شارح: مكوِّنات الدم

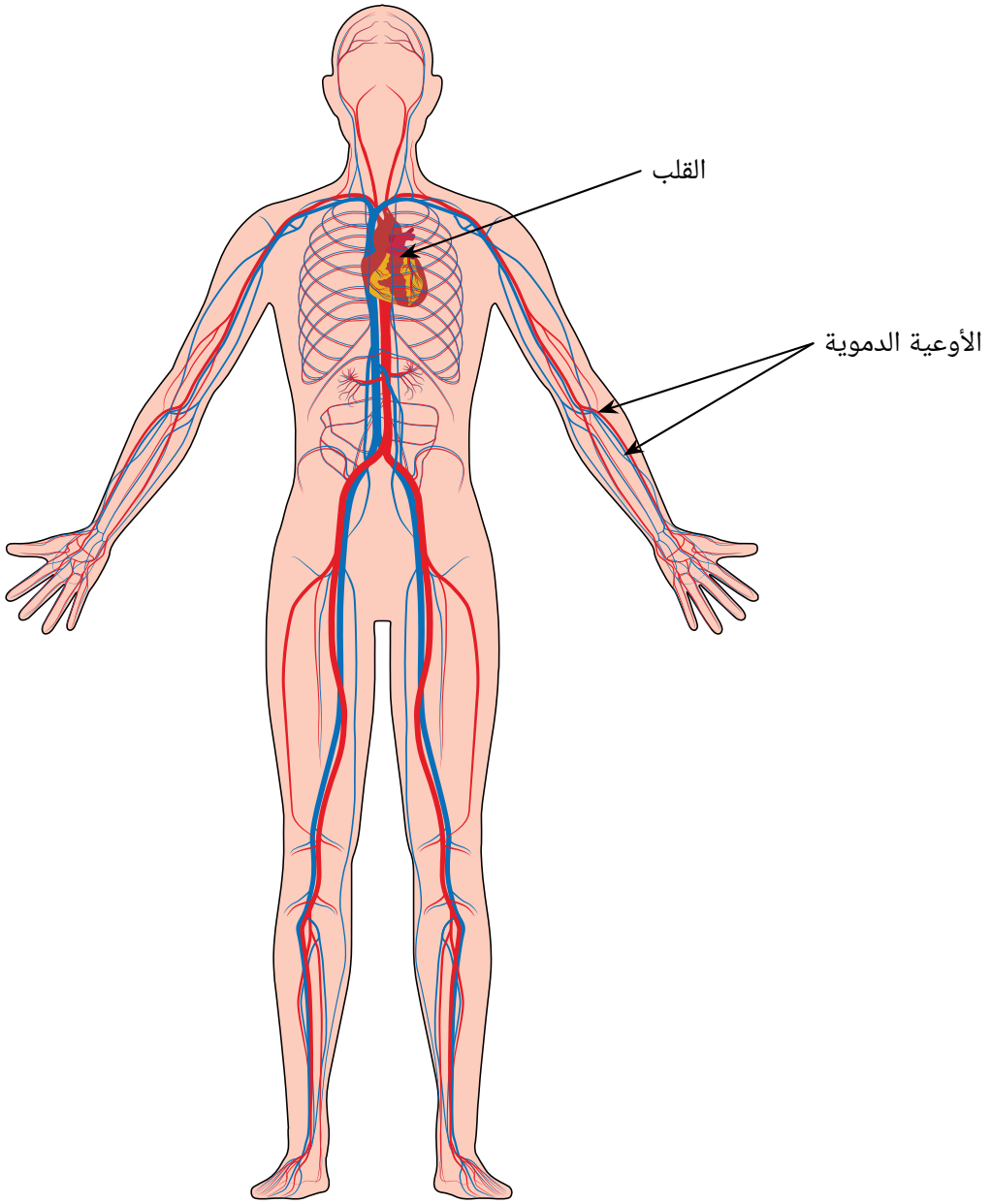
في هذا الشارح، سوف نتعلَّم كيف نَصِف تركيب ووظيفة المكوِّنات الأساسية للدم.

إنك معتاد على أن دمك هو السائل الأحمر الذي يخرج من جسمك عندما تجرح إصبعك أو تخدش ركبتك عن طريق الخطأ، لكنك قد لا تكون معتادًا على حقيقة أن دمك في الواقع نوع من الأنسجة الضامة. يتكوَّن الدم من أنواع مختلفة من الخلايا المعلَّقة في وسط سائل نُطلِق عليه «البلازما». وكما هي الحال مع الأنسجة الأخرى، تتحدَّد وظائف الدم بخواص مكوِّناته. وللدم العديد من الوظائف، كنقل الغازات والمساعدة في الحفاظ على درجة حرارة الجسم، وهذا جزء مهم من الاتزان الداخلي. وفي هذا الشارح، سوف نتعلَّم المزيد عن خلايا الدم الحمراء، وخلايا الدم البيضاء، والصفائح الدموية، والبلازما التي يتكوَّن منها الدم.

