

---

# خون‌شناسی و طب انتقال خون

---

رشته اتاق عمل و هوشبری

**مؤلفین:**

**کاظم غفاری**

عضو هیات علمی دانشکده علوم پزشکی خمین

**دکتر علی قاسمی**

عضو هیات علمی دانشگاه علوم پزشکی سمنان

**دکتر مهدی صفرآبادی**

عضو هیات علمی دانشکده علوم پزشکی خمین



۷	◆ پیشگفتار.....
۹	◆ فصل ۱: کلیات هماتولوژی.....
۱۹	◆ فصل ۲: خون‌سازی.....
۲۳	◆ فصل ۳: کلیات آنمی‌ها.....
۴۱	◆ فصل ۴: اختلالات گلبول سفید.....
۴۹	◆ فصل ۵: گروه‌های خونی و طب انتقال خون.....
۵۹	◆ فصل ۶: فرآورده‌های سلولی.....
۶۹	◆ فصل ۷: فرآورده‌های پلاسمایی.....
۸۱	◆ فصل ۸: آفرزیس.....
۸۷	◆ فصل ۹: عفونت‌های منتقله از طریق خون و عوارض نامطلوب انتقال خون.....
۹۵	◆ فصل ۱۰: پلاکت‌ها، سیستم انعقاد خون و هموستاز.....
۱۲۵	◆ منابع.....



خون‌شناسی و طب انتقال خون از جمله علمی می‌باشد که در دو دهه اخیر شاهد پیشرفت شگرف آن می‌باشیم که حاصل تلاش و همکاری متقابل متخصصین هماتولوژی بالینی، آزمایشگاهی و علوم پایه می‌باشد.

کتاب حاضر که تحت عنوان "خون‌شناسی و طب انتقال خون" در اختیار شما مخاطبین عزیز قرار گرفته، در بر گیرنده نکته‌های کاربردی و کامل از مجموع کتب جدید مراجع هماتولوژی می‌باشد که پیشرفت‌های به دست آمده در زمینه دانش هماتولوژی و طب انتقال خون را از جهت تشخیص، علائم بالینی و آزمایشگاهی و اتیولوژی بیان می‌کند. محتوای این کتاب بیشتر براساس سرفصل دوره آموزشی کارشناسی پیوسته رشته اتاق عمل و هوشبری تنظیم و تدوین شده است. مطالعه محتوای این کتاب بیشتر جهت دانشجویان کارشناسی رشته هوشبری، اتاق عمل و پرستاری توصیه می‌شود. با این وجود ماحصل این تلاش خالی از ایراد نبوده و آماده دریافت نظرات و پیشنهادات اساتید و دانشجویان گرامی می‌باشیم.

[Kg.hematology@gmail.com](mailto:Kg.hematology@gmail.com)

**کاظم غفاری**

عضو هیات علمی دانشکده علوم پزشکی خمین

بهار ۱۴۰۲



## کلیات هماتولوژی

هماتولوژی علمی است که به کم خونی‌ها، بدخیمی‌های خونی، اختلالات پلاکتی و انعقادی و طب انتقال خون می‌پردازد. دانش هماتولوژی شامل تشخیص آزمایشگاهی و بالینی، اتیولوژی و درمان بیماری‌های خونی می‌باشد.

### ♦ خون و وظایف آن

- خون و سلول‌های خونی وظایف مختلفی در بدن انسان دارند که اصلی‌ترین وظیفه آن‌ها حمل و نقل اکسیژن و دی‌اکسید کربن است که این وظیفه را با واسطه گلبول‌های قرمز انجام می‌دهند. نقش دیگر خون دفاع از بدن است که با واسطه گلبول‌های سفید انجام می‌گیرد.
- یک وظیفه‌ی مهم دیگر خون جلوگیری از خونریزی (انعقاد خون) است. خون در تنظیم دمای بدن نیز نقش دارد و حتی دمای خون کمی از دمای کل بدن بیشتر است. دمای بدن را  $37/5$  درجه سانتی‌گراد و دمای خون را  $38$  درجه سانتی‌گراد در نظر می‌گیریم. دمای نواحی مختلف بدن متفاوت است.
- حجم خون در خانم‌ها و آقایان متفاوت است. حجم خون در آقایان معمولاً بین  $6-5$  لیتر و در خانم‌ها به دلیل شرایط فیزیولوژیکی کمتر و حدوداً  $5-4$  لیتر می‌باشد.
- از دیگر وظایف خون: انتقال هورمون‌ها خیلی از هورمون‌هایی که از هیپوتالاموس و هیپوفیز تولید می‌شوند به داخل خون تولید و ترشح می‌شوند.
- خون در نقل و انتقال برخی فلزها مثل مس که به آلبومین متصل می‌شود تا به بافت هدفش برسد و فلزهای دیگر مثل کلسیم، نقش دارد.

