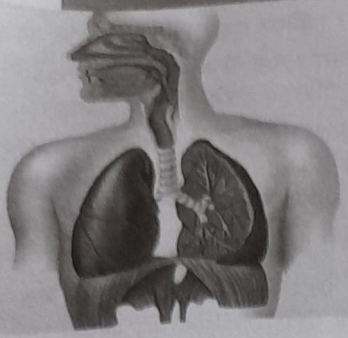
CHAPTER 7



শ্বাসতন্ত্রীয় শারীরবিদ্যা
(Respiratory Physiology)

At A Glance

- Histology and Anatomy of Respiratory Organs
  - Nasal Passage
  - Respiratory tract
  - Lungs
- Respiratory Muscles
- Mechanism of Breathing—Role of Respiratory Muscles
- Exchange of Gases
- Transport of Gases
- Regulation of Respiration
  - Neural
  - Chemical
- Respiratory volume
- Dead Space — Significance and Classification
- Composition of Inspired, Expired and Alveolar air
- Artificial Respiration
- Diseases associated with Breathing

7.1 সূচনা (Introduction)

শ্বসন প্রাণের লক্ষণ, শ্বসনের ফলে খাদ্যস্থ স্থৈতিক শক্তির মুক্তি ঘটে। যে প্রক্রিয়ায় কোশস্থ খাদ্য জারিত হয়ে খাদ্যস্থ স্থৈতিক শক্তি তাপশক্তি বা গতি রূপে মুক্ত হয়, তাকে **শ্বসন** বা **রেসপিরেশন** (respiration) বলে।

শ্বাস গ্রহণ বা প্রশ্বাস এবং শ্বাস ত্যাগ বা নিশ্বাসকে একত্রে **ব্রিদিং** (breathing) বলে।

যেসব অঙ্গ শ্বসনে সাহায্য করে তাদের শ্বাসঅঙ্গ বলে। যেমন—মানুষের শ্বাসঅঙ্গ হল **ফুসফুস** (lungs)। শ্বসনে সহায়ককারী অঙ্গাগুলি মি হয়ে গঠিত তন্ত্রকে **শ্বাসতন্ত্র** (respiratory system) বলে।

7.2 মানুষের শ্বাসতন্ত্র—শারীরস্থান ও কলাস্থান (Respiratory System Man—Anatomy and Histology)

● **সংজ্ঞা (Definition) :** *শ্বসনে সহায়ককারী অঙ্গাগুলি মিলিত হয়ে যে তন্ত্র গঠিত হয়, তাকে শ্বাসতন্ত্র বলে।*

মানুষের শ্বাসতন্ত্রের অংশগুলিকে প্রধানত তিন ভাগে ভাগ করা হল—

A. **নাসাপথ (Nasal passage)** : বহিঃনাসারন্ধ্র, নাসিকা গহ্বর, অন্তঃনাসারন্ধ্র এবং গলবিল।

B. **শ্বাসনালি (Respiratory tract)** : ল্যারিংক্স, ট্রাকিয়া, ব্রংকাস এবং ব্রংকিওল।

C. **শ্বাসঅঙ্গ (Respiratory organs)** : ফুসফুসদ্বয়।

A. নাসাপথ (Nasal Passage)

1. বহিঃনাসারন্ধ্র (External Nares)

একজোড়া বহিঃনাসারন্ধ্র নাসিকার বাইরের দিকে অবস্থিত এবং নাসাগহ্বরে উন্মুক্ত।

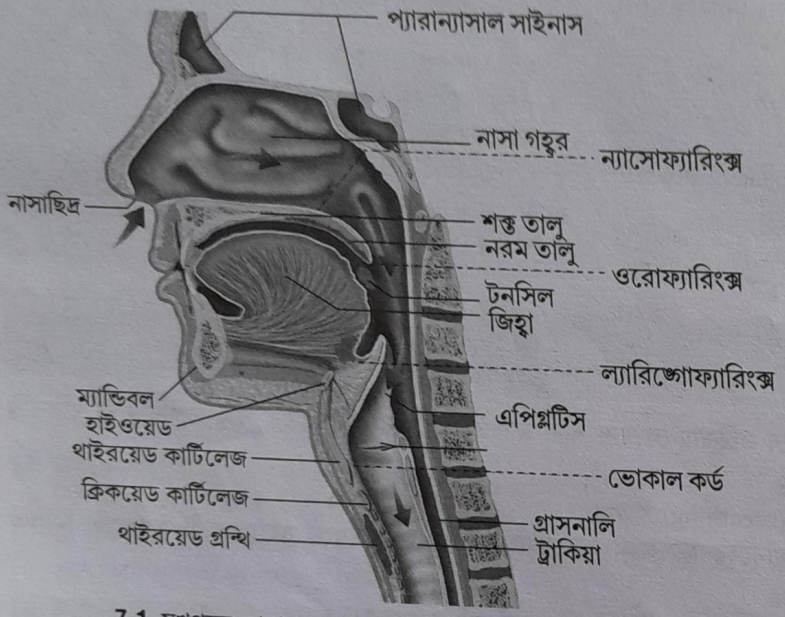
2. ন্যাসাল ক্যাভিটি বা নাসিকা গহ্বর (Nasal Cavity)

