

CARDIAC CYCLE

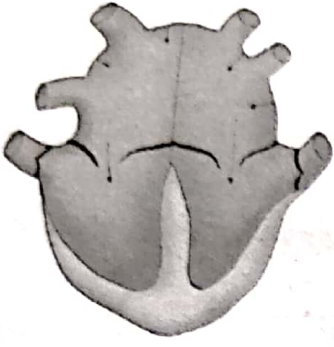
ZOOLOGY GENERAL

(Paper G-CC-T-04)
4th Semester [Unit 5]

Submitted by- SANGITA BASAK
Department Of Zoology
Krishnath College, Berhampore

5.B3 হৃদচক্র (Cardiac Cycle)

- সংজ্ঞা (Definition) : হৃৎপিণ্ডের একটি স্পন্দনে যেসব বৈদ্যুতিক এবং যান্ত্রিক পরিবর্তন সংঘটিত হয়, পরবর্তী স্পন্দনেও সেসব পরিবর্তনের পুনরাবৃত্তি ঘটে। স্পন্দন থেকে স্পন্দনে হৃৎপিণ্ডের এই চক্রাকার পরিবর্তনকে হৃদচক্র (cardiac cycle) বলে।



চিত্র 5.20 : অলিন্দের সিস্টোল : অলিন্দ থেকে রক্ত নিলয়ে আসছে

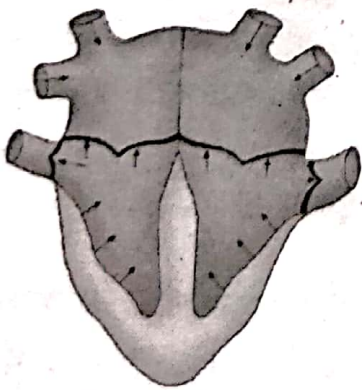
■ হৃদচক্রের যান্ত্রিক ঘটনাবলি (Mechanical Events of the Cardiac Cycle) :

প্রতিটি হৃদচক্রে চারটি ঘটনা পর্যায়ক্রমিকভাবে সংঘটিত হয়, যথা—
 ① অলিন্দের সংকোচন (Atrial systole), ② অলিন্দের প্রসারণ (Atrial diastole), ③ নিলয়ের সংকোচন (Ventricular systole) এবং ④ নিলয়ের প্রসারণ (Ventricular diastole)।

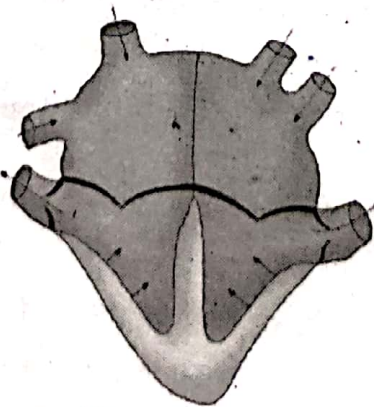
① অলিন্দের সংকোচন (Atrial Systole) : পেসমেকার বা হৃৎপিণ্ডের ছন্দ-নিয়ামক ডান অলিন্দে অবস্থিত হওয়ায় অলিন্দের সংকোচনের দ্বারা হৃদচক্রের সূত্রপাত হয়। এর স্থিতিকাল 0.1 সেকেন্ড এবং এই দশাটি নিলয়ের প্রসারণের শেষদশাটির সঙ্গে সমাপ্তিত হয়। বাম অলিন্দ পেসমেকার বা SA নোড থেকে কিছুটা দূরে থাকায় ডান অলিন্দের সামান্য পরে এটি সংকুচিত হয়। তবে কার্যত উভয় অলিন্দের সংকোচন একই সঙ্গে সম্পন্ন হয়। অলিন্দের সংকোচন হলে অলিন্দ থেকে রক্ত নিলয়ে প্রবেশ করে। অলিন্দ সংকোচন দুটি দশায় সম্পন্ন হয়—i. গতিশীল দশা (Dynamic phase) : অলিন্দ সংকোচনের প্রথমার্ধে সংকোচন বল বেশি থাকায় এই দশার সৃষ্টি হয়। এর স্থিতিকাল প্রায় 0.05 সেকেন্ড। ii. গতিহীন দশা (Adynamic phase) : অলিন্দ সংকোচনের শেষের দিকে অলিন্দ পেশির শতকরা প্রায় 30 ভাগ অংশগ্রহণ করে বলে সংকোচন বল (force of contraction) অপেক্ষাকৃত কম থাকে। এইজন্য গতিহীন দশায় অতি অল্প পরিমাণ রক্ত নিলয়ে প্রেরিত হয়। এই দশার স্থিতিকাল প্রায় 0.05 সেকেন্ড।

