প্যারালাল TEXT

(For HSC & Pre-Admission)

প্রাণিবিজ্ঞান

অধ্যায়-০৪ : মানব শারীরতত্ত্ব : রক্ত ও সঞ্চালন

সার্বিক ব্যবস্থাপনায়
উদ্ভাস বায়োলজি টিম

প্রচ্ছদ
মোঃ রাকিব হোসেন

অক্ষর বিন্যাস
ইলিয়াস ও রেজাউল

অনুপ্রেরণা ও সহযোগিতায়
মাহমুদুল হাসান সোহাগ
মুহাম্মদ আবুল হাসান লিটন

কৃতজ্ঞতা
উদ্ভাস-উন্মেষ-উত্তরণ
শিক্ষা পরিবারের সকল সদস্য

প্রকাশনায়
উদ্ভাস একাডেমিক এন্ড এডমিশন কেয়ার

প্রকাশকাল
প্রথম প্রকাশ: জানুয়ারি, ২০২৩ ইং
সর্বশেষ সংস্করণ: অক্টোবর, ২০২৩ ইং

অনলাইন পরিবেশক
rokomari.com

কপিরাইট © উদ্ভাস

সমস্ত অধিকার সংরক্ষিত। এই বইয়ের কোনো অংশই প্রতিষ্ঠানের লিখিত অনুমতি ব্যতীত ফটোকপি, রেকর্ডিং, বৈদ্যুতিক বা যান্ত্রিক পদ্ধতিসহ কোনো উপায়ে পুনরুৎপাদন বা প্রতিলিপি, বিতরণ বা প্রেরণ করা যাবে না। এই শর্ত লঙ্ঘিত হলে উপযুক্ত আইনি ব্যবস্থা গ্রহণ করা হবে।

প্রিয় শিক্ষার্থী বন্ধুরা,

তোমরা শিক্ষা জীবনের একটি গুরুত্বপূর্ণ ধাপে পদার্পণ করেছো। মাধ্যমিকের পড়াশুনা থেকে উচ্চ মাধ্যমিকের পড়াশুনার ধাঁচ ভিন্ন এবং ব্যাপক। মাধ্যমিক পর্যন্ত যেখানে 'বোর্ড বই'-ই ছিল সব, সেখানে উচ্চ-মাধ্যমিকে বিষয়ভিত্তিক নির্দিষ্ট কোন বই নেই। কিন্তু বাজারে বোর্ড অনুমোদিত বিভিন্ন লেখকের অনেক বই পাওয়া যায়। একারণেই শিক্ষার্থীরা পাঠ্যবই বাছাইয়ের ক্ষেত্রে দ্বিধায় ভোগে। এছাড়া, মাধ্যমিকের তুলনায় উচ্চ-মাধ্যমিকে সিলেবাস বিশাল হওয়া সত্ত্বেও প্রস্তুতির জন্য খুবই কম সময় পাওয়া যায়। জীবনের অন্যতম গুরুত্বপূর্ণ এই ধাপের শুরুতেই দ্বিধা-দ্বন্দ্ব থেকে মুক্তি দিতে আমাদের এই Parallel Text। উচ্চ মাধ্যমিক পর্যায়ে শিক্ষার্থীদের হতাশার একটি মুখ্য কারণ থাকে পাঠ্যবইয়ের তাত্ত্বিক আলোচনা বুঝতে না পারা। এজন্য শিক্ষার্থীদের মাঝে বুঝে বুঝে পড়ার প্রতি অনীহা তৈরি হয়। তারই ফলস্বরূপ শিক্ষার্থীরা HSC ও বিশ্ববিদ্যালয় ভর্তি পরীক্ষায় ভালো ফলাফল করতে ব্যর্থ হয়।

তোমাদের লেখাপড়াকে আরও সহজ ও প্রাণবন্ত করে তোলার বিষয়টি মাথায় রেখে আমাদের Parallel Text বইগুলো সাজানো হয়েছে সহজ-সাবলীল ভাষায়, অসংখ্য বাস্তব উদাহরণ, গল্প, কার্টুন, চিত্র ও Flowchart দিয়ে; যা টপিকের বাস্তব প্রয়োগ সম্পর্কে ধারণা দেয়ার পাশাপাশি পরবর্তী টপিকগুলোও বুঝতে সাহায্য করবে। তোমাদের বোঝার সুবিধার জন্য গুরুত্বপূর্ণ সংজ্ঞা, বৈশিষ্ট্য, পার্থক্য ইত্যাদি নির্দেশকের মাধ্যমে আলাদা করা হয়েছে। এছাড়াও যেসব বিষয়ে সাধারণত ভুল হয়, সেসব বিষয় 'সতর্কতা'র মাধ্যমে দেখানো হয়েছে।

তবে শুধু বুঝতে পারাটাই কিন্তু যথেষ্ট নয়, তার পাশাপাশি দরকার পর্যাপ্ত অনুশীলন। আর এই বিষয়টি আরও সহজ করতে প্রতিটি অধ্যায়ের কয়েকটি টপিক শেষে যুক্ত করা হয়েছে 'টপিকভিত্তিক বিগত বছরের প্রশ্ন ও সমাধান'। যার মধ্যে বিগত বোর্ড পরীক্ষার পাশাপাশি রয়েছে মেডিকেল, ডেন্টাল ও ঢাকা বিশ্ববিদ্যালয়সহ বিভিন্ন বিশ্ববিদ্যালয়ের ভর্তি পরীক্ষার প্রশ্ন ও সমাধান। এভাবে ধাপে ধাপে অনুশীলন করার ফলে তোমরা বোর্ড পরীক্ষার শতভাগ প্রস্তুতির পাশাপাশি ভর্তি পরীক্ষার প্রস্তুতিও নিতে পারবে এখন থেকেই। এছাড়াও অধ্যায় শেষে রয়েছে 'গুরুত্বপূর্ণ প্র্যাক্টিস প্রবলেম' যা অনুশীলনের মাধ্যমে তোমাদের প্রস্তুতি পূর্ণাঙ্গ হবে।

আশা করছি, আমাদের এই Parallel Text একই সাথে উচ্চ মাধ্যমিকে তোমাদের বেসিক গঠনে সহায়তা করে HSC পরীক্ষায় A+ নিশ্চিত করবে এবং ভবিষ্যতে মেডিকেল ও বিশ্ববিদ্যালয় ভর্তিযুদ্ধের জন্য প্রস্তুত রাখবে।