প্রতিটি বহিঃনাসারন্ধ্র পশ্চাদ্‌ভাগে যে গহ্বরে উন্মুক্ত তাকে **নাসিকা গহ্বর** বা **ন্যাসাল ক্যাভিটি** বলে। একটি **ন্যাসাল সেপটাম** (nasal septum) নাসিকা গহ্বরকে দু-ভাগে ভাগ করেছে। ন্যাসাল সেপটাম পাতলা তরুণাস্থি গঠিত পর্দার মতো অংশবিশেষ। নাসিকা গহ্বর তিনটি অঞ্চলে বিভক্ত, যথা—

(i) ভেস্টিবিউলার অঞ্চল (Vestibular region) ঃ এটি গহ্বরের অগ্রভাগের অংশ যা বহিঃনাসারন্ধ্রের ঠিক পরেই অবস্থিত। এটি চর্ম আচ্ছাদিত এবং রোমাবৃত থাকে। এখানে সিবেসিয়াস গ্রন্থি (sebaceous gland) থাকে। রোমগুলি শ্বাসবায়ুকে পরিস্রুত করে ভিতরে পাঠায়।

(ii) শ্বাস অঞ্চল বা রেসপিরেটরি অঞ্চল (Respiratory region) ঃ এটি নাসিকা গহ্বরের মধ্য অঞ্চল। এই অঞ্চলটি গ্রন্থিময় রেসপিরেটরি এপিথেলিয়াম (glandular respiratory epithelium) দিয়ে আবৃত। এটি একরকমের সিউডোস্ট্র্যাটিফায়েড বা ছদ্ম স্তরীভূত সিলিয়েটেড কলামনার এপিথেলিয়াম। এই এপিথেলিয়ামে পর্যাপ্ত **মিউকাস কোশ** (mucous cells) এবং **সেরাস কোশ** (serous cells) থাকে। মিউকাস কোশ **মিউকাস** (mucous) এবং সেরাস কোশ **জলীয় তরল** ক্ষরণ করে। এই প্রকোষ্ঠটি শীততাপ (air condition) নিয়ন্ত্রণ করে। এখানে গৃহীত শ্বাসবায়ু আর্দ্র, উষ্ণ ও পরিস্রুত হয়।

(iii) অলফ্যাক্টরি অঞ্চল (Olfactory region) ঃ এটি নাসিকা গহ্বরের শেষ অঞ্চল, যা অন্তঃনাসারন্ধ্ররূপে ন্যাসোফ্যারিংক্স-এ মুক্ত থাকে। এই অঞ্চলটি **অলফ্যাক্টরি এপিথেলিয়াম** (Olfactory epithelium) দ্বারা আবৃত। এই এপিথেলিয়ামের **অলফ্যাক্টরি কোশ** (Olfactory cells) ঘ্রাণ অনুভূতিতে সাহায্য করে।



7.1 মুখগহ্বর, নাসাপথ এবং গ্রাসনালির মধ্যে সম্পর্ক

3. অন্তঃনাসারন্ধ্র (Internal Nares)

এই দুটি নাসারন্ধ্র নাসিকা গহ্বরের শেষ প্রান্তে অবস্থিত এবং নাসা-গলবিলীয় (Naso pharynx) অঞ্চলে উন্মুক্ত।

4. গলবিল (Pharynx) ঃ

এটি তিনটি অঞ্চলে বিভক্ত, যথা—(i) ন্যাসোফ্যারিংক্স (nasopharynx), (ii) ওরোফ্যারিংক্স (oropharynx) এবং (iii) ল্যারিংগোফ্যারিংক্স (laryngopharynx)।

B. শ্বাসনালি (Respiratory Tract)

এটি **ল্যারিংক্স** (larynx), **ট্রাকিয়া** (trachea), **ব্রংকাস** (bronchus) এবং **ব্রংকিওল** (bronchioles) নিয়ে গঠিত।

1. স্বরনালি বা ল্যারিংক্স (Larynx)

একে **ভয়েস বক্স** (Voice box) বলে। এটি মানুষের গ্লটিস থেকে ট্রাকিয়া পর্যন্ত বিস্তৃত নালিবিশেষ। ল্যারিংক্স একটি ছোটো পাতলা প্রাচীরবিশিষ্ট নলাকার অংশ যা গলদেশে চতুর্থ, পঞ্চম ও ষষ্ঠ গ্রীবা কশেরুকার (cervical vertebrae) তলে হাইওয়েড অস্থির (hyoid bone) ঠিক নীচে অবস্থিত। **বয়ঃসন্ধিকালের পর স্বরনালি স্ত্রীলোকের চেয়ে পুরুষদের বেশি স্থূল হয়। তাই পুরুষের গলার স্বর অপেক্ষাকৃত ভারী হয়।** মানুষের স্বরযন্ত্র বাইরের থেকে অনেকটা অ্যাপেলের মতো দেখায়। ল্যারিংক্সের থাইরয়েড তরুণাস্থির উপবৃদ্ধিকে **অ্যাডামস্ অ্যাপেল** বলে। যদিও এই উপবৃদ্ধি পুরুষদের ক্ষেত্রে বেশি লক্ষণীয় হয়।

মানুষের ল্যারিংক্স নিম্নলিখিত অংশগুলি নিয়ে গঠিত—

(i) গ্লটিস বা শ্বাসছিদ্র (Glottis) ঃ গলবিল যে ছিদ্র দিয়ে ল্যারিংক্সে উন্মুক্ত তাকে **গ্লটিস** বলে।