مصطلح رئيسي: الدم

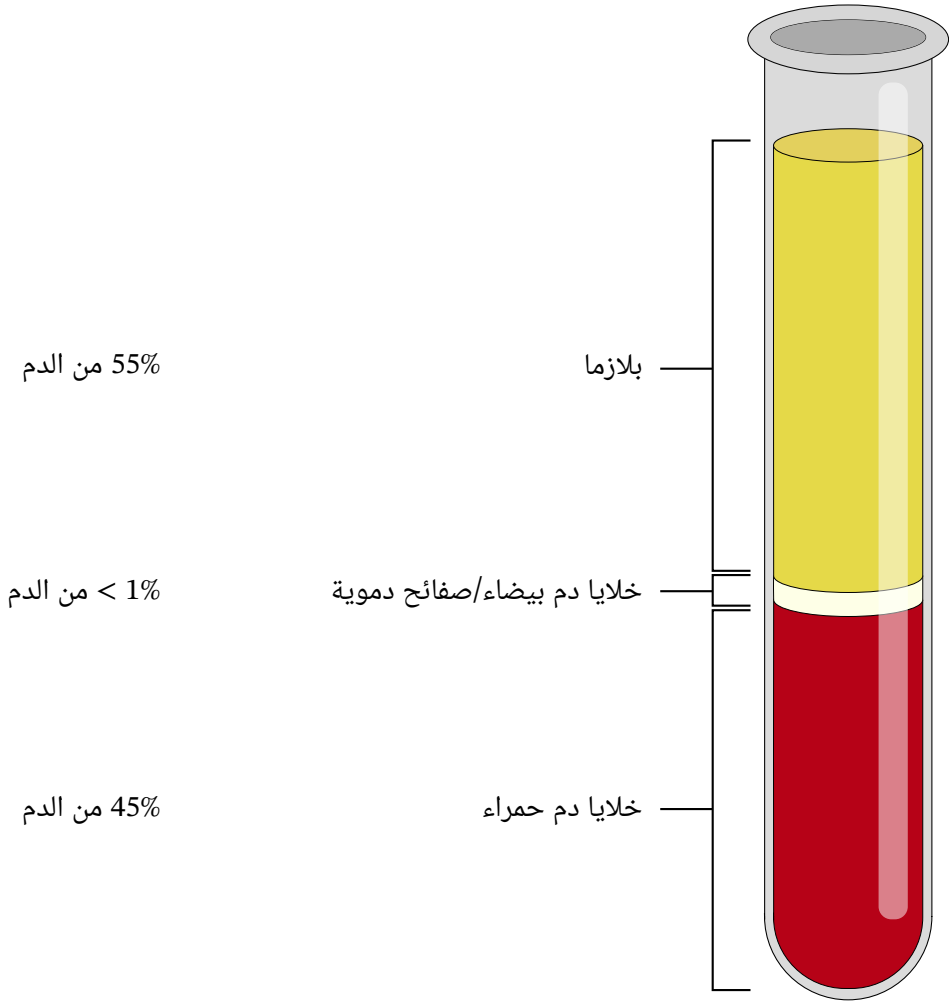
الدم نسيج ضام سائل موجود في البشر والحيوانات الأخرى ينقل الخلايا والمواد إلى جميع أجزاء الجسم.

دم الإنسان نسيج ضام سائل قلوي، أو قاعدي إلى حدٍّ ما. وهو موجود في الجهاز الدوري. يتكوَّن الجهاز الدوري للإنسان من القلب، بالإضافة إلى شبكة مغلقة من أنابيب مختلفة الأحجام تُسمَّى الأوعية الدموية. إن الأوعية الدموية متفرِّعة للغاية وموجودة في كل جزء من الجسم. أما القلب فهو عضو عضلي يضخ الدم خلال شبكة الأوعية الدموية الكبيرة. ويحتوي جسمك على ما يتراوح من 5 إلى 6 لترات تقريبًا من الدم، ويتدفَّق كله باستمرار في الجهاز الدوري. ويوضِّح الشكل 1 الجهاز الدوري في الإنسان.



الشكل ١: شكل يوضِّح الجهاز الدوري في الإنسان الذي يتكوَّن من القلب والأوعية الدموية. وهو نظام مغلق يحتوي على كل الدم الموجود في الجسم.

من حيث الحجم، فإن أكثر من نصف الدم بلازما. وبلازما الدم سائل أصفر يقوم بمهمة حمل خلايا الدم والمغذِّيات المستخدَمة في التنفس الخلوي مثل الجلوكوز، والفضلات مثل اليوريا، والشوارد، والهرمونات، ومواد أخرى أساسية مثل الإنزيمات والأجسام المضادة، إلى جميع أنحاء الجسم في الأوعية الدموية.
يمثِّل الماء نسبة 90% من بلازما الدم. كما تحتوي بلازما الدم على أملاح غير عضوية مثل أيونات الصوديوم والكالسيوم، وكذلك بروتينات مثل الألبيومين والفيبرينوجين والجلوبيولين.
إذا فصلنا الدم إلى مكوِّناته الرئيسية، فسنجد أن 45% منه تقريبًا خلايا دم حمراء، و1% منه تقريبًا خلايا دم بيضاء وصفائح دموية، و55% منه تقريبًا بلازما، كما هو موضَّح في الشكل 2.



