



هماتولوژی

۶

تألیف

جانیس ل. هینکل PhD, RN, CNRN
کری ایچ. جیویر PhD, RN
کریستن جیم. نیویلو PhD, RN, ACNS-BC, CNRN

ترجمه

اکرم قبهلی MSN

دانشجوی دکتری پرستاری، عضو هیأت علمی دانشکده پرستاری و مامایی
دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه

مهریان شهملی MSN

دانشجوی دکتری پرستاری، دانشکده پرستاری و مامایی
دانشگاه علوم پزشکی اردبیل

لیله راعی MSN

دانشجوی دکتری پرستاری، دانشکده پرستاری و مامایی
دانشگاه علوم پزشکی اردبیل

ویراستار علمی

دکتر ناهید دهقان نیری PhD

استاد دانشکده پرستاری و مامایی دانشگاه علوم پزشکی تهران

فهرست مطالب

۲۸	بررسی کارکرد خون‌شناسی و چگونگی درمان	۳
۲۸	بررسی بر اندامی و آنزیمولوژی	۵
۲۸	بررسی	۱۶
۲۸	ارزشیابی تشخیصی	۱۶
۲۸	رویکردهای درمانی در اختلالات خونی	۲۳
۲۸	نهی خونی و فرآوردههای خونی	۲۷
۲۸	انتقال خونی	۳۰
۲۸	مراجع	۳۲
۲۹	مدیریت بیماران مبتلا به اختلالات غیرخون‌دیم خونی	۴۷
۲۹	کم‌خونی	۴۸
۲۹	بیمار مبتلا به کم‌خونی	۵۲
۲۹	بررسی	۵۲
۲۹	فرآیند پرستاری بیمار مبتلا به کم‌خونی	۵۲
۲۹	تشخیص	۵۲
۲۹	• تشخیص‌های پرستاری	۵۳
۲۹	• مشکلات هم‌راه/عوارض احتمالی	۵۳
۲۹	• برنامه‌ریزی و اهداف	۵۳
۲۹	• مداخلات پرستاری	۵۳
۲۹	• مدیریت خستگی	۵۳
۲۹	• حفظ تندرستی کافی	۵۴
۲۹	• مدیریت عدم تحمل فعالیت	۵۴
۲۹	• ارتقای تدابیر موثر درمانی گنجانده شده	۵۴
۲۹	• پایش و مدیریت عوارض احتمالی	۵۵
۲۹	ارزشیابی	۵۵
۲۹	کم‌خونی‌های هیپروکرومیک	۵۵
۲۹	کم‌خونی‌های همولیتیک	۵۹
۲۹	فرآیند پرستاری بیمار مبتلا به پدران سلول دلی شکل	۷۱
۲۹	بررسی	۷۱
۲۹	تشخیص	۷۱
۲۹	• تشخیص‌های پرستاری	۷۲
۲۹	• مشکلات هم‌راه/عوارض احتمالی	۷۲
۲۹	• برنامه‌ریزی و اهداف	۷۲
۲۹	• مداخلات پرستاری	۷۲
۳۰	مدیریت بیماران مبتلا به نئوپلاسم‌های خونی	۱۱۷
۳۰	اختلالات سلول‌های بنیادی کلونال	۱۱۹
۳۰	اوسمی	۱۱۹
۳۰	اوسمی میلوئیدی حاد	۱۱۹