### ♦ ضدانعقادها

اگر لوله‌ی آزمایش حاوی ضدانعقاد DTAE (اتیلن دی‌آمین تترا استیک اسید) بود پلاسما خواهیم داشت. از مواد ضدانعقاد دیگر به سیترات سدیم می‌توان اشاره کرد. برای آزمایشات شمارش کامل سلول‌های

خونی (CBC) از EDTA استفاده می‌شود. برای آزمایشات انعقادی (مانند زمان پروترومبین (PT) و زمان ترومبوپلاستین نسبی (PTT) باید از سیترات سدیم استفاده شود. در آزمایشات روتین معمولاً از EDTA به عنوان ضدانعقاد استفاده می‌شود. چنانچه لوله آزمایش فاقد هر گونه ضد انعقادی باشد به این نمونه، نمونه لخته گفته می‌شود که بعد از سانتریفیوژ، سرم از آن جدا خواهد شد.

### ◆ اجزای اصلی تشکیل دهنده خون

به طور کلی خون از سلول‌های خونی و مایع میان بافتی تشکیل شده است. سلول‌های خونی شامل گلبول قرمز، گلبول‌های سفید و پلاکت و مایع میان بافتی شامل پلاسما می‌باشد.

زمانی که از یک فرد نمونه خون گرفته می‌شود و وارد لوله آزمایش می‌شود بعد از سانتریفیوژ سه لایه قابل مشاهده است. لایه انتهایی شامل گلبول قرمز که ۵۵ درصد را به خود اختصاص می‌دهد لایه بعدی بافی کوت که شامل گلبول‌های سفید و پلاکت به میزان ۱ درصد می‌باشد. گلبول‌های قرمز را به نام اریتروسیت‌ها نیز می‌شناسند. لایه رویی شامل پلاسما یا سرم می‌باشد که ۴۵ درصد را به خود اختصاص می‌دهد.

• **تفاوت سرم و پلاسما:** پروتئین‌هایی که در پلاسما وجود دارد بیشتر از پروتئین‌های سرم است. منظور از پروتئین‌های پلاسما، اکثراً فاکتورهای انعقادی می‌باشد. تفاوت اصلی سرم و پلاسما در فیبرینوژن (فاکتور انعقادی شماره یک) است. فیبرینوژن در سرم وجود نداشته یا به مقدار ناچیزی وجود دارد.

• **اجزای تشکیل دهنده پلاسما:** حدود ۹۰٪ پلاسما آب بوده و از ۱۰٪ باقی‌مانده‌ی آن حدود ۷٪ مربوط به پروتئین‌ها و ۳٪ باقی‌مانده نیز شامل املاح، الکترولیت‌ها، ویتامین‌ها و آمینو اسیدهاست. بیشترین پروتئین پلاسما آلبومین است که مقدار آن در حدود ۷-۵ گرم می‌باشد. بعد از آلبومین، گلوبولین‌ها (مانند آلفا گلوبولین‌ها، بتا گلوبولین‌ها و گاما گلوبولین‌ها) بیشترین پروتئین‌های سرم را تشکیل می‌دهند. غلظت فیبرینوژن نیز زیاد بوده و بین فاکتورهای انعقادی بیشترین غلظت را دارا می‌باشد.

### ◆ گلبول‌های قرمز (RBC)

مقدار نرمال آن در مردان  $4.7 \times 10^6 / \mu\text{L}$  (۴/۷-۵/۹)، و در زنان  $4.2 \times 10^6 / \mu\text{L}$  (۴/۲-۵/۱) می‌باشد. RBCها فاقد هسته، ریبوزوم، میتوکندری، سانتریول، گلژی، شبکه اندوپلاسمی زبر و صاف می‌باشند.

