Question Bank

অধ্যায় 16-এর প্রশ্নব্যাঙ্ক: 2 নম্বরের 24টি, 3 নম্বরের 33টি এবং 5 নম্বরের 12টি প্রশ্ন, সব উত্তরসহ। প্রশ্নগুলো অনুশীলনের জন্য সাজানো; উত্তরে মূল বিন্দুগুলো লিখলে নম্বর নিশ্চিত হয়।

2 নম্বরের প্রশ্ন (24টি)

1. হিমাটোক্রিট (PCV) কী? সুস্থ প্রাপ্তবয়স্কে এর মান কত?
উত্তর: 100 mL রক্তে কোষীয় উপাদানের (প্রধানত RBC) আয়তনের শতকরা হারকে হিমাটোক্রিট বা PCV বলে। সুস্থ প্রাপ্তবয়স্কে এর মান প্রায় 40-45%।

2. রক্তরসে ফাইব্রিনোজেন ও প্রোথ্রম্বিনের কাজ কী?
উত্তর: দুটিই যকৃতে তৈরি প্লাজমা প্রোটিন। রক্তস্কন্দনের সময় প্রোথ্রম্বিন থ্রম্বিনে এবং ফাইব্রিনোজেন ফাইব্রিনে পরিণত হয়ে রক্ত জমাট বাঁধায়।

3. পরিণত RBC-তে নিউক্লিয়াস না থাকার সুবিধা কী?
উত্তর: নিউক্লিয়াস ও মাইটোকন্ড্রিয়া না থাকায় কোষের ভেতরে বেশি হিমোগ্লোবিন ধরে, ফলে বেশি O_2 বহন করা যায়। মাইটোকন্ড্রিয়া না থাকায় RBC বহন করা O_2 নিজে খরচ করে না।

4. HbF ও HbA-র দুটি পার্থক্য লেখো।
উত্তর: HbF-এর শৃঙ্খল 2α + 2γ এবং HbA-র শৃঙ্খল 2α + 2β। HbF ভ্রূণ ও নবজাতকে থাকে এবং এর O_2-র প্রতি আসক্তি বেশি, ফলে ভ্রূণ মায়ের রক্ত থেকে O_2 নিতে পারে; HbA প্রাপ্তবয়স্কে থাকে।

5. প্লীহাকে RBC-র গোরস্থান বলা হয় কেন?
উত্তর: প্রায় 120 দিন বয়সের পর বার্ধক্যপ্রাপ্ত RBC প্রধানত প্লীহায় ভেঙে ধ্বংস হয়। তাই প্লীহাকে RBC-র গোরস্থান বলে। ভাঙা হিমোগ্লোবিনের আয়রন পুনর্ব্যবহৃত হয়।

6. ডায়াপিডেসিস কী? এর গুরুত্ব কী?
উত্তর: WBC-র কৈশিকের প্রাচীর ভেদ করে কলাকোশের ফাঁকে বেরিয়ে আসাকে ডায়াপিডেসিস বলে। এর ফলে WBC সংক্রমণের জায়গায় পৌঁছে জীবাণু ভক্ষণ করতে পারে।

7. বেসোফিলের দুটি কাজ লেখো।
উত্তর: বেসোফিল হিস্টামিন নিঃসরণ করে প্রদাহ ও অ্যালার্জি ঘটায় এবং হেপারিন নিঃসরণ করে রক্ত জমাট বাঁধায় বাধা দেয়। এটি WBC-র মধ্যে সবচেয়ে কম (0-1%)।

8. পলিসাইথেমিয়া ও অলিগোসাইথেমিয়ার পার্থক্য কী?
উত্তর: পলিসাইথেমিয়ায় RBC-র সংখ্যা স্বাভাবিকের চেয়ে বেশি হয় এবং রক্ত ঘন ও সান্দ্র হয়। অলিগোসাইথেমিয়ায় RBC-র সংখ্যা কমে যায় এবং অ্যানিমিয়ার লক্ষণ দেখা দেয়।

9. O রক্তগ্রুপকে সর্বজনীন দাতা বলা হয় কেন?
উত্তর: O গ্রুপের RBC-তে A বা B কোনো অ্যাগ্লুটিনোজেন নেই। তাই যেকোনো গ্রুপের গ্রহীতার রক্তরসে থাকা অ্যাগ্লুটিনিন এই RBC-কে জমাট বাঁধাতে পারে না।

10. Rh ফ্যাক্টর কী? কারা এটি আবিষ্কার করেন?
উত্তর: RBC-র পর্দায় থাকা D অ্যান্টিজেনকে Rh ফ্যাক্টর বলে। 1940 সালে ল্যান্ডস্টেইনার ও ওয়াইনার রেসাস বানরের RBC-তে এটি আবিষ্কার করেন। মানুষের প্রায় 85% Rh^+।

11. এরিথ্রোব্লাস্টোসিস ফিটালিস কেন হয়?
উত্তর: Rh^- মায়ের প্রথম Rh^+ সন্তানের জন্মের সময় ভ্রূণের RBC মায়ের রক্তে মিশে anti-Rh অ্যান্টিবডি তৈরি করে। পরের Rh^+ ভ্রূণের গর্ভে এই অ্যান্টিবডি প্ল্যাসেন্টা পেরিয়ে ভ্রূণের RBC ধ্বংস করে।

12. অ্যাগ্লুটিনোজেন ও অ্যাগ্লুটিনিনের পার্থক্য কী?
উত্তর: অ্যাগ্লুটিনোজেন হলো RBC-র পর্দায় থাকা অ্যান্টিজেন (A, B)। অ্যাগ্লুটিনিন হলো রক্তরসে থাকা অ্যান্টিবডি (anti-A, anti-B)।

13. BT ও CT কী? এদের স্বাভাবিক মান লেখো।
উত্তর: BT (Bleeding time) হলো ক্ষত থেকে রক্তক্ষরণ বন্ধ হতে সময়, প্রায় 1-3 মিনিট। CT (Clotting time) হলো দেহ থেকে বের করা রক্ত জমাট বাঁধতে সময়, প্রায় 5-12 মিনিট।

14. হিমোফিলিয়া A ও B-র কারণ কী?
উত্তর: হিমোফিলিয়া A-তে ফ্যাক্টর VIII (AHF) এবং হিমোফিলিয়া B-তে ফ্যাক্টর IX (ক্রিসমাস ফ্যাক্টর) অনুপস্থিত থাকে। দুটিই X-সংলগ্ন প্রচ্ছন্ন বংশগত রোগ, তাই পুরুষে বেশি দেখা যায়।

15. রক্তরস ও সিরামের দুটি পার্থক্য লেখো।
উত্তর: রক্তরসে ফাইব্রিনোজেন ও অন্যান্য স্কন্দন-উপাদান থাকে, সিরামে থাকে না। তঞ্চননিরোধক মিশিয়ে রক্ত থেকে রক্তরস এবং রক্ত জমাট বাঁধার পর রক্তস্কন্দ থেকে সিরাম পাওয়া যায়।

16. লসিকায় RBC ও অণুচক্রিকা থাকে না কেন?
উত্তর: লসিকা কলারস থেকে তৈরি। RBC ও অণুচক্রিকা বড় কণিকা হওয়ায় কৈশিকের প্রাচীর ভেদ করে কলারসে আসতে পারে না। তাই লসিকায় শুধু লিম্ফোসাইট ও মনোসাইট থাকে।

17. সিস্টার্না কাইলি কী?
উত্তর: বক্ষ নালির (thoracic duct) নিচের ফোলা থলির মতো অংশকে সিস্টার্না কাইলি বলে। এখানে অন্ত্র ও নিম্নাঙ্গের লসিকা জমা হয়।

18. ট্রাইকাস্পিড কপাটিকার অবস্থান ও কাজ লেখো।
উত্তর: এটি ডান অলিন্দ ও ডান নিলয়ের মাঝে থাকে। নিলয় সংকোচনের সময় এটি রক্তকে ডান নিলয় থেকে ডান অলিন্দে ফিরতে দেয় না।

19. কর্ডি টেন্ডিনির কাজ কী?
উত্তর: কর্ডি টেন্ডিনি তন্তু অলিন্দ-নিলয় কপাটিকার প্রান্তকে প্যাপিলারি পেশির সঙ্গে যুক্ত রাখে। নিলয় সংকোচনের সময় এরা কপাটিকাকে অলিন্দের দিকে উল্টে যেতে দেয় না।