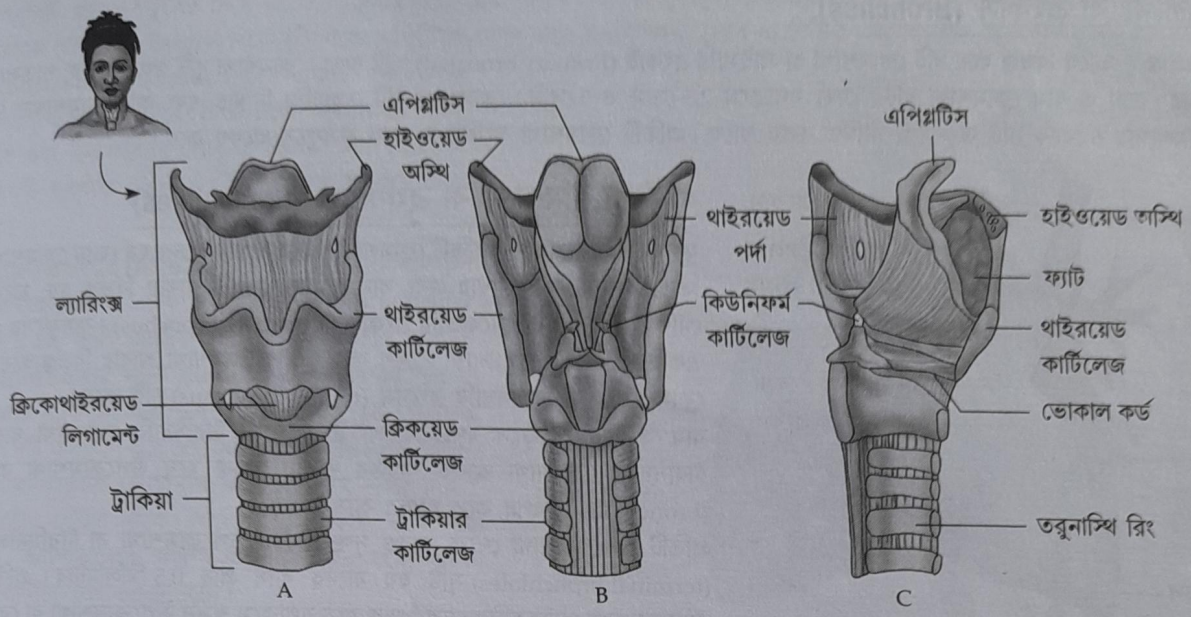
(ii) ল্যারিংক্সের তরুণাস্থি (Cartilage of larynx) ঃ ল্যারিংক্সের সঙ্গে সংলগ্ন বিভিন্ন তরুণাস্থিগুলি হল—

(a) এপিগ্লটিস (Epiglotis) ঃ এটি ইলাসটিক তরুণাস্থি দিয়ে গঠিত, পত্রাকার তরুণাস্থি, যা গ্লটিসের উপরে অবস্থিত। খাদ্য গলাধঃকরণের সময় এটি গ্লটিসকে ঢেকে দেয়, যাতে ল্যারিংক্সে খাদ্যকণা ঢুকে না যায়। কোনো কারণে খাদ্যকণা ঢুকে গেলে আমরা বিষম খাই এবং কাশি ও হাঁচির সাহায্যে খাদ্যকণা বাইরে বেরিয়ে আসে।

(b) থাইরয়েড তরুণাস্থি (Thyroid cartilage) ঃ এটি ল্যারিংক্স-এর সবচেয়ে বড়ো তরুণাস্থি। এর 'V' আকৃতির খাঁজটিকে **থাইরয়েড নচ** (thyroid notch) বলে। এই তরুণাস্থি ল্যারিংক্স-এর সামনের দিক এবং দু-পাশ ঢেকে রাখে। ইহার সম্মুখদিকে বৃহৎ প্রবর্ধককে (projection) গঠন করে তাকেই **অ্যাডামস্ অ্যাপেল** (Adam's apple) বলে। থাইরয়েড কার্টিলেজ হায়ালিন তরুণাস্থি দিয়ে গঠিত। মানবদেহে একটি মাত্র থাইরয়েড তরুণাস্থি বর্তমান।

(c) ক্রিকয়েড তরুণাস্থি (Cricoid cartilage) ঃ এটি থাইরয়েড কার্টিলেজের নীচে অবস্থিত এবং আংটির মতো ল্যারিংক্সকে বেষ্টন করে থাকে। এটিও হায়ালিন কার্টিলেজ দিয়ে গঠিত। মানবদেহে একটি মাত্র ক্রিকয়েড তরুণাস্থি বর্তমান।

(d) অ্যারিটিনয়েড তরুণাস্থি (Arytenoid cartilage) ঃ দুটি পিরামিডাকার অপেক্ষাকৃত ছোটো তরুণাস্থি ল্যারিংক্সের পশ্চাদ্‌ভাগে (posterior region) অবস্থিত। এর বেশিরভাগ অংশ হায়ালিন কার্টিলেজ এবং অগ্রভাগ ইলাসটিক কার্টিলেজ দ্বারা নির্মিত।