### ◆ گلبول‌های سفید (WBC)

• WBCها انواع مختلفی دارند. برخی از WBCها تحت عنوان PMN (پلی‌مورفونوکلتر) (چند شکلی یا چند هسته‌ای) شناخته می‌شوند که شامل نوتروفیل‌ها، ائوزینوفیل‌ها و بازوفیل‌ها هستند. بیشترین WBC خون را نوتروفیل‌ها تشکیل می‌دهند. حدود ۵۵ الی ۶۰ درصد WBCها را نوتروفیل‌ها تشکیل

داده و ائوزینوفیل‌ها کمتر از ۴٪ و بازوفیل‌ها کمتر از ۱٪ WBC را تشکیل می‌دهند. این WBCها را تحت عنوان گرانولوسیت‌ها نیز می‌شناسند، زیرا دارای سیتوپلاسم حاوی گرانول می‌باشند. دسته‌ی دیگری از WBCها سلول‌های تک هسته‌ای می‌باشند که شامل لنفوسیت‌ها و مونوسیت‌ها هستند. لنفوسیت‌ها بعد از نوتروفیل‌ها بیشترین WBC خون بوده و در حدود ۲۵ الی ۴۰ درصد WBCهای خون را تشکیل می‌دهند. مونوسیت‌ها نیز ۳ الی ۷ درصد WBCهای خون را تشکیل می‌دهند. کوتاه‌ترین دوره تکاملی را در بین سلول‌های خونی، مونوسیت‌ها دارند. یک گلبول قرمز ۷ روز طول می‌کشد تا بالغ شود ولی مونوسیت‌ها طی ۳ روز از مغزاستخوان ساخته می‌شوند شیمی درمانی یکی از روش‌های اصلی در درمان انواع بدخیمی‌های خونی مانند لوسمی‌های حاد و مزمن، لنفوم‌ها و غیره می‌باشد. بنابراین در بیمارانی که شیمی‌درمانی انجام داده‌اند اولین سلولی که بعد از شیمی‌درمانی یا اشعه درمانی وارد خون محیطی می‌شود، مونوسیت‌ها هستند. مونوسیت‌ها در داخل بدن از لحاظ اندازه بزرگترین سلول خون محیطی می‌باشند.

**پلاکت‌ها:** مقدار نرمال آن در مردان و زنان خیلی متفاوت نبوده و در حدود  $150-450 \times 10^3 / \mu l$  می‌باشد. تعداد پلاکت مردان کمی بیشتر از تعداد پلاکت زنان می‌باشد. اصلی‌ترین نقش پلاکت‌ها در انعقاد اولیه خون است. لازم به ذکر است که در انعقاد ثانویه فاکتورهای انعقادی نقش دارند. نام دیگر پلاکت ترومبوسیت است و اگر پلاکت‌های یک فرد بیش از مقدار نرمال باشد اصطلاحاً ترومبوسیتوز گفته می‌شود و اگر کمتر از میزان نرمال باشد ترومبوسیتوپنی نامیده می‌شود. اندازه پلاکت ۲ الی ۴ میکرون است و طول عمر آن ۸-۱۱ روز است.

### ◆ شاخص‌های خونی

• **هماتوکریت (Hct).** هماتوکریت به نسبت کل گلبول‌های قرمز به حجم خون گفته می‌شود. مقدار نرمال هماتوکریت تابع سن و جنس بوده و در مردان (۵۰-۴۰ درصد) بیشتر از زنان (۴۵-۳۵ درصد) است. در نوزادان مقدار هماتوکریت ممکن است به ۶۰ درصد نیز برسد. کاهش هماتوکریت نشانه‌ی آنمی و افزایش آن نشانه‌ی پلی‌سایتمی است. ۴۵ درصد سلول‌های خون در لوله‌ی آزمایش را همان هماتوکریت نیز در نظر می‌گیرند. در افراد سیگاری و در زمان صعود به ارتفاعات غلظت هموگلوبین و مقدار هماتوکریت افزایش می‌یابد.