② অলিন্দের প্রসারণ (Atrial Diastole) : অলিন্দের সংকোচন অলিন্দের প্রসারণ দ্বারা অনুসৃত হয়। অলিন্দ পেশির প্রসারণকাল 0.7 সেকেন্ড স্থায়ী হয় এবং দশাটি নিলয়ের সংকোচন, প্রসারণ, উভয় দশার সঙ্গেই সমাপ্তিত হয়। এই পর্যায়ে ডান অলিন্দ দুটি মহাশিরা (venacava) থেকে এবং বাম অলিন্দ চারটি ফুসফুসীয় শিরা থেকে রক্ত গ্রহণ করে। অলিন্দ প্রসারণের পরমুহূর্তেই পুনরায় অলিন্দের সংকোচন সংঘটিত হয়। এইভাবে অলিন্দের সংকোচন ও প্রসারণের পর্যায়ক্রমিক পুনরাবৃত্তি ঘটে।

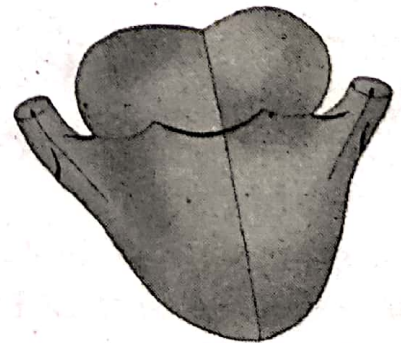
③ নিলয়ের সংকোচন (Ventricular Systole) : অলিন্দের সংকোচন শেষ হওয়ার ঠিক পরমুহূর্তেই নিলয়ের সংকোচন আরম্ভ হয়। এর স্থিতিকাল 0.3 সেকেন্ড। এই সময় উভয় নিলয়ের মধ্যে রক্তচাপ বাড়তে থাকে। প্রতি নিলয়ের রক্তচাপ সেরিকের অলিন্দের রক্তচাপের অধিক হলে অলিন্দ-নিলয় উভয় কপাটিকা সশব্দে বন্ধ হয়ে যায়। এই সময় প্রথম হৃদধ্বনি (First Heart Sound) শোনা যায়।



সমদৈর্ঘ্য সংকোচনকাল কপাটিকাগুলি বন্ধ থাকলে নিলয় সংকুচিত হয়



সর্বাধিক নিষ্ক্ষেপণকাল নিলয় থেকে রক্ত দ্রুত বের হয়



মন্দীভূত নিষ্ক্ষেপণকাল নিলয় থেকে রক্ত ধীরে বের হয়

চিত্র 5.21 : নিলয়ের সংকোচন

অন্তঃনিলয় চাপ বৃদ্ধি পাওয়ায় মহাধমনি ও ফুসফুসীয় ধমনির অর্ধচন্দ্রাকার কপাটিকাগুলি খুলে যায়। কিন্তু অর্ধচন্দ্রাকার

কপাটিকাগুলি অলিন্দ-নিলয় কপাটিকা বন্ধ হওয়ার কিছুক্ষণ পরে খোলে। এর কারণ, যতক্ষণ পর্যন্ত না নিলয়ের রক্তচাপ মহাধমনি ও ফুসফুসীয় ধমনির রক্তচাপের চেয়ে বেশি হবে ততক্ষণ অর্ধচন্দ্রাকার কপাটিকাগুলি বন্ধ থাকে। তাই নিলয় সংকোচনে প্রথমার্ধের স্বল্প সময় (0.05 সেকেন্ড) উভয় কপাটিকাই বন্ধ থাকে এবং নিলয় সম্পূর্ণ অববুদ্ধ কক্ষ (closed cavity) রূপে সংকুচিত হয়। একে সমদৈর্ঘ্য সংকোচনকাল (Isometric contraction period) বলে। এই পর্যায়ে যেহেতু নিলয় থেকে কোনো রক্ত নির্গত হয় না তাই হৃদপেশির দৈর্ঘ্যের কোনো হ্রাস ঘটে না। এরপর অর্ধচন্দ্রাকার কপাটিকা খুলে যায় এবং নিষ্ক্ষেপণকাল (ejection period) শুরু হয়। নিষ্ক্ষেপণকালে (0.25 সেকেন্ড) রক্ত বাম নিলয় থেকে মহাধমনিতে এবং ডান নিলয় থেকে ফুসফুসীয় ধমনিতে প্রবেশ করে। নিষ্ক্ষেপণকাল দুটি পর্যায়ে সম্পন্ন হয়, যথা—