7.2 ল্যারিংক্স ঃ A. সম্মুখ দৃশ্য, B. পশ্চাদ্ দৃশ্য, C. মধ্য পশ্চাদ দৃশ্য

(e) কর্নিকুলেট তরুণাস্থি (Corniculate cartilage or Cartilage of Santorini) ঃ অ্যারিটিনয়েড কার্টিলেজের অগ্রপ্রান্তে অবস্থিত ইলাসটিক তরুণাস্থি দিয়ে গঠিত ক্ষুদ্র কার্টিলেজ বিশেষ। সংখ্যায় একজোড়া।

(f) কিউনিফর্ম তরুণাস্থি (Cuniform cartilage) ঃ ইলাসটিক তরুণাস্থি দিয়ে গঠিত দুটি ক্ষুদ্র রড আকৃতিবিশিষ্ট কার্টিলেজ যারা এপিগ্লটিসকে অ্যারিটিনয়েড কার্টিলেজের সঙ্গে যুক্ত রাখে। ইহা একজোড়া।

(iii) হাইওয়েড অস্থি (Hyoid bone) ঃ এই অস্থিটি ল্যারিংক্সের ঠিক ওপরে অবস্থিত। ভ্রূণতত্ত্বগতভাবে এটি করোটির অংশবিশেষ, ইহা ল্যারিংক্সের অংশ নয়।

(iv) থাইরয়েড পর্দা (Thyroid membrane) ঃ এটি একধরনের প্রশস্ত ও চ্যাপটা পর্দাবিশেষ যা হাইওয়েড অস্থিকে থাইরয়েড কার্টিলেজের সঙ্গে সংলগ্ন রাখে।

জেনে রাখো

- ফুসফুসের চাপে যখন নিশ্বাস বায়ু ল্যারিংক্স দিয়ে বেগে বেরিয়ে আসে তখন ভোকাল কর্ডের যে কম্পন সৃষ্টি হয় তার ফলেই শব্দ সৃষ্টি হয়।

(v) ল্যারিঞ্জিয়াল লিগামেন্ট এবং পেশি (Laryngeal ligaments and muscle) ঃ ল্যারিংক্সের বিভিন্ন কার্টিলেজ ল্যারিঞ্জিয়াল লিগামেন্টের সাহায্যে সংযুক্ত থাকে। ল্যারিঞ্জিয়াল পেশিগুলি ল্যারিংক্স-এর সঞ্চালনে অংশ নেয়।

(vi) ভোকাল কর্ড (Vocal cord) ঃ ল্যারিংক্সের মধ্যে দু-জোড়া মিউকাস পর্দা দিয়ে গঠিত ভোকাল কর্ড থাকে। ভোকাল কর্ডগুলির পশ্চাদ্ অংশ দু-পাশে ল্যারিংক্সের প্রাচীরে সংলগ্ন থাকে এবং অগ্রভাগ ল্যারিংক্সের গহ্বরে ঝুলে থাকে। ওপরের জোড়াকে **ফলস ভোকাল কর্ড** (False vocal cord) এবং নীচের জোড়াকে **ট্রু ভোকাল কর্ড** (True vocal cord) বলা হয়। ট্রু ভোকাল কর্ডের কম্পনের ফলে শব্দ সৃষ্টি হয়।

■ **ফ্যারিংক্স বা গলবিল এবং ল্যারিংক্স বা স্বরনালির পার্থক্য (Differences between Pharynx and Larynx)** ■

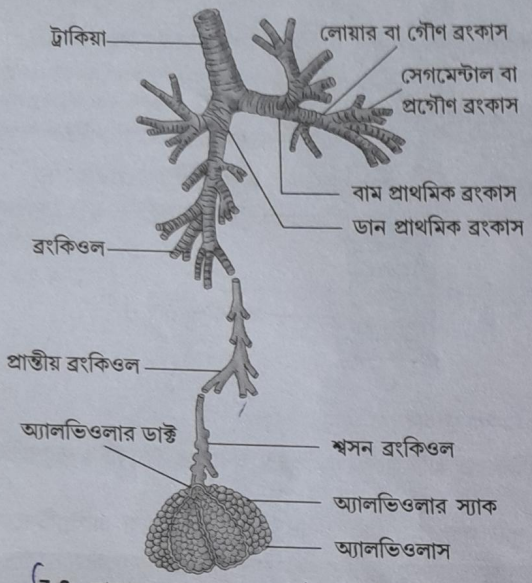
ফ্যারিংক্স	ল্যারিংক্স
1. এটি স্ট্র্যাটিফায়েড স্কোয়ামাস এপিথেলিয়াম আবৃত।	1. এটি সিলিয়েটেড কলামনার এপিথেলিয়াম আবৃত।
2. এখানে কার্টিলেজ থাকে না।	2. এখানে হাইওয়েড অস্থি ও বিভিন্ন কার্টিলেজ থাকে।
3. মুখবিবর ও নাসিকা গহ্বর এখানে উন্মুক্ত থাকে।	3. গলবিল গ্লটিসের মাধ্যমে ল্যারিংক্সে উন্মুক্ত।
4. এটি খাদ্যবস্তু এবং শ্বাসবায়ু চলাচলের সাধারণ পথ।	4. এটি শব্দ সৃষ্টিকারী অঙ্গ।

2. ট্রাকিয়া বা বায়ুনল (Trachea or Wind pipe)