20. ধমনির প্রাচীর শিরার চেয়ে পুরু কেন?
উত্তর: ধমনি হৃৎপিণ্ড থেকে বেরোনো উচ্চ চাপের রক্ত বহন করে। তাই এর প্রাচীরে পুরু পেশি ও স্থিতিস্থাপক তন্তু থাকে, যা চাপ সহ্য করে এবং প্রবাহ মসৃণ রাখে।

21. হৃদচক্র কাকে বলে? এর স্থায়িত্ব কত?
উত্তর: হৃৎপিণ্ডের এক স্পন্দনের শুরু থেকে পরবর্তী স্পন্দনের শুরু পর্যন্ত ঘটনাগুলোর পুনরাবৃত্তিকে হৃদচক্র বলে। মিনিটে 72 বার স্পন্দনে একটি চক্র প্রায় 0.8 s।

22. প্রথম হৃদধ্বনি কীভাবে সৃষ্টি হয়?
উত্তর: নিলয় সংকোচনের শুরুতে ট্রাইকাস্পিড ও বাইকাস্পিড কপাটিকা হঠাৎ বন্ধ হয়ে প্রথম ধ্বনি (লাব) সৃষ্টি করে। এটি দীর্ঘ ও গভীর।

23. স্ট্রোক ভলিউম ও হার্ট-উৎপাদের সম্পর্ক লেখো।
উত্তর: হার্ট-উৎপাদ = স্ট্রোক ভলিউম × হৃদস্পন্দন হার। সুস্থ প্রাপ্তবয়স্কে 70 mL × 72 ≈ 5 L/মিনিট।

24. ESR কী? কোন অবস্থায় এটি বাড়ে?
উত্তর: তঞ্চননিরোধক মেশানো রক্তে প্রথম ঘণ্টায় RBC যত মিলিমিটার নিচে থিতিয়ে যায়, তাকে ESR বলে। সংক্রমণ, যক্ষ্মা, অ্যানিমিয়া ও গর্ভাবস্থায় এটি বাড়ে।

3 নম্বরের প্রশ্ন (33টি)

1. রক্তরসের উপাদানগুলো ও তাদের কাজ লেখো।

- জল (প্রায় 91-92%) দ্রাবক হিসেবে পদার্থ বহন করে ও তাপ ছড়িয়ে দেয়।
- প্রোটিন (প্রায় 7-8%): অ্যালবুমিন অভিস্রবণ চাপ বজায় রাখে, গ্লোবিউলিন প্রতিরক্ষা দেয়, ফাইব্রিনোজেন ও প্রোথ্রম্বিন রক্ত জমাট বাঁধায়।
- বাকি 1-2%: Na^+, K^+, Ca^{2+}, HCO_3^--র মতো আয়ন, গ্লুকোজ, ইউরিয়া, গ্যাস, হরমোন ও এনজাইম। এরা সাম্য রক্ষা, পুষ্টি জোগান ও বর্জ্য পরিবহণ করে।

2. RBC দ্বি-অবতল চাকতির মতো কেন? তিনটি সুবিধা লেখো।

- পৃষ্ঠতলের ক্ষেত্রফল বেশি, ফলে O_2 ও CO_2-র বিনিময় দ্রুত হয়।
- কণিকা নমনীয়, তাই নিজের ব্যাসের চেয়ে সরু কৈশিকের মধ্য দিয়ে যেতে পারে।
- মাঝের অংশ পাতলা হওয়ায় হিমোগ্লোবিন পৃষ্ঠের কাছে থাকে, তাই O_2 বিনিময় কার্যকর হয়।

3. হিমোগ্লোবিনের গঠন ও O_2 বহন ক্ষমতা লেখো।

- Hb চারটি পলিপেপটাইড শৃঙ্খল (2α + 2β গ্লোবিন) দিয়ে গঠিত এবং প্রতিটিতে একটি হিম গ্রুপ আছে।
- প্রতিটি হিমে একটি Fe^{2+} থাকে, তাই একটি Hb অণু 4টি O_2 বহন করে।
- 1 g Hb প্রায় 1.34 mL O_2 বহন করে। স্বাভাবিক মান পুরুষে 14-17 g/dL এবং মহিলায় 12-16 g/dL।

4. এরিথ্রোপয়েসিস কী? এটি কীভাবে নিয়ন্ত্রিত হয়?

- RBC তৈরির প্রক্রিয়াকে এরিথ্রোপয়েসিস বলে। প্রাপ্তবয়স্কে লাল অস্থিমজ্জায় এবং ভ্রূণে যকৃত ও প্লীহায় এটি ঘটে।
- অপরিণত কোষ রেটিকিউলোসাইট দশা পেরিয়ে নিউক্লিয়াস হারিয়ে পরিণত RBC হয়।
- আয়রন, ভিটামিন B_{12}, ফলিক অ্যাসিড ও প্রোটিন লাগে। কিডনি থেকে নিঃসৃত এরিথ্রোপয়েটিন হরমোন O_2-র অভাবে এই প্রক্রিয়া বাড়ায়।

5. WBC-র শ্রেণিবিভাগ শতকরা হারসহ লেখো।

- সাইটোপ্লাজমে দানার ভিত্তিতে WBC দুই শ্রেণির।
- দানাদার: নিউট্রোফিল (60-70%), ইওসিনোফিল (2-4%), বেসোফিল (0-1%)।
- দানাহীন: লিম্ফোসাইট (20-30%) ও মনোসাইট (5-10%)।

6. নিউট্রোফিল, লিম্ফোসাইট ও মনোসাইটের কাজ লেখো।

- নিউট্রোফিল জীবাণু ভক্ষণ করে এবং সংক্রমণে সবার আগে পৌঁছায়।
- লিম্ফোসাইটের B কোষ অ্যান্টিবডি তৈরি করে এবং T কোষ কোষ-মধ্যস্থ প্রতিরক্ষা দেয়।
- মনোসাইট সবচেয়ে বড় WBC; এরা ম্যাক্রোফেজে পরিণত হয়ে জীবাণু ও মৃত কোষ ভক্ষণ করে।

7. লিউকোসাইটোসিস, লিউকোপেনিয়া ও থ্রম্বোসাইটোপেনিয়া বলতে কী বোঝো?

- লিউকোসাইটোসিসে WBC-র সংখ্যা স্বাভাবিকের চেয়ে বেশি হয়; এটি সাধারণত সংক্রমণের লক্ষণ।
- লিউকোপেনিয়ায় WBC কমে যায়, ফলে রোগপ্রতিরোধ ক্ষমতা কমে।
- থ্রম্বোসাইটোপেনিয়ায় অণুচক্রিকা কমে যায়; ফলে সহজে রক্তপাত হয় ও ত্বকে পারপিউরার দাগ পড়ে।

8. ABO পদ্ধতিতে প্রতিটি রক্তগ্রুপের অ্যাগ্লুটিনোজেন ও অ্যাগ্লুটিনিন লেখো।

- A গ্রুপ: অ্যাগ্লুটিনোজেন A, অ্যাগ্লুটিনিন anti-B। B গ্রুপ: অ্যাগ্লুটিনোজেন B, অ্যাগ্লুটিনিন anti-A।
- AB গ্রুপ: অ্যাগ্লুটিনোজেন A ও B দুটিই, কোনো অ্যাগ্লুটিনিন নেই।
- O গ্রুপ: কোনো অ্যাগ্লুটিনোজেন নেই, অ্যাগ্লুটিনিন anti-A ও anti-B দুটিই আছে।

9. AB গ্রুপকে সর্বজনীন গ্রহীতা বলা হয় কেন?

- AB গ্রুপের রক্তরসে anti-A বা anti-B কোনো অ্যাগ্লুটিনিন নেই।
- তাই A, B, AB বা O যেকোনো গ্রুপের RBC এতে জমাট বাঁধে না।
- তবে বাস্তবে একই গ্রুপের রক্ত দেওয়াই নিরাপদ এবং ক্রস ম্যাচিং করা হয়, কারণ Rh ও অন্যান্য অমিল থাকতে পারে।

10. রক্ত সঞ্চালনের সময় কী কী সতর্কতা নিতে হয়?

- দাতা ও গ্রহীতার ABO ও Rh গ্রুপ মেলাতে হবে এবং ক্রস ম্যাচিং করতে হবে।
- দাতার রক্তে HIV, হেপাটাইটিস B ও C, সিফিলিস ও ম্যালেরিয়ার জীবাণু আছে কি না পরীক্ষা করতে হবে।
- জীবাণুমুক্ত সূচ ও সিরিঞ্জ ব্যবহার করতে হবে।

11. এরিথ্রোব্লাস্টোসিস ফিটালিস কীভাবে প্রতিরোধ করা যায়?

