

بافت شناسی

HISTOLOGY

بافت خونی ۱



برای دسترسی به محتوای
سایت اسکن کنید

ویراست نهایی و تصاویر
زهرا کریمیان
مسئول جزوه و گرافیکست
کیان نظریگی

تولید متن و قالب گذاری
ژیثب اثناعشری
کیوان کلاهدوز
کنترل کیفی و ویراست علمی
نگار داودآبادی
محتوای افزوده و نمونه سوال
فاطمه نظیری

خون و جایگاه آن در بافت همبند

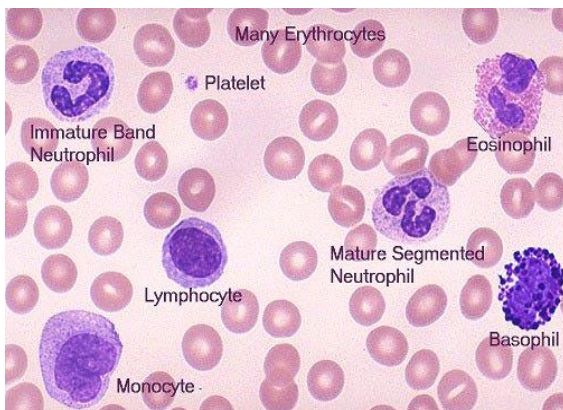
خون یکی از انواع بافت های همبند (Connective Tissue) تخصص یافته است. وجه تمایز اصلی خون از سایر بافت های همبند در ماهیت ماده خارج سلولی (Extracellular Matrix) آن است؛ در خون، این ماده به صورت مایع بوده و پلاسما (Plasma) نامیده می شود که سلول های خونی در آن به صورت معلق قرار گرفته اند. حجم خون در یک فرد بالغ حدود ۵ لیتر است.

اجزای خون و سانتریفیوژ

اجزای سلولی خون

اجزای سلولی خون عبارتند از:

- ◀ گلبول های قرمز یا اریتروسیت ها (Erythrocytes)
- ◀ گلبول های سفید یا لکوسیت ها (Leukocytes)
- ◀ پلاکت ها (Platelets)



سلول	تعداد در هر میلی متر مکعب
اریتروسیت ها	۴٫۲ تا ۶٫۲ میلیون
پلاکت ها	۱۵۰ هزار تا ۴۰۰ هزار
لکوسیت ها	۴۵۰۰ تا ۱۱ هزار

تعداد سلولهای خونی در افراد بالغ:

سانتریفیوژ خون و لایه های حاصل

هنگامی که یک نمونه خونی که در لوله ای حاوی ماده ضد انعقادی (Anticoagulant) مانند هپارین (Heparin) یا سدیم سیتрат (Sodium Citrate) قرار داده شده سانتریفیوژ (Centrifuge) می شود، اجزای آن به سه لایه مشخص تفکیک می گردند (این سه لایه نشان دهنده ناهمگن بودن خون می باشد) :

لایه پایین — هماتوکریت (Hematocrit): گلبول های قرمز که تراکم بیشتری دارند در کف لوله ته نشین می شوند و حدود ۴۴ تا ۴۵ درصد از حجم کل نمونه را تشکیل می دهند.

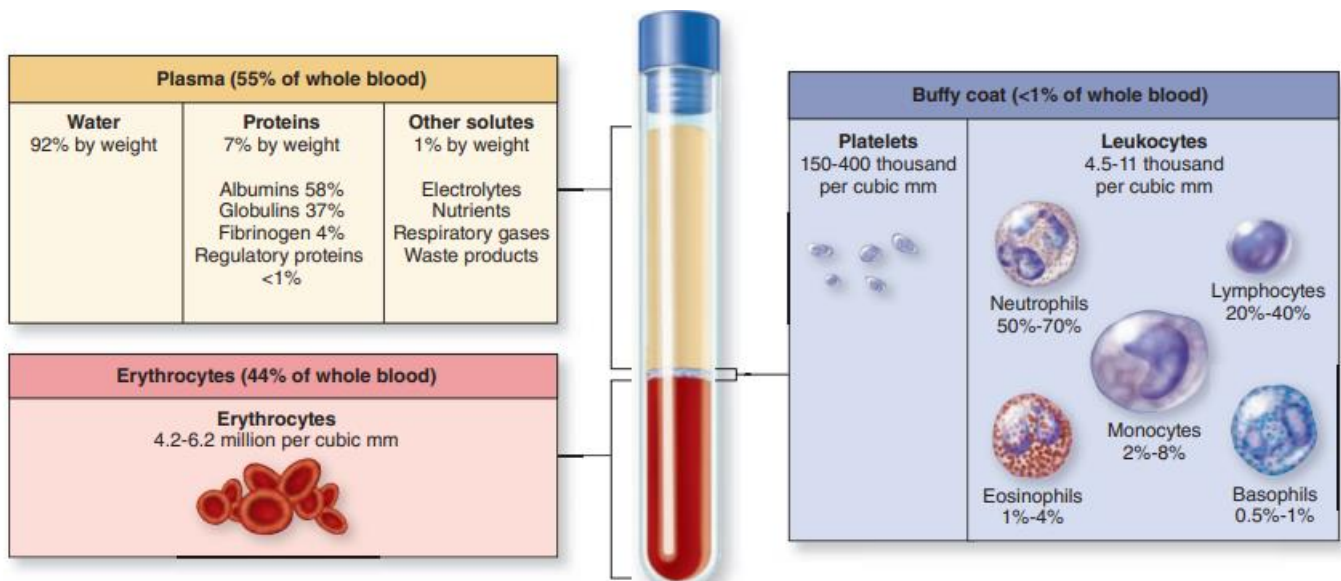
لایه میانی — پوشش لیفی یا بافی کات (Buffy Coat): لایه ای نازک، سفید متمایل به خاکستری که حدود یک درصد از حجم نمونه را دربر می گیرد و متشکل از لکوسیت ها و پلاکت ها است. این دو گروه سلولی نسبت به گلبول های قرمز تراکم کمتری دارند و به همین دلیل در لایه ای مجزا قرار می گیرند.

لایه بالا — پلاسما: مایعی متمایل به زرد، شفاف و اندکی چسبناک که ۵۵ درصد از حجم نمونه را تشکیل می دهد.

پلازما و ترکیبات آن

پلازما یک محلول آبی با $\text{pH } 7.4$ است. ترکیبات آن به شرح زیر است:

- آب (۹۲ درصد)
 - پروتئین های پلازما مانند آلبومین، فیبرینوژن و ... (۷ درصد)
 - مواد محلول (۱ درصد) شامل الکترولیت ها یا یون ها، مواد مغذی، گازهای تنفسی، هورمون ها و محصولات زائد متابولیسم
- * ترکیب پلازما معمولاً نماینده میانگین ترکیب مایع خارج سلولی (Extracellular Fluid) بافت ها در کل بدن است؛ زیرا مایع خارج سلولی بافت ها به طور مستمر با پلازما در تبادل هستند.