তোমাদের সার্বিক সাফল্য ও উজ্জ্বল ভবিষ্যত কামনায়-

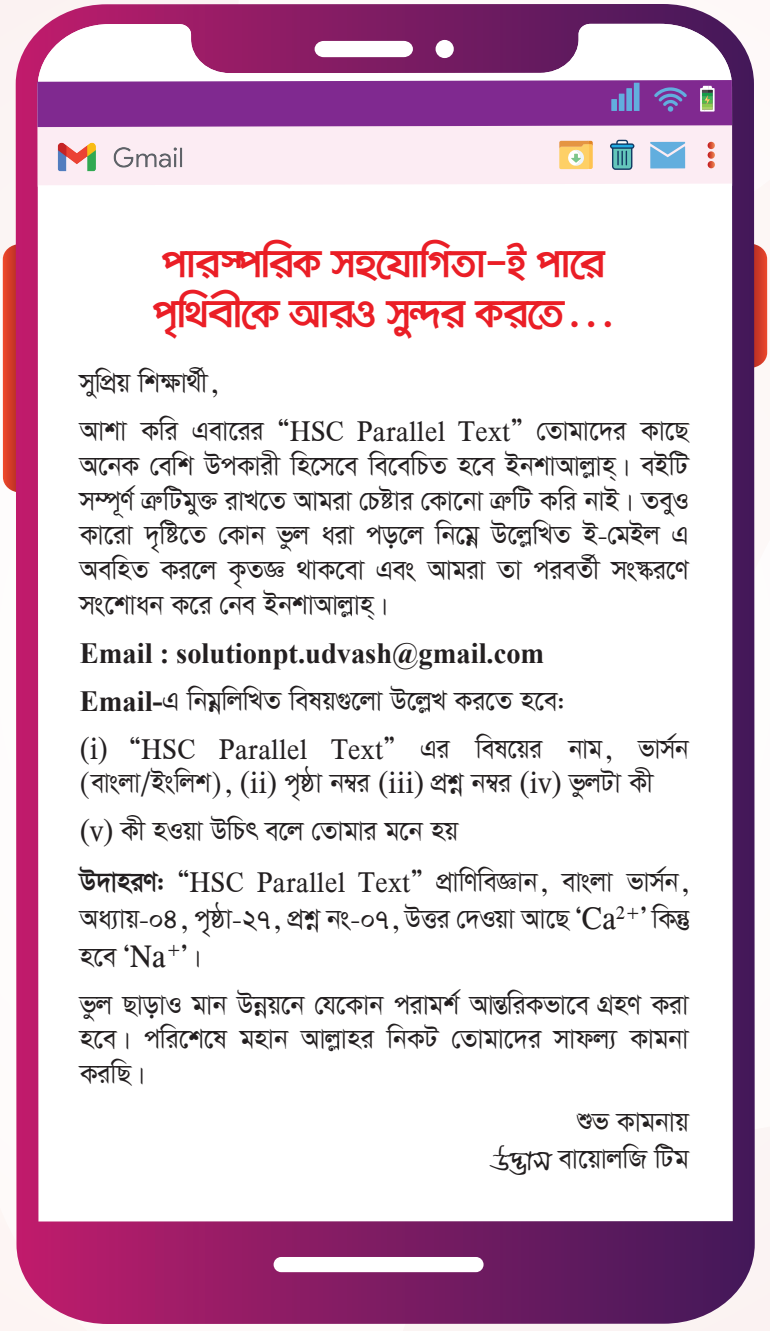
উদ্ভাস বায়োলজি টিম

সূচিপত্র

প্রাণিবিজ্ঞান

অধ্যায়-০৪ : মানব শারীরতত্ত্ব : রক্ত ও সঞ্চালন

ক্র.নং	বিষয়বস্তু	পৃষ্ঠা
০১	রক্ত	০২
০২	রক্তকণিকা	০৬
০৩	লসিকা বা লিম্ফ	২১
০৪	টপিকভিত্তিক বিগত বছরের প্রশ্ন ও সমাধান	২৭
০৫	রক্তবাহিকা	৩১
০৬	মানব হৃৎপিণ্ড	৩৩
০৭	টপিকভিত্তিক বিগত বছরের প্রশ্ন ও সমাধান	৪৫
০৮	রক্তচাপ নিয়ন্ত্রণে ব্যারোরিসেপ্টরের ভূমিকা	৫০
০৯	মানবদেহে রক্ত সংবহন	৫৩
১০	হৃদরোগের বিভিন্ন অবস্থায় করণীয়	৫৬
১১	হৃদরোগের চিকিৎসার ধারণা	৬৪
১২	টপিকভিত্তিক বিগত বছরের প্রশ্ন ও সমাধান	৬৯
১৩	গুরুত্বপূর্ণ প্র্যাক্টিস প্রবলেম (MCQ ও CQ)	৭২



পারস্পরিক সহযোগিতা-ই পারে পৃথিবীকে আরও সুন্দর করতে...

সুপ্রিয় শিক্ষার্থী,

আশা করি এবারের "HSC Parallel Text" তোমাদের কাছে অনেক বেশি উপকারী হিসেবে বিবেচিত হবে ইনশাআল্লাহ্। বইটি সম্পূর্ণ ত্রুটিমুক্ত রাখতে আমরা চেষ্টার কোনো ত্রুটি করি নাই। তবুও কারো দৃষ্টিতে কোন ভুল ধরা পড়লে নিম্নে উল্লেখিত ই-মেইল এ অবহিত করলে কৃতজ্ঞ থাকবো এবং আমরা তা পরবর্তী সংস্করণে সংশোধন করে নেব ইনশাআল্লাহ্।

Email : solutionpt.udvash@gmail.com

Email-এ নিম্নলিখিত বিষয়গুলো উল্লেখ করতে হবে:

(i) "HSC Parallel Text" এর বিষয়ের নাম, ভার্সন (বাংলা/ইংলিশ), (ii) পৃষ্ঠা নম্বর (iii) প্রশ্ন নম্বর (iv) ভুলটা কী

(v) কী হওয়া উচিৎ বলে তোমার মনে হয়

উদাহরণ: "HSC Parallel Text" প্রাণিবিজ্ঞান, বাংলা ভার্সন, অধ্যায়-০৪, পৃষ্ঠা-২৭, প্রশ্ন নং-০৭, উত্তর দেওয়া আছে 'Ca^{2+}' কিন্তু হবে 'Na^{+}'।

ভুল ছাড়াও মান উন্নয়নে যেকোন পরামর্শ আন্তরিকভাবে গ্রহণ করা হবে। পরিশেষে মহান আল্লাহর নিকট তোমাদের সাফল্য কামনা করছি।

শুভ কামনায়
উদ্ভাস বায়োলজি টিম

অধ্যায় ০৪

মানব শারীরতত্ত্ব: রক্ত ও সঞ্চালন

আসিফ সাহেব সরকারী চাকুরিজীবী। তার বয়স প্রায় ৫০ ছুঁই ছুঁই। বেশ কিছুদিন ধরেই তিনি বুকে ব্যথা অনুভব করছেন। তিনি খেয়াল করে দেখলেন পরিশ্রম করলেই কেবল ব্যথা অনুভূত হয়। বিশ্রাম নিলে চলে যায়। এ কারণে তিনি খামখেয়ালি করে ডাক্তারের কাছে গেলেন না। ফলে কিছুদিনের মধ্যেই তার অবস্থার আরো অবনতি হলো। এখন বিশ্রামরত অবস্থাতেও বুকে ব্যথা অনুভূত হয়। ডাক্তারের কাছে যাওয়ার পর ডাক্তার বললেন, "এই রোগ হার্ট এটাকের পূর্ব লক্ষণ"। কী এমন রোগ হয়েছে আসিফ সাহেবের? কী কারণেই বা ব্যথা হয়? চলো, এসব প্রশ্নের উত্তর জানতে এ অধ্যায়ের গভীরে প্রবেশ করা যাক।

ক্ষুদ্র ব্যাকটেরিয়া বা অ্যামিবা থেকে শুরু করে বিশাল তিমি পর্যন্ত সকল জীবই কিন্তু কোষ দিয়ে গঠিত। আর এই কোষ বেঁচে থাকার জন্য অবশ্যই পুষ্টির প্রয়োজন রয়েছে।

ক্ষুদ্র অ্যামিবার কথা ভেবে দেখো, অ্যামিবার কিন্তু পুষ্টি প্রক্রিয়া নিয়ে এত চিন্তা নেই, ফ্যাগোসাইটোসিস প্রক্রিয়ায় খুব সহজেই সে খাদ্য সরাসরি কোষে নিয়ে যায়। অথচ মানুষের কথা চিন্তা করো তো?

