمى الاهداب .

تواجدها : 1- بطانة الرحم .

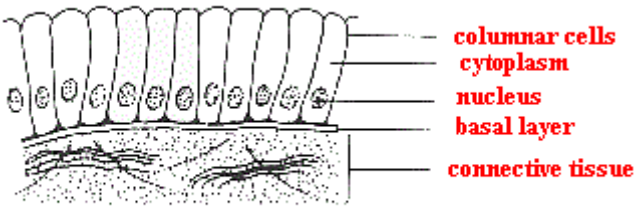
2- قناة البيض .

3- الجيوب الانفية.

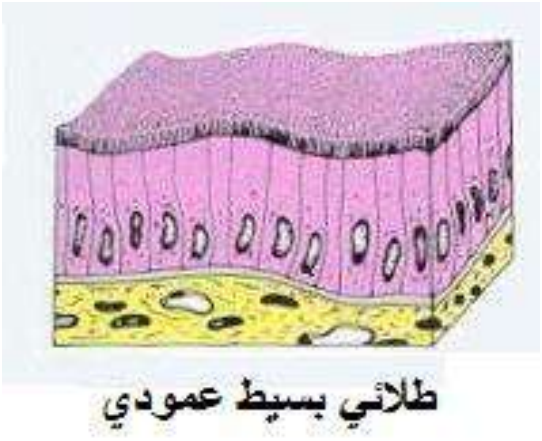
4- بطانة المعدة .

5- بطانة الامعاء.

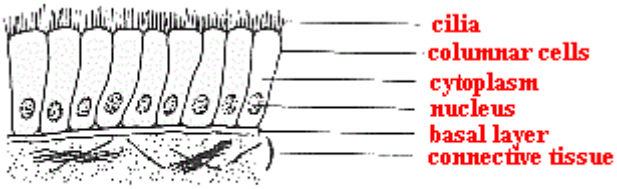
يبطن الرحم والغشاء الداخلي للأمعاء،
حيث يتميز بخلايا مستطيلة الشكل
ووظيفته الرئيسية الحماية والإفراز والامتصاص



Simple columnar epithelium



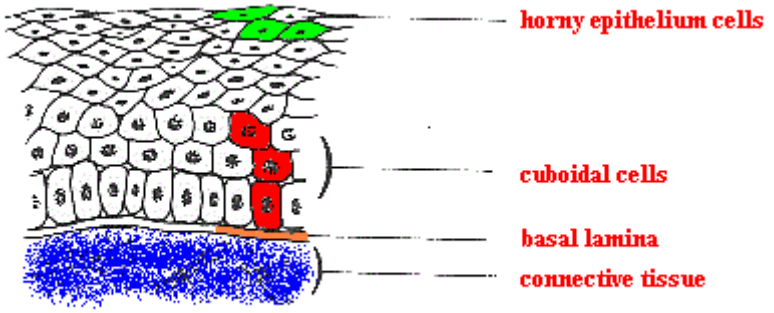
طلائي بسيط عمودي



Ciliated columnar epithelium

- **الانسجة الظهارية المطبقة Compound or stratified epithelial:**

وهي الانسجة التي تتكون من طبقتين فأكثر :



Stratified epithelium

ا- المطبقة الحرشفية Stratified squamous epithelial:

وهي تتكون من عدد مختلف من الصفوف الخلوية , وتنقسم الى قسمين :

1- المطبقة الحرشفية غير المتقرنة :

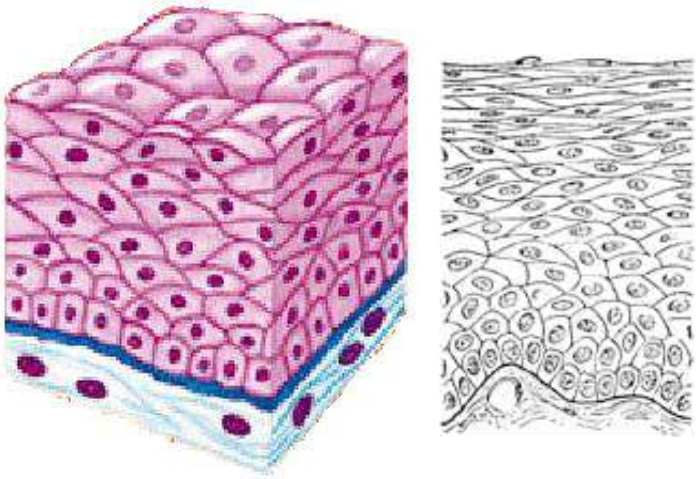
1- تترتب خلاياها في ثلاثة طبقات .

2- يبطن المريء والمهبل .

2- المطبقة الحرشفية المتقرنة :

1- تترتب خلاياها في خمس طبقات .

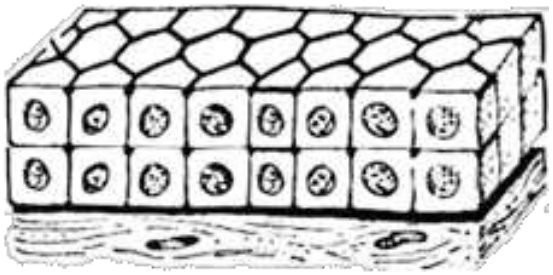
2- تتواجد في قرنية العين , راحة اليد والقدم وبشرة الجلد .



