الفصل الخامس

خلايا الدم البيضاء

تتنوع خلايا الدم البيضاء وتتباين فى أشكالها وأنواعها وفترة حياتها، على النقيض من كريات الدم الحمراء، التى تتشابه فى هذه المعايير. وتتميز هذه الأنواع من الخلايا البيضاء بنقص عددها الكلى الشديد عن عدد كريات الدم الحمراء، حيث تبلغ النسبة بينهما ١ : ٧٠٠. كما أن هذه الخلايا حقيقية، وهى أكبر بكثير من خلايا الدم الحمراء. وتحتوى على أنوية، وهى أيضا- كما ألمحنا- ليست متجانسة سواء فى شكلها، أم حجمها، أم أعدادها، حيث يوجد من هذه الخلايا خمسة أنواع مختلفة فى تيار الدم (شكل ٨). كما تتميز هذه الخلايا بالحركة الأميبية بدرجات متفاوتة، قد تزيد أو تنقص من نوع لآخر. وتشترك هذه الخلايا فى وظيفة واحدة وهى حراسة الجسم وحمايته من الكائنات المعدية والمواد الغريبة والسامة. هذا، وتبدى الأنواع المختلفة من كريات الدم البيضاء، تنوعا كبيرا فى الأعداد النسبية لها، تحت ظروف مرضية معينة؛ ولذا فإن تقدير أعدادها مختبريا يساعد كثيرا فى التشخيص السريرى (الإكلينيكى).

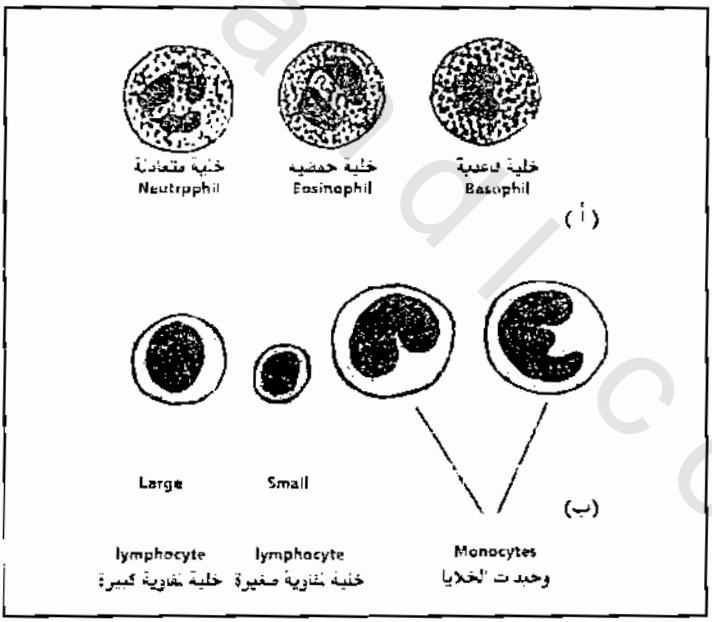
ويتراوح حجم هذه الخلايا من ١٠ ميكرونات (الخلايا الليمفاوية) إلى ٢٥ميكرونا (خلايا المونوسايت) مع تنوع كبير فى شكلها. ونظرا لما تتميز به خلايا الدم البيضاء من حركة أميبية، فقد تتجول هذه الخلايا فى الأنسجة المحيطة. ويقدر العدد الإجمالى لهذه الخلايا بحوالى عشرة آلاف خلية فى الميلليمتر المكعب من الدم.

وتتلخص الوظيفة الأساسية لخلايا الدم البيضاء فى الدفاع عن الجسم ضد العدوى بشكل عام. وينجز هذه المهمة نوعان من الخلايا البيض هما: الخلايا المتعادلة neutrophils وخلايا المونوسايت monocytes وذلك عن طريق التهام الأجسام الغريبة كالبكتيريا التى تدخل الجسم. وتعرف هذه العملية بالالتقام (أو الالتهام) الخلوى phagocytosis. ومع ذلك، فإن هذه المعركة تنتهى عادة بتحطم البكتيريا. وموت خلايا الدم البيضاء، ويتمخض عن هذه العملية تراكم مواد صديدية من كريات الدم

(البيضاء) ونواتج التحطم النسيجي. ومن الجدير بالذكر أن فترة حياة كريات الدم البيضاء المحايدة neutrophils قصيرة نسبيا.