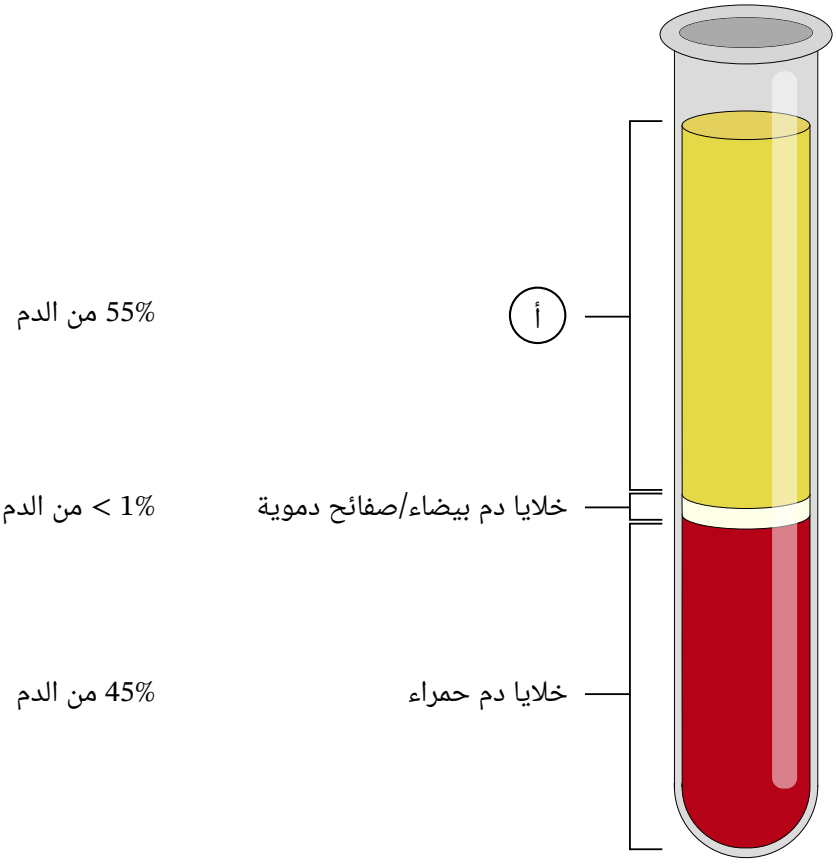
الشكل ٢: شكل يوضِّح مكوِّنات الدم والنسب العامة لها في أنبوب اختبار.

مصطلح رئيسي: بلازما الدم

بلازما الدم سائل أصفر تَكُون خلايا الدم معلَّقة فيه. كما يحمل مواد مثل المغذيات والفضلات والمعادن إلى جميع أنحاء الجسم.

مثال ١: تذكُّر النسب المئوية لمكوِّنات الدم الرئيسية

يوضِّح الشكل المُعطَى مُتوسِّط النِّسَب المئوية للمكوِّنات الرئيسية للدم في عيِّنة. ما المُكوِّن الذي يُمثِّله الرمز (أ)؟