- সর্বাধিক নিষ্ক্ষেপণকাল (Maximum Ejection Period) : নিষ্ক্ষেপণকালের প্রথম 0.10 সেকেন্ড রক্ত দ্রুত নিলয় থেকে মহাধমনি ও ফুসফুসীয় ধমনিতে প্রবেশ করে, তাই এই পর্যায়কে সর্বাধিক নিষ্ক্ষেপণকাল বলে।
- মন্দীভূত নিষ্ক্ষেপণকাল (Reduced Ejection Period) : পরবর্তী 0.15 সেকেন্ডে রক্ত নির্গমন দীর্ঘগতিতে হওয়ায় এই পর্যায়কে মন্দীভূত নিষ্ক্ষেপণকাল বলে।

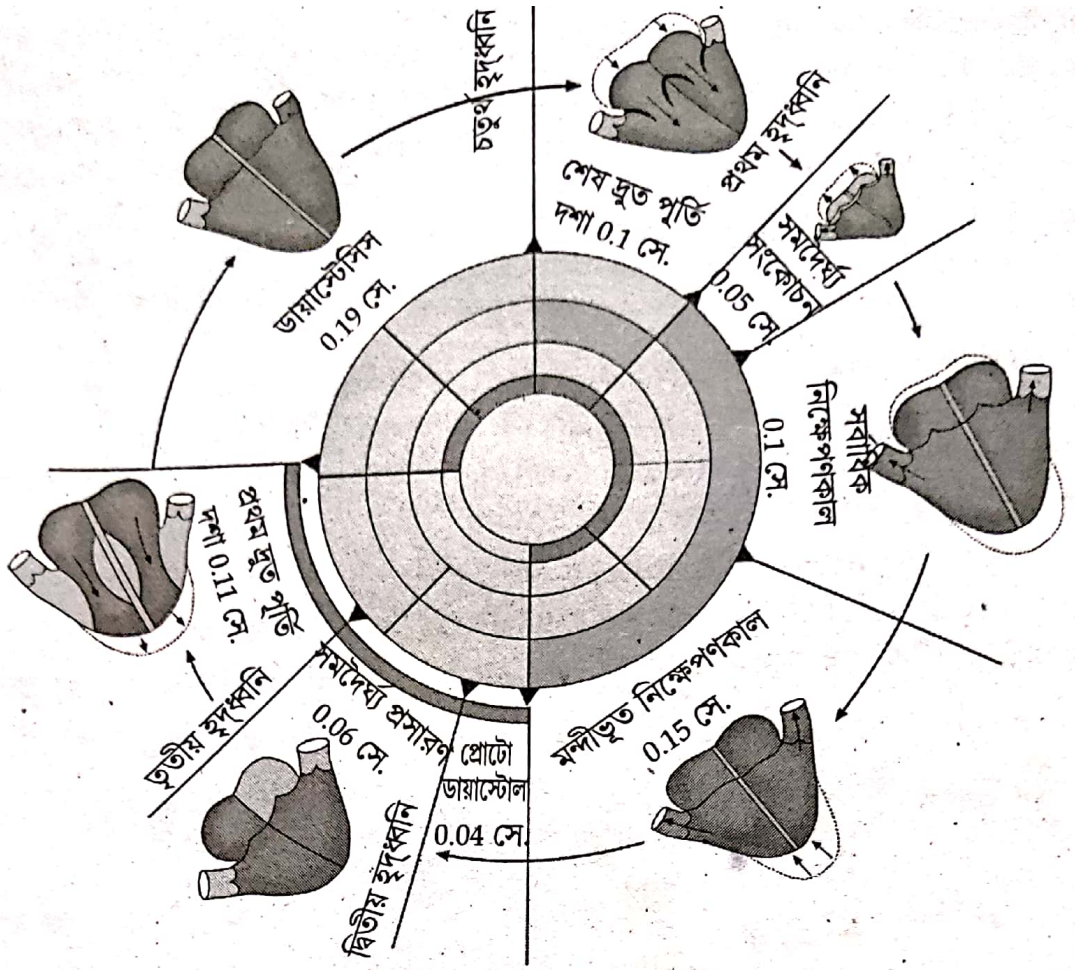
4 নিলয়ের প্রসারণ (Ventricular Diastole) : নিলয় প্রসারণের স্থিতিকাল 0.5 সেকেন্ড। এই পর্যায়ে নিলয়ের অভ্যন্তরীণ চাপ হ্রাস পাওয়ায় মহাধমনি ও পালমোনারি ধমনির রক্ত নিলয়ে ফিরে যেতে চেষ্টা করে; কিন্তু বিপরীতমুখী রক্তপ্রবাহে অর্ধচন্দ্রাকার কপাটিকা বন্ধ হয়ে যাওয়ায় তা সম্ভব হয় না। এই সময় দ্বিতীয় হৃদধ্বনি (Second heart sound) শোনা যায়।