۱۲۵.....	• مدیریت آشفتاب و اتعوه.....	۱۲۴.....	لوسمی میلوئیدی مزمن.....
۱۲۷.....	• تشویق به رقاء و آسایش منوی.....	۱۲۶.....	لوسمی لنفوسیتی حاد.....
۱۲۷.....	• ارتقای مراقبت در منزل، مبتنی بر جامعه و انتقال.....	۱۲۹.....	لوسمی لنفوسیتی مزمن (CLL).....
۱۲۷.....	ارزشیابی.....	۱۲۳.....	فرآیند پرستاری: بیمار مبتلا به لوسمی حاد.....
۱۲۸.....	سندرم‌های میلوپریلازی (MDS).....	۱۲۳.....	بررسی.....
۱۲۸.....	تئ‌ل‌سم‌های میلوپریلازی.....	۱۲۳.....	تشخیص.....
۱۲۲.....	پاس‌دینمی ورا.....	۱۲۳.....	• تشخیص‌های پرستاری.....
۱۲۵.....	نروپاتی‌های انسانی.....	۱۲۳.....	• مشکلات هم‌راه / عوارض احتمالی.....
۱۲۷.....	میلوپریلازی اولیه.....	۱۲۴.....	برنامه‌ریزی و اهداف.....
۱۲۹.....	ل‌عموم.....	۱۲۴.....	مداخلات پرستاری.....
۱۲۹.....	ل‌عموم هوج‌کین.....	۱۲۴.....	• پیشگیری یا درمان عفونت و خونریزی.....
۱۵۲.....	ل‌عموم غیرهوج‌کین (NHL).....	۱۲۴.....	• مدیریت التهاب مخاط (موکوزیت).....
۱۵۶.....	مولتیپل میلوما.....	۱۲۴.....	• بهبود دریافت مواد غذایی.....
۱۶۹.....	مراجع.....	۱۲۴.....	• تسکین درد و ناراحتی.....
۱۲۵.....	ضمایم.....	۱۲۴.....	• کاهش خستگی و عدم تحمل فعالیت.....
		۱۲۵.....	• حفظ تعادل مایعات و الکترولیت‌ها.....

هماتولوژی

ارزشیابی عوارض شیمی‌درمانی

مطالعه‌ی موردی



زن ۶۶ ساله‌ای دوره شیمی‌درمانی برای لنفوم غیر هوچکینی را در مرکز تزریق محل کار شما دریافت می‌کند. شما متوجه می‌شوید که بیمار در بند و ورود تنگی نفس دارد، SpO_2 او ۸۸٪ در هوای اتاق و ضربان قلب او ۱۰۴ ضربه در دقیقه و منظم است. تزریق شیمی‌درمانی وی متوقف می‌شود و تست‌های آزمایشگاهی نشان می‌دهد که او

کم‌خونی دارد. با شروع شیمی‌درمانی، همه بیماران در مورد راهکارهایی برای جلوگیری از عوارض مانند کم‌خونی، خون‌ریزی و عفونت آموزش می‌بینند. در اوایل هفته، یک بیمار دیگر به دلیل عفونت، شیمی‌درمانی خود را انجام نداد. شما در مورد لزوم به کارگیری نوع دیگری از مداخله با هدف کاهش عوارض شیمی‌درمانی به فکر فرو می‌روید.

تمرکز بر صلاحیت آموزش با کیفیت و ایمن برای پرستاران (QSEN):¹ بهبود کیفیت

پهچیدگی‌های موجود در سیستم کنونی ارائه مراقبت‌های سلامتی، پرستاران را و می‌دارد تا صلاحیت‌های بین‌رشته‌ای اساسی حوزه‌های خاص را با یکدیگر تلفیق کنند. این صلاحیت‌ها به‌منظور کسب اطمینان از ارائه مراقبتی ایمن و با کیفیت هدف‌گذاری شده‌اند. پروژه آموزش کیفیت و ایمنی برای پرستاران، چارچوبی را برای تعیین دانش، مهارت‌ها و نگرش‌های مورد نیاز پرستاران فراهم آورده است تا به‌وسیله آن پرستاران بتوانند صلاحیت خود را در این حوزه‌های کلیدی شامل مراقبت بیمارمحور، کار گروهی و همکاری بین رشته‌ای، عملکرد مبتنی بر شواهد، بهبود کیفیت، ایمنی و فناوری اطلاعات نشان دهند.