الحل

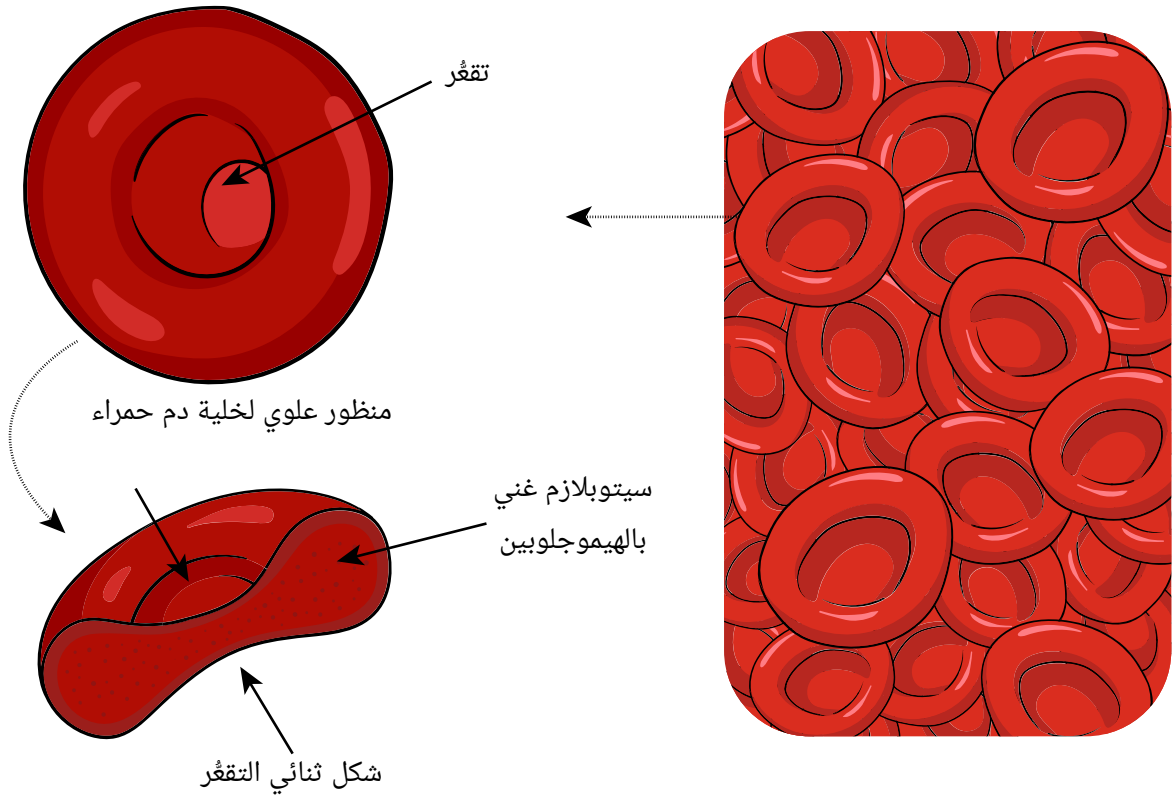
يوضِّح هذا المخطط الدم في أنبوب اختبار. فُصِل الدم إلى مكوِّناته في المختبر. وكما تَذكُر، الدم نسيج سائل مكوَّن من أربعة مكوِّنات رئيسية. توجد خلايا الدم الحمراء التي تحمل الأكسجين. وتوجد خلايا الدم البيضاء المسئولة عن تحديد مسبِّبات الأمراض التي يمكن أن تسبِّب المرض ومكافحتها. وهناك الصفائح الدموية، وهي أجزاء خلايا تتحكَّم في تجلُّط الدم. ويُعَد تجلُّط الدم مهمًّا لإصلاح الأوعية الدموية التالفة، ومنع حدوث نزيف، ومنع دخول مسبِّبات الأمراض إلى الدم. وهذه المكوِّنات الخلوية الثلاثة تكون معلَّقة في سائل أصفر يُسمَّى بلازما الدم. وتتكوَّن البلازما في معظمها من الماء، لكنها تحتوي على بروتينات وأيونات ومغذِّيات مثل الجلوكوز. كما تحمل الفضلات والهرمونات من مكان إلى آخر في الجسم. وتُعَد البلازما أكبر مكوِّن من مكوِّنات الدم من حيث الحجم.

باستخدام هذه المعلومات والمعلومات الموجودة في المخطط، يمكننا استنتاج أن (أ) يمثِّل البلازما.
تُعَد خلايا الدم الحمراء ثاني أكبر مكوِّن من مكوِّنات الدم من حيث الحجم. الاسم العلمي لها هو erythrocytes.
Erythro- بادئة تعني أحمر، وetyc- لاحقة تعني خلية. وتُعَد خلايا الدم الحمراء أكثر الخلايا عددًا في الدم. يوجد من هذه الخلايا قرابة 5 مليارات خلية في المليلتر الواحد من دم الإنسان، أو 5 ملايين خلية في المليمتر المكعب الواحد! تتكوَّن خلايا الدم الحمراء في النخاع العظمي. والنخاع العظمي عبارة عن نسيج يوجد داخل العظام. وتستغرق خلية الدم الحمراء 7 أيام تقريبًا لكي تنضج بالكامل. وفَوْر أن تنضج، تترك خلية الدم الحمراء النخاع العظمي وتدور في الدم لمدة 100–120 يومًا، أو 3–4 شهور تقريبًا. ويزيل الكبد والطحال خلايا الدم الحمراء الهرمة من مجرى الدم ويُتلفانها. وتُنتَج خلايا الدم الحمراء باستمرار بمعدل مليونَي خلية لكل ثانية. وتموت خلايا الدم الحمراء الهرمة وتُزال بنفس المعدل.

إن خلايا الدم الحمراء خلايا متخصّصة بدرجة كبيرة ومتكيِّفة على وجه التحديد لنقل الأكسجين من الرئتين إلى خلايا الجسم التي تستخدمه في عملية التنفس الخلوي.
لخلايا الدم الحمراء أوجه تكيُّف عديدة تجعلها متخصِّصة في أداء وظيفتها:

- السيتوبلازم الموجود في خلايا الدم الحمراء غني بالجزيء الذي يُطلَق عليه «الهيموجلوبين». والهيموجلوبين بروتين يحتوي على الحديد. ويرتبط الحديد بجزيئات الأكسجين التي تنتشر في الدم من الرئتين. كما يُعطي الهيموجلوبين خلايا الدم الحمراء لونها الأحمر.
- لا تحتوي خلايا الدم الحمراء الناضجة على نواة ولا على أغلب العضيات الأخرى. وهذا يوفِّر مساحة أكبر للهيموجلوبين ويمنح الخلية شكلها المميَّز.
- تأخذ خلايا الدم الحمراء شكل قرص مسطح سميك مقعَّر من كلا الجانبين. ويُسمَّى هذا الشكل «ثنائي التقعُّر». وتُشير كلمة ثنائي هنا إلى أنه مقعَّر من كلا الجانبين. ويسمح هذا الشكل الثنائي التقعُّر بانتشار الأكسجين داخل سيتوبلازم الخلية بكفاءة؛ نظرًا لأن مساحة سطح الخلية كبيرة مقارنةً بالحجم داخلها. كما يساعد الخلايا على التدفُّق بانسيابية خلال الأوعية الدموية.