وتقاوم الخلايا الليمفاوية المرض عن طريق مشاركتها في إنتاج الأجسام المضادة antibodies، وهي عبارة عن بروتينات تنتج حينما يدخل الجسم بعض المواد أو الجسيمات الغريبة، على هيئة جزيئات كبيرة. وتعرف هذه الجسيمات الغريبة بالمستضدات antigens (أي جزيئات غريبة تثير الجسم لإنتاج أجسام مضادة). فالبروتينات الغريبة وعديدات السكر، وجزيئات الأحماض النووية، يمكنها جميعا أن تعمل كمستضدات.

والعلاقة بين المستضدات والأجسام المضادة هي علاقة نوعية specific أو محددة جدا. فكل مستضد يثير الجسم لإنتاج أجسام مضادة قادرة على الاتحاد مباشرة مع مستضد معين وليس سواه. وحينما يتحد المستضد مع الجسم المضاد فإن المعقد (المركب) الناجم عن ذلك يكتسب صفات مختلفة عن عنصريه. وعلى سبيل المثال فإن هذا المركب



شكل ٨ (أ): يوضح ثلاثة أنواع مختلفة من الخلايا المحببة.
أما الشكل (ب) فيوضح شكل الخلايا الليمفاوية الكبيرة والصغيرة وخلايا المونوسايت.

قد ينفصل من المحلول فيصبح أكثر سهولة فى التهامه عن طريق الخلايا الملتهمة. أما الطفيل المهاجم الغازى كالبكتيريا أو الفيروس. فثمة جزيئات عملاقة تقبع على أسطح هذه الكائنات، وهى تمش بالقطع أجساما غريبة بالنسبة لعوائلها، ومن ثم تعمل هذه الجزيئات كمستضدات تثير أجسام هذه العوائل لإنتاج أجسام مضادة لها.

وتعتبر عملية تكوين وإنتاج الأجسام المضادة لهذه المستضدات، ومن ثم تثبيطها وإخماد مفعولها، سلاح مهم يحبط هجوم الكائنات المسببة للأمراض. ونتيجة هذه العملية المهمة هى منح الجسم مناعة immunity فى مواجهة مسببات هذه الأمراض.

هذا، وتقل كثيرا الأعداد النسبية للخلايا البيضاء الحمضية acidophils or eosinophils والقاعدية basophils، وهناك من البراهين ما يؤيد دورها فى مقاومة الأمراض. ولذا فإن أعداد الخلايا الحمضية يزداد بشكل واضح فى حالة وقوع بعض الأمراض. لاسيما تلك الأمراض التى تسببها الديدان الطفيلية.

أما الخلايا القاعدية، فيزيد عددها فى أثناء العدوى بالأمراض الخمجية infectious diseases. وترسل هذه الخلايا من مكان العدوى مادة الهيستامين، التى تنشط من فيضان الدم عند هذه المنطقة. وعلى الرغم من أنه لا يزال هناك الكثير، الذى ينبغى معرفته حول وظائف الأنواع الكثيرة من خلايا الدم البيضاء، إلا إنه قد بات من المؤكد أنها تشترك جميعها فى وظيفة واحدة، وهى الدفاع عن الجسم ضد الأمراض المختلفة.

ويتم تصنيع جميع كريات الدم (الحمراء والبيضاء) فى نخاع العظم الأحمر. وفى حالات نادرة فقد تتحول خلية طلعة precursor cell وتصبح خلية سرطانية. ونتيجة لهذه العملية فإن أعداد نوع واحد أو أكثر من خلايا الدم البيضاء تزيد كثيرا زيادة غير طبيعية، وهى عملية تعرف بسرطان الدم الأبيض أو اللوكيميا leukemia. وثمة مجموعة من الأعراض (من أبرزها الأنيميا) تعقب ذلك. وبالنسبة لهذا المرض، فإن الرعاية الطبية تبطئ من تنامى وظهور أعراضه، وربما تتسبب هذه الرعاية فى استبقاء حياة المريض لسنوات عديدة.

ولكون كريات الدم البيضاء خلايا مثالية حقيقية، فإنها تتألف من مواد خلوية ذات خصائص معينة كالبروتينات والدهون وغيرها. وتعمل هذه الكريات كخلايا ملتهمة، وبذلك تدافع عن الكائن الحى ضد البكتيريا الغازية.