ب- المطبقة المكعبة Stratified cuboidal epithelial:

تتكون من صفين من الخلايا المطبقة المكعبة .

تواجدها : 1- يوجد هذا النوع مبطن للقنوات في الغدد(فقط) .



ج- المطبقة العمودية Stratified columnar epithelial:

هذا النوع قليل جداً , يتكون من طبقة قاعدية خلاياها مكعبة والطبقة السطحية خلاياها عمودية .

تواجدها: في البلعوم الفمي (حيث إنه يقع خلف الفم واللسان ويمكن رؤية جداره مباشرة بالكشف على الفم) و البلعوم الانفي (وسمي بذلك لأن فتحتى الأنف الخلفيتين تفتح فى البلعوم وهو يقع خلف الأنف مباشرة).

د- الظهارة الانتقالية Transitional epithelial:

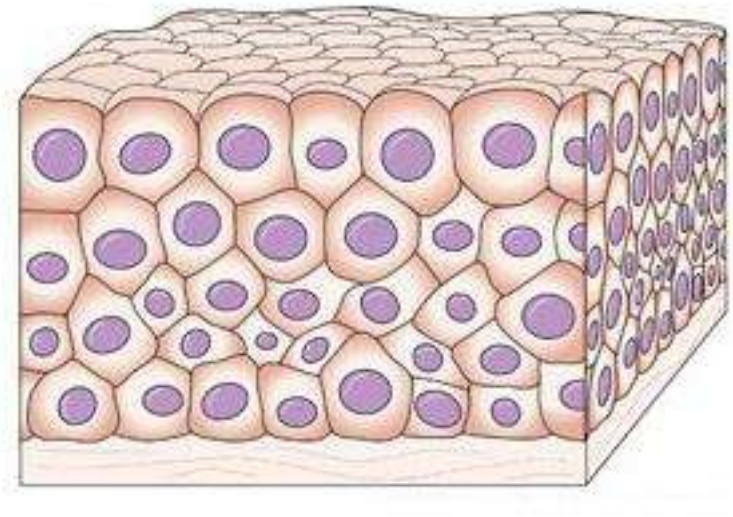
وسمي بالانتقالي لان له مميزات شكلية بين المطبق المكعب والمطبق الحرشفي .

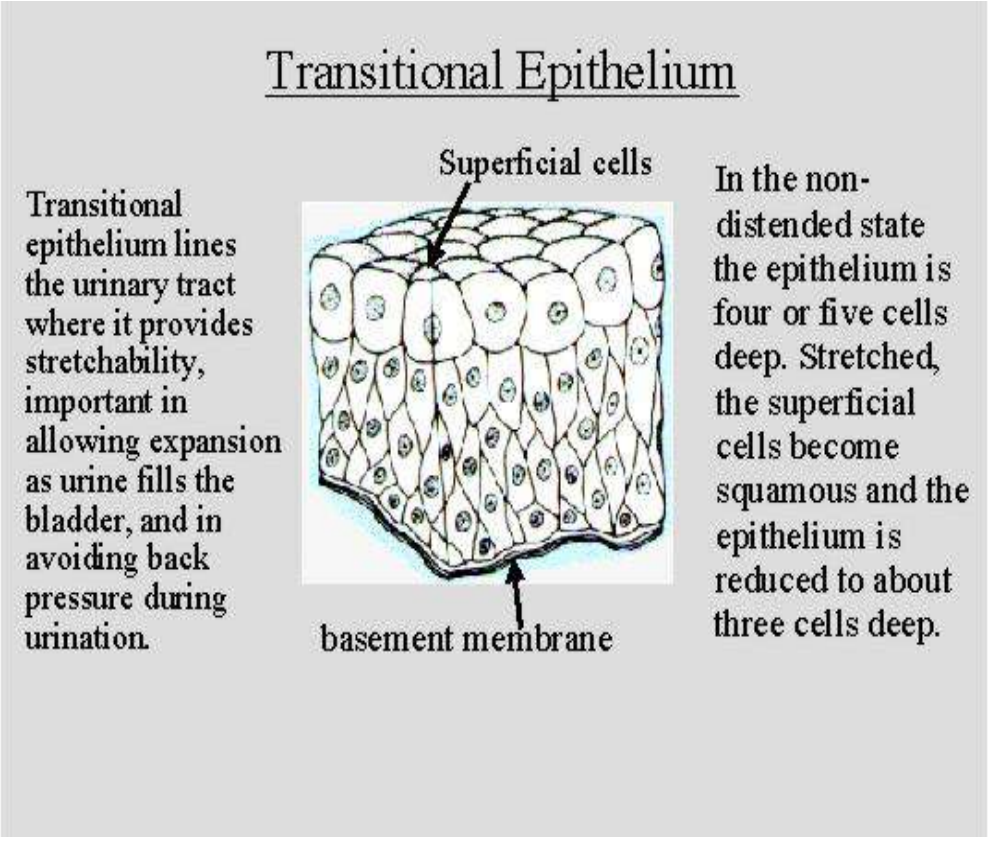
تواجدها : المجاري البولية (المثانة , الحالب , الاحليل ,حوض الكلية).