মানুষের দেহের জটিল এই কাঠামো প্রায় ১০০($১০^{১৪}$) ট্রিলিয়ন কোষ নিয়ে গঠিত। শুধু তাই নয়, দেহের বেশকিছু কোষ একত্রিত হয়ে টিস্যুতে পরিণত হয় আবার অনেকগুলো টিস্যু একসাথে হয়ে তৈরি করে অঙ্গ। আর অনেকগুলো অঙ্গ একটি তন্ত্রের অন্তর্ভুক্ত। কাজেই বুঝতে পারছো যে, বায়ু থেকে গ্রহণ করা O_2 কিংবা পরিপাককৃত খাবার কোনোটিই কিন্তু সরাসরি সকল কোষে যাওয়া সম্ভব নয়। ঠিক একইভাবে কোষে উৎপন্ন CO_2 বা অন্যান্য ক্ষতিকর পদার্থ কিন্তু কোষ থেকে সরাসরি ফুসফুসে বা বৃক্কে যেতে পারে না। তবে চিন্তার কোনো কারণ নেই কেননা মাঝের এই পরিবহন সংক্রান্ত কাজের জন্য দেহের একটি অভিনব তন্ত্র বা সিস্টেম জড়িত আর এটি হলো রক্ত-সংবহন তন্ত্র। ব্রিটিশ চিকিৎসক Willium Harvey, 1628 খ্রিস্টাব্দে মানুষের রক্ত সংবহন সম্পর্কে সর্বপ্রথম ধারণা দিয়েছেন। আর এই তন্ত্রের উল্লেখযোগ্য টিস্যু হলো রক্ত। রক্ত নিয়ে জানার পূর্বে চলো মানবদেহের টিস্যু সম্পর্কে একটু ধারণা নেয়া যাক।

আমাদের দেহের এ রক্ত প্রবাহ বা রক্ত সংবহন নিয়ন্ত্রণ করে রক্তবাহিকা সমৃদ্ধ এবং হৃৎপিণ্ড দিয়ে চালিত এই রক্ত সংবহনতন্ত্র।

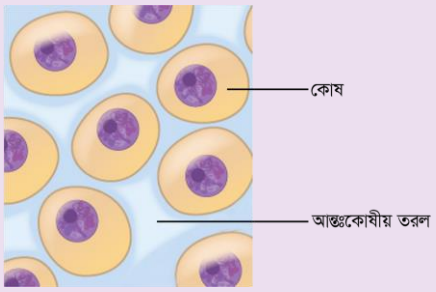
জেনে রাখো

নবম-দশম শ্রেণিতে তোমরা জেনে এসেছ মানবদেহ ৪ ধরনের টিস্যুর সমন্বয়ে গঠিত। এগুলো হলো,

টিস্যু	বৈশিষ্ট্য	প্রকার	উদাহরণ
আবরণী টিস্যু	➢ কোষগুলো একটি ভিত্তিপর্দার উপর সজ্জিত ➢ কোষীয় উপাদানের চেয়ে আন্তঃকোষীয় মাতৃকার পরিমাণ কম।	সাধারণ	বৃক্কের বোম্যান্স ক্যাপসুল
		স্ট্যাটিফাইড	ত্বক
		সিউডোস্ট্যাটিফাইড	ট্রাকিয়ার আবরণ
যোজক টিস্যু	কোষীয় উপাদানের চেয়ে আন্তঃকোষীয় মাতৃকার পরিমাণ বেশি।	ফাইব্রাস	টেনডন, লিগামেন্ট
		স্কেলিটাল	অস্থি, তরুণাস্থি
		তরল	লসিকা
পেশি টিস্যু	লম্বাকার পেশীতন্তু দ্বারা গঠিত।	ঐচ্ছিক	বাইসেপস, ট্রাইসেপস
		অনৈচ্ছিক	পাকস্থলীর অন্তর্ভুক্ত পেশি
		হৃৎপেশি	হৃৎপিণ্ডের পেশি
স্নায়ু টিস্যু	নিউরনের সমন্বয়ে গঠিত।	-	মস্তিষ্ক

চিন্তা করো

এখন তোমার রক্তের কথা চিন্তা করে দেখ। উপরের ছকটি থেকে বলোতো, রক্ত কোন টিস্যুর কাতারে পরবে?
রক্ত কিন্তু যোজক টিস্যুর অন্তর্গত, কেননা এর আন্তঃকোষীয় মাতৃকা বা দুই কোষের মাঝের মাতৃকার পরিমাণ কোষীয় উপাদানের চেয়ে বেশি।
আবার মনে করে দেখ; অস্থি, তরুণাস্থি, টেনডন, লিগামেন্ট, লসিকা, রক্ত সবই কিন্তু যোজক টিস্যুর অন্তর্ভুক্ত। তবে রক্ত ও লসিকাতে তরলের পরিমাণ অন্য সদস্যদের চেয়ে তুলনামূলক বেশি, তাই এদের অন্য নাম হলো তরল যোজক টিস্যু। এছাড়াও ভ্রূণীয় স্তরের মধ্যে মেসোডার্ম হতে এই যোজক টিস্যুর উদ্ভব ঘটে।



রক্ত

রক্ত হচ্ছে জীবন রক্ষাকারী এক বিশেষ তরল যোজক টিস্যু যা ভ্রূণীয় মেসোডার্ম থেকে উৎপন্ন এবং যার মাধ্যমে বিভিন্ন রক্তবাহিকা দেহের সকল কোষে পুষ্টি, ইলেক্ট্রোলাইট, হরমোন, ভিটামিন, অ্যান্টিবডি, O_2, ইমিউন কোষ ইত্যাদি বহন করে এবং CO_2 ও বর্জ্য পদার্থ প্রত্যাহত হয়।