سرطان الدم الأبيض (اللوكيميا):

وفي حالة اللوكيميا (مرض قاتل يصيب الأعضاء المكونة للدم) يوجد زيادة هائلة في عدد الكريات البيضاء (حيث يقفز عددها من ٦٠٠٠ إلى ٨٠٠,٠٠٠/ مم^3). ويعتبر الكثيرون من العلماء أن هذه العملية تندرج تحت الأورام الخبيثة. وثمة نجاح ضئيل قد يصاحب علاج هذه الحالة بالخردل النيتروجيني ومضادات حمض الفوليك وخلافه.

أما النتيجة النهائية للوكيميا فهي انقسامات وتضاعف هذه الخلايا الشاذة على حساب الخلايا الطبيعية. وبمعنى آخر، فإن خلايا الدم الطبيعية يتم إزاحتها عن طريق هذه الخلايا الشاذة. وبناء على ذلك، فإن الجسم لا يستطيع أن يتحمل هذه الأعداد الغفيرة من الخلايا الشاذة، ويصبح أكثر عرضة وقابلية لأنواع من العدوى المختلفة.

أما الموت، فقد يحدث نتيجة للمضاعفات الأخرى. وحينما تكون كريات الدم الحمراء هي السبب في اللوكيميا. وهي الحالة التي وصفت وعرفت بمرض ججليلمو Guglielmo's disease و اللوكيميالحمراء (أنيميا ابيضاض الدم واحمرار:) erythroleukemia or erythremic myelosis.

الأسباب المحتملة للوكيميا:

١ العدوى:

ومن أمثلتها العدوى بالفيروسات. ومن المحتمل أن تكون هذه العدوى هي المسئولة عن إحداث هذا المرض. وقد أمكن التأكد من هذه الملاحظة في حيوانات التجارب. إلى حد ما، بيد أنه لم يتم التأكد منها بعد في حالة الإنسان.

٢ كروموزم فيلاديلفيا رقم ٢١ أو ٢٢:

وقد تبين أنه في حالة مرض اللوكيميا النخاعية (أو ابيضاض الدم النقبي) myeloid leukemia، يوجد عادة شذوذ في الشكل الكروموسومي، ويبدو هذا في الكروموسوم رقم ٢١ أو رقم ٢٢. ولذا فإنه يسمى بكروموسوم فيلاديلفيا.

٣ الإشعاع:

لقد بات من الحقائق المعروفة أن يتسبب الإشعاع في حدوث اللوكيميا. ويحدث ذلك عادة عقب التعرض لجرعة عالية جدا من الإشعاع أو حتى جراء التعرض المتكرر لجرعات صغيرة من الإشعاع. ومن المحتمل أن تحدث اللوكيميا خلال ٦ سنوات من التعرض لهذه الإشعاعات. وعلى ذلك فإنه يوصى بعدم تعرض الحوامل لأشعة X؛ لاحتمال تأثيرها في أجنتها. ومن الأمثلة الأخرى لمصادر الأشعة الضارة الانشطارات الذرية. ففي المناطق التي تمت فيها الانفجارات الذرية، تبين حدوث حالات كثيرة نسبيا من اللوكيميا. هذا، وتحدث الإشعاعات تمزقا في الكروموسومات. وحينما تتحدد الكروموسومات مرة أخرى. فإنها قد لا تتحد بطريقة صحيحة، ومن ثم فقد يؤدى ذلك إلى اللوكيميا.

٤ العقاقير:

قد يبدو تأثير بعض العقاقير في الجسم على هيئة ظهور تنامى كبير في أعداد خلايا الدم البيضاء وهو ما يعرف باللوكيميا. وتعرف هذه العقاقير في هذه الحالة بمسببات السرطان (الأورام الخبيثة). ومن أمثلة هذه العقاقير الكيميائية البنزيدين والبنزين وتحدث مثل هذه المواد خللات في الكروموسومات chromosomal aberration.

٥ الهرمونات:

من المعروف أن لبعض أنواع الهرمونات تأثيرات مسرطنة. ومن أمثلة هذه الهرمونات الهرمونات الاستروبدية القشرية، والهرمونات الجنسية سواء كانت ذكرية أم أنثوية. وعلى الرغم من أن هذه الهرمونات هى هرمونات طبيعية، توجد في جسم الإنسان، إلا إنها قد تسبب إحداث سرطان الدم الأبيض أو اللوكيميا.