ومن مميزاتها المهمة : انها تكون عالية التخصص بحيث:

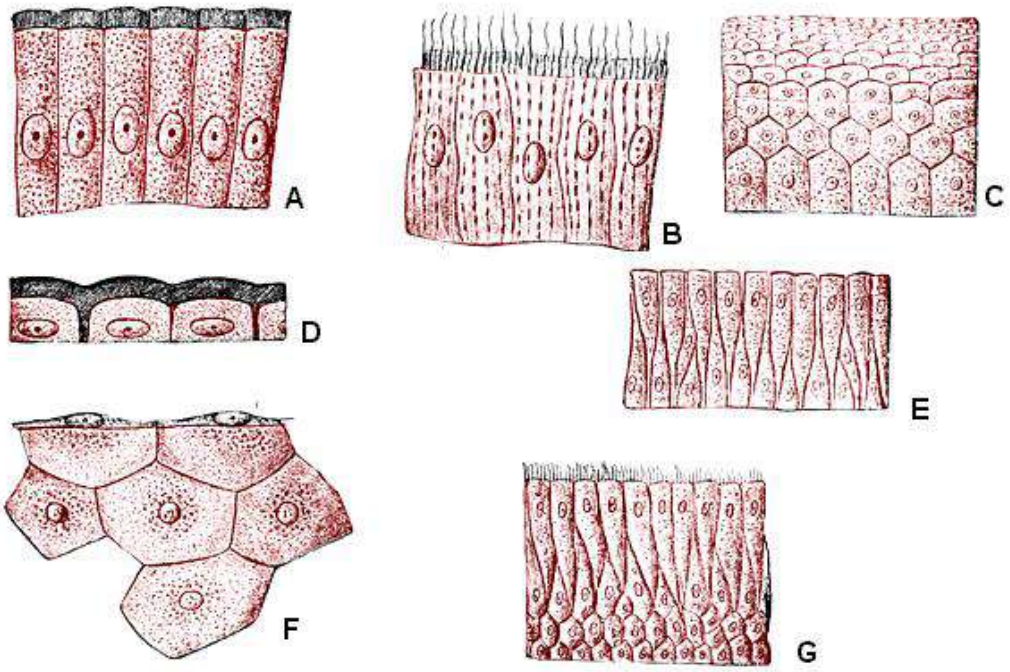
1- تقاوم التمدد الذي يحدث في الجدار .

2- تقاوم السمية والتركيز العالي للبول .





وهذا مخطط لانواع الانسجة المختلفة :



A - simple columnar epithelium.

B - simple columnar epithelium with cilia.

C - transitional epithelium.

D - simple cuboidal epithelium.

E - pseudostratified epithelium.

F - simple squamous epithelium.

G - stratified columnar epithelium with cilia.

فسلجة الحيوان العملي

المرحلة الثالثة

المحاضرة العاشرة

علم الانسجة Histology (تكملة)

د. عبد الكريم عبد الرضا هوبي

د. حمزة عبد السلام المعموري

الغدد Glands

وهي تراكيب متخصصة تنشأ في النسيج الظهاري .

يمكن تصنيف الغدد:

أولاً : بالاعتماد على عدد الخلايا :

وهذه تنقسم الى :

1- غدة وحيدة الخلية مثل الخلايا الكأسية (موجودة في الظهارة العمودية البسيطة , وفي الظهارة العمودية المطبقة الكاذبة).

2- غدة متعددة الخلايا :

أ- غدة مركبة (فيها وحدات او قنوات) مثل الغدد اللعابية في الفم .

ب- غدة بسيطة (لايوجد بها جهاز قنوات) مثل الغدد العرقية والغدد الرحمية .

ثانياً : اعتماداً على طريقة الافراز :

1- افراز خارجي Exocrine يحتوي على جهاز قنوات مثل الغدد اللعابية والبنكرياس والغدد المعوية .

2- افراز داخلي Endocrine لايوجد جهاز قنوات , اي ان الافرازات تنتقل مباشرة الى الدم مثل الغدة النخامية , الدرقية والادرينالية .

ثالثاً : اعتماداً على طبيعة الافراز :

1- غدة مخاطية الافراز (الغدد اللعابية تحت اللسان).

2- غدة مصلية الافراز (البنكرياس والغدة النكفية).

3- غدة مختلطة الافراز :افرازها يكون مخاطي + مائي (مثل الغدد المعوية , غدة القولون , الغدة اللعابية تحت الفكية) .