- Rh^- মা Rh^+ সন্তানের জন্ম দিলে প্রসবের 72 ঘণ্টার মধ্যে মাকে anti-D ইনজেকশন দেওয়া হয়।

- এটি মায়ের রক্তে ঢোকা ভ্রূণের Rh^+ RBC নষ্ট করে, ফলে মায়ের দেহে anti-Rh অ্যান্টিবডি তৈরি হয় না।
- এতে পরের Rh^+ গর্ভে ভ্রূণ নিরাপদ থাকে। Rh^- ব্যক্তিকে Rh^+ রক্ত দেওয়াও এড়াতে হয়।

12. রক্তস্কন্দনের তিনটি ধাপ সংক্ষেপে লেখো।

- ধাপ 1: অন্তঃস্থ ও বহিঃস্থ পথে প্রোথ্রম্বিন অ্যাক্টিভেটর তৈরি হয়।
- ধাপ 2: অ্যাক্টিভেটর Ca^{2+}-এর উপস্থিতিতে প্রোথ্রম্বিনকে থ্রম্বিনে পরিণত করে।
- ধাপ 3: থ্রম্বিন ফাইব্রিনোজেনকে ফাইব্রিনে পরিণত করে। ফাইব্রিন জালে কণিকা আটকে রক্তস্কন্দ (clot) তৈরি হয়।

13. রক্তস্কন্দনের অন্তঃস্থ ও বহিঃস্থ পথের পার্থক্য লেখো।

- অন্তঃস্থ পথে সব ফ্যাক্টর রক্তেই থাকে; ক্ষতস্থানে কোলাজেনের সংস্পর্শে ফ্যাক্টর XII সক্রিয় হয়ে প্রক্রিয়া শুরু করে। বহিঃস্থ পথে ক্ষতিগ্রস্ত কলা থেকে থ্রম্বোপ্লাস্টিন (টিস্যু ফ্যাক্টর) আসে।
- অন্তঃস্থ পথ ধীর (কয়েক মিনিট); বহিঃস্থ পথ দ্রুত (কয়েক সেকেন্ড)।
- দুটি পথ শেষে একই ধাপে পৌঁছায়: প্রোথ্রম্বিন অ্যাক্টিভেটর তৈরি।

14. তঞ্চননিরোধক পদার্থ কাকে বলে? প্রাকৃতিক ও কৃত্রিম উদাহরণ লেখো।

- যে পদার্থ রক্তস্কন্দনে বাধা দেয়, তাকে তঞ্চননিরোধক পদার্থ বলে।
- প্রাকৃতিক: হেপারিন (মাস্ট কোষ ও বেসোফিল থেকে) এবং হিরুডিন (জোঁকের লালায়)।
- কৃত্রিম: সোডিয়াম সাইট্রেট, অক্সালেট ও EDTA রক্ত থেকে Ca^{2+} সরিয়ে স্কন্দন আটকায়। ওয়ারফারিন ভিটামিন K-এর কাজে বাধা দেয়।

15. পারপিউরা, থ্রম্বোসিস ও এম্বোলাস কী?

- পারপিউরা: অণুচক্রিকা কমে ত্বকের নিচে ছোট ছোট রক্তক্ষরণে লাল-বেগুনি দাগ পড়া।
- থ্রম্বোসিস: রক্তবাহের ভেতরেই রক্ত জমাট বাঁধা; জমাট অংশকে থ্রম্বাস বলে।
- এম্বোলাস: থ্রম্বাস বা অন্য কোনো বস্তু ভেসে গিয়ে সরু রক্তবাহ আটকালে তাকে এম্বোলাস বলে।

16. লসিকার তিনটি কাজ লেখো।

- অন্ত্রে শোষিত চর্বি ও ফ্যাটে দ্রবণীয় ভিটামিন লসিকার ল্যাকটিয়াল দিয়ে রক্তে পৌঁছায়।
- অতিরিক্ত কলারস ও প্রোটিন রক্তে ফিরিয়ে দিয়ে তরলের সাম্য বজায় রাখে।
- লসিকা গ্রন্থিতে জীবাণু আটকায় এবং লিম্ফোসাইট অ্যান্টিবডি তৈরি করে।

17. রক্ত ও লসিকার তিনটি পার্থক্য লেখো।

- রক্ত লাল, লসিকা বর্ণহীন।
- রক্তে RBC ও অণুচক্রিকা আছে, লসিকায় নেই; লসিকায় শুধু লিম্ফোসাইট ও মনোসাইট আছে।
- রক্তে প্রোটিন ও O_2 বেশি, লসিকায় কম। রক্ত হৃৎপিণ্ড থেকে ও হৃৎপিণ্ডের দিকে প্রবাহিত হয়, লসিকা শুধু হৃৎপিণ্ডের দিকে।

18. মুক্ত ও বদ্ধ সংবহনতন্ত্রের তিনটি পার্থক্য লেখো।

- মুক্ত তন্ত্রে রক্ত রক্তবাহ থেকে বেরিয়ে দেহগহ্বরে কলাকোশের সংস্পর্শে আসে; বদ্ধ তন্ত্রে সবসময় রক্তবাহের ভেতরে থাকে।
- মুক্ত তন্ত্রে রক্তকে হিমোলিম্ফ বলে; বদ্ধ তন্ত্রে রক্ত।
- মুক্ত তন্ত্র আর্থ্রোপোডা ও মোলাস্কায়; বদ্ধ তন্ত্র অ্যানেলিডা ও মেরুদণ্ডীতে (মানুষ সহ)।

19. ধমনি ও শিরার তিনটি পার্থক্য লেখো।

- ধমনি হৃৎপিণ্ড থেকে রক্ত দেহে বহন করে; শিরা দেহ থেকে রক্ত হৃৎপিণ্ডে ফেরায়।
- ধমনির প্রাচীর পুরু ও গহ্বর সরু; শিরার প্রাচীর পাতলা ও গহ্বর প্রশস্ত।
- শিরায় কপাটিকা থাকে, ধমনিতে থাকে না। ধমনির রক্তচাপ বেশি ও স্পন্দনশীল।

20. হৃৎপিণ্ডের প্রাচীরের তিনটি স্তর লেখো।

- বাইরের স্তর এপিকার্ডিয়াম, যা পেরিকার্ডিয়ামের ভেতরের স্তরেরই অংশ।
- মাঝের স্তর মায়োকার্ডিয়াম; এটি হৃৎপেশি দিয়ে গঠিত, পুরু ও সংকোচনশীল।

- ভেতরের স্তর এন্ডোকার্ডিয়াম, যা প্রকোষ্ঠের ভেতরে মসৃণ আস্তরণ তৈরি করে।

21. বাম নিলয়ের প্রাচীর ডান নিলয়ের চেয়ে পুরু কেন?

- বাম নিলয় রক্তকে মহাধমনি দিয়ে সারা দেহে উচ্চ চাপে পাঠায়।
- ডান নিলয় রক্তকে শুধু কাছের ফুসফুসে পাঠায়, যেখানে চাপ কম লাগে।
- বেশি চাপ তৈরির জন্য বাম নিলয়ের মায়োকার্ডিয়াম বেশি পুরু।

22. একটি হৃদচক্রে অলিন্দ ও নিলয়ের সিস্টোল-ডায়াস্টোলের সময় লেখো।

- অলিন্দের সিস্টোল প্রায় 0.1 s এবং ডায়াস্টোল প্রায় 0.7 s।
- নিলয়ের সিস্টোল প্রায় 0.3 s এবং ডায়াস্টোল প্রায় 0.5 s।
- সম্পূর্ণ চক্র প্রায় 0.8 s; এর মধ্যে প্রায় 0.4 s দুই প্রকোষ্ঠই প্রসারিত থাকে।

23. প্রথম ও দ্বিতীয় হৃদধ্বনির তিনটি পার্থক্য লেখো।

- প্রথম ধ্বনি (লাব) নিলয় সংকোচনের শুরুতে অলিন্দ-নিলয় কপাটিকা বন্ধ হলে; দ্বিতীয় ধ্বনি (ডাব) নিলয় প্রসারণের শুরুতে অর্ধচন্দ্রাকৃতি কপাটিকা বন্ধ হলে।
- প্রথম ধ্বনি দীর্ঘ (প্রায় 0.10-0.17 s); দ্বিতীয় ধ্বনি ছোট (প্রায় 0.10-0.14 s)।
- প্রথম ধ্বনি গভীর ও কম তীব্র; দ্বিতীয় ধ্বনি তীক্ষ্ণ।