٦ العوامل الجينية (الوراثية):

لوحظ منذ مدة ليست بالقصيرة، أن هناك بعض العائلات التي ينتشر فيها نوع خاص من اللوكيميا، بمعدلات أكثر من غيره. حتى إنه يعرف باللوكيميا العائلية.

وفى هذا السياق نذكر أنه قد لوحظ شذوذ فى التركيب الكروموسومى فى المغول حيث تحتوى خلايا أفرادهم على كروموسوم إضافى (الكروموسوم رقم ٢١ أو ٢٢) يؤدى إلى ظهور عيب أو خلل فى الخلايا المحببة. ومن ثم فإنهم يعانون من معدل عال نسبيا من مرض اللوكيميا.

اللوكيميا الحادة:

اللوكيميا الليمفاوية مرض خبيث يعتقد أنه ينشأ من الخلايا الجذعية المنشئة للخلايا اللمفاوية (وتعرف فى هذه الحالة باللوكيميا اللمفاوية الحادة acute hymphocytic leukemia). وكل منهما تتميز بالنمو الجانح (غير المتحكم فيه ncontrolled growth) إلى الخلايا غير المتمايزة undifferentiating، التى تتجمع فى نخاع العظم الأحمر، لتحبط نمو وتمايز خلايا الدم الطبيعية. وعلى ذلك فإن هذين النوعين من اللوكيميا الحادة يؤدى إلى تناقص فى إنتاج خلايا الدم الطبيعية الحمراء والخلايا المحببة والصفائح الدموية.

ويؤدى نقص هذه الخلايا الطبيعية إلى أكثر المظاهر أهمية فى هذا المرض وهى: الإحساس بالتعب، وشحوب اللون نتيجة الإنيميا. وحدوث العدوى بسهولة نتيجة نقص الخلايا المحببة، وحدوث النزيف نتيجة لنقص الصفائح الدموية.

وهناك من المظاهر الأخرى التى لا تتكرر كثيرا فى هذا المرض، ويتم ظهورها نتيجة تجمع وتراكم خلايا اللوكيميا فى مواقع أخرى بخلاف نخاع العظم، مسببة أوراما جذعية نخاعية myelobastomas or lymphoblastomas فى الجلد وفى الجيوب نظيرة الأنفية وفى العظم والعقد اللمفاوية، ومواقع أخرى فى الجسم.

وقد تم وصف اللوكيميا المزمنة (الطحالية) نخاعية المنشأ splenic chronic myelogenous leukemia فى الوقت ذاته تقريبا. عن طريق كريج Craige وزملائه سنة ١٨٤٤.

أنواع خلايا الدم البيضاء:

تنقسم خلايا الدم البيضاء من الناحية الوظيفية إلى نوعين رئيسيين هما:

(أ) الملتهمات:

وتتمتع هذه الخلايا بالقدرة على التهام الكائنات الدقيقة كالبكتيريا والمواد الغريبة.

(ب) الخلايا اللمفاوية:

وهى الأدوات أو الخلايا الفاعلة والمنفذة فى الجهاز المناعى.

وتشتمل الخلايا الملتهمة على نوعين من الخلايا هما: الخلايا البيضاء مشكلة النواة polymorphonuclear granulocytes ووحيدات الخلايا (المونوسايت) monocytes.

وللخلايا البيضاء مشكلة النواة أنوية تنقسم غالبا إلى عدة فصوص. أما سيتوبلازمها فيحتوى على حبيبات، وهى غالبا عبارة عن ليسوزومات (أكياس دقيقة ممتلئة بمختلف أنواع الإنزيمات الهاضمة لجميع أنواع المواد تقريبا).

وطبقا لقابلية هذه الحبيبات على الاصطباغ، تنقسم الكريات البيضاء إلى ثلاثة أنواع من الخلايا، يمكن تمييزها على النحو التالى:

- خلايا متعادلة.
- خلايا حمضية (إيوسينية).
- خلايا قاعدية.