رابعاً : اعتمادا على تصرف الخلايا الافرازية :

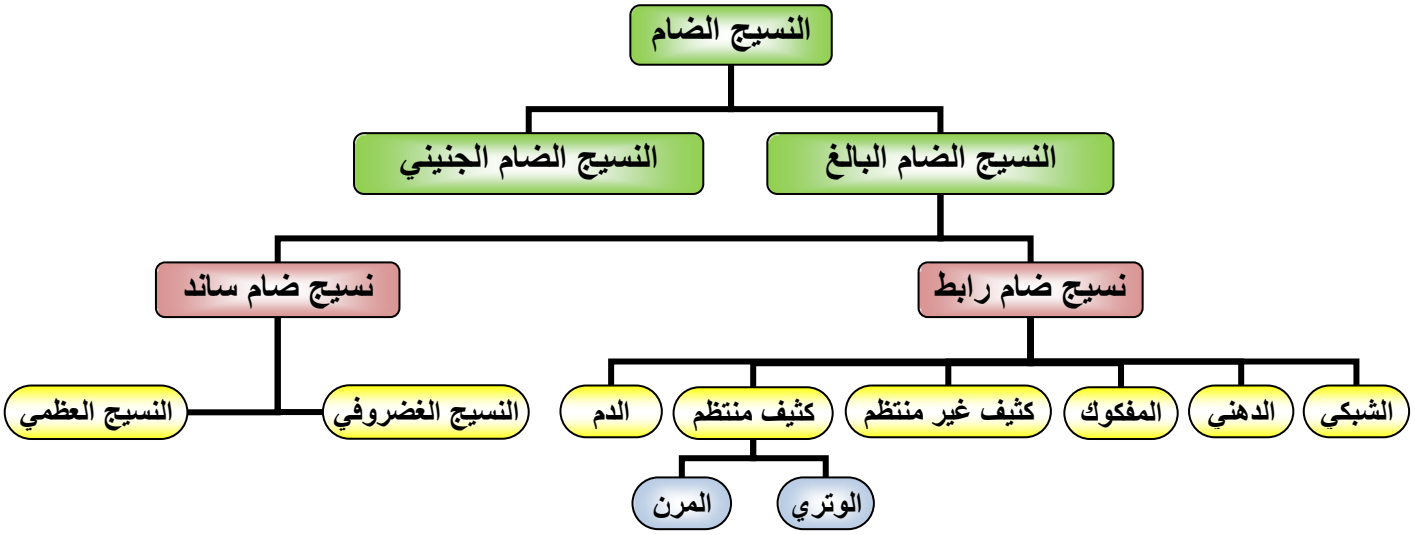
1- غدد الافراز الجزئي merocrine تفرز الخلايا افرازاتها من دون ان تتحطم (Exocytosis) .

2- غدة الافراز الكلي Holocrine في هذه الحالة تنفجر الخلية وتموت وتطلق افرازاتها (الغدد الدهنية في الجلد).

3- طريقة الافراز القمي Apocrine في هذه الطريقة يفقد جزء من سايتوبلازم الخلية الفارزة (مثل الغدد العرقية).

النسيج الضام (الرابط) .connective T

ينشأ من الطبقة الوسطى Mesoderm وتصنف الانسجة الضامة الى :



كل انواع الانسجة الرابطة تتكون من ثلاثة انواع من الخلايا وثلاثة انواع من الالياف وهي :

- **الخلايا :**

1- الاروماث الليفية Fibroblast : وهي مسؤولة عن ترتيب وضع واصلاح المادة البينية .

2- الخلايا الدهنية Adipose cyte : مسؤولة عن خزن وتمثيل الدهون .

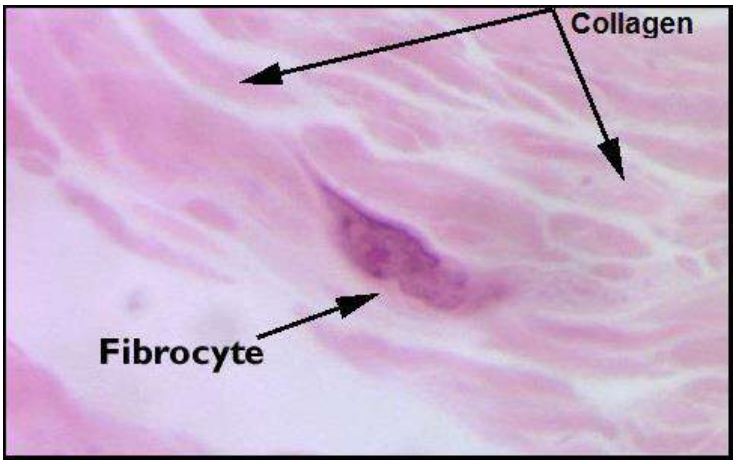
3- الخلايا البلعمية Macrophage : لها وظيفة دفاعية .