• **حجم متوسط گلبول‌های قرمز<sup>۱</sup> (MCV).** حجم متوسط گلبول‌های قرمز در حالت طبیعی ۹۶-۸۰ فمتو لیتر بوده و بر اساس این شاخص، گلبول‌های قرمز را به سه دسته زیر تقسیم می‌کنند:

۱- گلبول‌های قرمز نورموسیت با حجم متوسط ۹۶-۸۰ فمتو لیتر

۲- گلبول‌های قرمز میکروسیت: با حجم کمتر از ۸۰ فمتو لیتر

۳- گلبول‌های قرمز ماکروسیت با حجم بیش از ۹۶ فمتو لیتر

در آنمی مگالوبلاستیک (کمبود اسید فولیک و ویتامین B<sub>12</sub> و اسید فولیک) MCV افزایش می‌یابد.

- **هموگلوبین متوسط گلبول قرمز (MCH).** این اندکس نشان دهنده هموگلوبین متوسط گلبول قرمز بوده و مقدار نرمال آن در حدود ۲۷-۳۳ پیکوگرم می‌باشد. بر اساس این شاخص، گلبول‌های قرمز را به سه دسته زیر تقسیم می‌کنند:
  - ۱- گلبول‌های قرمز نورموکروم با MCH در حدود ۲۷-۳۳ پیکوگرم
  - ۲- گلبول‌های قرمز هیپوکروم با MCH کمتر از ۲۷ پیکوگرم
  - ۳- گلبول‌های قرمز هیپرکروم با MCH بیش از ۳۳ پیکوگرم
 به تغییرات رنگ گلبول قرمز آنیزوکروم گفته می‌شود.

### ◆ هموگلوبین (Hb)

هموگلوبین (Hb) مهم‌ترین و فراوان‌ترین پروتئین درون RBCها است. هموگلوبین پروتئینی در RBCها است که ۳۸ درصد حجم RBCها را تشکیل می‌دهد. هموگلوبین، حدود ۹۰ درصد وزن خشک RBCهای بالغ را تشکیل می‌دهد.

- رنگ قرمز خون، به علت آهن موجود در Hb است.
- هموگلوبین از ۴ زنجیره گلوبینی تشکیل شده که هر زنجیره دارای یک مولکول هم می‌باشد و هر هم ظرفیت اتصال به یک آهن را دارد.
- حامل CO<sub>2</sub>، O<sub>2</sub> و H<sup>+</sup> خون بوده و اتصال آن به CO<sub>2</sub>، O<sub>2</sub> و H<sup>+</sup> برگشت پذیر است.
- **قوی‌ترین لیگاند هموگلوبین، NO می‌باشد.**
- هر گرم Hb خالص توانایی حمل ۱/۳۹ ml اکسیژن، و هر گرم Hb درون RBCها توانایی حمل ۱/۳۴ ml اکسیژن را دارد؛ زیرا همیشه مقداری از هموگلوبین درون RBCها به شکل مت‌هموگلوبین دارای Fe<sup>3+</sup> می‌باشد. Fe<sup>3+</sup>-Hb توانایی حمل اکسیژن را ندارد. درجه اشباع هموگلوبین وابسته به فشار اکسیژن (PO<sub>2</sub>) می‌باشد.
- در ریه‌ها، در یک فشار اکسیژن ۱۰۰ mmHg، حدود ۹۵-۹۸ درصد هموگلوبین از اکسیژن اشباع می‌شود. در بافت‌ها که فشار اکسیژن به کمتر از ۲۰ mmHg می‌رسد، تنها ۳۰ درصد اکسیژن در ترکیب با هموگلوبین باقی می‌ماند.

### ◆ مراحل سنتز هموگلوبین

سنتز Hb را می‌توان به دو مرحله‌ی سنتز هم (Heme synthesis) و سنتز گلوبین (Globin synthesis) تقسیم‌بندی نمود. هر مولکول Hb از یک زنجیره تترامر گلوبین (گلوبین دارای ۴ زنجیره پلی‌پپتیدی است) و ۴ مولکول هم تشکیل شده است. هر مولکول هم به یکی از زنجیره‌های گلوبین متصل می‌شود. اجزای اصلی سازنده یک مولکول Hb شامل آهن، پورفیرین‌ها، زنجیره‌های مونومر گلوبین و هم می‌باشند. هر کدام