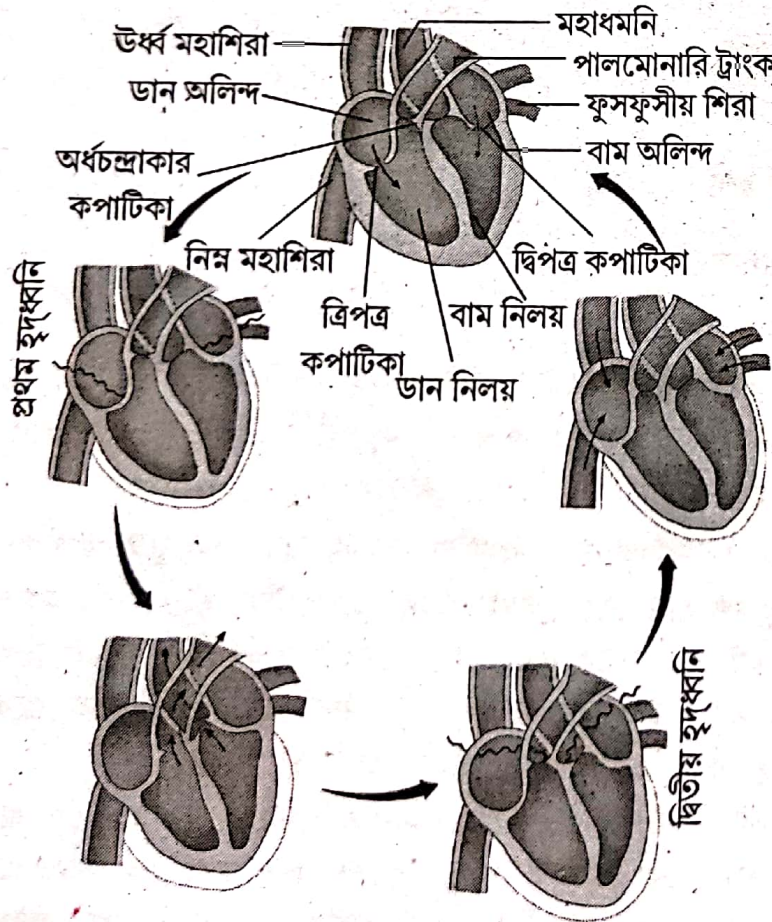
চিত্র 5.22 : নিলয়ের প্রসারণ

নিলয় প্রসারণের ধারাবাহিক ঘটনাগুলি নিচে উল্লেখ করা হল।

- শৈথিল্য সূচনাকাল (Proto-diastolic Phase) : নিলয় প্রসারণের শুরু থেকে অর্ধচন্দ্রাকার কপাটিকা বন্ধ হওয়া পর্যন্ত অন্তর্বর্তী সময়কে শৈথিল্য সূচনাকাল বা প্রোটোডায়াস্টোলিক পিরিয়ড বলে। এর স্থিতিকাল প্রায় 0.04 সেকেন্ড। অতঃপর অর্ধচন্দ্রাকৃতি কপাটিকা বন্ধ হয় এবং দ্বিতীয় হৃদধ্বনি সৃষ্টি হয়।
- সমদৈর্ঘ্য প্রসারণকাল (Isometric Relaxation Phase) : অর্ধচন্দ্রাকার কপাটিকা বন্ধ হওয়ার পরমুহূর্তে অলিন্দ-নিলয় কপাটিকা খুলে যায় না। কারণ অন্তঃনিলয় চাপ ক্রমশ হ্রাস পেয়ে অন্তঃঅলিন্দ চাপের নীচে যেতে কিছু সময় লাগে। তাই একটা অবকাশ থাকে যখন উভয় কপাটিকাই বন্ধ থাকে এবং নিলয় সম্পূর্ণ বুদ্ধ কক্ষরূপে প্রসারিত হয়। যেহেতু এই সময় নিলয়ে কোনো রক্ত প্রবেশ করে না, তাই হৃদপেশির কোনো প্রসারণ হয় না। এইজন্য একে সমদৈর্ঘ্য প্রসারণকাল (Isometric relaxation period) বলে এবং এর স্থিতিকাল প্রায় 0.06 সেকেন্ড।
- প্রথম পূর্তি দশা (First Rapid Filling Phase) : সমদৈর্ঘ্য প্রসারণকালের পর অলিন্দ-নিলয় কপাটিকা খুলে যায় এবং রক্ত নিলয়ে প্রবেশ করতে শুরু করে। এই দশার প্রথম দিকে রক্ত দ্রুত নিলয়ে প্রবেশ করে এবং এর স্থিতিকাল প্রায় 0.11 সেকেন্ড। সমদৈর্ঘ্য প্রসারণ পর্যায়ে অন্তঃনিলয় চাপের দ্রুত হ্রাস নিলয়ে দ্রুত রক্ত প্রবেশ করার প্রধান কারণ, নিলয়ে রক্ত দ্রুত প্রবেশের দরুন একটি শব্দ উৎপন্ন হয় যাকে বলা হয় তৃতীয় হৃদধ্বনি (Third heart sound)।