ينتشر الأكسجين من الرئتين إلى سيتوبلازم خلايا الدم الحمراء؛ حيث يرتبط بالهيموجلوبين مكوِّنًا الأكسي هيموجلوبين. ويُحمَل الأكسجين ويُنقَل إلى أنسجة الجسم؛ حيث يُستخدَم في التنفس الخلوي. ويحدث تبادل بين الأكسجين وثاني أكسيد الكربون الذي يمثِّل فضلات عملية التنفس الخلوي. وينتشر ثاني أكسيد الكربون داخل سيتوبلازم خلايا الدم الحمراء؛ حيث يرتبط بالهيموجلوبين مكوِّنًا الكاربامينو هيموجلوبين. وتَحمل خلايا الدم الحمراء ثاني أكسيد الكربون إلى الرئتين؛ حيث يتم إخراجه. ويوضِّح الشكل 3 تركيب خلية دم حمراء.



مقطع عرضي لخلية دم حمراء

الشكل ٣: شكل يوضِّح تركيب خلية دم حمراء. يُعرَف هذا الشكل المسطح المقعَّر من جانبَيْه بالشكل الثنائي التقعُّر.

مصطلح رئيسي: خلايا الدم الحمراء

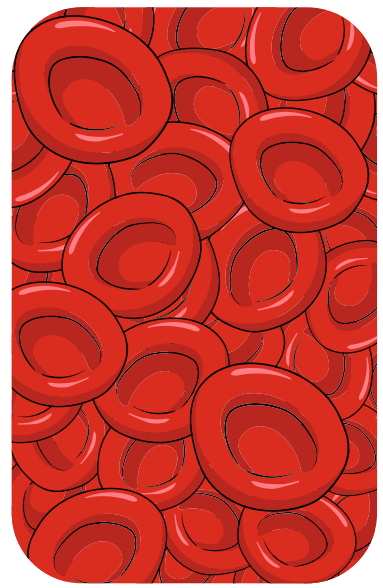
خلايا الدم الحمراء خلايا متخصِّصة لحمل الأكسجين وثاني وأكسيد الكربون من مكان إلى آخر. وتتخذ شكلًا ثنائي التقعر، كما أنها غنية بالبروتين الذي يُسمَّى الهيموجلوبين.

مصطلح رئيسي: الهيموجلوبين

الهيموجلوبين بروتين غني بالحديد يساعد خلايا الدم الحمراء في حمل الأكسجين، ويمنحها لونها الأحمر.

مثال ٢: وَصْف شكل خلايا الدم الحمراء وشَرْح الغرض منه

يوضِّح الشكل المُعطَى عدة خلايا دم حمراء طبيعية في وعاء دموي.



١. ما المصطلح العلمي الذي يَصِف شكل خلية دم حمراء ناضجة؟

أ. ثنائي التقعُّر
ب. دائري
ج. ثنائي التحدُّب
د. مُحدَّب

٢. لماذا تتَّخِذ خلايا الدم الحمراء هذا الشكل؟

أ. لتقليل مساحة السطح، والحد من حجم الأكسجين المفقود من الخلية
ب. لتوفير مساحة سطح كبيرة تسمح بالنقل النشط للأكسجين من الخلية وإليها
ج. لزيادة مساحة السطح المتاحة؛ بحيث تسمح بانتشار المزيد من الأكسجين من الخلية وإليها
د. لزيادة حجم الخلية؛ ومِنْ ثَمَّ نقل المزيد من المواد الوراثية في أنحاء الجسم