تعریف بهبود کیفیت: استفاده از دانش‌ها برای پایش پیامدهای فرایند مراقبت و استفاده از روش‌های بهسازی برای طراحی و آزمون تغییرات به‌منظور بهبود مستمر کیفیت و ایمنی سیستم‌های مراقبت سلامتی است.

انتخاب دانش، مهارت و نگرش قبل از اخذ پروانه	کاربرد و بازاندیشی
دانش	
چگونه می‌توانید مشاهدات انجام شده در مورد افزایش میزان عوارض در بیماران تحت شیمی‌درمانی را تأیید کنید؟ منابع داده‌هایی را که می‌توان برای نشان دادن نیاز به تغییر در فرایندهای مراقبت به آن‌ها دسترسی داشت، شناسایی کنید.	اهمیت تنوع و اندازه‌گیری در بررسی کیفیت مراقبت را توضیح دهید.
مهارت‌ها	
هدف اصلی را که امیدوار هستید با بیماران تحت شیمی‌درمانی به آن‌ها برسید، مشخص کنید. پیامدهای قابل اندازه‌گیری و زمان‌دار را مشخص کنید. آیا فرصتی برای شما وجود دارد که یک آزمون مقدماتی تغییر در مرکز تزریق را انجام دهید؟ اگر چنین است، چگونه می‌خواهید این نوع پروژه را طراحی کنید؟ چه فرد دیگری از تیم مرکز تزریق لازم است در این نوع پروژه مشارکت داشته باشد؟	از معیارهای کیفیت برای درک عملکرد استفاده کنید.
نگرش‌ها	
درباره نگرش خود نسبت به بیماران مبتلا به سرطان که شیمی‌درمانی دریافت می‌کنند، تأمل کنید. آیا فکر می‌کنید کم‌خونی و عفونت در بیماران مبتلا به سرطان که تحت درمان قرار می‌گیرند اجتناب‌ناپذیر است؟	اندازه‌گیری و نقش آن در مراقبت خوب از بیمار را ارزش‌گذاری کنید.

نتایج یادگیری

پس از تکمیل مطالعه‌ی این فصل، انتظار می‌رود فراگیر قادر باشد:

۱. خونی‌سازی و فرآیندهای دخیل در حفظ هموستاز را شرح دهد.
۲. اهمیت اخذ تاریخچه سلامت در بررسی سلامت خونی‌شناسی را بحث کند و تکنیک‌های معاینه‌ی سرای انجام بررسی چسبی و طلع عملکرد خونی‌شناسی را مشخص کند.

مفاهیم پرستاری

- * بررسی
- * اخلا

واژه‌نامه

انحراف (differential) تکامل عملکرد و خصوصیات که با خصوصیات سلول بنای متفاوت است.	اریتروپوئین (erythropoietin) هورمونی که در کلاه تولید می‌شود و وجود آن در فرآیند تشکیل RBC ضروری است.
اکسی‌هموگلوبین (oxyhemoglobin) فرم ترکیب شده‌ی هموگلوبین با اکسیژن؛ عمدتاً در خونی شریانی یافت می‌شود.	اریتروپوئین (erythropoiesis) فرآیند تشکیل گلبول‌های قرمز خونی.
پلازما (plasma) بخش مایع خونی.	اریتروسیت (erythrocyte) اجزای سلولی خونی که کار انتقال اکسیژن و دی‌اکسید کربن را به عهده دارند (متراشف: گلبول قرمز خونی، [RBC]).
پلاسمیوژن (plasminogen) پروتئینی که به پلاسمین تبدیل شده تا لخته و ترومبوز را حل کند.	استروما (stroma) آن اجزای متز استخوان هستند که به‌طور مستقیم در خونی‌سازی موثر نیستند، ولی نقش حمایتی مهمی در این فرآیند دارند.
پلاکت (platelet) جزئی از سلول‌های خونی که در انعقاد خونی نقش دارد (متراشف: ترومبوسیت).	