চিত্র 5.23 : হৃৎচক্রের পর্যায়ক্রমিক ঘটনাবলির পারস্পরিক সম্পর্ক



চিত্র 5.24 : হৃৎচক্রে রক্তপ্রবাহ

iv. ধীরপূর্তিদশা (Slow Inflow Phase): নিলয় প্রসারণের পরবর্তী পর্যায় রক্ত প্রবেশের হার হ্রাস পায়। এর কারণ নিলয়ের বেশিরভাগ অংশ ইতিমধ্যে পূর্ণ হয়ে যায় এবং এর ফলে অন্তঃনিলয় চাপ ক্রমশ বৃদ্ধি পেতে শুরু করে। তাই এই অবস্থাকে নিলয়ের ধীর পূর্তি দশা বা ডায়াস্টেসিস (diastasis) বলা হয় এবং এর স্থিতিকাল প্রায় 0.19 সেকেন্ড।

v. শেষ পূর্তি দশা (Last Rapid Filling Phase): নিলয় প্রসারণের শেষের দিকে অলিন্দ পেশির সংকোচনের ফলে রক্ত দ্রুত নিলয়ে প্রবেশ করতে থাকে। এর স্থিতিকাল 0.1 সেকেন্ড। এই দশায় রক্ত দ্রুত নিলয়ে প্রবেশের দরুন বেশ উৎপন্ন হয় তাকে বলা হয় চতুর্থ হৃৎধ্বনি (Fourth heart sound)। শেষ দ্রুত পূর্তি দশায় নিলয় সম্পূর্ণ রক্তপূর্ণ হয় এবং নিলয় প্রসারণের সমাপ্তি ঘটে। এইভাবে নিলয় প্রসারণের শুরুতে তৃতীয় হৃৎধ্বনি এবং শেষে চতুর্থ হৃৎধ্বনি শোনা যায়।

ইতিমধ্যে SA নোড থেকে হৃদউদ্দীপনা (cardiac impulse) নিলিয়ে পৌঁছোলে নিলয় পুনরায় সংকুচিত হয়। এইভাবে হৃদচক্র (cardiac cycle) আবর্তিত হতে থাকে।