24. স্টারলিংয়ের সূত্র কী? হার্ট-উৎপাদ নিয়ন্ত্রণকারী আরও দুটি কারণ লেখো।

- স্টারলিংয়ের সূত্র: নিলয়ে রক্ত বেশি ঢুকলে পেশি বেশি প্রসারিত হয় এবং পরের সংকোচন জোরালো হয়, ফলে স্ট্রোক ভলিউম বাড়ে।
- হৃদস্পন্দন হার বাড়লে সাধারণত হার্ট-উৎপাদ বাড়ে।
- শিরার রক্ত প্রত্যাবর্তন ও মায়োকার্ডিয়ামের সংকোচনশীলতাও হার্ট-উৎপাদ নিয়ন্ত্রণ করে।

25. ফিকের নীতি ব্যবহার করে হার্ট-উৎপাদ নির্ণয় করো: মিনিটে O_2 গ্রহণ 300 mL, ধমনির রক্তে O_2 20 mL/100 mL, শিরার রক্তে 15 mL/100 mL।

- ধমনি ও শিরার O_2-র পার্থক্য = 20 – 15 = 5 mL/100 mL = 0.05 mL প্রতি mL রক্তে।
- হার্ট-উৎপাদ = মিনিটে O_2 গ্রহণ ÷ O_2 পার্থক্য = 300 ÷ 0.05 = 6000 mL/মিনিট।
- অতএব হার্ট-উৎপাদ = 6 L/মিনিট।

26. ECG-র P তরঙ্গ, QRS কমপ্লেক্স ও T তরঙ্গের তাৎপর্য লেখো।

- P তরঙ্গ অলিন্দের ডিপোলারাইজেশন বা অলিন্দ সংকোচনের বৈদ্যুতিক সংকেত বোঝায়।
- QRS কমপ্লেক্স নিলয়ের ডিপোলারাইজেশন বা নিলয় সংকোচনের সংকেত। এ সময় অলিন্দের রিপোলারাইজেশনও ঘটে, কিন্তু QRS-এ তা চাপা পড়ে।
- T তরঙ্গ নিলয়ের রিপোলারাইজেশন বা নিলয় প্রসারণের সংকেত।

27. দ্বি-সংবহনের তিনটি সুবিধা লেখো।

- অক্সিজেনযুক্ত ও অক্সিজেনহীন রক্ত মেশে না, তাই দেহকোষ সর্বোচ্চ O_2 পায়।
- দৈহিক সংবহন উচ্চ চাপে হয়, ফলে দূরের কলায় দ্রুত রক্ত পৌঁছায়।
- ফুসফুসীয় সংবহন কম চাপে হওয়ায় ফুসফুসের সূক্ষ্ম কৈশিক নিরাপদ থাকে।

28. SA নোড থেকে উদ্দীপনা কোন পথে নিলয়ে ছড়ায়? ক্রমানুসারে লেখো।

- SA নোড উদ্দীপনা সৃষ্টি করে অলিন্দ প্রাচীরে ছড়ায়, ফলে অলিন্দ সংকুচিত হয়।
- উদ্দীপনা AV নোডে পৌঁছায়, যেখানে প্রায় 0.1 s বিলম্ব হয়। এই সময়ে অলিন্দ নিলয়কে রক্তে ভরে।
- এরপর AV বান্ডিল, তার ডান ও বাম শাখা এবং পারকিঞ্জি তন্তু দিয়ে উদ্দীপনা সারা নিলয়ে ছড়িয়ে একসঙ্গে সংকোচন ঘটায়।

29. কোনো ব্যক্তির SP 130 mm Hg ও DP 85 mm Hg হলে তার নাড়ি চাপ ও গড় চাপ নির্ণয় করো।

- নাড়ি চাপ (PP) = SP – DP = 130 – 85 = 45 mm Hg।

- গড় চাপ (MP) = DP + 1/3 PP = 85 + 45/3 = 85 + 15 = 100 mm Hg।
- এই ব্যক্তির রক্তচাপ 120/80-এর চেয়ে সামান্য বেশি, তাই নিয়মিত পরীক্ষা করানো উচিত।

30. উচ্চ রক্তচাপ (হাইপারটেনশন) কাকে বলে? এর কারণ ও ক্ষতি লেখো।

- রক্তচাপ বারবার 140/90 mm Hg-এর বেশি থাকলে তাকে উচ্চ রক্তচাপ বলে। প্রায় 90-95% ক্ষেত্রে কারণ অজানা (প্রাথমিক)।
- ঝুঁকির কারণ: স্থূলতা, বেশি লবণ, ধূমপান, মানসিক চাপ ও বংশগত প্রবণতা। কিডনি বা এন্ডোক্রাইন রোগে গৌণ উচ্চ রক্তচাপ হয়।
- দীর্ঘদিন থাকলে হৃদরোগ, স্ট্রোক ও কিডনি নষ্ট হতে পারে।

31. অ্যাথেরোস্ক্লেরোসিস কী? এর কারণ ও লক্ষণ লেখো।

- করোনারি ধমনির ভেতরের স্তরে কোলেস্টেরল, চর্বি ও ক্যালসিয়াম জমে গহ্বর সরু হওয়াকে অ্যাথেরোস্ক্লেরোসিস বা CAD বলে।
- কারণ: বেশি LDL কোলেস্টেরল, ধূমপান, ডায়াবেটিস, উচ্চ রক্তচাপ ও স্থূলতা।
- লক্ষণ: বুকে চাপ বা ব্যথা, শ্বাসকষ্ট ও ক্লান্তি। প্রতিরোধে স্বাস্থ্যকর খাদ্য, ব্যায়াম ও ধূমপান বর্জন দরকার।

32. হার্ট ফেলিওর, হার্ট অ্যাটাক ও কার্ডিয়াক অ্যারেস্টের পার্থক্য লেখো।

- হার্ট ফেলিওরে হৃৎপিণ্ড চালু থাকে, কিন্তু দেহের প্রয়োজনমতো রক্ত পাম্প করতে পারে না।
- হার্ট অ্যাটাকে করোনারি ধমনি বন্ধ হয়ে হৃৎপিণ্ডের পেশির একটি অংশ মারা যায়।
- কার্ডিয়াক অ্যারেস্টে হৃৎপিণ্ড হঠাৎ সম্পূর্ণ স্পন্দন বন্ধ করে দেয়।

33. রক্তস্কন্দনের ক্যাসকেড তত্ত্ব সংক্ষেপে লেখো।

- রক্তস্কন্দনে প্রতিটি নিষ্ক্রিয় ফ্যাক্টর সক্রিয় হয়ে পরের ফ্যাক্টরকে সক্রিয় করে, তাই সংকেত ধাপে ধাপে বহুগুণ বাড়ে।
- অন্তঃস্থ ও বহিঃস্থ দুই পথই ফ্যাক্টর X সক্রিয় করে; সেখান থেকে সাধারণ পথে প্রোথ্রম্বিন থ্রম্বিনে পরিণত হয়।
- থ্রম্বিন ফাইব্রিনোজেনকে ফাইব্রিনে পরিণত করে এবং ফ্যাক্টর XIII জালকে দৃঢ় করে স্কন্দ তৈরি করে।

5 নম্বরের প্রশ্ন (12টি)

1. রক্তের উপাদান আলোচনা করো। রক্তরসের গঠন ও কাজ লেখো।

- রক্ত মেসোডার্মজাত বিশেষ তরল যোজক কলা, যা হৃৎপিণ্ড ও রক্তবাহের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয়। এর প্রায় 55% রক্তরস এবং প্রায় 45% কোষীয় উপাদান।
- **রক্তরস:** ঈষৎ হলুদ তরল। এতে জল প্রায় 91-92%, প্রোটিন প্রায় 7-8% এবং অন্যান্য পদার্থ প্রায় 1-2%।
- **প্রোটিন ও কাজ:** অ্যালবুমিন অভিস্রবণ চাপ বজায় রাখে; গ্লোবিউলিন প্রতিরক্ষা ও পরিবহণে সাহায্য করে; ফাইব্রিনোজেন ও প্রোথ্রম্বিন রক্ত জমাট বাঁধায়।
- **অন্যান্য উপাদান:** Na^+, K^+, Ca^{2+}, HCO_3^- ইত্যাদি আয়ন; গ্লুকোজ, লিপিড, ইউরিয়া, ক্রিয়েটিনিন; দ্রবীভূত O_2, CO_2, N_2; হরমোন, ভিটামিন ও এনজাইম।
- **কোষীয় উপাদান:** লোহিত রক্তকণিকা (RBC), শ্বেত রক্তকণিকা (WBC) ও অণুচক্রিকা।
- **রক্তের কাজ:** পরিবহণ, প্রতিরক্ষা, রক্তস্কন্দন, তাপ নিয়ন্ত্রণ এবং pH, অভিস্রবণ ও জলের সাম্য রক্ষা।
- **চিত্র:** রক্ত থেকে রক্তরস ও কোষীয় উপাদানে বিভক্ত একটি শাখা-চিত্র আঁকতে হবে।