- **মানবদেহে রক্তের পরিমাণ:** ৫-৬ লিটার বা দেহের মোট ওজনের ৮%।
- **প্রকৃতি:** সামান্য ক্ষারীয়। নিশ্চয়ই ভাবছো রক্ত কেন ক্ষারীয় হবে? এটি ঘটে বাফার সিস্টেমের জন্য। রক্তে মূল বাফার ক্রিয়া ঘটায় বাইকার্বোনেট-কার্বনিক এসিড বাফার। এই দুই আয়নের মিলিত ক্রিয়ায় রক্তের H^+ এর পরিমাণ নিরপেক্ষ অবস্থার চেয়ে কমে যায়। যার কারণে pH মান 7 এর চেয়ে সামান্য বেড়ে যাওয়ায় রক্ত ঈষৎ ক্ষারীয় হয়।
- **pH:** ৭.৩৫ - ৭.৪৫ (গড়ে ৭.৪০)। এ pH মান সামান্য বেড়ে গেলে অ্যালকালোসিস এবং সামান্য কমে গেলে এসিডোসিস হয়ে থাকে।
- **তাপমাত্রা:** রক্তের তাপমাত্রা ৩৬-৩৮° সেলসিয়াস হয়ে থাকে। দেহের বিভিন্ন বিপাকীয় প্রক্রিয়ায় বিভিন্ন অঙ্গে অনেক তাপ উৎপাদিত হয় (বিশেষ করে যকৃতে)। এই উৎপন্ন তাপ সারাদেহে ছড়িয়ে দেয়ার কাজ করে রক্ত। যার ফলে সারাদেহে তাপীয় ভারসাম্য বজায় থাকে পাশাপাশি রক্তের তাপমাত্রা ৩৬-৩৮°C হয়।
- **আপেক্ষিক গুরুত্ব:** রক্তের আপেক্ষিক গুরুত্ব 1.065। কোনো পদার্থ পানির তুলনায় যত গুণ ঘন তাকে এর আপেক্ষিক গুরুত্ব বলে। আমরা জানি, পানির ঘনত্ব ১০০০ kgm^{-3}। কাজেই রক্তের স্বাভাবিক ঘনত্ব হলো ১০৬৫ kgm^{-3}। আর এর কারণ হলো, রক্তে উল্লেখযোগ্য পরিমাণ পানি থাকার পাশাপাশি বিভিন্ন পদার্থ (প্লাজমা প্রোটিন, গ্লুকোজ ইত্যাদি) দ্রবীভূত থাকে।
- **স্বাদ:** নোনতা। রক্তের স্বাদ নোনতা হওয়ার কারণ রক্তের মধ্যে উপস্থিত বিভিন্ন অজৈব লবণ যেমন: NaCl, KCl ইত্যাদি (এরা মূলত আয়ন হিসেবে থাকে)।
- **ধরন:** কলয়েডধর্মী পদার্থ।

চিন্তা করো

রক্ত যোজক টিস্যু হবার কারণ:

- কোষীয় উপাদানের চেয়ে আন্তঃকোষীয় মাতৃকার পরিমাণ বেশি।
- যোজক মানে যে যুক্ত করে। সুতরাং, রক্ত দেহের এক টিস্যুকে অন্য টিস্যুর সাথে যুক্ত করে O_2, CO_2, গ্লুকোজ,অ্যামিনো এসিড,ফ্যাটি এসিড ইত্যাদি বিনিময়ে সাহায্য করে।

কেন তরল যোজক টিস্যু?

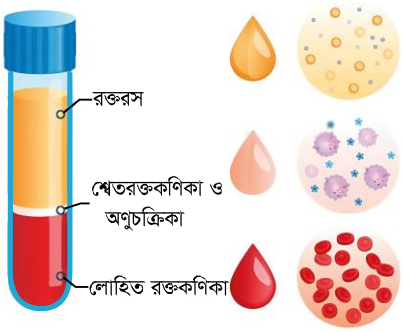
- অন্যান্য যোজক টিস্যুর তুলনায় রক্তে আন্তঃকোষীয় তরল বা মাতৃকার পরিমাণ অনেক বেশি হয়।

রক্তের উপাদান

ইতোমধ্যেই তোমরা জেনেছো রক্তের ঘনত্ব কিন্তু পানির চেয়ে বেশি, কাজেই রক্তের মধ্যে পানির পাশাপাশি আরও কিছু পদার্থ থাকা উচিত। এই ব্যাপারটি হয়তো তোমরা লক্ষ করেছ, ডেঙ্গু রোগীর ক্ষেত্রে রোগ যখন বেশি ভয়াবহ হয়ে ওঠে তখন ডেঙ্গু রোগীকে কিন্তু সম্পূর্ণ রক্ত দেয়া হয় না, বরং রক্তের একটি বিশেষ অংশ রোগীর দেহে প্রবেশ করানো হয়। আর এই বিশেষ অংশটি হলো অণুচক্রিকা বা প্লেটিলেট। অথচ ভেবে দেখ রক্তকে যদি তুমি ছাঁকনি দিয়ে পৃথক করতে চাও তাহলে কিন্তু এটি সম্ভব নয়।

তাহলে কিভাবে এটি করা যায়?

উদ্ভিদবিজ্ঞান অধ্যায়-১ এ রাইবোজোম সম্বন্ধে পড়ার সময় তোমরা সেন্ট্রিফিউজ যন্ত্রের নাম শুনেছো, এখানেও আমরা সেই সেন্ট্রিফিউজ যন্ত্রই ব্যবহার করি। তবে তখন কিন্তু শুধু অণুচক্রিকাকে আলাদা দেখি না, বরং রক্তরস, শ্বেতরক্তকণিকা, অণুচক্রিকা এবং লোহিত রক্তকণিকা এমন 3 টি আলাদা স্তর তৈরি হয়। নিচের চিত্রটি লক্ষ কর।



সেন্ট্রিফিউজ যন্ত্র দিয়ে মিনিটে 3000 বার করে 30 বার সেন্ট্রিফিউজ করার পর রক্তের তিনটি অংশ দেখা যায়,

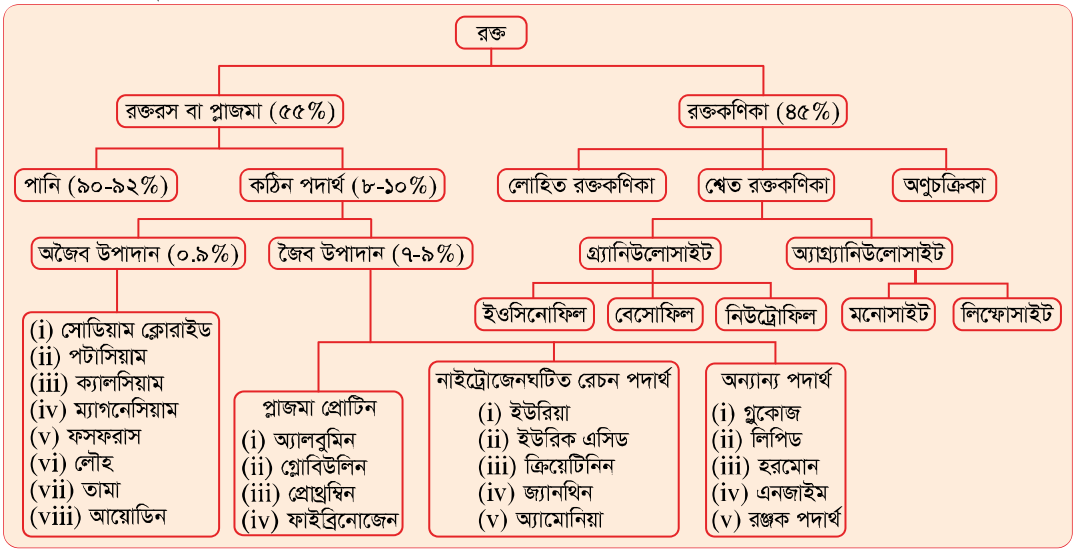
- যার উপরের অংশে থাকে প্লাজমা বা রক্তরস
- মাঝের অংশে থাকে শ্বেতরক্তকণিকা ও অণুচক্রিকা, এই স্তরকে বলা হয় বাফি স্তর (Buffy coat)
- নিচের অংশে থাকে লোহিত রক্তকণিকা।

জেনে রাখো

আচ্ছা এখন চলো বুঝি মিনিটে 3000 বার করে 30 বার বলতে কি বোঝানো হয়েছে? অর্থাৎ এক্ষেত্রে সেন্ট্রিফিউজ যন্ত্রে প্রতি 1 মিনিটে 3000 বার অর্থাৎ 3000 rpm বেগে ঘোরাতে হবে এবং এভাবে মোট 30 বার করতে হবে। তাহলে আমরা স্তর 3 টি আলাদা দেখতে পাব।