الحل

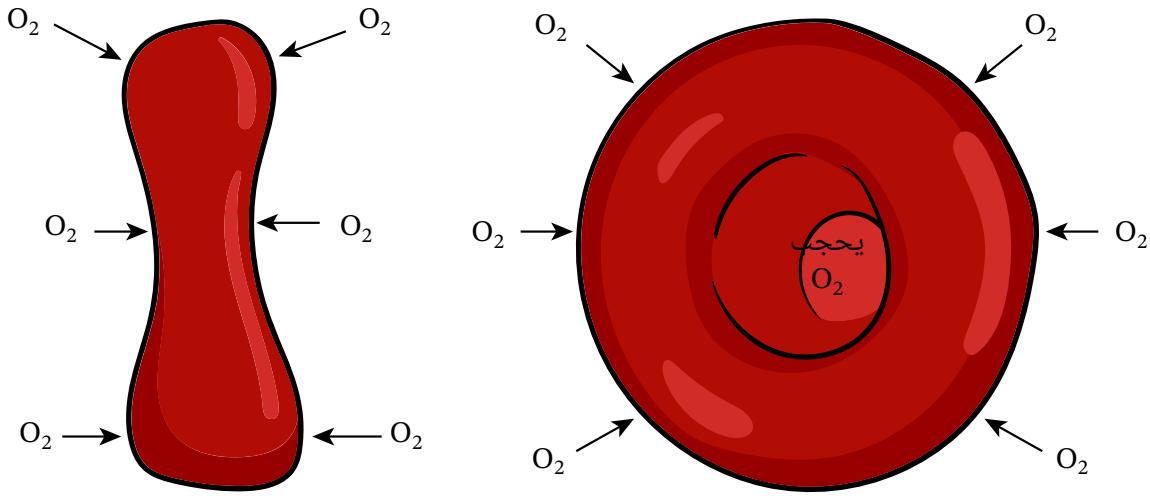
الجزء الأول

في الشكل المُعطى في السؤال، نلاحظ أن خلايا الدم الحمراء لها أشكال مسطحة تُشبه القرص مقعَّرة من كلا الجانبين. وهذا التقعُّر هو ما يمنح خلايا الدم الحمراء شكلها المميز.

إذن يُشير العلماء عادةً إلى هذا الشكل باسم «ثنائي التقعُّر».

الجزء الثاني

لتوضيح إجابة الجزء الثاني من هذا السؤال، إليك مقارنةً بين مقطع عرضي لخلية دائرية، ومقطع عرضي لخلية دم حمراء في الإنسان.



خلية دائرية

– مساحة سطح أصغر مقارنةً بالحجم

– انتشار أقل كفاءة

خلية ثنائية التقعر

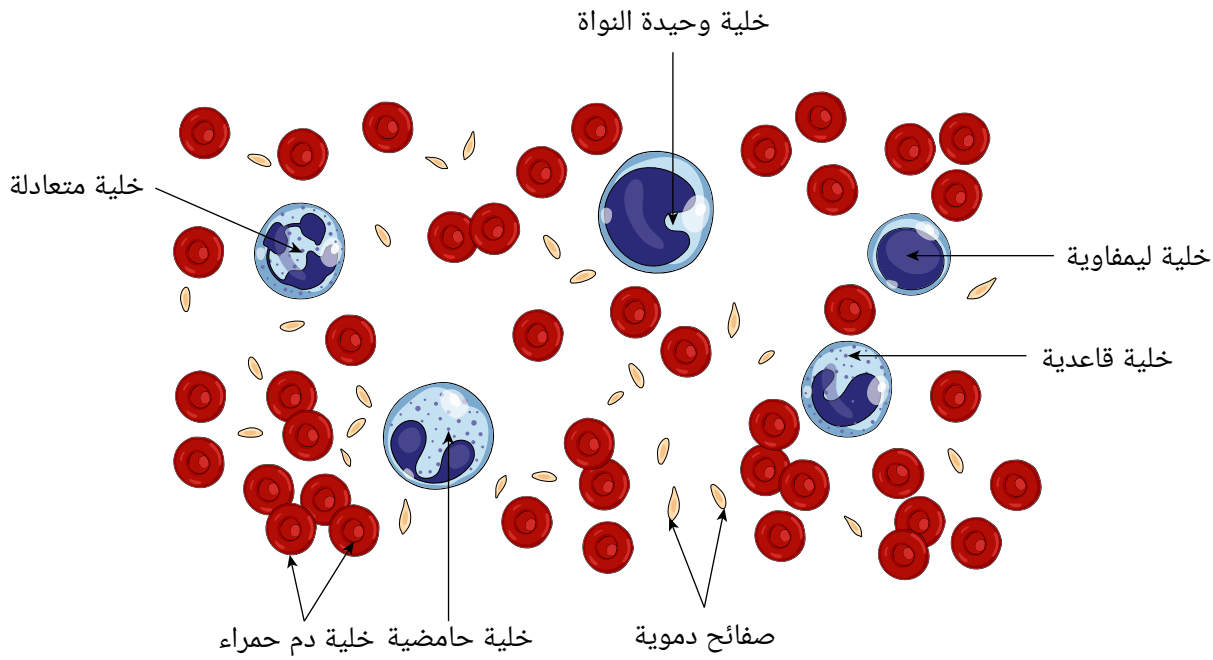
– مساحة سطح أكبر مقارنةً بالحجم

– انتشار أعلى كفاءة

تعمل خلايا الدم الحمراء على نقل الأكسجين من الرئتين إلى خلايا الجسم. ويحتوي سيتوبلازم خلايا الدم الحمراء على بروتين يُسمَّى الهيموجلوبين، وهو فعَّال بشكلٍ خاص في حمل الأكسجين. ولكن لا بد أن ينتشر الأكسجين داخل سيتوبلازم الخلية ليرتبط بالهيموجلوبين. في المقطع العرضي للخلية الدائرية يمكنك ملاحظة أن الأكسجين يواجه صعوبة في الانتشار إلى مركز الخلية. ويرجع ذلك إلى أن مساحة سطح الخلية صغيرة جدًّا مقارنةً بالحجم داخلها؛ ومن ثَم تكون أقل كفاءة في حمل الأكسجين. وفي مقابل ذلك، يوضِّح المقطع العرضي للخلية الثنائية التقعُّر أن الأكسجين يستطيع الانتشار في جميع أجزاء سيتوبلازم الخلية ليرتبط بكل جزيئات الهيموجلوبين. ولهذه الخلية مساحة سطح أكبر مقارنةً بحجم السيتوبلازم الموجود داخلها، وهي أعلى كفاءةً في حمل الأكسجين.