پروتئین های پلازما

پروتئین های پلازما که ۷ درصد از ترکیب آن را تشکیل می دهند، انواع گوناگونی دارند:

آلبومین (Albumin): فراوان ترین پروتئین پلازما است و حدود ۷۰ درصد از کل پروتئین های پلازما را تشکیل می دهد. در کبد تولید می شود و نقش اصلی آن حفظ فشار اسمزی (Osmotic Pressure) خون است.

آلفا و بتا گلوبولین ها (Alpha & Beta Globulins): این دسته از پروتئین ها نیز عمدتاً در کبد تولید می شوند.

✓ آلفا گلوبولین ها عمدتاً در انتقال هورمون ها، مس و .. نقش دارند. بتا گلوبولین ها بیشتر در حمل فلزات و کمپلمان ها ایفای نقش می کنند.

نمونه هایی از آن ها عبارتند از:

- ◀ ترانسفرین (Transferrin) نوعی بتاگلوبولین انتقال دهنده ی آهن
- ◀ پروترومبین (Prothrombin) فاکتور انعقادی نوع ۲ و سایر فاکتورهای انعقادی
- ◀ لیپوپروتئین ها (Lipoproteins) کمک به حمل چربی ها در خون
- ◀ فیبرونکتین (Fibronectin) داربستی برای ترمیم زخم ایجاد می کند.

گاما گلوبولین ها یا ایمونوگلوبولین ها (Immunoglobulins): این پروتئین ها همان آنتی بادی ها (Antibodies) هستند که توسط پلاسماسل ها (Plasma Cells) تولید می شوند.

فیبرینوژن (Fibrinogen): بزرگ ترین پروتئین پلاسما که در کبد ساخته می شود. در جریان انعقاد خون، به رشته های نامحلول و متقاطعی به نام فیبرین (Fibrin) پلیمریزه می شود و از خروج خون از عروق کوچک جلوگیری می کند.

پروتئین های سیستم کمپلمان (Complement System Proteins): دسته ای از پروتئین های پلاسما که در التهاب و تخریب میکروارگانیسم ها نقش دارند و در مبحث سیستم ایمنی به تفصیل بررسی می شوند.

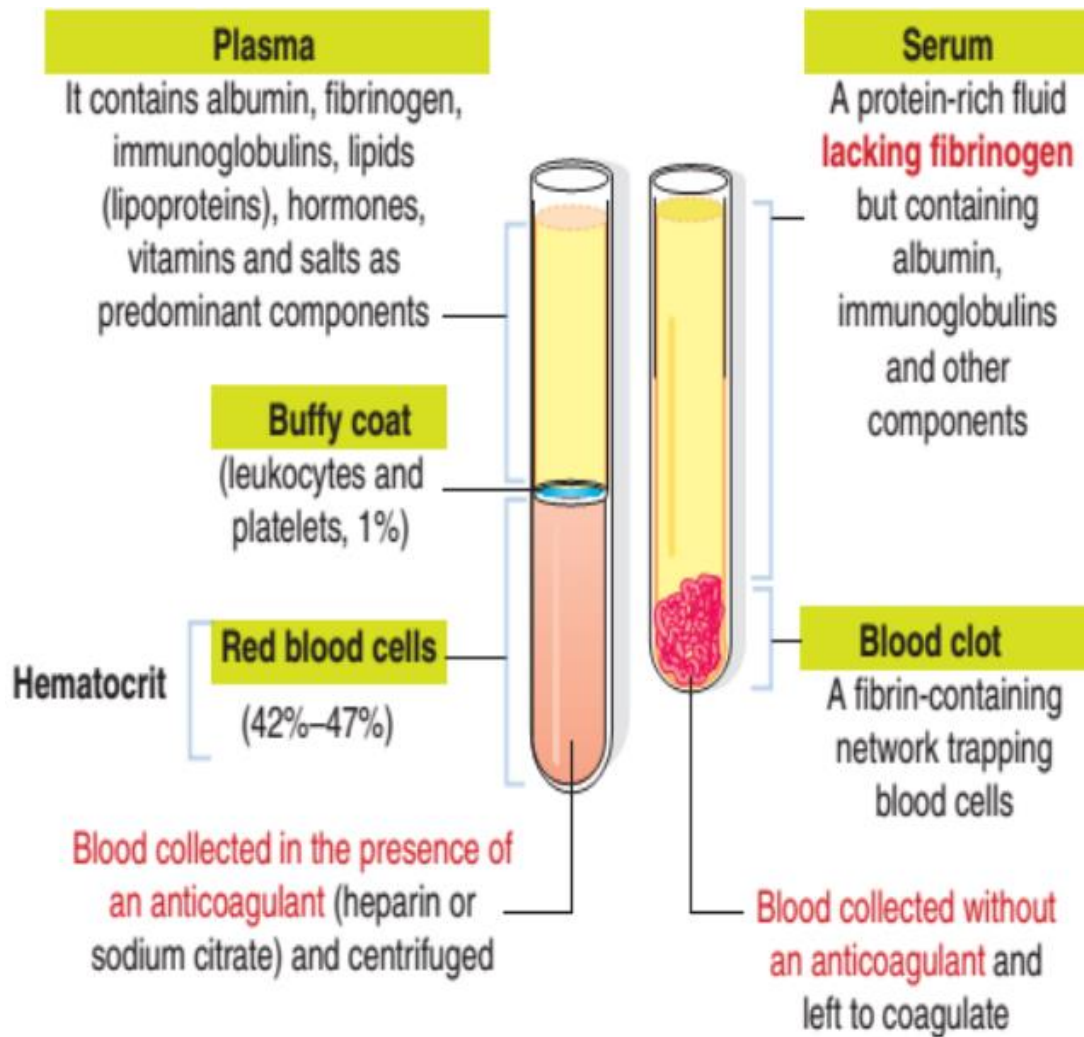
سرم در برابر پلاسما

اگر نمونه خونی بدون ماده ضدانعقاد در لوله آزمایش قرار داده شود، فرایند انعقاد خون روی می دهد. در این فرایند، فیبرینوژن تبدیل به فیبرین می شود و شبکه ای تشکیل می دهد که گلبول های قرمز را در خود به دام می اندازد و لخته خونی (Blood Clot) را می سازد. ماده ای که پس از جدا شدن لخته باقی می ماند سرم (Serum) نام دارد.

- ◀ سرم مایعی غنی از پروتئین می باشد که در هنگام خارج شدن خون از سیستم گردش خون، چه در یک لوله ی آزمایش و چه در ماتریکس خارج سلولی (ECM) اطراف رگ های خونی، به دنبال ایجاد لخته خونی تشکیل می شود. این مایع به رنگ زرد کم رنگ می باشد.