- **الالياف:**

1- الالياف الغراوية Collagen fiber

2- الاليف الشبكية Reticular fiber

3- الالياف المرنة Elastic fiber

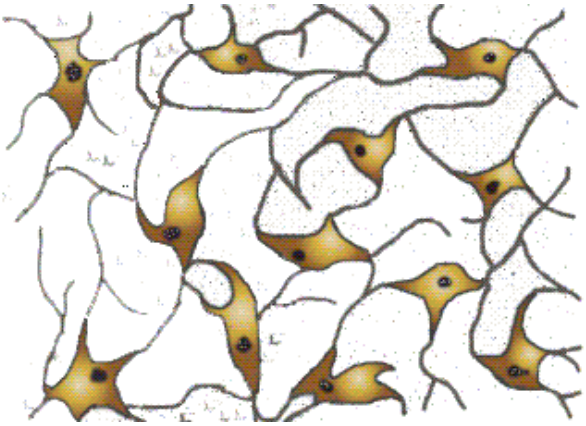


الشبكي :

مميزاته:

1- خلايا كبيرة . 2- ذات لون باهت . 3- تمتلك زوائد متنوعة . 4- خلاياها تحتفظ بقابليتها على التحول الى خلايا بلعمية .

يتواجد هذا النسيج في العقد اللمفاوية والطحال .



الدهني :

مميزاته:

ينشأ من النسيج الشبكي وفي داخل النسيج الشبكي , ويوجد على نوعين :

1- النسيج الدهني الابيض .white adipose T اكثر شيوعاً .

يتواجد: 1- ادمة الجلد 2- حول محفظة بومان 3- في كل مكان يترسب الدهن

2- النسيج الدهني البني .Brown adipose T

متواجد: 1- بالقوارض واللبائن السباتية .

2- في اللبائن موجود في منطقة الابط والرقبة .

W- white adipose tissue. B- brown adipose tissue.

المفكوك Areolar (Loose) :

مميزاته :

1- اكثر انواع الانسجة الرابطة في الجسم .

2- يتواجد حول الاوعية الدموية والاعصاب وتحت الجلد .

3- وظيفته هو الاسناد الميكانيكي .

4- المشاركة في اصلاح التلف في الانسجة .

5- المشاركة في الوظائف الدفاعية للجسم وفي الايض المائي(الخزب edema) .

6- يحتوي هذا النسيج على العديد من الخلايا منها :

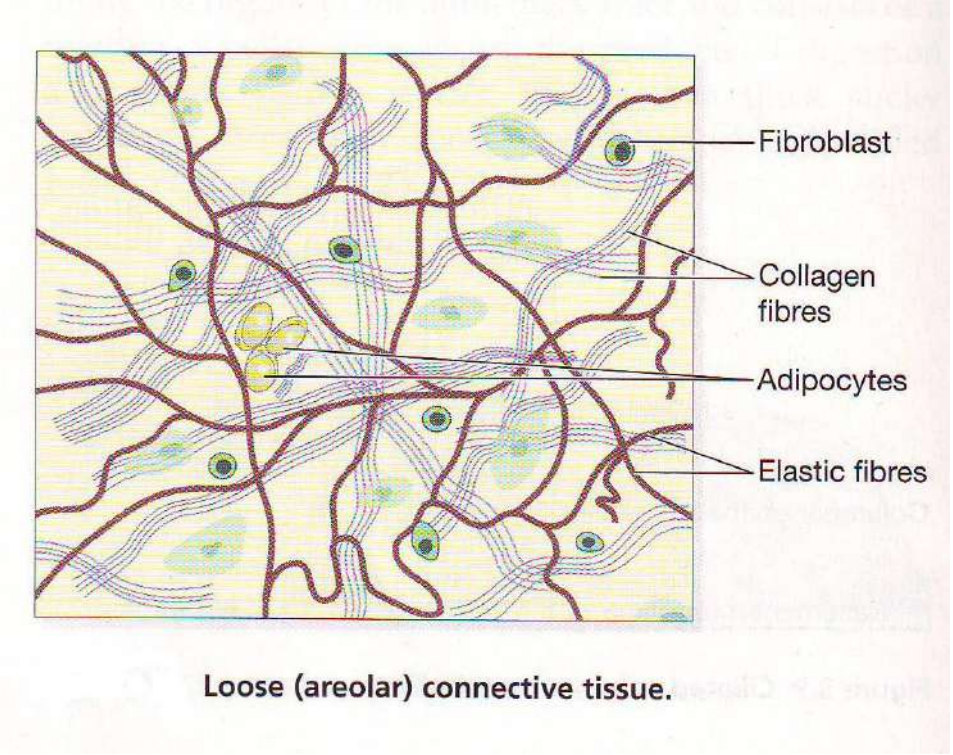
- **البلعميات الكبيرة Macrophage**
- **الخلايا البدنية Mass cells**
- **خلايا حاملات الصبغة chromatophoros**
- **الخلايا البلازمية plasma cells**

وهذه الخلايا لها وظائف مهمة تتمثل في :

1- الالتهام والوقاية في الحالات الاعتيادية والحالات المرضية .

2- لها اهمية كبيرة ضد التخثر وضد الحساسية ولتوسع الاوعية الدموية .

3- المسؤولة عن لون الجلد .



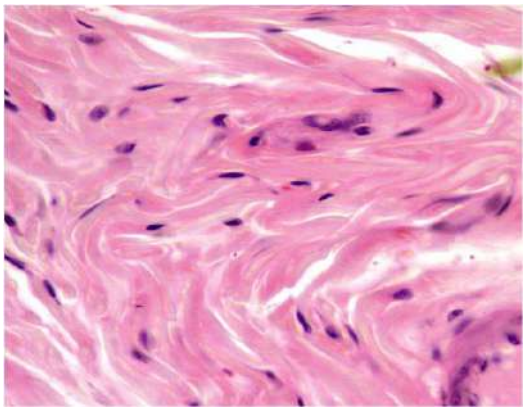
Loose (areolar) connective tissue.