إذن الإجابة الصحيحة هي «لزيادة مساحة السطح المتاحة؛ بحيث تسمح بانتشار المزيد من الأكسجين من الخلية وإليها».
المكوِّن التالي الذي سنتناوله من مكوِّنات الدم هو خلايا الدم البيضاء. وتُسمَّى خلايا الدم البيضاء أيضًا leukocytes.
البادئة -Leuko تعني أبيض. وتُعَد خلايا الدم البيضاء مسئولة عن حماية أجسامنا من العدوى من خلال التعرُّف على مسبِّبات الأمراض وتدميرها، ومسبِّبات الأمراض كائنات حية دقيقة يمكن أن تسبِّب الأمراض.
يوجد ما بين 4 ملايين و11 مليون خلية دم بيضاء في المليلتر الواحد من الدم. ونظرًا لدورها في محاربة الأمراض، فإن هذا العدد يزداد أثناء العدوى. وبخلاف خلايا الدم الحمراء، فإن خلايا الدم البيضاء عديمة اللون، وتحتوي على نواة.
وتتكوَّن خلايا الدم البيضاء في النخاع العظمي، لكنها قد تنضج في أماكن أخرى من الجسم. ويبلغ متوسط عمر خلية الدم البيضاء 13 يومًا تقريبًا، على الرغم من أن بعض خلايا الدم البيضاء يعيش لفترات زمنية أقصر بكثير، وبعضها قد يستمر لعدة شهر.

يوجد العديد من الأنواع والأشكال المختلفة لخلايا الدم البيضاء. ومن الأمثلة الشائعة على خلايا الدم البيضاء النوع المُسمَّى بالخلايا البلعمية. وتتمثَّل وظيفة الخلايا البلعمية في الإحاطة بمسبِّبات الأمراض الموجودة في الدم وابتلاعها. وهناك نوع آخر من خلايا الدم البيضاء، وهو الخلايا الليمفاوية. وتقوم الخلايا الليمفاوية بالعديد من الوظائف المناعية، مثل تحديد مسبِّبات الأمراض و«تذكُّرها»، وإنتاج الأجسام المضادة، واستهداف الخلايا المصابة وتدميرها. فخلايا الدم البيضاء جزء مهم من الجهاز المناعي، وهو الجهاز الذي يكافح المرض والعدوى. ويوضِّح الشكل 4 بعض خلايا الدم البيضاء.



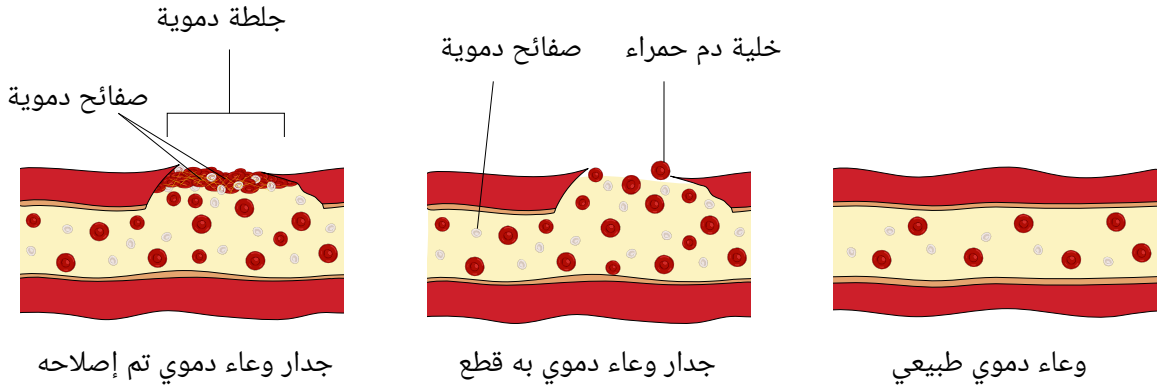
الشكل ٤: يوضِّح هذا الشكل المكوِّنات الخلوية للدم. خلايا الدم الحمراء موضَّحة باللون الأحمر، والصفائح الدموية موضَّحة باللون البني الفاتح، وأنواع مختلفة من خلايا الدم البيضاء موضَّحة باللون الأرجواني.

مصطلح رئيسي: خلايا الدم البيضاء

خلايا الدم البيضاء خلايا تساعد الجسم على محاربة الأمراض، وهي جزء من الجهاز المناعي.

آخر مكوِّنات الدم الأربعة الرئيسية هو الصفائح الدموية. تُعرَف الصفائح الدموية أيضًا بخلايا التجلُّط. وتتمثَّل وظيفة الصفائح الدموية في إحداث تجلُّط الدم. وتُعد الصفائح الدموية أجزاءً صغيرة من خلايا أكبر تُسمَّى الخلايا الكبيرة النواة. وتنشأ الصفائح الدموية من خلايا كبيرة النواة في النخاع العظمي. وتبقى الصفائح الدموية في الدورة الدموية لمدة 10 أيام تقريبًا.