ویژگی	پلاسما	سرم
فیبرینوژن	دارد	ندارد
آلبومین	دارد	دارد
ایمونوگلوبین ها	دارد	دارد
فاکتور های رشد و محتویات گرانولی آزاد شده از پلاکت	ندارد	دارد

* پلاکت ها نقش اساسی در فرایند تشکیل لخته خونی را دارند بنابراین در هنگام تشکیل سرم، به دلیل فعال شدن پلاکت ها و آزاد سازی محتویات گرانول های خود، در سرم علاوه بر مواد محلول در پلاسما، فرآورده ها و فاکتور های رشد و سایر محتویات گرانولی پلاکت ها نیز یافت می شود.



عملکرد های خون

انتقال مواد: خون مایعی است که اکسیژن، دی اکسید کربن، متابولیت ها، هورمون ها و سایر مواد را از محل تولید به محل مصرف آنها منتقل می کند. در واقع خون یک ماده ی انتقالی است.

اکسیژن عمدتاً به صورت متصل به مولکول هموگلوبین (Hemoglobin) در داخل اریتروسیت ها حمل می شود.

دی اکسید کربن نیز به دو شکل منتقل می شود:

◀ به صورت متصل به هموگلوبین

◀ به صورت محلول در پلاسما، به شکل بی کربنات یا CO_2

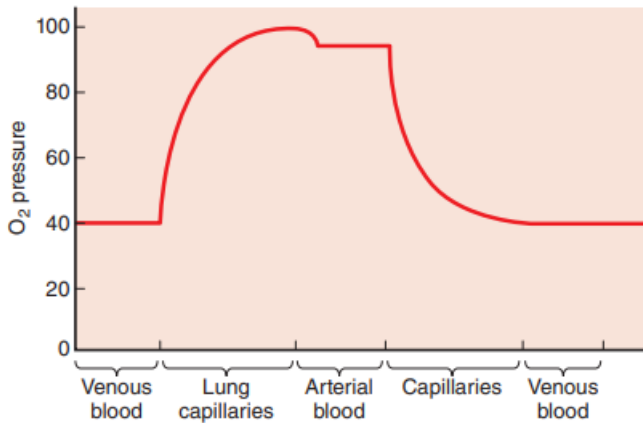
دفع مواد زائد: خون پسمانده های متابولیک را از سلول های سراسر بدن جمع آوری کرده و به اندام های دفعی، به ویژه کلیه ها، منتقل می کند. هر بافتی مواد زائد خود را وارد خون میکند و در نهایت تمامی مواد زائد از طریق دستگاه ادراری از بدن دفع می شوند.

توزیع هورمون ها: هورمون ها پس از ترشح به شیوه اندوکرین (Endocrine) وارد جریان خون می شوند و از طریق گردش خون به سلول های هدف می رسند.

تنظیم دما: خون گرما را در سراسر بدن توزیع می‌کند و نقش مهمی در تنظیم درجه حرارت بدن دارد.

حفظ تعادل: خون در حفظ تعادل اسید-باز و تعادل اسمزی (Osmotic Balance) بدن نقش دارد.

فشار اکسیژن در گردش خون



خون در دو مسیر اصلی در بدن گردش می‌کند و میزان فشار اکسیژن (O_2 Pressure) در هر بخش متفاوت است.

گردش سیستمی یا عمومی (Systemic Circulation): در این سیستم خون شریانی با فشار حدود ۱۰۰ میلی متر جیوه از قلب به بافت‌ها منتقل می‌شود. در سطح مویرگ‌های بافتی به دلیل مصرف مداوم اکسیژن توسط سلول‌ها فشار اکسیژن در مایع بین بافتی به حدود ۴۰ میلی متر جیوه می‌رسد. در این قسمت خون پس از، از دست دادن اکسیژن به حالت وریدی در آمده و به قلب بر می‌گردد.

گردش خون ریوی (Pulmonary Circulation): در گردش خون ریوی خون وریدی با فشار ۴۰ میلی متر جیوه از بطن راست قلب به مویرگ‌های ریوی جریان می‌یابد. در این ناحیه به علت اختلاف فشار اکسیژن بین آلوئول‌ها و خون، اکسیژن از ریه وارد خون شده و خون پس از عبور از مویرگ‌های ریوی به حالت شریانی درآمده و فشار اکسیژن مجدداً به حدود ۱۰۰ میلی متر جیوه می‌رسد و از طریق ورید‌های ریوی به قلب باز می‌گردد.

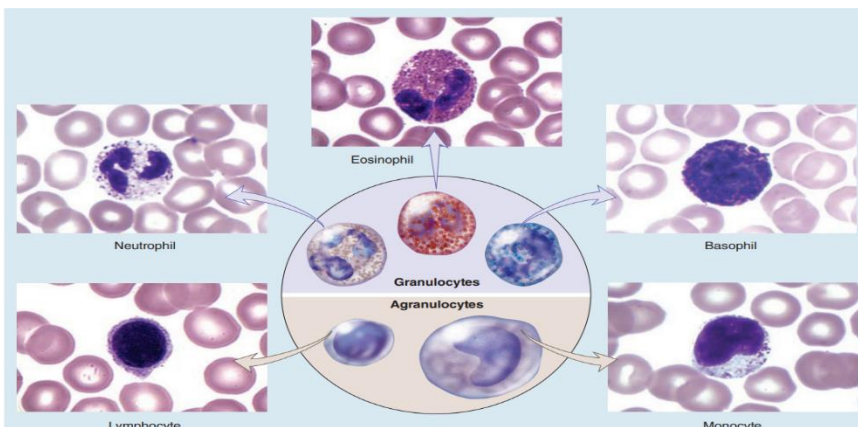
لوکوسیت‌ها

انواع لوکوسیت‌ها

پنج نوع لوکوسیت اصلی وجود دارد که بر اساس بود یا نبود گرانول‌های اختصاصی رنگی در سیتوپلاسم به دو دسته تقسیم می‌شوند:

گرانولوسیت‌ها (Granulocytes) — دارای گرانول‌های اختصاصی رنگی:

- ◀ نوتروفیل‌ها (Neutrophils): گرانول‌هایی با رنگ پذیری خنثی
- ◀ ائوزینوفیل‌ها (Eosinophils): گرانول‌هایی با رنگ قرمز
- ◀ بازوفیل‌ها (Basophils): گرانول‌هایی با رنگ آبی



آگرانولوسیت‌ها (Agranulocytes) — فاقد

گرانول‌های اختصاصی:

- ◀ لنفوسیت‌ها (Lymphocytes)
 - ◀ مونوسیت‌ها (Monocytes)
- به طور کلی آگرانولوسیت‌ها طول عمر طولانی تری (در حدود چندین سال) دارند.