ট্রাকিয়া স্বরনালির ধারাবাহিক বৃদ্ধি। এটি 9-11 সেমি দীর্ঘ, পাতলা প্রাচীরবিশিষ্ট নলাকার আকৃতির এবং গলদেশে গ্রাসনালির সম্মুখভাগে নীচের দিকে বিস্তৃত। ট্রাকিয়া 16-20 টি ইংরেজি 'U' আকৃতিবিশিষ্ট পৃষ্ঠভাবে অসম্পূর্ণ ট্রাকিয়াল রিং দ্বারা নির্মিত। ট্রাকিয়াল রিং থাকায় ট্রাকিয়া কখনও চুপসে যায় না। এটি মিউকাস নিঃসরণকারী গোবলেট কোশযুক্ত **সিউডো স্ট্র্যাটিফাইড রোমশ এপিথেলিয়াম** (pseudo stratified ciliated epithelium) দ্বারা আবৃত। এপিথেলিয়ামের সিলিয়াগুলি মিউকাসে আটকে যাওয়া ধূলিকণা, খাদ্যকণা, ব্যাকটেরিয়া ইত্যাদি অপসারণে সাহায্য করে।

3. ক্লোমশাখা বা ব্রংকাস (Bronchus)

ট্রাকিয়া শেষপ্রান্ত দু-ভাগে বিভক্ত হয়ে দুটি ক্লোমশাখা বা **প্রাইমারি ব্রংকাই** (Primary bronchai) সৃষ্টি করে। ক্লোমশাখা দুটি স্বল্প দৈর্ঘ্যের, পাতলা প্রাচীরবিশিষ্ট এবং নলাকার। ডান ও বাম ক্লোমশাখা দুটির দৈর্ঘ্য যথাক্রমে 2.5 সেমি ও 5 সেমি। ক্লোমশাখা দুটি তরুণাস্থি নির্মিত এবং বাম ক্লোমশাখায় 9 থেকে 12টি ও ডান ক্লোমশাখায় 6 থেকে 8টি তরুণাস্থি নির্মিত বলয় থাকে। প্রতিটি ক্লোমশাখা সংশ্লিষ্ট অংশের ফুসফুসে প্রবেশ করে।



7.3 মানুষের শ্বাসতন্ত্রের অন্তর্গত শ্বাসনালির বিভিন্ন অংশ

4. উপক্লোমশাখা বা ব্রংকিওল (Bronchioles)

ফুসফুসে প্রবেশের পর প্রতিটি ক্লোমশাখা শাখাপ্রশাখায় বিভক্ত হয়। ডান ক্লোমশাখা ফুসফুসের ভিতর তিনটি ক্ষুদ্র শাখায় এবং বাম ক্লোমশাখা দুটি শাখায় বিভক্ত হয়, যাদের বলা হয় **গৌণ ক্লোমশাখা বা সেকেন্ডারি ব্রংকাস** (secondary bronchus)। ফুসফুসের প্রতিটি খণ্ডে একটি করে গৌণ ক্লোমশাখা প্রবেশ করে। গৌণ ক্লোমশাখা আবার বিভক্ত হয়ে **টারসিয়ারি ক্লোমশাখার বা টারসিয়ারি ব্রংকাস** (tertiary bronchus) সৃষ্টি করে।

বাম ও ডান ফুসফুসে যথাক্রমে আটটি ও দশটি টারসিয়ারি ক্লোমশাখা থাকে। প্রতিটি টারসিয়ারি ক্লোমশাখা আরও ক্ষুদ্রতর শাখায় বিভক্ত হয়ে **উপক্লোমশাখা বা ব্রংকিওল** (bronchioles) উৎপন্ন করে যাদের ব্যাস 1 মিমি।

প্রতিটি উপক্লোমশাখা থেকে আরও সূক্ষ্ম **প্রান্তীয় উপক্লোমশাখা বা টারমিনাল ব্রংকিওল** (terminal bronchioles) সৃষ্টি হয় যাদের ব্যাস প্রায় 0.5 মিলিমিটার। প্রতিটি প্রান্তীয় উপক্লোমশাখা পর্যায়ক্রমিকভাবে বিভক্ত হয়ে যথাক্রমে **শ্বসন উপক্লোমশাখা বা রেসপিরেটরি ব্রংকিওল** (respiratory bronchioles) এবং অ্যালভিওলার নালি **অ্যালভিওলার ডাক্ট** (alveolar duct) সৃষ্টি করে। অ্যালভিওলার নালিগুলি অ্যালভিওলার থলিতে (alveolar sac) উন্মুক্ত হয়। অ্যালভিওলাসের মধ্যে গ্যাসীয় আদানপ্রদান ঘটে।

উল্লেখ্য যে শ্বাসনালির বিভাজনের ফলে গঠিত শাখাপ্রশাখা অবিচ্ছিন্ন নালি গঠন করে সূক্ষ্ম সূক্ষ্ম শ্বাসনালির (bronchiole) প্রান্তীয় অংশগুলি জন্মের মুহূর্তে শ্বাসবায়ু দ্বারা প্রসারিত হয়ে অ্যালভিওলাই গঠন করে।

■ **ব্রংকাস ও ব্রংকিওলের পার্থক্য (Differences between bronchus and bronchioles)** ■