2. লোহিত রক্তকণিকার গঠন, উৎপত্তি, ধ্বংস ও কাজ আলোচনা করো। হিমোগ্লোবিনের গঠন লেখো।

- **গঠন:** দ্বি-অবতল চাকতির মতো, ব্যাস প্রায় 7.2 µm। পরিণত RBC-তে নিউক্লিয়াস, মাইটোকন্ড্রিয়া ও ER থাকে না। সংখ্যা পুরুষে প্রায় 50 লক্ষ ও মহিলায় প্রায় 45 লক্ষ প্রতি mm^3।
- **উৎপত্তি:** প্রাপ্তবয়স্কে লাল অস্থিমজ্জায়, ভ্রূণে যকৃত ও প্লীহায়। আয়রন, ভিটামিন B_{12}, ফলিক অ্যাসিড ও প্রোটিন লাগে; কিডনির এরিথ্রোপয়েটিন হরমোন প্রক্রিয়া বাড়ায়।
- **আয়ু ও ধ্বংস:** প্রায় 120 দিন। এরপর প্লীহা ও যকৃতে ধ্বংস হয়, তাই প্লীহা RBC-র গোরস্থান। আয়রন পুনর্ব্যবহৃত হয় এবং বাকি অংশ থেকে পিত্তরঞ্জক তৈরি হয়।
- **হিমোগ্লোবিন:** চারটি পলিপেপটাইড শৃঙ্খল (2α + 2β) ও প্রতিটিতে একটি হিম গ্রুপ (Fe^{2+})। একটি Hb অণু 4টি O_2 বহন করে। 1 g Hb প্রায় 1.34 mL O_2 বহন করে। স্বাভাবিক মান পুরুষে 14-17 ও মহিলায় 12-16 g/dL। ভ্রূণীয় Hb (HbF) 2α + 2γ এবং এর O_2-আসক্তি বেশি।
- **RBC-র কাজ:** O_2 ও CO_2 পরিবহণ, রক্তের pH বাফার হিসেবে কাজ এবং সান্দ্রতা বজায় রাখা।

- **চিত্র:** RBC-র দ্বি-অবতল আকৃতির প্রস্থচ্ছেদ ও Hb অণুর চিত্র আঁকতে হবে।

3. শ্বেত রক্তকণিকার শ্রেণিবিভাগ ও প্রতিটির কাজ লেখো।

- WBC নিউক্লিয়াসযুক্ত ও বর্ণহীন। সংখ্যা প্রতি mm^3-এ প্রায় 6000-8000। এরা অ্যামিবার মতো চলে এবং ডায়াপিডেসিসে কৈশিকের প্রাচীর ভেদ করে বাইরে আসে। সাইটোপ্লাজমে দানার ভিত্তিতে দুই শ্রেণি।
- **দানাদার:** নিউট্রোফিল (60-70%) জীবাণু ভক্ষণ করে ও প্রথম প্রতিরক্ষা দেয়। ইওসিনোফিল (2-4%) অ্যালার্জি ও পরজীবী সংক্রমণে বাড়ে ও প্রদাহে অংশ নেয়। বেসোফিল (0-1%) হিস্টামিন ও হেপারিন নিঃসরণ করে।
- **দানাহীন:** লিম্ফোসাইট (20-30%): B কোষ অ্যান্টিবডি তৈরি করে, T কোষ কোষ-মধ্যস্থ প্রতিরক্ষা দেয়। মনোসাইট (5-10%): সবচেয়ে বড় WBC, ম্যাক্রোফেজে পরিণত হয়ে ভক্ষণ করে।
- **অস্বাভাবিকতা:** সংখ্যা বেশি হলে লিউকোসাইটোসিস (সংক্রমণের লক্ষণ), কম হলে লিউকোপেনিয়া (প্রতিরোধ ক্ষমতা কমে)।
- **চিত্র:** পাঁচ ধরনের WBC-র নিউক্লিয়াসের আকারসহ চিত্র আঁকতে হবে।

4. ABO ও Rh রক্তগ্রুপ পদ্ধতি আলোচনা করো। এরিথ্রোব্লাস্টোসিস ফিটালিস কী?

- **ABO:** 1901 সালে ল্যান্ডস্টেইনার আবিষ্কার করেন। RBC-তে অ্যাগ্লুটিনোজেন (A, B) এবং রক্তরসে অ্যাগ্লুটিনিন (anti-A, anti-B) থাকে। A: A ও anti-B; B: B ও anti-A; AB: A ও B, কোনো অ্যাগ্লুটিনিন নেই; O: কোনো অ্যাগ্লুটিনোজেন নেই, anti-A ও anti-B আছে।
- **সঞ্চালন:** O সর্বজনীন দাতা (RBC-তে অ্যাগ্লুটিনোজেন নেই), AB সর্বজনীন গ্রহীতা (রক্তরসে অ্যাগ্লুটিনিন নেই)। অমিল গ্রুপের রক্ত মিশলে অ্যাগ্লুটিনেশন ঘটে।
- **Rh:** 1940 সালে ল্যান্ডস্টেইনার ও ওয়াইনার রেসাস বানরে এটি আবিষ্কার করেন। RBC-তে D অ্যান্টিজেন থাকলে Rh^+ (প্রায় 85%), না থাকলে Rh^-। Rh^- ব্যক্তি Rh^+ রক্ত পেলে anti-Rh অ্যান্টিবডি তৈরি হয়।
- **এরিথ্রোব্লাস্টোসিস ফিটালিস:** Rh^- মা ও Rh^+ ভ্রূণ হলে প্রথম প্রসবে ভ্রূণের RBC মায়ের রক্তে মিশে anti-Rh তৈরি করে। পরের Rh^+ ভ্রূণে এই অ্যান্টিবডি প্ল্যাসেন্টা পেরিয়ে RBC ধ্বংস করে; ফলে ভ্রূণে রক্তাল্পতা ও জন্ডিস হয়।
- **প্রতিরোধ:** প্রথম সন্তানের জন্মের 72 ঘণ্টার মধ্যে মাকে anti-D ইনজেকশন।

5. রক্তস্কন্দনের পদ্ধতি বর্ণনা করো।

- রক্ত তরল থেকে জেলির মতো জমাট বেঁধে রক্তক্ষরণ বন্ধ করাকে রক্তস্কন্দন বলে। এতে 13টি ফ্যাক্টর, Ca^{2+} ও ভিটামিন K অংশ নেয়।
- **ধাপ 1, প্রোথ্রম্বিন অ্যাক্টিভেটর গঠন:** অন্তঃস্থ পথে কোলাজেনের সংস্পর্শে ফ্যাক্টর XII সক্রিয় হয়ে পরপর ফ্যাক্টর সক্রিয় হয়; এটি ধীর। বহিঃস্থ পথে ক্ষতিগ্রস্ত কলার টিস্যু ফ্যাক্টর (থ্রম্বোপ্লাস্টিন) দ্রুত প্রক্রিয়া শুরু করে।
- **ধাপ 2:** প্রোথ্রম্বিন অ্যাক্টিভেটর Ca^{2+}-এর উপস্থিতিতে নিষ্ক্রিয় প্রোথ্রম্বিনকে সক্রিয় থ্রম্বিনে পরিণত করে।
- **ধাপ 3:** থ্রম্বিন দ্রবণীয় ফাইব্রিনোজেনকে অদ্রবণীয় ফাইব্রিন তন্তুতে পরিণত করে। ফ্যাক্টর XIII ও Ca^{2+} এই জালকে দৃঢ় করে। জালে RBC, WBC ও অণুচক্রিকা আটকে রক্তস্কন্দ তৈরি হয়।
- **ফল:** রক্তস্কন্দ থেকে সিরাম নির্গত হয়। হিমোফিলিয়ায় ফ্যাক্টর VIII বা IX না থাকায় প্রক্রিয়া ব্যাহত হয়।
- **চিত্র:** ক্ষত, অ্যাক্টিভেটর, থ্রম্বিন, ফাইব্রিন ও স্কন্দের প্রবাহচিত্র আঁকতে হবে।