■ **হৃদচক্রের সময় (Cardiac Cycle Time):** একজন পূর্ণবয়স্ক মানুষের (পুরুষের) স্বাভাবিক হৃৎস্পন্দন হার (normal heart beat) গড়ে 75 ; অর্থাৎ এক মিনিট বা 60 সেকেন্ড সময়ে 75টি হৃদচক্র সম্পন্ন হয়। তাই প্রতিটি হৃদচক্রের স্থিতিকাল 60/75 সেকেন্ড বা 0.8 সেকেন্ড। হৃৎস্পন্দন হার ও হৃদচক্রের সময় পরস্পর ব্যাস্তানুপাতী অর্থাৎ হৃৎস্পন্দন হার বৃদ্ধি পেলে হৃদচক্রের স্থিতিকাল হ্রাস পাবে। উদাহরণস্বরূপ, হৃৎস্পন্দন হার প্রতি মিনিটে 120 হলে হৃদচক্র সময় হবে 60/120 সেকেন্ড বা 0.5 সেকেন্ড। এইক্ষেত্রে সংকোচনকাল 0.23 সেকেন্ড এবং প্রসারণকাল হয় 0.27 সেকেন্ড।

এটি লক্ষ করা গেছে যে, হৃৎস্পন্দন হারের পরিবর্তনে হৃদচক্রের সব পর্যায়ের স্থিতিকালের পরিবর্তন সমহারে হয় না। হৃৎপিণ্ডের প্রসারণের স্থিতিকালের পরিবর্তন সংকোচনের স্থিতিকালের চেয়ে বেশি প্রভাবিত হয়। যেমন, সেকেন্ডে 60 হৃৎস্পন্দন হারে হৃদচক্রের ক্ষেত্রে সংকোচনকাল 0.33 সেকেন্ড এবং প্রসারণকাল 0.67 সেকেন্ড। এইভাবে যখন হৃৎস্পন্দন হার 60 থেকে 120 হয় তখন সংকোচনকাল হ্রাস পায় 0.1 সেকেন্ড, সেখানে প্রসারণকাল হ্রাস পায় 0.4 সেকেন্ড।

● স্বাভাবিক হৃৎস্পন্দন হারে হৃদচক্রের বিভিন্ন ঘটনার স্থিতিকালের মধ্যে পার্থক্য :