ব্রংকাস	ব্রংকিওল
1. ব্রংকাস C-আকৃতি তরুণাস্থি পরিবেষ্টিত থাকে।	1. তরুণাস্থি পরিবেষ্টিত থাকে না।
2. এটি সিউডোস্ট্র্যাটিফায়েড সিলিয়েটেড কলামনার এপিথেলিয়াম আবৃত থাকে, যাতে মিউকাস ক্ষরণকারী গোবলেট কোশ উপস্থিত।	2. এটি নন-সিলিয়েটেড কলামনার এপিথেলিয়াম আবৃত থাকে, যাতে গোবলেট কোশ থাকে না।
3. এতে তুলনামূলকভাবে কম সাবএপিথেলিয়াল লিম্ফয়েড কলা থাকে।	3. এতে তুলনামূলকভাবে বেশি সাবএপিথেলিয়াল লিম্ফয়েড কলা থাকে।

শ্বাসনালিগুলি তিনটি স্তর নিয়ে গঠিত, যথা—**বহিঃস্তর, মধ্যস্তর** এবং **অন্তঃস্তর**। বহিঃস্তরটি তন্তুময়, মধ্যস্তরটি অনৈচ্ছিক পেশিযুক্ত। পেশিতন্তুর মধ্যে স্থিতিস্থাপক কলা থাকে। অন্তঃস্তর সিলিয়াযুক্ত স্তম্ভাকার আবরণী কলা (Columnar epithelium) দ্বারা গঠিত শ্লেষ্মাঝিল্লি দ্বারা আবৃত থাকে। শ্লেষ্মাঝিল্লিতে অসংখ্য শ্লেষ্মাগ্রন্থি উপস্থিত। রেসপিরেটরি ব্রঙ্কিওল বা শ্বসন উপক্লোমনালিকা সিলিয়াবিহীন ঘনতলাকার (cuboidal) আবরণী কলা দ্বারা গঠিত।

C. শ্বাসঅঙ্গ—ফুসফুস (Respiratory Organ—Lungs)

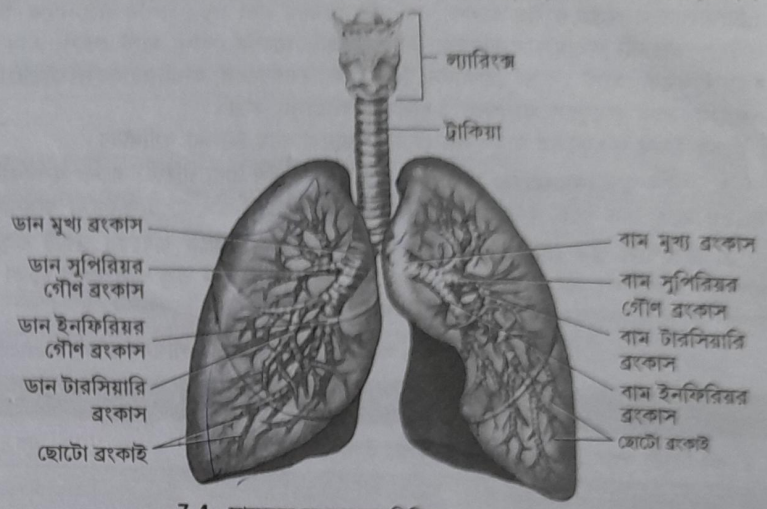
মানুষের প্রধান শ্বাসঅঙ্গ একজোড়া ফুসফুস। ফুসফুস দুটি বক্ষগহ্বরে হৃৎপিণ্ডের দু-পাশে মধ্যচ্ছদার ওপরে অবস্থিত। ফুসফুসের চারদিকে একটি পাতলা, স্বচ্ছ, দ্বিস্তরবিশিষ্ট আবরণ থাকে, একে **প্লুরা** (Pleura) বলে। প্লুরার অন্তঃস্তরকে **ভিসেরাল প্লিউরোন** (visceral pleuron) এবং বহিঃস্তরকে **প্যারাইটাল প্লিউরোন** (parietal pleuron) বলা হয়। দুটি স্তরের মাঝে একটি সংকীর্ণ গহ্বর থাকে যাকে বলা হয় **প্লুরাল গহ্বর** (plural cavity)। প্লুরাল গহ্বর **প্লুরাল তরল** (pleural fluid) দ্বারা পূর্ণ থাকে। প্লুরাল তরল তিন ধরনের কাজ করে, যথা—(i) ফুসফুসের বাধাহীন গতি সম্পন্ন হতে সাহায্য করে, (ii) ফুসফুসকে যান্ত্রিক আঘাত থেকে রক্ষা করে, (iii) প্লুরাকে একত্রিত রাখে এবং ফুসফুসকে প্রসারিত অবস্থায় থাকতে সাহায্য করে।

প্লুরার সংক্রমণজাত প্রদাহকে **প্লুরিসি** (pleurisy) বলে।

○ ফুসফুসের গঠন (Structure of lungs) ঃ প্রতিটি ফুসফুস শঙ্কু আকৃতির, যার ওপরের দিক সরু এবং নীচের দিক প্রশস্ত। এর বাইরের উত্তল, পশ্চাতের অর্ধচন্দ্রাকার এবং ভিতরের অবতল তলগুলিকে যথাক্রমে **কস্টাল, ডায়াফ্রামাটিক** এবং **মেডিয়াস্টিনাম তল** বলা হয়। মেডিয়াস্টিনাম তলের ত্রিকোণাকৃতি অঞ্চলের (হাইলাম) মধ্য দিয়ে রক্ত ও লসিকাবাহ, মুখ্য ক্লোমশাখা এবং স্নায়ু ফুসফুসে প্রবেশ করে।