مقایسه لوکوسیت‌ها از نظر تعداد، اندازه و طول عمر

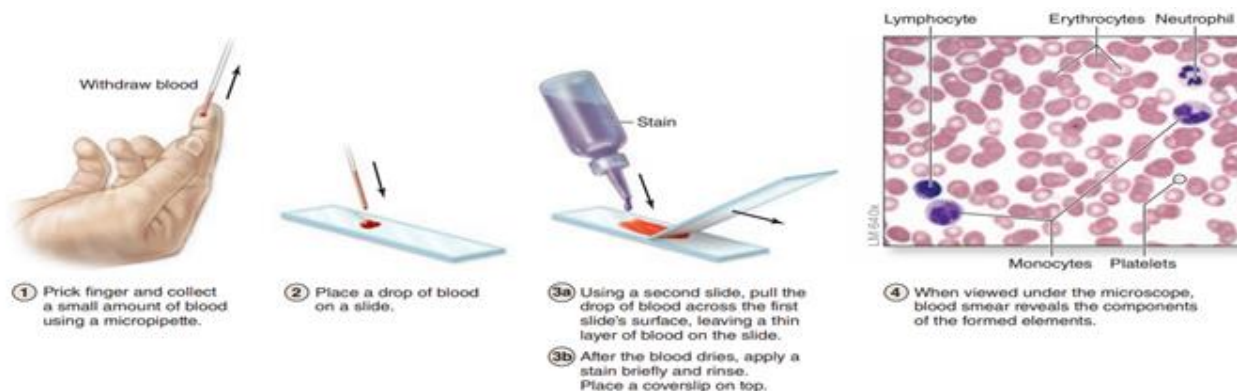
لوکوسیت	تعداد (از بیشترین به کمترین)	اندازه (از بزرگترین به کوچکترین)	طول عمر
نوتروفیل	بیشترین	دوم	چند روز
لنفوسیت	دوم	کوچک ترین	چندین سال
مونوسیت	سوم	بزرگترین	چندین سال
ایئوزینوفیل	چهارم	سوم	حدود ۲ هفته
بازوفیل	کمترین	چهارم	چند ماه

* هرچه طول عمر یک سلول کمتر باشد، تعداد آن بیشتر است تا این کمبود جبران شود. به همین دلیل نوتروفیل‌ها با کمترین طول عمر، پرتعدادترین لوکوسیت‌ها هستند.

* برخلاف اریتروسیت‌ها که وظایف خود را در داخل عروق انجام می‌دهند، تمام لوکوسیت‌ها برای ایفای نقش خود باید از عروق خونی خارج شوند.

اسمیر خونی (Blood Smear)

اسمیر خونی یا گسترش خونی روشی است که در آن یک قطره خون بر روی یک لام میکروسکوپی (Microscopic Slide) قرار داده می‌شود و با استفاده از لام یا لامل دیگری به صورت یکنواخت پخش می‌گردد. این روش امکان مشاهده، شناسایی و تفکیک سلول‌های خونی، هسته آن‌ها و ویژگی‌های سیتوپلاسمی شان را در زیر میکروسکوپ فراهم می‌کند.



رنگ آمیزی در اسمیر خونی

برای بهتر دیدن سلول‌ها، پیش از مشاهده زیر میکروسکوپ از روش‌های رنگ آمیزی استفاده می‌شود:

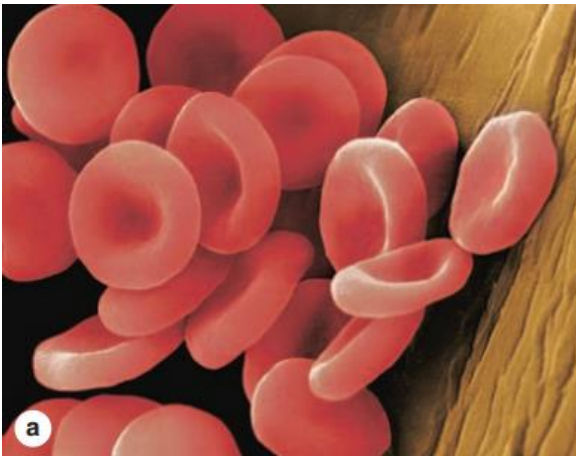
مخلوط رنگ‌های اسیدی و بازی:

ترکیبی از رنگ‌های اسیدی مانند ائوزین (Eosin) و رنگ‌های بازی مانند متیلن بلو (Methylene Blue) برای تفکیک سلول‌ها به کار می‌رود.

رنگهای آزر (Azure): برای رنگ آمیزی گرانول های سیتوپلاسمی سلول ها استفاده می شود. این گرانول ها حاوی پروتئین های باردار و پروتئوگلیکان ها (Proteoglycans) هستند. گرانول هایی که رنگ آزر را جذب می کنند گرانول های آزروفیلیک (Azurophilic Granules) نامیده می شوند این گرانول ها در لکوسیت های رنگ شده مشابه ماست سل های بافت همبند، خاصیت متاکرومازی ایجاد می کنند.

اریتروسیت ها (Erythrocytes)

ویژگی های کلی



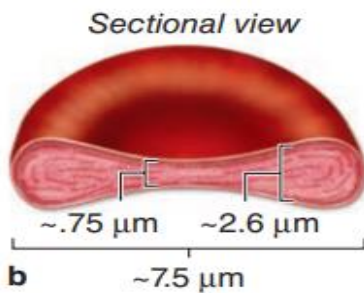
اریتروسیت ها یا گلبول های قرمز، سلول های تمایز یافته انتهایی هستند؛ یعنی سلول هایی که توانایی تقسیم میتوز (Mitosis) ندارند. این سلول ها فاقد هسته و اندامک هستند و تمام سیتوپلاسم آن ها توسط پروتئین حامل اکسیژن یعنی هموگلوبین پر شده است.

اریتروسیت ها تنها سلول های خونی هستند که برای ایفای عملکرد خود نیازی به خروج از عروق ندارند و وظیفه شان را در داخل جریان خون انجام می دهند.

غلظت طبیعی اریتروسیت ها در خون

- در زنان: ۳٫۹ تا ۵٫۵ میلیون در هر میکرولیتر
- در مردان: ۴٫۱ تا ۶ میلیون در هر میکرولیتر

شکل و ساختار اریتروسیت ها



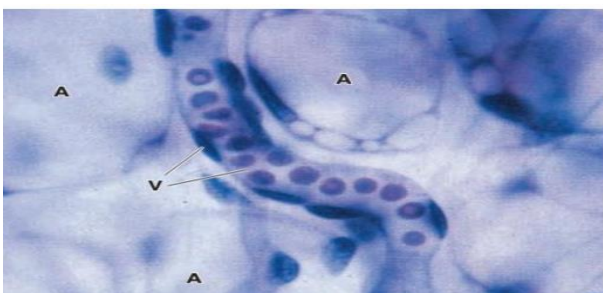
اریتروسیت ها به شکل صفحات مقعرالطرفین (Biconcave Disc) هستند؛ یعنی هر دو سطح آن ها به سمت داخل فرو رفتگی دارند. این شکل ویژه چند مزیت مهم دارد:

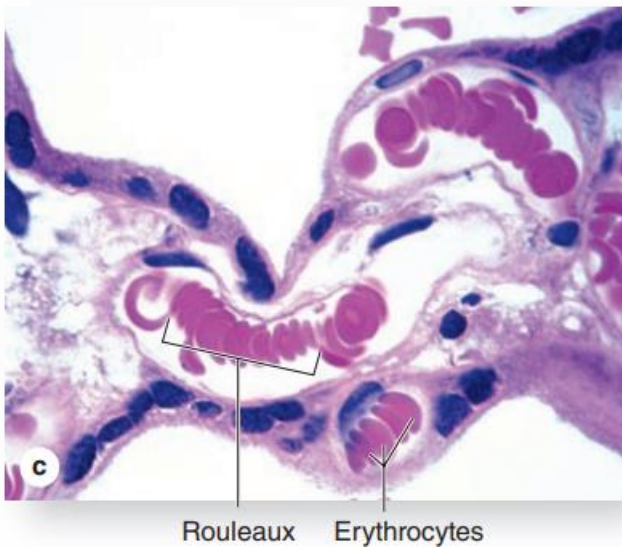
افزایش سطح تماس: فرورفتگی دو طرف سلول باعث می شود نسبت سطح به حجم

(Surface-to-Volume Ratio) افزایش یابد. سطح بیشتر به معنای تبادل گازی بیشتر و کارایی بالاتر در انتقال اکسیژن و دی اکسید کربن است. از نظر ابعاد، فاصله بین دو سطح سلول در ناحیه محیطی (جایی که ضخامت بیشتری دارد) ۲٫۶ میکرومتر و در ناحیه مرکزی مقعر ۰٫۸ میکرومتر است.

انعطاف پذیری: اریتروسیت ها انعطاف پذیرند و می توانند شکل خود را

تغییر دهند. این ویژگی به آن ها اجازه می دهد از مویرگ های باریک و مسیرهای پیچیده و نامنظم عبور کنند. هنگام عبور از انشعابات مویرگی و انحنا ها، اریتروسیت ها حالت فنجانی شکل به خود می گیرند.

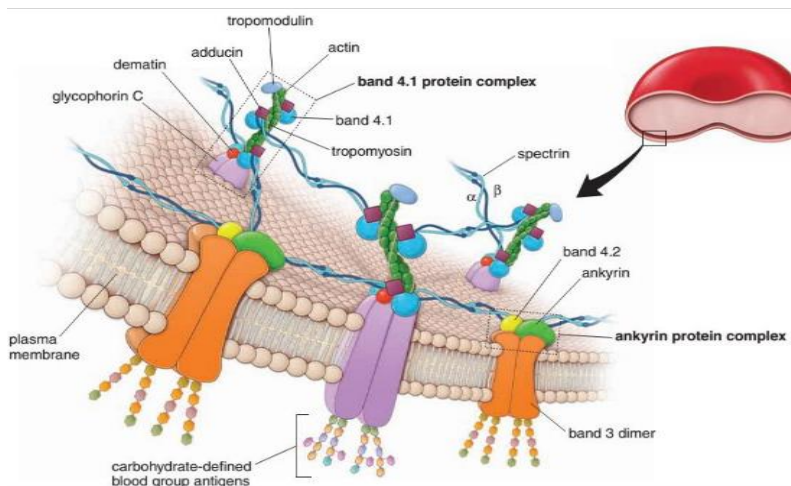




ایجاد رولو (Rouleaux): در عروق بزرگ‌تر مانند ونول‌ها (Venules)، اریتروسیت‌ها معمولاً پشت سر هم به صورت سکه‌های روی هم قرار گرفته کنار یکدیگر می‌ایستند و توده‌ای به نام رولو (Rouleaux) تشکیل می‌دهند.

اریتروسیت به عنوان خط کش بافتی

یکی از ویژگی‌های مهم اریتروسیت‌ها این است که قطر آن‌ها در سراسر عروق بدن یکسان و ثابت است. از آنجا که تقریباً تمام مقاطع بافتی حاوی عروق خونی هستند و همه عروق حاوی گلبول‌های قرمز، می‌توان از اریتروسیت‌ها به عنوان یک معیار درونی (Internal Standard) برای تخمین اندازه سایر سلول‌ها و ساختارهای بافتی استفاده کرد. به بیان ساده‌تر، اریتروسیت‌ها نقش یک خط کش بافتی را ایفا می‌کنند.



غشای اریتروسیت: غشای اریتروسیت شناخته شده ترین غشای سلولی در بین تمام سلول‌های بدن است؛ زیرا گلبول‌های قرمز به راحتی قابل جداسازی و بررسی هستند.

ترکیب غشای اریتروسیت به شرح زیر است:

- ◀ فسفولیپیدها (Phospholipids): ۴۰ درصد
- ◀ پروتئین‌ها (Proteins): ۵۰ درصد
- ◀ کربوهیدرات‌ها (Carbohydrates): ۱۰ درصد

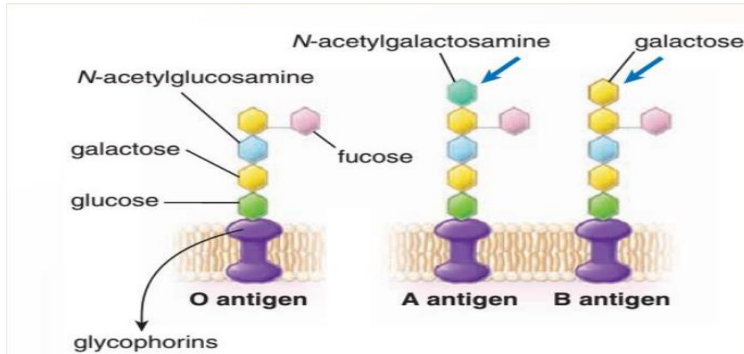
پروتئین‌های ترانس ممبران (Transmembrane Proteins) غشای اریتروسیت

پروتئین‌های ترانس ممبران (Transmembrane Proteins) پروتئین‌هایی هستند که در کل ضخامت غشا قرار می‌گیرند. مهم‌ترین آن‌ها در اریتروسیت‌ها عبارتند از:

کانال‌های یونی (Ion Channels): مانند سایر سلول‌های بدن، غشای اریتروسیت نیز دارای کانال‌های یونی است.

پروتئین باند ۳ (Band ۳ Protein): یک ناقل آنیونی (Anion Transporter) است که به بی‌کربنات اجازه می‌دهد در جهت تبادل با یون کلر از غشای پلاسمایی عبور کند. این تبادل برای آزادسازی دی‌اکسید کربن به داخل ریه‌ها بسیار حیاتی است.