6. মানব হৃৎপিণ্ডের গঠন বর্ণনা করো। চিত্র আঁকো।

- **অবস্থান ও আকার:** বক্ষগহ্বরে দুই ফুসফুসের মাঝে, কিছুটা বামে। আকার মুষ্টির মতো, ওজন প্রায় 270-300 g।
- **আবরণ ও প্রাচীর:** দ্বিস্তর পেরিকার্ডিয়াম ঘিরে থাকে। প্রাচীর তিন স্তরের: এপিকার্ডিয়াম, মায়োকার্ডিয়াম ও এন্ডোকার্ডিয়াম।
- **প্রকোষ্ঠ:** ডান ও বাম অলিন্দ এবং ডান ও বাম নিলয়। সেপ্টাম ডান ও বাম অংশ আলাদা রাখে। বাম নিলয়ের প্রাচীর সবচেয়ে পুরু।
- **কপাটিকা:** ডান অলিন্দ-নিলয়ে ট্রাইকাস্পিড, বাম অলিন্দ-নিলয়ে বাইকাস্পিড (মাইট্রাল)। ফুসফুসীয় ধমনি ও মহাধমনির গোড়ায় অর্ধচন্দ্রাকৃতি কপাটিকা। কর্ডি টেন্ডিনি ও প্যাপিলারি পেশি অলিন্দ-নিলয় কপাটিকাকে ধরে রাখে।
- **রক্তবাহ সংযোগ:** ডান অলিন্দে ঊর্ধ্ব ও নিম্ন মহাশিরা ও করোনারি সাইনাস; বাম অলিন্দে চারটি ফুসফুসীয় শিরা। ডান নিলয় থেকে ফুসফুসীয় ধমনি এবং বাম নিলয় থেকে মহাধমনি বেরোয়।
- **চিত্র:** চার প্রকোষ্ঠ, কপাটিকা ও মহাশিরা, ফুসফুসীয় ধমনি-শিরা ও মহাধমনিসহ লেবেলযুক্ত চিত্র আঁকতে হবে।

7. হৃদচক্র কী? এর বিভিন্ন দশা ও হৃদধ্বনি আলোচনা করো।

- **হৃদচক্র কাকে বলে:** হৃৎপিণ্ডের এক স্পন্দনের শুরু থেকে পরবর্তী স্পন্দনের শুরু পর্যন্ত যে ঘটনাগুলো ধারাবাহিকভাবে পুনরাবৃত্ত হয়, তাকে হৃদচক্র বলে। প্রতিটি প্রকোষ্ঠ একবার সংকুচিত হয় (সিস্টোল) এবং একবার প্রসারিত হয় (ডায়াস্টোল)। রক্ত সবসময় বেশি চাপের জায়গা থেকে কম চাপের জায়গায় যায় এবং কপাটিকাগুলো তাকে উল্টো দিকে ফিরতে দেয় না। এই চাপের পরিবর্তনই পুরো চক্র নিয়ন্ত্রণ করে। বিশ্রামে হৃদস্পন্দন হার মিনিটে প্রায় 72 বার, তাই একটি চক্র প্রায় 0.8 s (60 ÷ 72 ≈ 0.83)।
- **চক্রের চারটি ঘটনা ও সময়:** এক হৃদচক্রে চারটি প্রধান ঘটনা ঘটে: (1) অলিন্দ সিস্টোল প্রায় 0.1 s, (2) অলিন্দ ডায়াস্টোল প্রায় 0.7 s, (3) নিলয় সিস্টোল প্রায় 0.3 s এবং (4) নিলয় ডায়াস্টোল প্রায় 0.5 s। প্রতি চক্রে প্রায় 0.4 s দুই প্রকোষ্ঠই একসঙ্গে প্রসারিত থাকে। এই সময়ে নিলয় রক্তে ভরে ওঠে এবং হৃৎপেশি বিশ্রাম পায়, তাই হৃৎপিণ্ড সারা জীবন ক্লান্ত না হয়ে চলতে পারে।
- **ধাপ 1, অলিন্দ সিস্টোল (প্রায় 0.1 s):** SA নোডের উদ্দীপনায় দুই অলিন্দ একসঙ্গে সংকুচিত হয়। এ সময় ট্রাইকাস্পিড ও বাইকাস্পিড কপাটিকা খোলা থাকে, তাই অলিন্দের রক্ত নিলয়ে ঠেলে যায়। অর্ধচন্দ্রাকৃতি কপাটিকা এ সময় বন্ধ থাকে। অলিন্দের সংকোচন নিলয় ভরার শেষ অংশ, প্রায় 25-30%, জোগায়। এই ধাপে দুটি দশা আছে:
  - **ডাইন্যামিক ফেজ (প্রথম অর্ধেক, প্রায় 0.05 s):** অলিন্দে রক্ত বেশি থাকায় অলিন্দ থেকে নিলয়ে রক্ত দ্রুত ও বেশি পরিমাণে প্রবেশ করে।
  - **অ্যাডাইন্যামিক ফেজ (দ্বিতীয় অর্ধেক, প্রায় 0.05 s):** অলিন্দে রক্তের পরিমাণ কমে যাওয়ায় নিলয়ে রক্ত প্রবেশের হার কমে যায়।
- **ধাপ 2, অলিন্দ ডায়াস্টোল (প্রায় 0.7 s):** সংকোচনের পর অলিন্দ প্রসারিত হয় এবং পরের সংকোচনের আগে প্রায় 0.7 s এই অবস্থায় থাকে। নিলয় সিস্টোলের সময় অলিন্দ-নিলয় কপাটিকা বন্ধ থাকে, তাই ডান অলিন্দে মহাশিরা ও করোনারি সাইনাস থেকে এবং বাম অলিন্দে ফুসফুসীয় শিরা থেকে রক্ত জমতে থাকে। এরপর নিলয়ের চাপ কমলে কপাটিকা খোলে এবং জমে থাকা রক্ত সরাসরি নিলয়ে নামে। এভাবে অলিন্দ রক্তের সঞ্চয়াগার ও পথ হিসেবে কাজ করে।
- **ধাপ 3, নিলয় সিস্টোল (প্রায় 0.3 s):** উদ্দীপনা AV নোড হয়ে নিলয়ে পৌঁছালে নিলয় সংকুচিত হয়। এই ধাপে তিনটি দশা আছে:
  - **সমআয়তন সংকোচন (প্রায় 0.05 s):** নিলয়ের চাপ অলিন্দের চেয়ে বেশি হওয়ায় অলিন্দ-নিলয় কপাটিকা হঠাৎ বন্ধ হয়, যার ফলে প্রথম হৃদধ্বনি হয়। তখনও নিলয়ের চাপ ধমনির চাপের চেয়ে কম, তাই অর্ধচন্দ্রাকৃতি কপাটিকাও বন্ধ। সব কপাটিকা বন্ধ থাকায় রক্তের আয়তন বদলায় না, শুধু চাপ দ্রুত বাড়ে।
  - **সর্বাধিক নিষ্ক্ষেপ (প্রায় 0.11 s):** বাম নিলয়ের চাপ মহাধমনির চাপ (প্রায় 80 mm Hg) ছাড়ালে অর্ধচন্দ্রাকৃতি কপাটিকা খুলে যায়। এই সময়ে সবচেয়ে বেশি রক্ত, প্রায় দুই-তৃতীয়াংশ, মহাধমনি ও ফুসফুসীয় ধমনিতে ছিটকে যায়।
  - **হ্রাসপ্রাপ্ত নিষ্ক্ষেপ (প্রায় 0.14 s):** নিলয়ে রক্ত কমে আসায় নিষ্ক্ষেপের হার ধীরে ধীরে কমে। মোট নিষ্ক্ষিপ্ত রক্তই স্ট্রোক ভলিউম, প্রায় 70 mL। নিলয়ে প্রায় 120 mL থেকে প্রায় 50 mL রক্ত অবশিষ্ট থাকে।
- **ধাপ 4, নিলয় ডায়াস্টোল (প্রায় 0.5 s):** নিলয় প্রসারিত হতে শুরু করে। এই ধাপে পাঁচটি দশা আছে:
  - **প্রাক-ডায়াস্টোল (প্রায় 0.04 s):** নিলয়ের চাপ ধমনির চাপের চেয়ে কমে যায়। ধমনির রক্ত ফিরে আসতে চাইলে অর্ধচন্দ্রাকৃতি কপাটিকা হঠাৎ বন্ধ হয়, যার ফলে দ্বিতীয় হৃদধ্বনি হয়।
  - **সমআয়তন প্রসারণ (প্রায় 0.08 s):** সব কপাটিকা আবার বন্ধ থাকে। আয়তন স্থির রেখে নিলয়ের চাপ দ্রুত কমে।
  - **প্রথম দ্রুত পূর্তি (প্রায় 0.113 s):** নিলয়ের চাপ অলিন্দের চাপের চেয়ে কমলে অলিন্দ-নিলয় কপাটিকা খোলে এবং অলিন্দে জমে থাকা রক্ত দ্রুত নিলয়ে নামে।
  - **মন্থর পূর্তি বা ডায়াস্টাসিস (প্রায় 0.167 s):** নিলয় প্রায় ভরে এলে রক্ত ধীরে ঢোকে। এ সময় শিরা থেকে অলিন্দের মধ্য দিয়ে সরাসরি রক্ত নিলয়ে আসে।
  - **অন্তিম দ্রুত পূর্তি (প্রায় 0.1 s):** পরের চক্রের অলিন্দ সিস্টোল এই দশায় ঘটে এবং বাকি রক্ত নিলয়ে পৌঁছে দেয়। এরপর চক্র আবার শুরু হয়।