ডান ফুসফুসটি বাম ফুসফুসের চেয়ে আকারে সামান্য বড়ো এবং প্রশস্ত। প্রতিটি ফুসফুস খণ্ডবিশিষ্ট অঙ্গ (lobulated organ)। বাম ফুসফুসটি একটি **অবলিক ফিসার** (Oblique fissure) দিয়ে দুটি খণ্ডে **সুপিরিয়র লোব** এবং **ইনফিরিয়র লোব**-এ বিভিক্ত। অপরপক্ষে, ডান ফুসফুসটি একটি **হরাইজন্টাল ফিসার** (horizontal fissure) এবং একটি **অবলিক ফিসার** (oblique fissure) দিয়ে তিনটি খণ্ডে—**সুপিরিয়র লোব, মিডল লোব** এবং **ইনফিরিয়র লোব**-এ বিভক্ত। তা ছাড়া বাম ফুসফুসে একটি **হৃদ্‌খাঁজ** (cardiac notch) থাকে যা হৃৎপিণ্ডকে ধারণ করে।

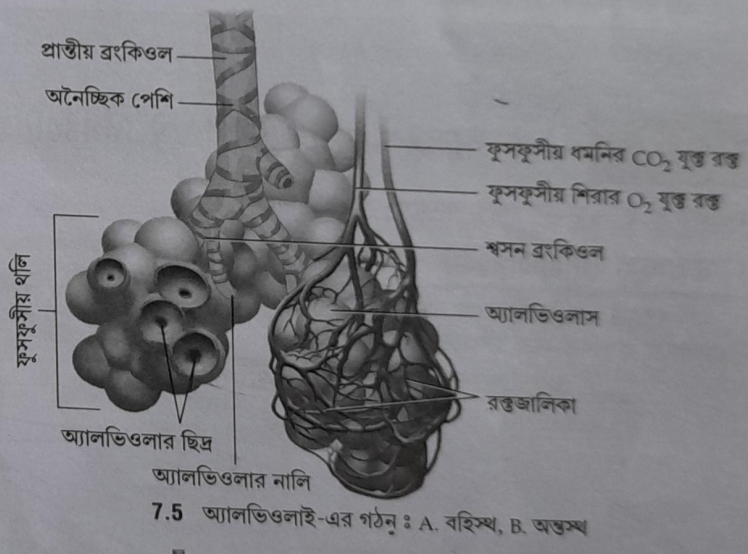
○ অ্যালভিওলাই (Alveoli) ঃ রেসপিরেটরি ব্রংকিওলগুলি যে নালিতে উন্মুক্ত থাকে তাকে **অ্যালভিওলার ডাক্ট** (alveolar duct) বলে। এই নালি অ্যাট্রিয়া (atria) নামক প্রশস্ত স্থানের মাধ্যমে **অ্যালভিওলার স্যাক** (alveolar sac)-এ উন্মুক্ত থাকে। অ্যালভিওলার স্যাকগুলি অবশেষে অ্যালভিওলাই (alveolai)-এ উন্মুক্ত হয়। দুটি ফুসফুসে প্রায় 300 মিলিয়ন অ্যালভিওলাই থাকে। প্রতিটি অ্যালভিওলাস **স্কোয়ামাস এপিথেলিয়াম** কলা নির্মিত পাতলা প্রাচীর বেষ্টিত থাকে। যাদের বেষ্টিত করে থাকে সূক্ষ্ম রক্তজালক। অ্যালভিওলাই মধ্যস্থ বায়ু ও রক্তের মধ্যে ব্যাপন প্রক্রিয়ায় গ্যাসীয় আদানপ্রদান ঘটে।



7.4 মানুষের ফুসফুসের বিভিন্ন লোব ও ফিসার

○ শ্বাসপথের কলাস্থানিক গঠন (Histological Structure of Respiratory Passage) ঃ শ্বাসতন্ত্রের অন্তর্গত শ্বাসপথ যথাক্রমে ঊর্ধ্ব শ্বাসপথ ও নিম্ন শ্বাসপথে বিভক্ত। **ঊর্ধ্ব** শ্বাসপথে কোনো শ্বাসবায়ু বিনিময় ঘটে না, কেবল পরিবহণ ঘটে। নিম্ন শ্বাসপথে শ্বাসবায়ুর বিনিময় ঘটে। নিম্ন শ্বাসপথ তিনটি স্তরে বিভক্ত, যথা—**মিউকাস স্তর, পেশি স্তর** এবং ফাইব্রাস স্তর।