گلیکوفورین نوع A (Glycophorin A): پروتئینی انتگرال است که قسمت خارج سلولی آن دارای ساختارهای کربوهیدراتی متصل به خود است. این مولکول های کربوهیدراتی همان آنتی ژن های گروه خونی سیستم ABO هستند. به بیان دقیق تر، بر اساس نوع کربوهیدراتی که به گلیکوفورین متصل شده، گروه خونی فرد تعیین می شود:



◀ اتصال آنتی ژن A → گروه خونی A

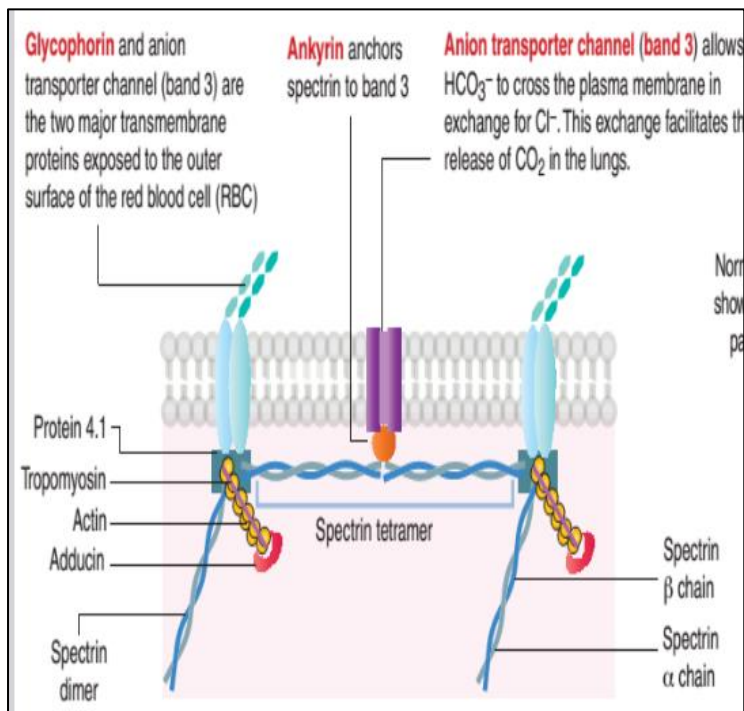
◀ اتصال آنتی ژن B → گروه خونی B

◀ اتصال هر دو آنتی ژن → گروه خونی AB

◀ عدم اتصال هیچ آنتی ژنی → گروه خونی O

آنتی ژن های A و B در واقع همان مولکول های کربوهیدراتی هستند که به قسمت خارج سلولی پروتئین گلیکوفورین متصل شده اند.

پروتئین های محیطی (Peripheral Proteins) غشای اریتروسیت



پروتئین های محیطی برخلاف پروتئین های انتگرال، در کل ضخامت غشا قرار نمی گیرند و در سطح داخلی غشای پلاسمایی مستقر هستند. دو پروتئین محیطی بسیار مهم در غشای اریتروسیت وجود دارد:

اسپکترین (Spectrin)

اسپکترین مهم ترین پروتئین محیطی غشای اریتروسیت است. این پروتئین به شکل یک دایمر (Dimer) است؛ یعنی از دو زنجیره تشکیل شده:

◀ زنجیره آلفا (Alpha chain)

◀ زنجیره بتا (Beta chain)

دایمرهای اسپکترین می توانند با یکدیگر ترکیب شده و تترامر (Tetramer) تشکیل دهند. در نهایت، این تترامرها در زیر

غشای پلاسمایی یک شبکه زیرغشایی (Submembrane Network) گسترده ایجاد می کنند. اسپکترین از طریق این شبکه به فیلامنت های اکترین (Actin Filaments) در زیر غشا متصل می شود. در کنار اکترین، پروتئین تروپومیوزین (Tropomyosin) نیز در این ساختار حضور دارد.

شبکه زیرغشایی اسپکترین سه نقش اساسی دارد:

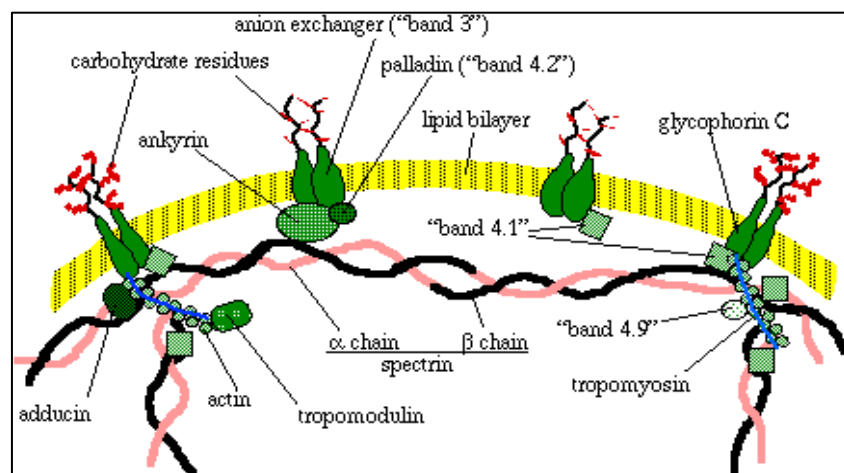
◀ پایداری غشای سلولی

◀ حفظ شکل مقعرالطرفین اریتروسیت

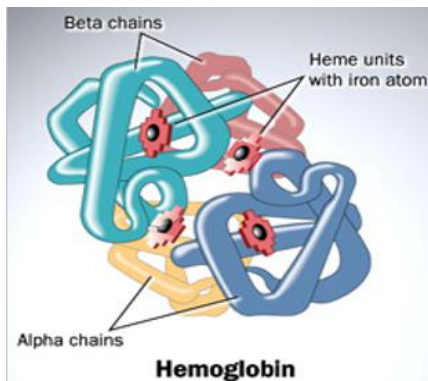
◀ تأمین انعطاف پذیری لازم برای عبور اریتروسیت از مویرگ های باریک و مسیرهای پیچیده

انکیرین (Ankyrin)

انکیرین یک پروتئین رابط است که نقش آن اتصال شبکه اسپکتین به غشای پلاسمایی است. این پروتئین اسپکتین را به پروتئین باند ۳ و گلیکوفورین متصل می کند. به این ترتیب، انکیرین پلی است که شبکه زیرغشایی اسپکتین را به پروتئین های انتگرال غشای لنگر می اندازد و یکپارچگی کل ساختار غشا را تضمین می کند.



هموگلوبین



ساختار هموگلوبین

همان طور که گفته شد، تمام سیتوپلاسم اریتروسیت توسط هموگلوبین پر شده است. هموگلوبین یک پروتئین تترامر (Tetramer) است؛ یعنی از چهار زنجیره تشکیل شده:

◀ دو زنجیره آلفا (Alpha chain)

◀ دو زنجیره بتا (Beta chain)

هر یک از این چهار زنجیره دارای یک مولکول هم (Heme) است. هر مولکول هم نیز حاوی یک اتم آهن (Iron) است. بنابراین مولکول هموگلوبین در مجموع دارای چهار گروه هم و چهار اتم آهن است و می تواند هم زمان چهار مولکول اکسیژن حمل کند، زیرا اکسیژن به اتم آهن متصل می شود.

حضور هموگلوبین در سیتوپلاسم باعث می شود اریتروسیت ها در رنگ آمیزی های معمول حالت اسیدوفیل (Acidophilic) داشته باشند.