- **হৃদধ্বনি:** হৃদচক্রের সময় কপাটিকা বন্ধ হওয়া ও রক্তপ্রবাহের ফলে যে শব্দ হয়, তাকে হৃদধ্বনি বলে। স্টেথোস্কোপে সাধারণত দুটি ধ্বনি শোনা যায়:
  - **প্রথম ধ্বনি (লাব):** নিলয় সিস্টোলের শুরুতে ট্রাইকাস্পিড ও বাইকাস্পিড কপাটিকা বন্ধ হলে হয়। এটি দীর্ঘ (প্রায় 0.10-0.17 s), গভীর ও কম তীব্র।
  - **দ্বিতীয় ধ্বনি (ডাব):** নিলয় ডায়াস্টোলের শুরুতে অর্ধচন্দ্রাকৃতি কপাটিকা বন্ধ হলে হয়। এটি ছোট (প্রায় 0.10-0.14 s) ও তীক্ষ্ণ।
  - **তৃতীয় ধ্বনি:** প্রথম দ্রুত পূর্তির সময় নিলয়ে রক্ত ঢোকার কম্পনে হয়। এটি খুব মৃদু।
  - **চতুর্থ ধ্বনি:** অলিন্দ সংকোচনের সময় হয়। এটিও খুব মৃদু, আর তৃতীয় ও চতুর্থ ধ্বনি সাধারণত স্টেথোস্কোপে শোনা যায় না।
  - **গুরুত্ব:** কপাটিকায় ত্রুটি থাকলে স্বাভাবিক ধ্বনির সঙ্গে অতিরিক্ত শব্দ (মার্মার) শোনা যায়। এভাবে চিকিৎসক কপাটিকার রোগ বুঝতে পারেন।
- **সারকথা:** হৃদচক্রে চারটি ঘটনা পরপর ঘটে: অলিন্দ সিস্টোল, অলিন্দ ডায়াস্টোল, নিলয় সিস্টোল ও নিলয় ডায়াস্টোল। প্রতিটি ধাপে কপাটিকা শুধু চাপের পার্থক্যে খোলে ও বন্ধ হয়, তাই রক্ত একমুখী প্রবাহিত হয়। অলিন্দ আগে এবং নিলয় পরে সংকুচিত হওয়ায় রক্ত ধারাবাহিকভাবে এগোয়। দুটি প্রধান হৃদধ্বনি যথাক্রমে নিলয় সিস্টোল ও নিলয় ডায়াস্টোলের শুরু চেনায়।
- **চিত্র:** 0.8 s-কে অক্ষ ধরে অলিন্দ ও নিলয়ের সিস্টোল-ডায়াস্টোলের সময়রেখা আঁকতে হবে এবং প্রথম ও দ্বিতীয় হৃদধ্বনির অবস্থান দেখাতে হবে।

This answer can also be written as (সংক্ষেপে, ছক আকারে)

হৃদচক্র: এক স্পন্দনের শুরু থেকে পরের স্পন্দনের শুরু পর্যন্ত ঘটনার পুনরাবৃত্তি। হার 72/মিনিট হলে একটি চক্র প্রায় 0.8 s। প্রতিটি প্রকোষ্ঠ একবার সংকুচিত (সিস্টোল) ও একবার প্রসারিত (ডায়াস্টোল) হয়।

ধাপ	সময়	কী ঘটে	কপাটিকা ও ধ্বনি
1. অলিন্দ সিস্টোল	0.1 s	SA নোডের উদ্দীপনায় অলিন্দ সংকুচিত হয়, রক্ত নিলয়ে যায় (শেষ 25-30%)। ডাইন্যামিক ফেজ (0.05 s): দ্রুত ও বেশি রক্ত। অ্যাডাইন্যামিক ফেজ (0.05 s): প্রবাহ কমে।	অলিন্দ-নিলয় কপাটিকা খোলা; অর্ধচন্দ্রাকৃতি বন্ধ
2. অলিন্দ ডায়াস্টোল	0.7 s	অলিন্দ প্রসারিত থাকে। শিরা থেকে রক্ত জমে, কপাটিকা খুললে নিলয়ে নামে।	নিলয় সিস্টোলে বন্ধ, পরে খোলে
3. নিলয় সিস্টোল	0.3 s	সমআয়তন সংকোচন (0.05 s): চাপ বাড়ে, আয়তন স্থির। সর্বাধিক নিষ্ক্ষেপ (0.11 s): প্রায় 2/3 রক্ত ধমনিতে যায়। হ্রাসপ্রাপ্ত নিষ্ক্ষেপ (0.14 s): স্ট্রোক ভলিউম প্রায় 70 mL।	শুরুতে অলিন্দ-নিলয় কপাটিকা বন্ধ (1ম ধ্বনি); পরে অর্ধচন্দ্রাকৃতি খোলে
4. নিলয় ডায়াস্টোল	0.5 s	প্রাক-ডায়াস্টোল 0.04 s; সমআয়তন প্রসারণ 0.08 s; প্রথম দ্রুত পূর্তি 0.113 s; মন্থর পূর্তি 0.167 s; অন্তিম দ্রুত পূর্তি 0.1 s (অলিন্দ সিস্টোল)।	শুরুতে অর্ধচন্দ্রাকৃতি বন্ধ (2য় ধ্বনি); পরে অলিন্দ-নিলয় খোলে

হৃদধ্বনি:

ধ্বনি	কখন	কারণ	বৈশিষ্ট্য
1ম (লাব)	নিলয় সিস্টোলের শুরুতে	অলিন্দ-নিলয় কপাটিকা বন্ধ	দীর্ঘ, গভীর (0.10-0.17 s)
2য় (ডাব)	নিলয় ডায়াস্টোলের শুরুতে	অর্ধচন্দ্রাকৃতি কপাটিকা বন্ধ	ছোট, তীক্ষ্ণ (0.10-0.14 s)
3য় ও 4র্থ	দ্রুত পূর্তি ও অলিন্দ সংকোচনে	রক্ত ঢোকার কম্পন	খুব মৃদু, সাধারণত শোনা যায় না

মনে রাখো: কপাটিকা শুধু চাপের পার্থক্যে খোলে-বন্ধ হয়, তাই রক্ত একমুখী চলে। কপাটিকার ত্রুটিতে অতিরিক্ত শব্দ (মার্মার) শোনা যায়।

৪. হার্ট-উৎপাদ কী? ফিকের নীতিতে এটি কীভাবে নির্ণয় হয়? এর নিয়ন্ত্রক কারণগুলো লেখো।

- প্রতি মিনিটে এক নিলয় থেকে নির্গত রক্তের পরিমাণ হার্ট-উৎপাদ = স্ট্রোক ভলিউম × হৃদস্পন্দন হার ≈ 70 mL × 72 ≈ 5 L/মিনিট। কার্ডিয়াক ইনডেক্স প্রায় 3.3 L/মিনিট/m^2।