واژه‌نامه (ادامه)

گلبول قرمز خون (RBC) (red blood cell): جزئی از سلول‌های خونی که در حمل و نقل اکسیژن و دی‌اکسید کربن نقش دارد (مترادف: اریتروسیت). لکوپنی (leukopenia): مقدار کمتر از حد طبیعی گلبول‌های سفید در گردش خون. لنفوسیت (lymphocyte): شکلی از گلبول‌های سفید که در عملکرد ایمنی موثر است. لنفوئید (lymphoid): مربوط به لنفوسیت‌ها. لوکوسیت (leukocyte): یکی از اجزای سلول‌های خونی که در دفاع بدن دخیل است؛ زیرمجموعه آن شامل نوتروفیل‌ها، ائوزینوفیل‌ها، بازوفیل‌ها، مونوسیت‌ها و لنفوسیت‌ها می‌شود (مترادف: گلبول سفید خون [WBC]). ماکروفاژ (macrophage): سلول‌های رتی‌کولوئیدتالی که خاصیت بیگانه‌خواری دارند. مونوسیت (monocyte): گلبول‌های سفید بزرگ که هنگام ترک جریان خون به طرف بافت‌های بدن، تبدیل به ماکروفاژ می‌شوند. میلوپوئز (myelopoiesis): شکل‌گیری و بلوغ سلول‌هایی که از سلول‌های بنیادی میلوئیدی مشتق می‌شوند. میلوئید (myeloid): مربوط به سلول‌های خونی غیرلنفوئیدی که به شکل گلبول‌های قرمز، پلاکت‌ها، ماکروفاژها، ماست‌سل‌ها و انواع گلبول‌های سفید تمایز می‌یابند. نوتروفیل (neutrophil): گلبول سفید کاملاً بالغ که قادر به فاگوسیتوز است؛ دفاع اولیه در برابر عفونت باکتریایی. هماتوپوئز (hematopoiesis): فرآیند پیچیده تشکیل و بلوغ سلول‌های خون. هماتوکریت (hematocrit): درصدی از کل حجم خون که توسط گلبول‌های قرمز اشغال شده است. هموستاز (hemostasis): تعادل پیچیده بین تشکیل و حل لخته. هموگلوبین (hemoglobin): پروتئین حاوی آهن گلبول قرمز؛ که اکسیژن را به بافت‌ها حمل می‌کند.	ترومبوسیت (thrombocyte): از اجزای خونی که در انعقاد خون مؤثرند (مترادف: پلاکت). رتیکولوسیت‌ها (reticulocytes): گلبول‌های قرمز اندکی نارس، معمولاً فقط ۱٪ از کل گلبول‌های قرمز خون در گردش را تشکیل می‌دهند. سرم (serum): بخشی از خون که بعد از تشکیل انعقاد باقی می‌ماند. سلول بلاست (blast cell): گلبول‌های سفید اولیه (WBC). سلول بنیادی (stem cell): سلول‌های اولیه که قادر به همانندسازی خود و تمایز به رده لنفوئیدی و میلوئیدی هستند. سلول نواری (band cell): نوتروفیل‌های نسبتاً نابالغ. سلول‌های کشنده طبیعی (natural killer [NK] cells): لنفوسیت‌هایی که در برابر میکروارگانیسم‌ها و سلول‌های بدخیم دفاع می‌کنند. سیتوکین‌ها (cytokines): پروتئین‌هایی که توسط لنکوسیت‌ها تولید می‌شوند که برای تنظیم خون‌سازی، مرگ سلولی و پاسخ ایمنی، حیاتی هستند. سیستم رتی‌کولوئیدوتالیال (reticulo endothelial system): سیستم پیچیده‌ای از سلول‌های سرلر بدن که قادر به فاگوسیتوز هستند. فاگوسیتوز (phagocytosis): فرآیند هضم و جذب اجسام خارجی توسط سلول‌ها. فیبرین (fibrin): پروتئین رشته‌ای؛ پایه تشکیل ترومبوز و لخته. فیبرینوژن (fibrinogen): پروتئینی که برای تشکیل ترومبوز یا لخته به فیبرین تبدیل می‌شود. فیبرینولیز (fibrinolysis): فرآیند تجزیه‌ی لخته فیبرینی. کم‌خونی (anemia): کاهش تعداد گلبول‌های قرمز خون (RBC). گرانولوسیت (granulocyte): گلبول‌های سفید گراتول دار (شامل نوتروفیل‌ها، ائوزینوفیل‌ها و بازوفیل‌ها). گلبول سفید خون (WBC) (white blood cell): یکی از اجزای سلولی خون که در دفاع از بدن نقش دارد؛ انواع آن شامل نوتروفیل‌ها، ائوزینوفیل‌ها، بازوفیل‌ها، مونوسیت‌ها و لنفوسیت‌ها (مترادف: لنکوسیت).
--	--