اتصال هموگلوبین به گاز ها

ترکیب هموگلوبین با اکسیژن و دی اکسید کربن برگشت پذیر (Reversible) است

اتصال به اکسیژن

اکسیژن در محل مویرگ های ریوی به هموگلوبین متصل می شود، منتقل می گردد و در محل مویرگ های بافتی از آن جدا شده وارد بافت می شود.

اکسیژن + هموگلوبین → اکسی هموگلوبین (Oxyhemoglobin)

اتصال به دی اکسید کربن

این اتصال نیز برگشت پذیر است و دی اکسید کربن پس از انتقال به ریه ها از هموگلوبین جدا می شود.

CO₂ + هموگلوبین → کربامینوهموگلوبین (Carbaminohemoglobin)

اتصال به مونوکسید کربن — اتصال غیرقابل برگشت

ترکیب هموگلوبین با مونوکسید کربن (CO) برخلاف دو حالت بالا غیرقابل برگشت (Irreversible) است. مونوکسید کربن پس از اتصال به هموگلوبین دیگر از آن جدا نمی شود. این یعنی ظرفیت انتقال اکسیژن خون به شدت کاهش می یابد و بافت ها دچار کمبود اکسیژن می شوند. این همان مکانیسمی است که در مسمومیت با گاز مونوکسید کربن و خفگی ناشی از آن رخ می دهد.

اریتروپوئز (Erythropoiesis) — فرایند تولید گلبول قرمز

اریتروپوئز فرایند تولید و تمایز اریتروسیت ها در مغز استخوان است که کمی قبل از آزادسازی آن ها از مغز استخوان به داخل گردش خون انجام می شود. در طی این فرایند چند مرحله ای، سلول به تدریج هسته، ریبوزوم ها، شبکه آندوپلاسمی (Endoplasmic Reticulum) و میتوکندری های خود را از دست می دهد و به شکل نهایی اریتروسیت می رسد. از دست دادن میتوکندری پیامد مهمی دارد؛ اریتروسیت بالغ برای تأمین انرژی مورد نیاز خود کاملاً به گلیکولیز بی هوازی (Anaerobic Glycolysis) وابسته می شود. همچنین چون هسته ای وجود ندارد، در صورت معیوب شدن پروتئین ها — مانند هموگلوبین — امکان جایگزینی آن ها وجود ندارد.

مراحل اریتروپوئز

پرواریتروپلاست (Proerythroblast): اولین سلول قابل شناسایی در رده تمایز اریتروسیتی در مغز استخوان است. این سلول دارای هسته بوده و سیتوپلاسم آن حالت بازوفیلیک (Basophilic) دارد.

اریتروپلاست بازوفیلیک (Basophilic Erythroblast): در این مرحله، سلول شروع به ساخت هموگلوبین می کند، اما میزان هموگلوبین تولید شده هنوز بسیار کم است. سیتوپلاسم همچنان بازوفیلیک است.

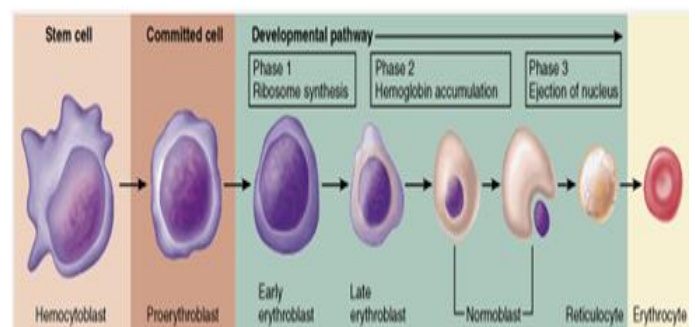
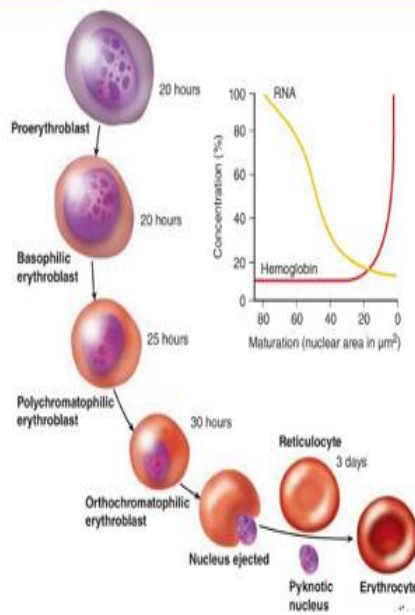
اریتروپلاست پلی کروماتوفیلیک (Polychromatophilic Erythroblast): در این مرحله، سلول هم زمان دارای ریبوزوم (که بازوفیل هستند و در حال ساخت هموگلوبین اند) و هموگلوبین انباشته شده (که اسیدوفیل است) می باشد. به همین دلیل سیتوپلاسم حالت چندرنگی یا پلی کروماتوفیلیک دارد؛ یعنی بخشی بازوفیل و بخشی اسیدوفیل به نظر می رسد.

اریتروپلاست ارتوکروماتوفیلیک (Orthochromatophilic Erythroblast): در این مرحله میزان هموگلوبین به قدری زیاد شده که سیتوپلاسم سلول به صورت یکدست و یکنواخت حالت اسیدوفیلیک پیدا کرده است. تعداد ریبوزوم ها به شدت کاهش یافته و پس از این مرحله، هسته از سلول خارج می شود.

رتیکولوسیت (Reticulocyte): پس از خروج هسته، سلولی باقی می ماند که هنوز دارای تعدادی ریبوزوم است. این سلول رتیکولوسیت نامیده می شود. رتیکولوسیت باید ریبوزوم های باقی مانده را از دست بدهد تا به اریتروسیت بالغ تبدیل شود.

اریتروسیت بالغ (Mature Erythrocyte): شکل نهایی سلول که فاقد هسته، ریبوزوم و سایر اندامک هاست و کاملاً توسط هموگلوبین پر شده است.

FIGURE 13-6 Summary of erythrocyte maturation.



طول عمر اریتروسیت ها و پیری سلولی

طول عمر اریتروسیت ها حدود ۱۲۰ روز است. پس از گذشت این مدت، تغییراتی در سلول ایجاد می شود که آن را برای حذف توسط سیستم ایمنی علامت گذاری می کند:

- ◀ نقص در اسکلت سلولی و سیستم های انتقال یونی
- ◀ ایجاد تورم و ناهنجاری های شکلی در سلول
- ◀ تغییر در کمپلکس های الیگوساکاریدی سطح سلول

این تغییرات به ماکروفاژهای (Macrophages) طحال، کبد و مغز استخوان علامت می دهند که اریتروسیت پیر شده و باید از گردش خون خارج و تخریب شود.