الكثيف غير المنتظم Dense Irregular :

يتميز:

1- نسبة الالياف فيه اكثر من نسبة الخلايا .

2- يوجد في ادمة الجلد, محافظ الاعضاء اي بمعنى ان كل عضو محاط بنسيج ضام غير منتظم .



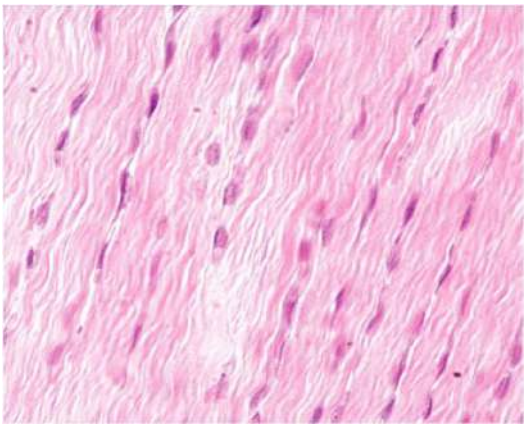
الكثيف المنتظم Dense regular :

1- وظائفه تكون اكثر تخصصاً .

2- خلاياها لاتشارك في عملية الاصلاح عند حدوث تلف ويكون هذا النسيج على نوعين :

أ- النسيج الوتري الابيض: يوجد في الاوتار .

ب- النسيج المرن(النسيج الاصفر):الاربطة المرنة لعضلات البطن .



الدم Blood :

هو نسيج ضام يتكون من:

1- البلازما plasma

2- خلايا متعددة cells

وقد تم التطرق اليه في المحاضرات السابقة .

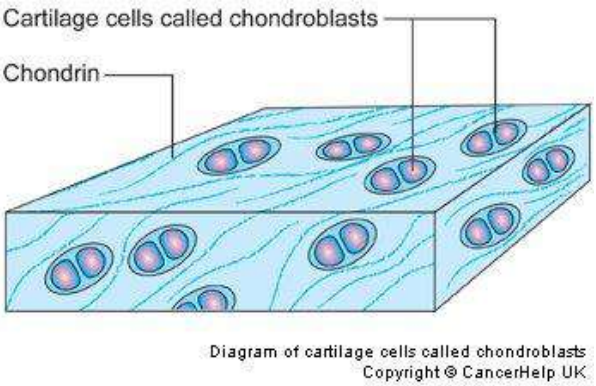
النسيج الغضروفي Cartilage :

مميزاته:

1- عدم وجود الاوعية الدموية والاوعية اللمفاوية .

2- عدم وجود الاعصاب .

3- التبادل الغذائي والايض لمكونات الغضروف يعتمد على الانتشار Diffusion .



هنالك ثلاثة انواع من الغضاريف وهي :

1- الغضروف الزجاجي Hyaline Cartilage : الرغامي , الحنجرة , الحاجز الانفي , المفاصل , نهاية الاضلاع .

2- الغضروف المرن Elastic Cartilage : صيوان الاذن الخارجية , القناة السمعية , لسان المزمار .

3- الغضروف الليفي Fibrocartilage : يوجد في الاقراص بين الفقرات .

النسيج العظمي :

مميزاته:

1- يكون غير قابل للالتواء نتيجة لترسب الايونات اللاعضوية فيها .

2- يعتبر المجهز الرئيسي لايونات الكالسيوم والمحافظة على مستواها الطبيعي في الدم .

3- يتميز بوجود جهاز قنوات .

4- التجهيز المباشر للاوعية الدموية .