است. با افزایش سن، مغز استخوان فعال به تدریج با چربی جایگزین می‌شود؛ اگرچه در افراد سالم و در شرایطی که تولید سلول‌های خونی بیشتری ضروری باشد، همان چربی دوباره با مغز استخوان فعال جایگزین خواهد شد. در افراد بالنی که دچار تخریب، فیروز و تشکیل جوشگاه در مغز استخوان می‌شوند، کبد و ملحال می‌توانند گلبول‌های خونی تولید کنند که این فرآیند را به اصطلاح هماتوپوئز اکسترامدولاری^۲ گویند.

مغز استخوان بافتی عروقی است و شامل سلول‌های اولیه است که **سلول‌های بنیادی**^۳ خوانده می‌شوند. سلول‌های بنیادی توانایی همسازی^۴ خود را دارند؛ لذا جریان مداوم ساختن سلول‌های بنیادی را در تمام دوره‌های عمر تضمین می‌کنند. هنگامی که سلول‌های بنیادی تحریک شوند، می‌توانند فرآیندی به نام **قهایز**^۵ را آغاز کرده و به سلول‌های بنیادی **میلوئیدی**^۶ یا **لنفوئیدی**^۷ تبدیل شوند (تصویر ۲۸-۱ را ببینید). این سلول‌های بنیادی برای تولید انواع خاصی از سلول‌های خونی سازگار شده‌اند. سلول‌های بنیادی **لنفوئیدی**، سلول‌های **لنفوسیتی T و B** را تولید می‌کنند. این سلول‌ها دارای عملکردهای ایمنی خاصی هستند که بعداً با جزئیات بیشتری توضیح داده خواهند شد.

سلول‌های بنیادی **میلوئیدی** نیز به سه دسته بزرگ شامل **اریتروسیت‌ها**، **لکوسیت‌ها** و **پلاکت‌ها** تمایز می‌یابند؛ لذا تمام سلول‌های خونی به‌جز لنفوسیت‌ها، از رده‌ی میلوئیدی منشأ می‌گیرند و از همین رو نقص در سلول‌های بنیادی میلوئیدی سبب مشکلاتی در تولید گلبول‌های سفید، گلبول‌های قرمز و پلاکت‌ها می‌شود. برعکس، اختلال در سلول‌های بنیادی لنفوئیدی سبب مشکلاتی در لنفوسیت‌های **T** یا **B** پلاسما سل‌ها (شکل متمایزتر لنفوسیت‌های **B**) و یا سلول‌های کشنده طبیعی (**NK**) می‌شوند (برای اطلاعات بیشتر، فصل ۳۱ را ببینید).