তাহলে দেখা যাচ্ছে, সেন্ট্রিফিউজ করার পর রক্তের তরল অংশ উপরের দিকে অবস্থান করে আর অধিক ঘন কণিকা অংশ নিচের দিকে অবস্থান করে।

কাজেই রক্তের উপাদানকে দুটি ভাগে ভাগ করা যায়-



রক্তরস বা প্লাজমা

পানি: 90-92%
কঠিন পদার্থ: 8-10%
আপেক্ষিক গুরুত্ব: 1.025
pH = 7.4
পরিমাণ: 3L বা দেহের ওজনের 5%

রক্তরসে বিদ্যমান উপাদানসমূহ

রক্তরসের অজৈব পদার্থ:

পরিমাণ: **0.9%**
বিদ্যমান ক্যাটায়ন: $Na^+, K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Cu^{2+}, Zn^{2+}$, আয়রন (আয়ন হিসেবে থাকে না)
বিদ্যমান অ্যানায়ন: Cl^-, HCO^{3-}, I^-
বিদ্যমান অ্যানায়ন: $NaCl, NaHCO_3$ প্রভৃতি।

রক্তরসের জৈব পদার্থ:

পরিমাণ: **7-9%**

(a) প্লাজমা প্রোটিন:

পরিমাণ: রক্তরসে প্লাজমা প্রোটিনের পরিমাণ 7.5%

রক্তরসে কিছু প্রোটিন থাকে। প্রধান কয়েকটি প্লাজমা প্রোটিন হলো:

- অ্যালবুমিন
- গ্লোবিউলিন
- প্রোথ্রম্বিন
- ফাইব্রিনোজেন
- ইমিউনোগ্লোবিউলিন

প্লাজমা প্রোটিন রক্তের অতীব গুরুত্বপূর্ণ একটি উপাদান। কেন? চলো তাহলে জেনে নেওয়া যাক:-

প্লাজমা প্রোটিনের কাজ:

(i) শুরুতেই বলেছি, প্রোটিনগুলো কলয়েড হিসেবে কাজ করে। এসব কলয়েডের নিজস্ব অভিস্রবণিক চাপ (Osmotic Pressure) আছে যার কারণে রক্তনালির মধ্য দিয়ে রক্ত প্রবাহিত হয়। প্লাজমা প্রোটিন এই কলয়ডাল অসমোটিক প্রেসার বা কলয়ডাল অভিস্রবণিক চাপ নিয়ন্ত্রণ করে।

(ii) রক্তের সান্দ্রতা বজায় রাখে।

(iii) বাফার হিসেবে কাজ করে রক্তের pH ঠিক রাখে।

(iv) ফাইব্রিনোজেন ও প্রোথ্রম্বিন রক্ত ক্ষরণ বন্ধ করে।

এখন ধরা যাক, কোনো কারণে রক্তের মধ্যে প্লাজমা প্রোটিনের পরিমাণ কমে গেল। তাহলে কী ঘটবে?

প্লাজমা প্রোটিন হ্রাস পেলে
↓
কলয়ডাল অসমোটিক প্রেসার হ্রাস পায়
↓
অভিস্রবণ প্রক্রিয়ায় রক্তনালি থেকে পানি বের হয়ে টিস্যুর মাঝে প্রবেশ করে
↓
শরীরের বিভিন্ন জায়গায় পানি জমে ফুলে যায়
↓
একে ইডেমা বলা হয়

মনে রাখবে

➢ **প্রধান প্লাজমা প্রোটিন সমূহ:** GPA Five

G P A - FIve

G = গ্লোবিউলিন
P = প্রোথ্রম্বিন
A = অ্যালবুমিন
I = ইমিউনোগ্লোবিউলিন
F = ফাইব্রিনোজেন

জেনে রাখো

অ্যালবুমিন রক্তের ৮০% কলয়ডাল অসমোটিক প্রেসার বজায় রাখে এবং গ্লোবিউলিন ২০% কলয়ডাল অসমোটিক প্রেসার বজায় রাখে।

(b) নাইট্রোজেনঘটিত বর্জ্য পদার্থ:-

রক্তরসে বিভিন্ন N_2 ঘটিত বর্জ্য পদার্থ থাকে। যেমন:- ইউরিয়া, ইউরিক এসিড, জ্যানথিন, ক্রিয়েটিনিন, অ্যামোনিয়া। এরা মূত্রের মাধ্যমে দেহ থেকে বের হয়ে যায়।

মনে রাখবে

➢ **নাইট্রোজেনঘটিত বর্জ্য পদার্থসমূহ:** আমি হাই জ্যাক

আমি হাই জ্যাক
অ্যামোনিয়া
ইউরিয়া, ইউরিক এসিড
ক্রিয়েটিনিন
জ্যানথিন

(c) অন্যান্য পদার্থ:

রক্তরসে থাকে গ্লুকোজ, লিপিড, ফ্যাটি এসিড, অ্যামিনো এসিড, কোলেস্টেরল, হরমোন, এনজাইম। এছাড়া রঞ্জক পদার্থ (বিলিরুবিন ও ক্যারোটিন) রক্তরসে থাকে।

জেনে রাখো

বিলিরুবিন হলুদ ও ক্যারোটিন কমলা বর্ণের।

রক্তরসের কাজ:

(i) **তরলতা রক্ষা:** রক্তের তরল অংশ হলো রক্তরস। এটি রক্তের তরলতা রক্ষা করে।
(ii) **রক্তকণিকা ধারণ:** রক্তের সকল কণিকা রক্তরসে দ্রবীভূত থাকে।
(iii) **পরিবহন:**
- ➢ পরিপাককৃত খাদ্য পরিবহন করে।
- ➢ অধিকাংশ CO_2 রক্তরসের মাধ্যমে পরিবাহিত হয়। রক্তরসে CO_2 বাইকার্বোনেটরূপে দ্রবীভূত থাকে।
- ➢ অল্প পরিমাণ O_2 বহন করে।

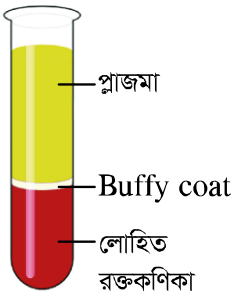
(iv) **ভারসাম্য রক্ষা:**
- ➢ অম্ল-ক্ষারের ভারসাম্য রক্ষা (বাফার ক্রিয়া সংগঠিত হয়)।
- ➢ দেহের তাপের সাম্যতা রক্ষা।

(v) **প্রোটিন আধার:** প্লাজমা প্রোটিন ধারণ করে যা বিভিন্ন শারীরবৃত্তীয় কার্যক্রম যেমন: রক্ত তঞ্চন, সান্দ্রতা রক্ষা ইত্যাদি কাজ করে।
(vi) **প্রতিরক্ষা:**
- ➢ দেহের আন্তঃকোষীয় আয়নিক সাম্যতা রক্ষার মাধ্যমে।
- ➢ ইমিউনোগ্লোবিউলিন নামক প্লাজমা প্রোটিন দ্বারা (অ্যান্টিবডি হিসেবে কাজ করে)।

(vii) **রক্ত তঞ্চন:** রক্ত তঞ্চনের উপাদানগুলো (clotting factors) ধারণ করে রক্ত তঞ্চনে ভূমিকা রাখে।