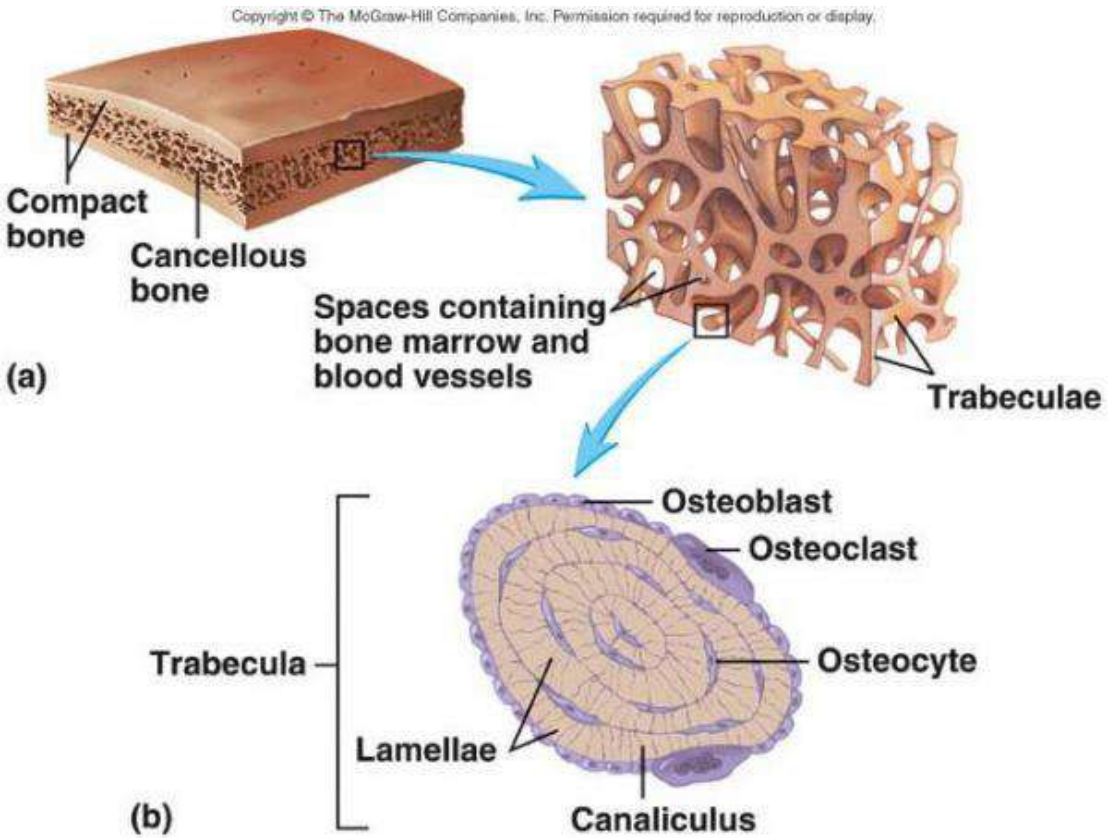
وهناك ثلاثة انواع من الخلايا في العظام وهي :

1- بانيات العظام osteoblast مسؤولة عن تكوين المادة البينية .

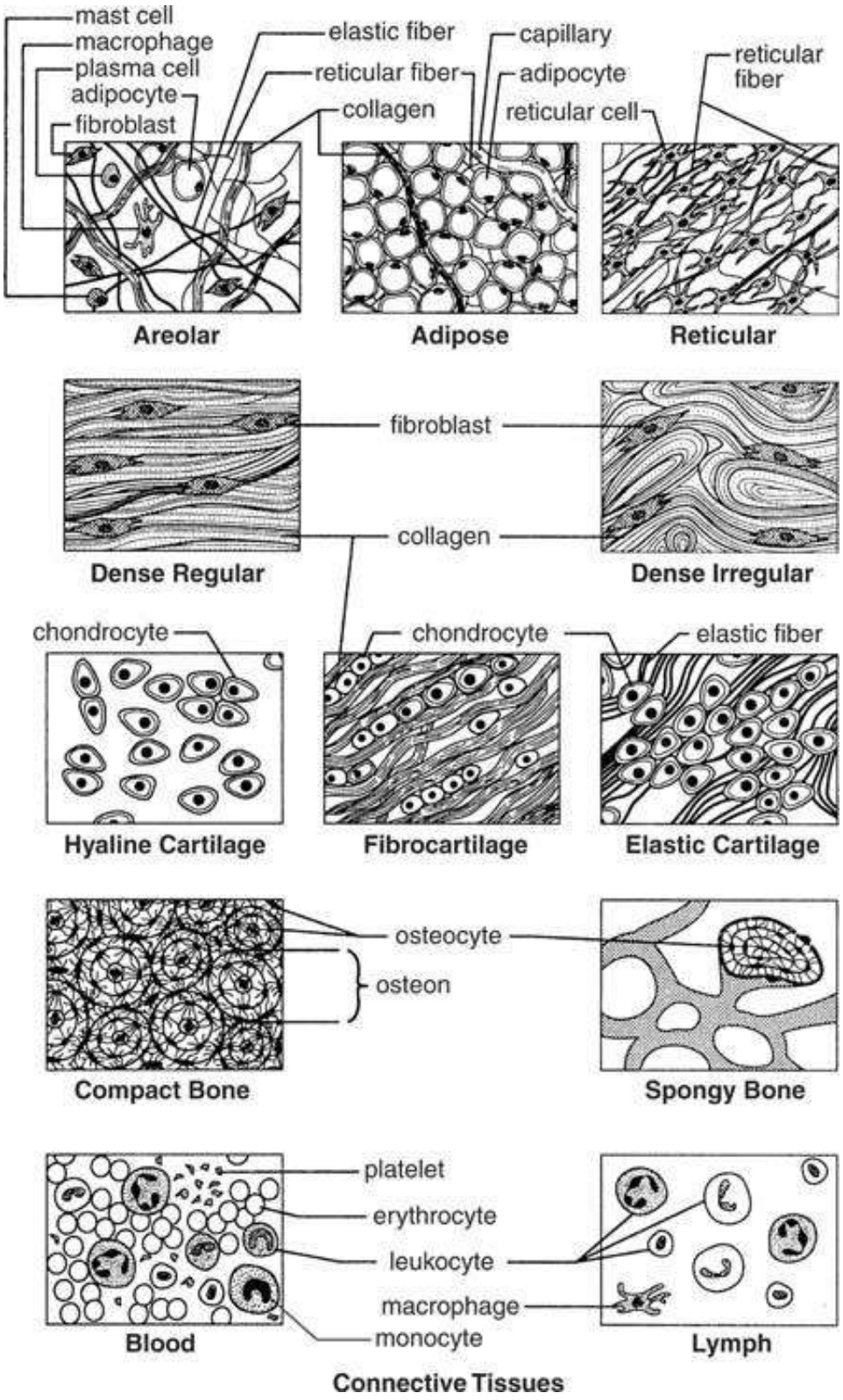
2- الخلايا العظمية osteocyte لها وظائف دفاعية .