برخلاف بسیاری از سیستم‌های دیگر بدن، سیستم خونی تمام بدن را در بر گرفته است. بیماران مبتلا به اختلالات خونی اغلب تاهنجاری‌های قابل توجهی در آزمایش خون دارند؛ در صورتی که علائم کمی دارند یا هیچ علامتی ندارند. لذا پرستار باید درک خوبی از پاتوفیزیولوژی وضعیت بیمار داشته و قادر به انجام بررسی جامع از بیمار باشد که به‌طور عمده به تفسیر تست‌های آزمایشگاهی وابسته است. همچنین بسیار مهم است که پرستار نیازهای احتمالی بیماران را پیش‌بینی کرده و بر این اساس مداخلات پرستاری را هدف قرار دهد. از آنجا که درک بسیاری از بیماری‌های خونی بسیار مهم است، شناخت تولید سلول‌های خونی و عملکرد مغز استخوان ضروری است.

مروری بر آناتومی و فیزیولوژی

سیستم هماتولوژی شامل خون و محل‌هایی که خون را تولید می‌کنند، از جمله مغز استخوان و سیستم رتیکولوئندوتلیال (**RES**)^۱ است. خون اندامی تخصصی است که برخلاف اعضای دیگر بدن، به‌صورت مایع است. خون از پلاسما و انواع مختلف سلول‌ها تشکیل شده است که ۷٪ تا ۹٪ از حجم کل خون را تشکیل می‌دهند. **پلاسمای** نیز قسمت مایع خون است و شامل انواع مختلف پروتئین‌ها از جمله **آلبومین**، **گلوبولین**، **فیبرینوژن** و سایر عوامل ضروری برای انعقاد و همچنین الکترولیت‌ها، محصولات زائد و مواد مغذی است. حدود ۵۵٪ از حجم خون را پلاسما تشکیل می‌دهد.

مغز استخوان

مغز استخوان محل خون‌سازی یا تشکیل گلبول‌های خونی است. در بالین، تشکیل سلول‌های خونی معمولاً به استخوان‌های لگن، دنده‌ها، مهره‌ها و جناغ محدود می‌شود. مغز استخوان یکی از بزرگ‌ترین اعضای بدن است که ۵٪ تا ۴٪ از وزن بدن را تشکیل می‌دهد. مغز استخوان شامل اجزای سلولی (مغز قرمز استخوان) بوده که به‌وسیله چربی (مغز زرد استخوان) از یکدیگر جدا شده

2. Extramedullary hematopoiesis

3. Stem cell

4. Self replicate

5. Differentiation

6. Myeloid

7. Lymphoid

1. Reticuloendothelial system (RES)

ترتیب در شرایط طبیعی، مغز استخوان به افزایش تقاضا پاسخ می‌دهد و به تعداد کافی، سلول در جریان خون آزاد می‌کند.

خون حدود ۹-۷٪ وزن طبیعی بدن را تشکیل می‌دهد و در مردان حدود ۶-۵ لیتر و در زنان ۵-۴ لیتر حجم دارد. خون از طریق گردش در سیستم عروقی و ارتباطاً بین اندام‌های بدن، اکسیژن جذب شده از ریه‌ها و مواد مغذی جذب شده از دستگاه گوارش (GI)^۷ را برای متابولیسم سلولی به سلول‌های بدن منتقل می‌کند. همچنین خون هورمون‌ها، آنتی‌بادی‌ها و سایر مواد را به محل عمل یا مصرف آنها می‌رساند. علاوه بر این خون محصولات دفعی تولید شده در اثر متابولیسم سلولی را به ریه‌ها، پوست، کبد و کلیه‌ها منتقل می‌کند و از بدن دفع می‌شود.