হৃদচক্রের ঘটনাবলি স্থিতিকাল ও চাপ	কপাটিকাগুলির সক্রিয়তা	রক্তপ্রবাহ ও হৃদধ্বনি
1. অলিন্দের সিস্টোল স্থিতিকাল : 0.1 সেকেন্ড চাপ : অলিন্দ মধ্যস্থ চাপ বৃদ্ধি পায়।	অলিন্দ-নিলয় কপাটিকাগুলি (দ্বিপত্র ও ত্রিপত্র) উন্মুক্ত এবং অর্ধচন্দ্রাকার কপাটিকাগুলি বন্ধ থাকে।	(i) অলিন্দদ্বয় থেকে রক্ত নিলয়ে প্রবেশ করে। (ii) কোনো হৃদধ্বনি হয় না।
2. অলিন্দের প্রসারণ স্থিতিকাল : 0.7 সেকেন্ড চাপ : অলিন্দ মধ্যস্থ চাপ হ্রাস পায়।	অলিন্দ-নিলয় কপাটিকাগুলি বন্ধ থাকে এবং অর্ধচন্দ্রাকার কপাটিকাগুলি খোলা থাকে।	(i) সারাদেহ থেকে দূষিত রক্ত মহাশিরাগুলি দিয়ে ডান অলিন্দে আসে এবং ফুসফুসীয় শিরা দিয়ে ফুসফুস থেকে বিশুদ্ধ রক্ত বাম অলিন্দে আসে। (ii) কোনো হৃদধ্বনি হয় না।
3. নিলয়ের সংকোচন স্থিতিকাল : 0.3 সেকেন্ড চাপ : নিলয় মধ্যস্থ চাপ বৃদ্ধি পায়।	(i) অলিন্দ-নিলয় কপাটিকাগুলি হঠাৎ সজোরে বন্ধ হয়, ফলে প্রথম হৃদধ্বনি সৃষ্টি হয়। (ii) অলিন্দ-নিলয় কপাটিকা বন্ধ হওয়ার 0.05 সেকেন্ড পরে অর্ধচন্দ্রাকার কপাটিকাগুলি খুলে যায়। এই ঘটনা দুটির অন্তর্বর্তী সময়কালকে সমদৈর্ঘ্য সংকোচনকাল বলে।	(i) রক্ত ডান নিলয় থেকে ফুসফুসীয় ধমনিতে এবং বাম নিলয় থেকে মহাধমনিতে প্রবেশ করে। (ii) প্রথম হৃদধ্বনি সৃষ্টি হয়।
4. নিলয়ের প্রসারণ স্থিতিকাল : 0.5 সেকেন্ড চাপ : নিলয় মধ্যস্থ চাপ হ্রাস পায়।	(i) নিলয় প্রসারণের সময় অর্ধচন্দ্রাকার কপাটিকাগুলি বন্ধ হয় এবং তার ঠিক 0.06 সেকেন্ড পরে অলিন্দ-নিলয় কপাটিকাগুলি উন্মুক্ত হয়। এর অন্তর্বর্তীকালকে সমদৈর্ঘ্য প্রসারণকাল বলে। (ii) নিলয় প্রসারণ শুরু ও অর্ধচন্দ্রাকার কপাটিকা বন্ধ হওয়ার অন্তর্বর্তী সময়কে শৈথিল্য সূচনাকাল বলে।	(i) রক্ত অলিন্দদ্বয় থেকে নিলয়দ্বয়ে প্রবেশ করে। প্রথমভাগে রক্ত বেগে প্রবেশ করে একে প্রথম দ্রুত পূর্তি দশা বলে। এরপর রক্ত ধীরগতিতে প্রবেশ করে। একে ধীর পূর্তি দশা এবং সবশেষে রক্ত পুনরায় বেগে প্রবেশ করে, একে শেষ দ্রুত পূর্তি দশা বলে। (ii) অর্ধচন্দ্রাকার কপাটিকাগুলি বন্ধ হওয়ার সময় দ্বিতীয় হৃদধ্বনি, প্রথম দ্রুত পূর্তি দশার সময় তৃতীয় হৃদধ্বনি এবং শেষ দ্রুত পূর্তি দশার সময় চতুর্থ হৃদধ্বনি শোনা যায়।

● হৃৎচক্রের বিভিন্ন ঘটনাবলি ও তাদের সময়কাল :

অলিন্দ সম্পর্কিত ঘটনা		নিলয় সম্পর্কিত ঘটনা	
1. অলিন্দ সংকোচন (Atrial systole)	0.1 সেকেন্ড	1. নিলয় সংকোচন (Ventricular systole)	0.3 সেকেন্ড
(i) গতিশীল দশা (Dynamic phase)	0.05 সেকেন্ড	(i) সমদৈর্ঘ্য সংকোচনকাল (Isometric contraction period)	0.05 সেকেন্ড
(ii) গতিহীন দশা (Adynamic phase)	0.05 সেকেন্ড	(ii) সর্বাধিক নিষ্ক্ষেপণকাল (Maximum ejection period)	0.10 সেকেন্ড
		(iii) মন্দীভূত নিষ্ক্ষেপণকাল (Reduced ejection period)	0.15 সেকেন্ড
2. অলিন্দ প্রসারণ (Atrial diastole)	0.7 সেকেন্ড	2. নিলয় প্রসারণ (Ventricular diastole)	0.5 সেকেন্ড
		(i) প্রসারণ সূচনাকাল (Protodiastolic period)	0.04 সেকেন্ড
		(ii) সমদৈর্ঘ্য প্রসারণকাল (Isometric relaxation period)	0.06 সেকেন্ড
		(iii) প্রথম দ্রুত পূর্তি দশা (First rapid inflow phase)	0.11 সেকেন্ড
		(iv) ধীর পূর্তি দশা (Slow inflow phase)	0.19 সেকেন্ড
		(v) শেষ দ্রুত পূর্তি দশা (Last rapid inflow phase)	0.10 সেকেন্ড
	মোট 0.8 সেকেন্ড		মোট 0.8 সেকেন্ড