يُعَد التجلُّط من وظائف الدم المهمة للغاية. تتكدَّس الصفائح الدموية معًا حول أي إصابة لوعاء دموي. قد تكون القشرة التي تتكوَّن بعد أن تَجرح أو تَكشط بشرتك عن طريق الخطأ مألوفةً لك. إن هذه القشرة مكوَّنة من جلطات دموية جافة! يساعد تجلُّط الدم في منع فقدان الكثير من الدم. كما تمنع مسبِّبات الأمراض من الدخول إلى الدم. ويوضِّح الشكل 5 عملية تكوين الجلطة الدموية.



الشكل ٥: شكل يوضِّح كيف تتسبَّب الصفائح الدموية في تجلُّط الدم عند إصابة وعاء دموي لإصلاح الضرر مؤقتًا، وإيقاف النزيف، ومنع العدوى.

مصطلح رئيسي: الصفائح الدموية

الصفائح الدموية أجزاء صغيرة من الخلايا تدور في الدم، وتكون مسئولة عن تكوين الجلطات الدموية.

مثال ٣: تحديد مكوِّنات الدم بناءً على وظائفها

يوضِّح الجدول المُعطى بعض وظائف مكوِّنات الدم المختلفة. اذكر المكوِّن الصحيح لكل وظيفة.

المكوِّن	1	2	3	4
الوظيفة	تجلُّط الدم	استهداف مسبِّبات الأمراض وتدميرها	حمل الأكسجين	نقل الفضلات والمغذيات

الحل

ثمة أربعة مكوِّنات رئيسية لدم الإنسان. وهذه المكوِّنات الأربعة هي: خلايا الدم الحمراء، وخلايا الدم البيضاء، والصفائح الدموية، والبلازما. وكلٌّ من هذه المكوِّنات له وظيفة محدَّدة تُسهِم في وظيفة الدم باعتباره نسيجًا.

ينقل الدم الأكسجين والمغذِّيات، مثل الجلوكوز، والفضلات وغيرها من المواد إلى جميع أجزاء الجسم. كما ينقل خلايا الدم البيضاء التي تكافح العدوى. ويحتوي الدم أيضًا على مكوِّنات تتسبَّب في إحداث التجلُّط. ويمنع تجلُّط الدم فقدان الدم ودخول مسبِّبات الأمراض إليه.

بما أننا نعرف مكوِّنات الدم الأربعة، إذن يمكننا الربط بينها وبين الوظائف المختلفة. فخلايا الدم الحمراء خلايا ذات شكل مميَّز ثنائي التقعُّر وغنية ببروتين يُسمَّى الهيموجلوبين. ويسمح وجها التكيُّف هذان لخلايا الدم الحمراء بنقل الأكسجين بشكلٍ فعَّال من الرئتين إلى خلايا الجسم. وخلايا الدم البيضاء خلايا مناعية مسئولة عن التعرُّف على مسبِّبات الأمراض وتدميرها لمنع الأمراض. أما الصفائح الدموية فهي أجزاء خلوية تشكِّل سدادة تُسمَّى جلطة الدم. وأخيرًا، تمثِّل البلازما الوسط السائل الذي تكون مكوِّنات الدم الخلوية الثلاثة معلَّقة فيه. كما تنقل البلازما مواد قابلة للذوبان مثل الفضلات والمغذِّيات من مكان إلى آخر في الجسم.

إذن، لإكمال الجدول، تكون الإجابات الصحيحة كما يأتي:

1: الصفائح الدموية، 2: خلايا الدم البيضاء، 3: خلايا الدم الحمراء، 4: البلازما.
إن الدم ضروري لوظائف جسم الإنسان. وتتمثَّل وظيفته الرئيسية في حمل خلايا الدم وغيرها من المواد من مكان إلى آخر في الجسم. ويتكوَّن دم الإنسان من مكوِّنات ذات أوجه تكيُّف تسمح لها بأداء وظائف محدَّدة.
نراجع ما تعلَّمناه عن الدم في هذا الشارح.

النقاط الرئيسية

- المكوِّنات الرئيسية للدم هي: خلايا الدم الحمراء، والبلازما، والصفائح الدموية، وخلايا الدم البيضاء (الخلايا البلعمية والخلايا الليمفاوية).
- البلازما هي السائل الذي تنتقل فيه خلايا الدم والصفائح الدموية.
- خلايا الدم الحمراء متكيِّفة على وجه التحديد لحمل الأكسجين. تحتوي خلايا الدم الحمراء على السيتوبلازم الغني بالهيموجلوبين، ولها شكل مسطح ثنائي التقعُّر.
- تُحارِب خلايا الدم البيضاء، مثل الخلايا الليمفاوية والخلايا البلعمية، العدوى.
- تُسبِّب الصفائح الدموية تجلُّط الدم في مكان الإصابة.
- تتكوَّن خلايا الدم الحمراء والصفائح الدموية وتنضج في النخاع العظمي، ويزيل الكبد والطحال خلايا الدم الحمراء الهرمة ويُتلفانها.
- تتكوَّن خلايا الدم البيضاء في النخاع العظمي، لكنها قد تنضج في أماكن أخرى من الجسم.