- **ফিকের নীতি (1870):** হার্ট-উৎপাদ = মিনিটে O_2 গ্রহণ ÷ ধমনি-শিরার O_2 পার্থক্য (প্রতি mL রক্তে)। উদাহরণ: 250 mL ÷ 0.05 = 5000 mL/মিনিট।
- **অন্যান্য পদ্ধতি:** ডাই পদ্ধতি, কার্ডিওমিটার ও ব্যালিস্টোকার্ডিওগ্রাফি।
- **নিয়ন্ত্রক কারণ:** শিরার রক্ত প্রত্যাবর্তন; স্টারলিংয়ের সূত্র (নিলয়ে বেশি রক্ত এলে পেশি বেশি প্রসারিত হয়ে সংকোচন জোরালো হয়); হৃদস্পন্দন হার; মায়োকার্ডিয়ামের সংকোচনশীলতা; প্রান্তীয় রোধ।
- **শারীরিক অবস্থা:** ব্যায়াম ও উত্তেজনায় বাড়ে, বিশ্রাম ও ঘুমে কমে। হার মিনিটে 60-এর কম হলে ব্র্যাডিকার্ডিয়া এবং 100-এর বেশি হলে ট্যাকিকার্ডিয়া।

9. ইলেকট্রোকার্ডিওগ্রাম (ECG) কী? লিড, তরঙ্গ ও গুরুত্ব আলোচনা করো।

- হৃদস্পন্দনের সময় উৎপন্ন বৈদ্যুতিক ক্রিয়ার লেখচিত্র ECG। 1887 সালে ওয়ালার প্রথম মানুষের ECG নেন; আইন্থোভেন উন্নত যন্ত্র তৈরি করে 1924 সালে নোবেল পান।
- **দ্বিমেরু লিড:** লিড I (বাম বাহু +, ডান বাহু -), লিড II (বাম পা +, ডান বাহু -), লিড III (বাম পা +, বাম বাহু -)। আইন্থোভেনের সূত্র: লিড II = লিড I + লিড III। **একমেরু লিড:** aVR, aVL, aVF ও V_1-V_6; মোট 12 লিড।
- **তরঙ্গ:** P তরঙ্গ অলিন্দের ডিপোলারাইজেশন। QRS কমপ্লেক্স নিলয়ের ডিপোলারাইজেশন। T তরঙ্গ নিলয়ের রিপোলারাইজেশন।
- **অন্তর:** P-R অন্তর প্রায় 0.12-0.20 s (AV বিলম্বসহ); QRS প্রায় 0.06-0.10 s; Q-T অন্তর প্রায় 0.4 s।
- **গুরুত্ব:** অ্যারিদমিয়া, হার্ট অ্যাটাক, ইস্কেমিয়া, হার্ট ব্লক ও প্রকোষ্ঠ বড় হওয়া শনাক্ত হয়; পেসমেকারের কাজ বোঝা যায়।
- **চিত্র:** P, Q, R, S, T তরঙ্গ ও P-R, QRS, Q-T অন্তর চিহ্নিত একটি স্বাভাবিক ECG আঁকতে হবে।

10. দ্বি-সংবহন কাকে বলে? ফুসফুসীয় ও দৈহিক সংবহন বর্ণনা করো। পোর্টাল সংবহন কী?

- যে সংবহনে রক্ত একবার ভ্রমণে দুবার হৃৎপিণ্ডের মধ্য দিয়ে যায়, তাকে দ্বি-সংবহন বলে। পাখি ও স্তন্যপায়ীতে এটি আছে।
- **ফুসফুসীয় সংবহন:** ডান নিলয় → ফুসফুসীয় ধমনি (অক্সিজেনহীন রক্ত) → ফুসফুস (CO_2 ছেড়ে O_2 গ্রহণ) → চারটি ফুসফুসীয় শিরা (অক্সিজেনযুক্ত রক্ত) → বাম অলিন্দ।
- **দৈহিক সংবহন:** বাম নিলয় → মহাধমনি ও শাখা-প্রশাখা → কৈশিক (O_2 ও পুষ্টি দিয়ে CO_2 ও বর্জ্য গ্রহণ) → শিরা → ঊর্ধ্ব ও নিম্ন মহাশিরা → ডান অলিন্দ।
- **পোর্টাল সংবহন:** রক্ত হৃৎপিণ্ডে ফেরার আগে দুটি কৈশিক জালিকার মধ্য দিয়ে যায়। মানবদেহে যকৃতীয় পোর্টাল (পরিপাকতন্ত্র থেকে যকৃতে) এবং হাইপোথ্যালামো-হাইপোফাইসিয়াল পোর্টাল আছে।
- **সুবিধা:** অক্সিজেনযুক্ত ও অক্সিজেনহীন রক্ত মেশে না এবং দেহে উচ্চ চাপে রক্ত পৌঁছায়।
- **চিত্র:** ডান ও বাম পাশ, ফুসফুস ও দেহসহ সংবহনের লুপ-চিত্র আঁকতে হবে; অক্সিজেনহীন ও অক্সিজেনযুক্ত রক্ত আলাদা রঙে বা চিহ্নে দেখাতে হবে।

11. হৃৎস্পন্দন নিয়ন্ত্রণ আলোচনা করো। জাংশনাল কলার অংশগুলো লেখো।

- মানুষের হৃৎপিণ্ড মায়োজেনিক: উদ্দীপনা হৃৎপেশি থেকেই জন্মায়। স্নায়ু ও হরমোন কেবল হার ও জোর নিয়ন্ত্রণ করে।
- **SA নোড:** ডান অলিন্দে ঊর্ধ্ব মহাশিরার মুখে; স্বাভাবিক পেসমেকার; মিনিটে প্রায় 70-75 বার উদ্দীপনা সৃষ্টি করে।
- **AV নোড:** অলিন্দ-নিলয় সংযোগে; উদ্দীপনায় প্রায় 0.1 s বিলম্ব ঘটায়, ফলে অলিন্দ আগে এবং নিলয় পরে সংকুচিত হয়। **AV বান্ডিল** ও তার ডান-বাম শাখা এবং **পারকিঞ্জি তন্তু** উদ্দীপনা নিলয়ে ছড়ায়।
- **স্নায়বিক নিয়ন্ত্রণ:** মেডুলা অবলংগাটার কার্ডিও-অ্যাক্সিলারেটরি কেন্দ্র থেকে সহানুভূতি স্নায়ু (নরএপিনেফ্রিন) হার ও জোর বাড়ায়; কার্ডিও-ইনহিবিটরি কেন্দ্র থেকে ভেগাস (অ্যাসিটাইলকোলিন) কমায়।
- **হরমোন ও অন্যান্য:** অ্যাড্রিনালিন, নরঅ্যাড্রিনালিন ও থাইরক্সিন হার বাড়ায়। উত্তেজনা, ব্যায়াম ও জ্বরে হার বাড়ে; ঘুমে কমে।

12. রক্তচাপ কাকে বলে? বিভিন্ন প্রকার রক্তচাপ, পরিমাপ পদ্ধতি ও নিয়ন্ত্রক কারণ আলোচনা করো।

- ধমনির প্রাচীরে রক্তের পার্শ্বচাপকে রক্তচাপ বলে। একক mm Hg। সুস্থ তরুণে প্রায় 120/80 mm Hg।
- **প্রকার:** সিস্টোলিক চাপ (SP) নিলয় সংকোচনে, প্রায় 110-120। ডায়াস্টোলিক চাপ (DP) প্রসারণে, প্রায় 70-80। নাড়ি চাপ PP = SP − DP ≈ 40। গড় চাপ MP = DP + 1/3 PP ≈ 93। কৈশিক চাপ প্রায় 35 থেকে 15 mm Hg, শিরা চাপ অনেক কম।
- **পরিমাপ:** স্ফিগমোম্যানোমিটার ও স্টেথোস্কোপে অসকাল্টেটরি পদ্ধতিতে প্রথম কোরোটকফ ধ্বনির চাপ SP এবং ধ্বনি মিলিয়ে যাওয়ার চাপ DP। আরও আছে প্যালপেটরি ও অসিলেটরি পদ্ধতি।
- **নিয়ন্ত্রক:** হার্ট-উৎপাদ, প্রান্তীয় রোধ, রক্তের আয়তন ও সান্দ্রতা, ধমনির স্থিতিস্থাপকতা।

- **হরমোন:** অ্যাড্রিনালিন, নরঅ্যাড্রিনালিন, ADH ও অ্যানজিওটেনসিন II চাপ বাড়ায়; ANF চাপ কমায়।
- **অস্বাভাবিকতা:** 140/90 mm Hg-এর বেশি হলে উচ্চ রক্তচাপ এবং খুব কমে গেলে নিম্ন রক্তচাপ।