রক্তকণিকা

এবার চলো সেন্ট্রিফিউজ যন্ত্র দিয়ে রক্তের প্লাজমা আলাদা করার পর নিচে বিদ্যমান বাকি অংশ পর্যবেক্ষণ করা যাক। পাশের চিত্রটি লক্ষ করো, নিচের ঘন লাল অংশে থাকে লোহিত রক্তকণিকা আর মাঝের 'Buffy coat' এ থাকে শ্বেতরক্তকণিকা ও অণুচক্রিকা। রক্তে কণিকার পরিমাণ: ৪৫% এবং ৩ ধরনের।



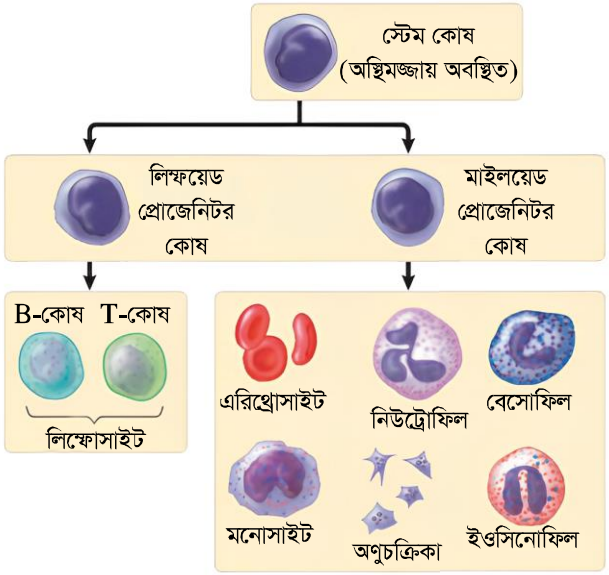
এদের সম্পর্কে বিস্তারিত জানার পূর্বে চলো একটি প্রশ্নের উত্তর জানা যাক-

এদেরকে কণিকা কেন বলা হচ্ছে?

রক্তকণিকা সমূহের উৎপত্তি:

- রক্তকণিকাসমূহ তৈরি হয় দেহের অস্থিমজ্জায় অবস্থিত স্টেমকোষের পৃথকীকরণ (Differentiation) প্রক্রিয়ায়। এই প্রক্রিয়াকে বলা হয় হেমাটোপোয়েসিস। আর এজন্য ঐ স্টেমকোষগুলোকে বলা হয় হেমাটোপোয়েটিক মাতৃকোষ (Hemato- রক্ত সম্পর্কিত; Poietik-উৎপাদনকারী)।
- হেমাটোপয়েসিস কিন্তু সার্বিকভাবে সকল রক্তকণিকা তৈরির প্রক্রিয়াকে বোঝায়, তবে প্রত্যেক কণিকা উৎপাদনের কিন্তু আবার আলাদা নাম রয়েছে যেমন: লোহিত রক্তকণিকা উৎপাদন প্রক্রিয়া-এরিথ্রোপয়েসিস।
- বিশেষ করে পর্শুকা,কশেরুকা,স্টার্নাম, লম্বা অস্থির দুই প্রান্তের অস্থিমজ্জায় ঘটে।

একটি নির্দিষ্ট স্টেম কোষ হতে বিভিন্ন ধরনের আকৃতি ও কার্যাবলীর কোষ সৃষ্টি হওয়ার প্রক্রিয়াকে Differentiation বা পৃথকীকরণ বলে।



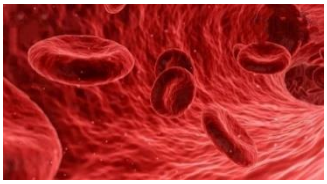
চিত্র: রক্তকণিকার উৎপত্তি ও প্রকারভেদ

কাজেই লক্ষ করে দেখ, রক্তকণিকাগুলো কিন্তু বিভাজনের মাধ্যমে তৈরি হয়নি, বরং পৃথকীকৃত (Differentiation) হয়েছে। তবে আমরা জানি, একটি কোষের জীবনচক্রে ৩ প্রকার পরিবর্তন ঘটে,

কিন্তু রক্তকণিকাগুলো বিভাজিত হয় না। তাই, এদেরকে কোষ না বলে কণিকা বলা হয়।

লোহিত রক্তকণিকা বা এরিথ্রোসাইট

পরিচিতি: মানবদেহের রক্তরসে ভাসমান গোল, দ্বিঅবতল চাকতির মতো, নিউক্লিয়াসবিহীন কিন্তু অক্সিজেনবাহী হিমোগ্লোবিনযুক্ত, লাল বর্ণের কণিকাকে লোহিত রক্তকণিকা/RBC বলে। রক্তে সবচেয়ে বেশি পরিমাণে এই কণিকা থাকে বলে রক্তের রং লাল হয়ে থাকে।


চিত্র: লোহিত রক্তকণিকা

উৎপত্তি: এরিথ্রোপয়েসিস (Erythropoiesis- Erythro অর্থ লাল আর Poiesis মানে উৎপাদন প্রক্রিয়া বা Process) প্রক্রিয়ায় stem cell বা হেমাটোপোয়েটিক মাতৃকোষ থেকে RBC উৎপাদিত হয়।

বিভিন্ন বয়সে লোহিত রক্তকণিকা উৎপন্নের স্থান:

- ভ্রূণীয় ৩য় সপ্তাহ থেকে ভ্রূণীয় ৩য় মাস পর্যন্ত: কুসুম থলি।
- ভ্রূণীয় ৪র্থ মাস থেকে ভ্রূণীয় ৬ষ্ঠ মাস: যকৃত ও প্লীহা।
- ভ্রূণীয় ৫ম মাস থেকে শুরু করে মৃত্যুর আগ পর্যন্ত: লাল অস্থিমজ্জা।

গঠন: লোহিত রক্তকণিকার ৬০-৭০% হল পানি এবং ৩০-৪০% কঠিন পদার্থ। এ কঠিন পদার্থের,

- ৯০% হল হিমোগ্লোবিন
- অবশিষ্ট ১০% প্রোটিন, ফসফোলিপিড, কোলেস্টেরল, অজৈব লবণ, অজৈব ফসফেট, পটাসিয়াম ইত্যাদি।

আকৃতি: দ্বি-অবতল।

ছোটবেলায় আমরা যে Alpenliebe chocolate খেতাম মনে আছে? চকলেটটি উপর থেকে গোল আর সামনে থেকে দেখলে দ্বি অবতল চাকতির মতো দেখা যেতো না? লোহিত রক্তকণিকার আকৃতিও ঠিক তেমন দ্বি-অবতল।

- গড় ব্যাস: ৭.৩ µm।
- গড় স্থূলতা: প্রান্তের দিকে ২.২ µm।
  কেন্দ্রের দিকে ১ µm।

কোষীয় উপাদান:

নিউক্লিয়াস: থাকে না।

মাইটোকন্ড্রিয়া: থাকে না।

লাইসোসোম: থাকে না। (RBC হলো মানবদেহের একমাত্র কোষ যেখানে লাইসোসোম থাকে না)

গলজি বডি: থাকে না।

এন্ডোপ্লাজমিক রেটিকুলাম: থাকে না।

সংখ্যা:

জীবদ্দশা	পরিমাণ (প্রতি কিউবিক মিলিমিটার রক্তে)
ভ্রূণদেহে	৮০-৯০ লাখ
শিশুদেহে	৬০-৭০ লাখ
পূর্ণবয়স্ক পুরুষে	৫০-৫৪ লাখ
পূর্ণবয়স্ক স্ত্রীদেহে	৪৪-৪৯ লাখ