3- هادمات العظم osteoclast : أ- المحافظة على مستويات الـ Ca^{++} في الدم .

ب- المحافظة على شكل العظام المطلوب Remodeling



وهذا مخطط لأنواع الانسجة الضامة المختلفة :



النسيج العضلي

هذا النسيج هو المسؤول عن الحركة وتوجيهها من خلال التقلص و الانبساط الذي يحدث في العضلات , وينشأ هذا النسيج من الاديم المتوسط Mesoderm , يقسم النسيج العضلي اعتماداً على التنظيم الخلوي والوظيفي الى ثلاثة انواع من العضلات وهي :

1- العضلات الهيكلية skeletal Muscle .

2- العضلات القلبية cardiac Muscle

3- العضلة الملساء (الحشوية) smooth muscle .

العضلات الهيكلية :

مميزاتها :

1- مسؤولة عن حركة الجسم وحركة بعض الاعضاء مثل مقلة العين واللسان .

2- السيطرة على هذه العضلات هي سيطرة ارادية من قبل الجهاز العصبي المركزي (العضلات الارادية).

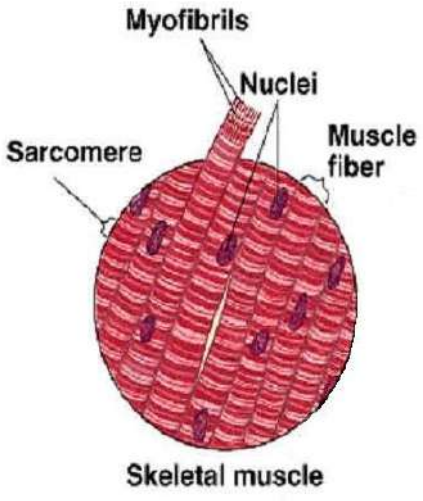
3- تتميز الخلايا العضلية بأنها لا تنقسم عند البلوغ وبعد النضج , وانما الزيادة والنمو الذي يحدث فيها ناتج عن الزيادة في حجم الليف العضلي Hypertrophy .

4- هنالك نوعين من البروتينات موجودة في الالياف العضلية هي :

أ- Actin .

ب- Myosin .

وهذه البروتينات هي المسؤولة عن التقلص والانبساط .



وهنالك ثلاثة انواع من العضلات الهيكلية :

1- العضلات الحمراء .Red M

2- العضلات البيضاء .White M في الطيور .

3- العضلات الوسطية .Intermediate M الانسان واغلب اللبائن .

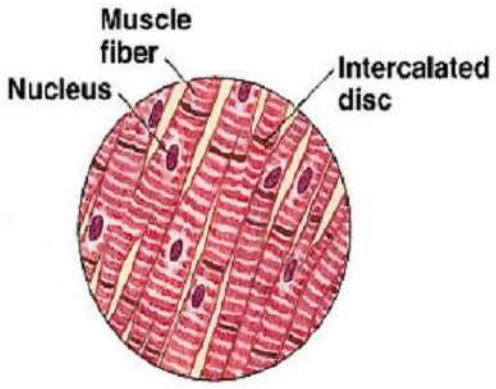
العضلات القلبية :

1- عضلات مخططة لا إرادية .

2- يحتوي الليف العضلي على نواة واحدة او اثنتين مركزية الموقع .

3- يحتوي على المتقدرات (اكثر عدداً واكبر حجماً).

4- كمية السايتوبلازم فيها اكبر .



Cardiac muscle

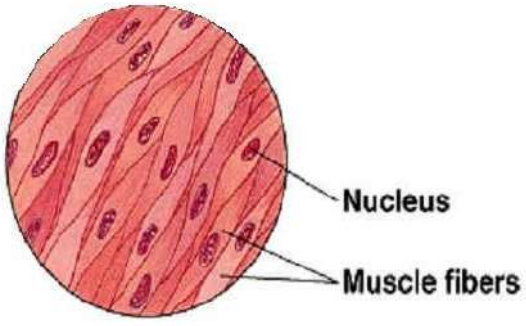
العضلات الملساء :

1- اليافها مغزلية , مدببة الطرفين .

2- نواتها واحدة مركزية .

3- لها القابلية على التمدد .

4- يكون تقلص العضلات الملساء تحت تأثير الجهاز العصبي المركزي وايضاً تحت تأثير الهرمونات .



Smooth muscle