اختلالات اریتروسیت ها

کم خونی (Anemia)

کم خونی به معنای کاهش غلظت اریتروسیت ها یا هموگلوبین خون به زیر حد طبیعی است. این وضعیت باعث می شود بافت ها اکسیژن کافی دریافت نکنند. علائم شایع کم خونی:

- ◀ بی حالی و خستگی
- ◀ کوتاهی تنفس
- ◀ رنگ پریدگی
- ◀ تپش قلب

علل کم خونی متنوع است و از جمله می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- ◀ تولید ناکافی گلبول های قرمز (مثلاً به علت کمبود آهن)
- ◀ از دست دادن خون (مثلاً در خونریزی های مزمن ناشی از زخم معده یا قاعدگی های طولانی مدت)

افزایش غلظت اریتروسیت ها — پلی سایتمی (Polycythemia)

پلی سایتمی یا اریتروسیتوز (Erythrocytosis) به معنای افزایش غلظت اریتروسیت های خون است. این حالت می تواند:

- ◀ فیزیولوژیک باشد: مانند افرادی که در ارتفاعات بالا زندگی می کنند؛ در ارتفاعات، فشار اکسیژن هوا کم است و بدن به صورت تطابقی غلظت اریتروسیت ها را افزایش می دهد.
- ◀ پاتولوژیک باشد: مانند برخی از انواع سرطان خون
- ◀ پلی سایتمی پیامدهای مهمی دارد:
- ◀ افزایش هماتوکریت
- ◀ افزایش ویسکوزیته یا چسبندگی خون
- ◀ افزایش بار کاری قلب
- ◀ اختلال در جریان خون مویرگ ها در موارد شدید



کم خونی داسی شکل (Sickle Cell Anemia)

کم خونی داسی شکل یک بیماری وراثتی است که در آن یک جهش نقطه ای (Point Mutation) در ژن زنجیره بتا هموگلوبین رخ داده است. این جهش باعث تولید هموگلوبین غیرطبیعی به نام هموگلوبین داسی شکل (Sickle Hemoglobin) می شود.

مکانیسم بیماری به این شکل است که هموگلوبین داسی شکل (HbS) تا زمانی که اکسیژن به آن متصل باشد رفتار طبیعی دارد، اما هنگامی که اکسیژن خود را از دست می دهد، پلیمریزه می شود و تجمعات سختی در داخل سلول تشکیل می دهد. این تجمعات باعث می شوند سلول شکل داسی شکل به خود بگیرد.

پیامدهای آنمی سلول داسی شکل:

- ◀ اریتروسیت داسی شکل انعطاف پذیری کمتری داشته، شکننده تر بوده و دارای طول عمر کمتری می باشد که میتواند به آنمی منجر شود
- ◀ این نوع اریتروسیت باعث افزایش ویسکوزیته ی خون شده و با آسیب به دیواره ی عروق میتواند انعقاد خون را پیش ببرد.
- ◀ این سلول ها میتوانند باعث توقف جریان خون و محدود کردن انتقال اکسیژن به بافت ها نیز بشوند.
- ◀ باعث درجات مختلفی از ایسکمی یا آنوکسی و آسیب به اندام ها نیز خواهد شد.



Polycythemia



Sickle cell anemia

جمع بندی کلی مبحث خون

ویژگی	اریتروسیت	لوکوسیت	پلاکت
هسته	ندارد	دارد	ندارد
محل عملکرد	داخل عروق	خارج از عروق	داخل عروق
طول عمر	۱۲۰ روز	چند روز تا چند سال	۷ تا ۱۰ روز
نقش اصلی	انتقال اکسیژن	دفاع ایمنی	انعقاد خون

نمونه سوال :

۱. آخرین رده گلبول قرمز هسته دار در مغز استخوان چه نام دارد؟

۱. نرموپالست
۲. ارتروپالست
۳. رتیکولوسیت
۴. ارتروپالست پلی کروماتوفیل

The composition of blood plasma

Plasma Component (Percentage of Plasma)	Functions
Water (~92% of plasma)	Is the solvent in which formed elements are suspended and proteins and solutes are dissolved
Plasma proteins (~7% of plasma)	All proteins serve to buffer against pH changes
Albumin (~58% of plasma proteins)	Exerts osmotic force to retain fluid within the microvasculature Contributes to blood's viscosity Binds and transports some fatty acids, electrolytes, hormones, and drugs
Globulins (~37% of plasma proteins)	α -Globulins transport lipids and some metal ions β -Globulins transport iron ions and lipids in bloodstream γ -Globulins are antibodies with various immune functions
Fibrinogen (~4% of plasma proteins)	Participates in blood coagulation (clotting); precursor of fibrin
Regulatory proteins (>1% of plasma proteins)	Consists of enzymes, proenzymes, hormones, and the complement system
Other Solutes (~1% of Blood Plasma)	
Electrolytes (eg, sodium, potassium, calcium, chloride, iron, bicarbonate, and hydrogen)	Help establish and maintain membrane potentials, maintain pH balance, and regulate osmosis (control of the percentages of water and salt in the blood)
Nutrients (eg, amino acids, glucose, cholesterol, vitamins, fatty acids)	Energy source; precursor for synthesizing other molecules
Respiratory gases (eg, oxygen: >2% dissolved in plasma, 98% bound to hemoglobin within erythrocytes; and carbon dioxide: ~7% dissolved in plasma, ~27% bound to hemoglobin within erythrocytes, ~66% converted to HCO_3^-)	Oxygen is needed for aerobic cellular respiration; carbon dioxide is a waste product produced by cells during this process
Wastes (breakdown products of metabolism) (eg, lactic acid, creatinine, urea, bilirubin, ammonia)	Waste products serve no function in the blood plasma; they are merely being transported to the liver and kidneys where they can be removed from the blood

۲. کمترین تعداد گلبول سفید در لام خون طبیعی کدام سلول می باشد؟

۱. لنفوسیت
۲. مونوسیت
۳. نوتروفیل
۴. بازوفیل

۳. کدام دسته از سلول های زیر به ترتیب بزرگ ترین و کوچک ترین لکوسیت های خون هستند؟

۱. نوتروفیل - نوتروفیل
۲. ائوزینوفیل - بازوفیل
۳. ائوزینوفیل - لنفوسیت
۴. مونوسیت - لنفوسیت

۴. خاصیت انعطاف پذیری RBC به کدام پروتئین مربوط است ؟

۱. پروتئین محیطی تی تین
۲. پروتئین محیطی اسپکترین
۳. پروتئین سراسری اسپکترین
۴. پروتئین سراسری تی تین

۵. کدام نوع از لکوسیت پس از دیپدز می تواند به مجددا از بافت ها به خون بازگردد؟

۱. مونوسیت
۲. لنفوسیت
۳. بازوفیل
۴. نوتروفیل

۶. کدام یک از سلول های زیر حاوی گرانول های آبی رنگ بزرگ است که روی هسته را می پوشاند ؟ (علوم پایه ۱۴۰۰)

۱. نوتروفیل
۲. لنفوسیت
۳. مونوسیت
۴. بازوفیل

پاسخ	سوال
۲	۱
۴	۲
۳	۳
۲	۴
۲	۵
۴	۶