পরিমাণ: **হেমাটোক্রিট:** রক্তে লোহিত রক্তকণিকা পরিমাপের শতকরা হিসাবকে হেমাটোক্রিট বলে। স্বাভাবিক অবস্থায় পুরুষের রক্তে লোহিত রক্তকণিকা 45% ও মহিলাদের রক্তে থাকে 40%।

চিন্তা করো

নিউক্লিয়াস নেই বলে,

- RBC অধিক পরিমাণ অক্সিজেন ধারণ করতে পারে
- দ্বি-অবতল আকৃতি বজায় রাখে
- হিমোগ্লোবিনকে সঠিকভাবে জায়গা করে দিতে পারে।

আকৃতি দ্বি-অবতল হওয়ায়,

- কৈশিকজালিকা দিয়ে যাওয়ার সময় সহজেই সংকুচিত (squeeze) হতে পারে।
- প্লাজমা-মেমব্রেনের উপর চাপ সৃষ্টি না করে সহজেই নিজের আয়তন পরিবর্তন করতে পারে।

সবাত শ্বসন সম্পর্কে তো আমরা জানি; সবাত শ্বসনের ধাপ ৪ টি। এর মাঝে ১ম ধাপ গ্লাইকোলাইসিস বাদে বাকি সকল ধাপই তো ঘটে মাইটোকন্ড্রিয়াতে। তাছাড়া শেষ ধাপে অর্থাৎ ETC তে ATP তৈরির সময় অক্সিজেন ব্যয় হয়। এখন চিন্তা করো,
RBC এর কাজই হলো অক্সিজেন পরিবহন করে টিস্যু পর্যন্ত নিয়ে যাওয়া। যদি RBC এর নিজেরই মাইটোকন্ড্রিয়া থাকত তবে তা উক্ত অক্সিজেনের একটি উল্লেখযোগ্য অংশ নিজেই খরচ করে ফেলত, যার ফলে অক্সিজেন পরিবহন কাজে বিঘ্ন ঘটত। এজন্যই RBC তে কোনো মাইটোকন্ড্রিয়া থাকে না।
তাহলে RBC শক্তি পায় কোথা থেকে?
মাইটোকন্ড্রিয়া না থাকলেও RBC কিন্তু ঠিকই অবাত শ্বসনে অংশ নিতে পারে এবং শক্তি উৎপাদন করে।

জীবনকাল: ১২০ দিন।

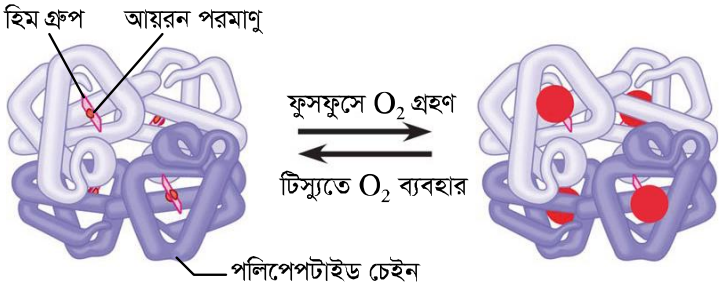
RBC এর ভাঙন: যকৃত, প্লীহা, থাইমাস।

প্লীহাতে RBC ভাঙ্গন প্রক্রিয়া: প্লীহাতে RBC ভেঙ্গে Fe^{2+} (ফেরিটিন হিসেবে), গ্লোবিন নামক প্রোটিন ও হিম উৎপন্ন হয়। এই হিম পরবর্তীতে ভেঙ্গে প্রথমে বিলিভারডিন ও পরে ঐ বিলিভারডিন থেকে বিলিরুবিন উৎপন্ন হয়। ফেরিটিন পরবর্তীতে নতুন RBC তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।

RBC ভাঙ্গন
↓
মুক্ত হিমোগ্লোবিন
↓
হিম + গ্লোবিন
↓
হিম
↓ → Fe^{2+} (ফেরিটিন)
বিলিভারডিন (সবুজ রঙ্গক)
↓
বিলিরুবিন (হলুদ রঙ্গক)

হিমোগ্লোবিন: তোমরা ইতোমধ্যে জেনে গেছো হিমোগ্লোবিনের হিম নামক লৌহ ধারণকারী রঞ্জক গ্রুপের জন্যই রক্ত লাল হয়। এছাড়াও এতে রয়েছে গ্লোবিন নামক প্রোটিন। হিমোগ্লোবিন শ্বসনের উল্লেখযোগ্য শ্বাসরঞ্জক। অর্থাৎ মূলত O_2 ও কিছু পরিমাণ CO_2 গ্যাস পরিবহনে এটিই সাহায্য করে।

- প্রতি ১০০ মি. লি রক্তে ১৬ গ্রাম হিমোগ্লোবিন থাকে।
- মানুষের প্রতিটি লোহিত রক্তকণিকায় 270 মিলিয়ন হিমোগ্লোবিন থাকে।
- সকল লোহিত রক্তকণিকায় বিদ্যমান সামগ্রিক লৌহের পরিমাণ 2.5 গ্রাম যা দেহের মোট লৌহের পরিমাণের 65% ।
- প্রতি গ্রাম হিমোগ্লোবিনের সাথে 1.36 হতে 1.40 mL অক্সিজেন যুক্ত করার ক্ষমতা রাখে।
- হিমোগ্লোবিনের পরিমাণ: পুরুষ = 13.5 – 17.5 gm/dl
  স্ত্রী = 11.5 – 15.5 gm/dl



চিন্তা করো

হিমোগ্লোবিন কী?

হিমোগ্লোবিন হলো লোহিত রক্তকণিকার লাল বর্ণের রঞ্জক পদার্থ যা হিম/লৌহ (Fe^{2+}) এবং গ্লোবিন নামক প্রোটিন দিয়ে গঠিত। এই হিম (Fe^{2+}) চার অণু অক্সিজেনের সাথে যুক্ত হয়ে অক্সিহিমোগ্লোবিন তৈরি করে এবং এ অবস্থায় সারাদেহে প্রবাহিত হয়। যখন দেহে অক্সিজেনের স্বল্পতা দেখা দেয় অক্সিহিমোগ্লোবিন যৌগ ভেঙ্গে যায় এবং O_2 মুক্ত করে দেয়।

$$Hb_4 + 4O_2 \rightleftharpoons 4HbO_2 \text{ (অক্সিহিমোগ্লোবিন)}$$

জেনে রাখো

লোহিত রক্তকণিকার সংখ্যা ৫০ লাখের চেয়ে ২৫% কম হলে তাকে অ্যানিমিয়া/রক্তাল্পতা বলে। লোহিত রক্তকণিকার সংখ্যা ৬৫ লাখের বেশি হলে তাকে পলিসাইথেমিয়া বলে।

লোহিত রক্তকণিকা কমে যাওয়ার কিছু কারণ	লোহিত রক্তকণিকা বেড়ে যাওয়ার কিছু কারণ
(i) পাইলস	(i) অধিক উচ্চতায় যাওয়া
(ii) কৃমি সংক্রমণ	(ii) ব্যায়াম
	(iii) গর্ভধারণ