این خطر که ضربه می‌تواند منجر به از دست دادن بیش از حد خون شود همیشه وجود دارد. برای جلوگیری از این مورد، در صورت لزوم مکانیسم پیچیده انعقاد فعال می‌شود تا هر گونه نشتی در عروق خونی بسته شود. انعقاد بیش از حد نیز به همان اندازه خطرناک است، زیرا می‌تواند مانع جریان خون به بافت‌های حیاتی شود. برای پیشگیری از این مورد، بدن مکانیسم فیبرینولیتیک دارد که در نهایت لخته‌های تشکیل شده (ترومبوز) در عروق خونی را حل می‌کند. تعادل بین این دو سیستم یعنی تشکیل لخته (ترومبوز) و انحلال لخته یا فیبرینولیز، هموستاز نامیده می‌شود.

اریتروسیت‌ها (سلول‌های قرمز خون)

گلبول قرمز طبیعی به شکل دیسک مقعرالطرفینی شبیه یک توپ نرم است که بین دو لگتت فشرده شده باشد (تصویر ۲-۲۸ را ببینید). قطر آن در حدود ۸ μm و به قدری قابل انعطاف است که به آسانی از عروق مویرگی با قطر کمتر از ۸ μm عبور می‌کند. غشای گلبول قرمز آن قدر نازک است که گازهایی نظیر اکسیژن و دی‌اکسید کربن به آسانی در آن انتشار می‌یابند. دیسکی شکل بودن اریتروسیت‌ها سطح بیشتری را تأمین کرده تا جذب و آزادسازی مولکول اکسیژن به سهولت انجام شود.

استرومای مغز استخوان به همدی بافتی که در جریان هماتوپوئز به صورت مستقیم درگیر نیستند اما لایق می‌شوند به هر حال، استروما به صورت غیرمستقیم در تولید عوامل محرک کلونی^۱ که برای خون‌سازی لازم است، دخالت دارد. مغز استخوان زرد حاوی بیش‌ترین مقدار استروما است. سایر سلول‌های تشکیل‌دهنده استروما شامل فیبروبلاست‌ها^۲ (بافت همبند رتیکولار)، استوکلاست‌ها^۳ و استوبلاست‌ها^۴ (که هر نوبت آنها برای بازسازی استخوان‌های اسکلتی لازم است) و سلول‌های اندوتلیال^۵ هستند.

خون

اجزای سلولی خون شامل سه نوع سلول اولیه (جدول ۱-۲۸ را ببینید) هستند: اریتروسیت‌ها (گلبول‌های قرمز خون [RBCs])، سلول‌های قرمز، لکوسیت‌ها (گلبول‌های سفید خون [WBCs]) و ترومبوسیت‌ها (پلاکت‌ها). این بخش خون به‌طور طبیعی در حدود ۴۵-۴۰٪ از حجم خون را تشکیل می‌دهد. به‌علت کوتاهی عمر، اکثر سلول‌های خونی بدن نیاز مستمر به تأمین مجدد سلول‌های خود دارند؛ این فرآیند خون‌سازی نام دارد. مغز استخوان محل اولیه برای خون‌سازی است. در طول مرحله تکامل جنینی و در بعضی شرایط، کبد و طحال نیز عهده‌دار این وظیفه می‌شوند.

در شرایط طبیعی، مغز استخوان بالغ در حدود ۱۷۵ بیلیون گلبول قرمز، ۷۰ بیلیون نوتروفیل (شکل بالغ گلبول سفید) و ۱۷۵ بیلیون پلاکت در روز تولید می‌کند. در شرایطی که بدن به سلول‌های خونی بیشتری نیاز پیدا کند، به‌عنوان مثال عفونت (هنگامی که نیاز به نوتروفیل‌های بیشتری برای مبارزه با عامل مهاجم وجود دارد) یا در خونریزی (نیاز به RBC بیشتر) مغز استخوان تولید سلول‌های مورد نیاز خود را افزایش می‌دهد. به این

1. Colony-Stimulating factors
2. Fibroblasts (Reticular Connective Tissue)
3. Osteoclasts
4. Osteoblasts
5. Endothelial cells
6. Hematopoiesis

7. Gastrointestinal (GI)