الخلايا المتعادلة:

وتعرف هذه الخلايا بالملتهمات phagocytes، وتتميز بقدرتها على التهام وهضم دقائق المواد الغريبة والبكتيريا. وتمثل هذه الخلايا خط الدفاع الأول للجسم ضد مسببات العدوى المختلفة. وتعتبر هذه الخلايا الأكثر عددا من بين جميع أنواع كريات الدم البيضاء، حيث تمثل ما بين ٦٠ و٧٠٪ من العدد الكلى لكريات الدم البيضاء الجوالة فى تيار الدم. وتصطبغ حبيبات خلايا هذا النوع بكل من الأصباغ الحمضية والأصباغ القاعدية، ولذا تعرف بالخلايا المتعادلة.

وتتميز هذه الخلايا بفترة عمر قصيرة جدا، حيث يصل معدل فترة نصف عمرها إلى ٦ ساعات. أما الوظيفة الرئيسية لهذه الخلايا فتتلخص فى دورها كخط دفاعى أول ضد

هجمات الكائنات الميكروبية الدقيقة كالبكتيريا، ومن ثم تعرف بالمتهمات، خاصة في حالة حدوث التهابات حادة في الجسم. وفي هذه الحالة تطلق الحبيبات السيتوبلازمية في هذه الخلايا أنزيمات حامضة ذات قدرة على قتل البكتيريا- لاسيما حينما تتحد هذه الكائنات الأخيرة بتلك الفجوات المحتوية على البكتيريا التي تعرف بالأجسام الالتهامية phagosomes- وغالبا ما تموت الخلية بسبب ذلك. ويحتوى صديد الخراج على عدد غفير من الخلايا مشكلة النواة، سواء كانت حية أم ميتة، كما يحتوى أيضا على البكتيريا والنسيج الميت. وتتجمع أعداد كبيرة من هذه الخلايا في الأنسجة المحيطة بمنطقة العدوى، وذلك بعد هجرتها من الشعيرات الدموية المجاورة.

الخلايا الحمضية (الإيوسينية):

يمثل هذا النوع من الخلايا ما بين ٢ إلى ٦٪ من العدد الكلى لخلايا الدم البيضاء وتزيد هذه النسبة في حالات الحساسية الأليرجية allergic conditions مثل الأزمة الربوية asthma، وحمى القش، وحينما تتواجد الطفيليات في الجسم. وتحتشد الخلايا الحمضية حول الهيستامين المحرر، وهي في الوقت نفسه ذات صفات مضادة للهيستامين. كما يتم تنظيم مستوى هذه الكريات في الدم عن طريق بعض الهرمونات التي تطلقها قشرة الغدة الكظرية. ولحبيبات هذه الخلايا قابلية للاصطباغ بالصبغات الحامضية كصبغة الإيوسين، ولذا تعرف هذه الخلايا أيضا بالخلايا الإيوسينية.

ويتمثل أحد الوظائف المهمة لهذه الخلايا في منع التأثيرات السامة للبروتينات الغريبة. فيتكاثر عددها في حالات الحساسية الأليرجية لتنتج مواد تعرف باللوكوترينات leukotriens (وهي وسائط لعملية الالتهاب ذات انتحاء كيميائي، ولها علاقة بنشاط الحساسية للمواد البروتينية الغريبة) وعامل الصفائح الدموية المنشط platelet activating factor. كما أن لهذه الخلايا القدرة على قتل الطفيليات وذلك من خلال إطلاق مواد معينة. كما أنها يمكن أن تهاجر أيضا إلى جلطات الدم حيث يمكنها أن تنتج مادة بلازمينوجين plasminogen التي حينما يتم تنشيطها يمكنها أن تهضم جلطة الدم. كما أنها تعمل أيضا كملتهمات ضعيفة وتبدى انتحاء كيميائيا. ولهذه الخلايا فترة عمر قصيرة جدا تصل إلى ١٢ ساعة في الدم و٢٠ ساعة في الأنسجة.

الخلايا القاعدية:

تعتبر الخلايا القاعدية بمثابة خلايا صارية جوالة فى الدم. وتعد نسبة هذه الخلايا من صفر إلى ١٪ من العدد الكلى لكريات الدم البيضاء. وتحتوى الخلايا القاعدية على حبيبات فى سيتوبلازمها قابلة للاصطباغ بالصبغات القاعدية. وهى تشبه الخلايا الصارية إلا إنها لا تتطابق مع هذه الخلايا القابعة خارج الشعيرات الدموية فى الأنسجة الضامة. وتحتوى حبيبات كل من الخلايا القاعدية والخلايا الصارية على مادة الهيبارين التى تحول دون تجلط الدم داخل الأوعية الدموية. كما أنها تحتوى أيضا على مادة الهيستامين والليوكوتريينات. المسئولة عن تفاعلات فرط الحساسية المباشرة immadiate - type hypersensitivity reactions مثل الأرتيكاريا urtecaria وصدمة فرط الحساسية anaphylactic shock فقد ينطلق الهيستامين نتيجة للتفاعل بين المستضدات والأجسام المضادة. هذا. ويوجد على أسطح الكريات القاعدية والخلايا الصارية مستقبلات للجلوبيولين المناعى من النوع E أو IgE، وتتحلل هذه الخلايا حينما تتحد المستضدات التى تحمل على سطحها IgE بهذه المستقبلات.

وحيدات الخلايا (خلايا المونوسايت) monocytes:

وتمثل هذه الخلايا نسبة تصل إلى ٥٪ (٢ - ٨٪) من العدد الكلى لخلايا الدم البيضاء. وتعتبر هذه الخلايا طلائع الماكروفاجات النسيجية. وهما (خلايا المونوسايت والماكروفاجات النسيجية) يكونان معا جهاز مونوسايت- ماكروفاج monocyte-macrophage system وهذه الخلايا كبيرة الحجم تحتوى على أنوية كلوية الشكل. ويتم تصنيعها فى نخاع العظم الأحمر، جنبا إلى جنب مع الخلايا المحببة. والخلايا اللمفاوية، وخلايا الدم الحمراء.

وعلى الرغم من تمتع هذه الخلايا بالحركة الأميبية، فإنها تمر على مناطق الالتهابات عقب وصول الخلايا المتعادلة إليها مباشرة. وتقوم هذه الخلايا بالتهام وهضم البكتيريا، والخلايا المتعادلة الميتة. وبقايا النسيج المتحطم بنشاط واضح. أما خلايا الماكروفاج فهى أيضا تتمتع بوظائف التهامية كما أنها تمثل عناصر مهمة فى إثارة الجهاز المناعى عن طريق المستضدات.

وتشمل خلايا ماكروفاج الأنسجة خلايا كيفر Kupffer cell فى الكبد والحويصلات الرئوية والخلايا الهاضمة أو الماصة للعظم osteoclasts فى العظام، والخلايا الدبقية المدعمة الدقيقة العصبية microglia فى المخ. وتتروح فترة حياة هذه الخلايا من عدة أشهر إلى بضع سنين.

الخلايا اللمفاوية:

توجد الخلايا اللمفاوية فى تيار الدم فى صورتين: خلايا لمفاوية كبيرة ذات أقطار طولها ١٠ ميكرونات وأخرى صغيرة ذات أقطار طولها ٨ ميكرونات. وهى معا (الكبيرة والصغيرة) تُكوِّن نسبة ٢٥٪ تقريبا (٢٠- ٣٠٪) من العدد الكلى لخلايا الدم البيضاء فى البالغين، فى حين تكثر هذه الخلايا كثرة هائلة فى الأطفال الصغار حتى إنها قد تفوق فى عددها عدد الخلايا المحببة. ومثلما يتم تصنيع هذه الخلايا فى نخاع العظم الأحمر فإنه يمكن أيضا تصنيعها فى الأنسجة الليمفاوية كالعقد الليمفاوية والغدة التيموسية واللوزتين والطحال. وتستطيع هذه الخلايا أن تعبر إلى تيار الدم عن طريق الأوعية اللمفاوية. أما فترة حياة هذه الخلايا فتتراوح بين عدة أيام قليلة إلى عدة أشهر. وللخلايا اللمفاوية دور مهم فى الدفاع عن الجسم من خلال الجهاز المناعى.

ويتم إجراء تعداد لخلايا الدم البيضاء، وذلك بعد تحلل الكريات الحمراء، ويحتوى الجدول التالى (جدول رقم ٣) على أعداد كريات الدم البيضاء فى المراحل العمرية المختلفة.

جدول رقم (٣): يوضح بعض القيم الطبيعية لخلايا الدم البيضاء

العمر	العدد الكلى لخلايا الدم البيضاء x $١٠^{٩}$/ لتر
المولود	١٠,٠ -٢٥,٠
عمر ستة واحدة	٦,٠- ١٧.٠
١٠ سنوات	٤,٥- ١٣.٥
البالغون	٤.٥- ١١,٥