চিন্তা করো

- **উঁচু স্থানে অবস্থান করলে লোহিত রক্তকণিকার পরিমাণ বেড়ে যায় কেন?**
  আমরা সবাই তো জানি, ভূমি থেকে যত ওপরে ওঠা যায় অক্সিজেনের পরিমাণ তত কমতে থাকে। অর্থাৎ রক্তে O_2 কমে যাবে। তখন বৃক্ক এরিথ্রোপোয়েটিন নামক হরমোন তৈরি করে যা অস্থিমজ্জায় এরিথ্রোপোয়েসিস প্রক্রিয়াকে উদ্দীপ্ত করে। এতে RBC এর পরিমাণ বেড়ে যায়।
- **তবে RBC বৃদ্ধির দরকার কি ছিল?**
  অধিক পরিমাণ RBC উৎপন্ন করে যাতে হিমোগ্লোবিন অধিক পরিমাণ O_2 এর সাথে যুক্ত হতে পারে। এতে দেহে অক্সিজেন এর মাত্রা স্বাভাবিক হয়ে আসে।

কাজ

(i) লোহিত রক্তকণিকা অক্সিহিমোগ্লোবিন হিসেবে ফুসফুস থেকে দেহকোষে অধিকাংশ O_2 পরিবহন করে।
(ii) এরা পটাসিয়াম বাইকার্বনেট হিসেবে কোষ-কলা থেকে ফুসফুসে সামান্য পরিমাণে CO_2 পরিবহন করে।
(iii) রক্তের ঘনত্ব ও সান্দ্রতা (viscocity) রক্ষা করে।
(iv) এগুলোর হিমোগ্লোবিন ও অন্যান্য অন্তঃকোষীয় বস্তু বাফাররূপে রক্তে অম্ল-ক্ষারের সাম্য রক্ষা করে।
(v) RBC এর প্লাজমাঝিল্লিতে অ্যান্টিজেন সংযুক্ত থাকে যা মানুষের রক্ত গ্রুপিংয়ের জন্য দায়ী।
দুই ধরনের অ্যান্টিজেন থাকতে পারে RBC এর ঝিল্লিতে । এরা হলো A এবং B। A অ্যান্টিজেন থাকলে রক্তের গ্রুপ A, B অ্যান্টিজেন থাকলে রক্তের গ্রুপ B। যদি কোনো অ্যান্টিজেনই না থাকে তাহলে রক্তের গ্রুপ O এবং দুটো অ্যান্টিজেনই থাকলে রক্তের গ্রুপ AB।

(vi) লোহিত রক্তকণিকা H_2S উৎপন্ন করে যা রক্তনালির সংকোচন (vasoconstrictor হিসেবে কাজ করে) ঘটায়।
এটি কীভাবে ঘটে জানো? H_2S বর্জ্য পদার্থ যা কোষে উৎপন্ন হয়। ও কোষের mitochondria তা ধ্বংস করে দেয় , কিন্তু RBC এ mitochondria না থাকায় RBC তে উৎপন্ন H_2S RBC দ্বারা ধ্বংস হয় না। এই H_2S তখন RBC থেকে বের হয়ে এসে রক্তনালির প্রাচীরে Signal দেয়। ফলস্বরূপ রক্তনালির প্রাচীরে যে পেশি থাকে তার সংকোচন ঘটে।

(vii) লোহিত রক্তকণিকা NO (নাইট্রিক এসিড) উৎপন্ন করতে পারে, যা রক্তনালীর প্রসারণ (vasodialation) ঘটাতে পারে। রক্তনালির আবরণকারী এপিথেলিয়াল কোষকে বলা হয় এন্ডোথেলিয়াম। দেহের কোনো অঙ্গে রক্ত সরবরাহ বাড়াতে এই এন্ডোথেলিয়াম L-arginine সহ আরও বিভিন্ন vaso-dialator উৎপন্ন করে রক্তনালীকে প্রসারিত করে। RBC থেকে উৎপন্ন এই NO , L-arginine এর মতো vasodialator হিসেবে কাজ করতে পারে। Vaso-dialator রক্তনালীকে প্রসারনের signal দেয়।

(viii) বিভিন্ন Free radical উৎপন্ন করে ক্ষতিকর পদার্থ ধ্বংস করে প্রতিরক্ষায় অংশ নেয়। এভাবে দেহের অনাক্রম্যতায় সাড়া প্রদান (immune response) করে ।

লিউকোসাইট বা শ্বেত রক্তকণিকা

পরিচিতি: রাজ্য রক্ষার জন্য যেমন প্রহরী দরকার তেমনি দেহ সুস্থ রাখার জন্যও দরকার প্রতিরক্ষা ব্যবস্থা। এ প্রতিরক্ষার কাজ করে শ্বেত রক্তকণিকা। এটি অতন্দ্র প্রহরীর মতো কাজ করে। এ জন্য Leukocyte বা শ্বেতরক্তকণিকাকে দেহের ভ্রাম্যমান প্রতিরক্ষা একক (mobile defensive unit) বলা হয়।

WBC বা White Blood Corpuscle. White বা সাদা কেন বলোতো? কারণ RBC তে থাকা লাল বর্ণের Hb রঞ্জকের মতো WBC তে কোন রঞ্জক নেই। এরা মূলত বর্ণহীন (Lucos অর্থ বর্ণহীন আর cyte অর্থ কোষ। অর্থাৎ, বর্ণহীন কোষই হবে Leucocyte)।

উৎপত্তি:

- অস্থিমজ্জার স্টেম কোষ বা হিমাটোপয়েটিক মাতৃকোষ থেকে মায়েলোপয়েসিস (myelopoiesis) প্রক্রিয়ায় সৃষ্ট।
- এছাড়াও প্লীহা, লসিকাগ্রন্থি ও থাইমাস থেকেও তৈরি হয়। (মূলত অ্যাগ্রানুলোসাইট)

আকৃতি: আকৃতি ও গঠন পরিবর্তনশীল।
গড় ব্যাস: ৭.৫- ২০ μm.

কোষীয় উপাদান:
নিউক্লিয়াস: থাকে।

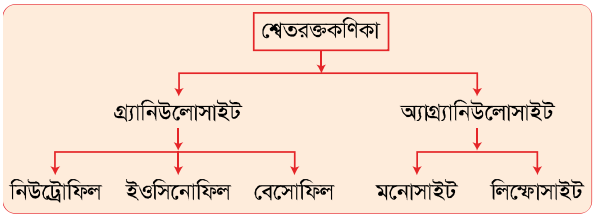
পরিমাণ: মানবদেহে প্রতি ঘন মিলিমিটার রক্তে ৪-১১ হাজার (গড়ে ৭৫০০)।

- অনুপাত: RBC : WBC = ৬০০:১ (পুরাতন সংস্করণের বিভিন্ন বই অনুযায়ী ৭০০:১)।
- আয়তন: পরিণত সুস্থ মানুষের রক্তের মাত্র ১%।

আয়ুষ্কাল: ১- ১৫দিন।

প্রকারভেদ

আকৃতি ও গঠনগতভাবে শ্বেত রক্তকণিকা ২ ধরনের। যথা-
(i) দানাদার বা গ্র্যানিউলোসাইট এবং (ii) দানাবিহীন বা অ্যাগ্র্যানিউলোসাইট। এবার চলো এ সম্পর্কে একটু বিস্তারিত জানি-



মনে রাখবে

দানাদার WBC মূলত দানা দ্বারা পূর্ণ বা filled থাকে। লক্ষ রাখবে, যেসব WBC দানাযুক্ত তাদের নামের শেষে "ফিল" কথাটি থাকবে।