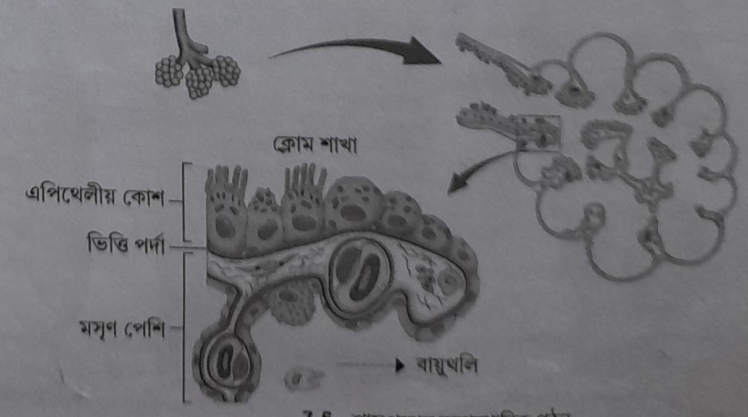
1. মিউকাস স্তর (Mucous layer) ঃ শ্বাসপথের মিউকাস স্তর তিনটি অঞ্চলে তিন রকমের আবরণী কলা দিয়ে গঠিত। ট্রাকিয়া এবং তার পূর্বের অংশ **সিউডোস্ট্রাটিফায়েড সিলিয়েটেড কলামনার আবরণী কলা** এবং ট্রাকিয়ার পরবর্তী টারমিনাল ব্রঙ্কিওল পর্যন্ত **সিলিয়েটেড কলামনার এপিথেলিয়াম কলা** দিয়ে গঠিত। এই কোশের সঙ্গে অন্যান্য কোশের উপস্থিতি লক্ষ করা যায়, যেমন—সেরোমিউকাস গ্রন্থি, গোবলেট কোশ, মাস্ট কোশ ইত্যাদি লক্ষ করা যায়। এইসব কোশ থেকে **মিউকাস** এবং **ইমিউনোগ্লোবিউলিন** (IgA) ক্ষরিত হয়। মিউকাস শ্বাসপথকে সিক্ত রাখে এবং IgA অনাক্রম্যতা বজায় রাখে। অনেক সময় জন্মগত ত্রুটির কারণে বা অধিক ধূমপানের কারণে সিলিয়া নষ্ট হয়ে যায়, তখন কার্টাজেনার সিনড্রোম (Kartagener Syndrome) লক্ষ করা যায়।



7.5 অ্যালভিওলাই-এর গঠন ঃ A. বহিস্থ, B. অন্তস্থ

অ্যালভিওলার বা বায়ুথলিতে কিউবয়ডাল এপিথেলিয়াম থাকে। এগুলি type I এবং type II কোশ দিয়ে গঠিত। type II কোশ থেকে এরা **সারফ্যাকটান্ট** ক্ষরণ করে, যা অ্যালভিওলাইকে চুপসে যাওয়ার হাত থেকে রক্ষা করে। বায়ুথলির প্রাচীরে ম্যাক্রোফাজ, মাস্ট কোশ, প্লাজমা কোশ উপস্থিত। ম্যাক্রোফাজ জীবাণু ধ্বংস করে, মাস্ট কোশ হিস্টামিন ও হেপারিন ক্ষরণ করে।

ইলেকট্রন অণুবীক্ষণ যন্ত্রে দৃশ্যমান দুটি সূক্ষ্ম কোশঝিল্লির (0.1 μ পুরু) দ্বারা বায়ু এবং রক্ত পৃথক থাকে। এই ঝিল্লি দুটি রক্তজালিকার অন্তঃআবরণী কলা এবং বায়ুথলীয় চ্যাপটা



7.6 শ্বাসপথের কলাস্থানিক গঠন

আবরণী কলার সমন্বয়ে গঠিত। বায়ুথলির আবরণী ঝিল্লি দু-প্রকারের আবরণী কোশের সমন্বয়ে গঠিত। যেমন—(a) **টাইপ-I কোশ** ঃ চ্যাপটাকৃতি, বিস্তৃত সাইটোপ্লাজমযুক্ত এবং চ্যাপটা নিউক্লিয়াস নিয়ে গঠিত। এটিই মুখ্য আবরণী কোশ। (b) **টাইপ-II কোশ** ঃ এই কোশগুলি দানাদার সাইটোপ্লাজমযুক্ত, সাইটোপ্লাজমে অন্তঃকোশীয় জালক, মুক্ত রাইবোজোম এবং প্রচুর গলগি বডি থাকে। টাইপ-II কোশ **সারফ্যাকট্যান্ট** (surfactant) ক্ষরণ করে। বায়ুথলির প্রাচীরে আবরণী কলায় ম্যাক্রোফাজ, লিম্ফোসাইট, প্লাজমা কোশ, মাস্ট কোশ, APUD (অ্যামাইন প্রিকারসার আপটেক অ্যান্ড ডিকার্বক্সিলেশন) কোশ ইত্যাদি থাকে। মাস্ট কোশ, হেপারিন, হিস্টামিন ক্ষরণ করে, যারা অ্যালার্জি প্রতিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে। বায়ুথলির প্রাচীরে অবস্থানকারী ম্যাক্রোফাজ প্রশ্বাসের সময় ফুসফুসে প্রবেশকারী ধূলিকণা আগ্রাসন করে।

মানুষের উভয় ফুসফুসের বায়ুথলির মোট ক্ষেত্রফল প্রায় 50–80 বর্গমিটার।

2. পেশি স্তর (Muscular layer) ঃ এটি মসৃণ পেশি দ্বারা গঠিত। এদের শ্বসনকারী মসৃণ পেশি বলে। পেশিগুলি একটি আর একটির সঙ্গে জুতোর ফিতের মতো ক্রস করে অবস্থান করে। পেশির সংকোচন-প্রসারণের সাহায্যে শ্বাসনালির গহ্বর ছোটো-বড়ো হয়।

3. ফ্রাইবাস স্তর (Fibrous layer) ঃ শ্বাসপথের একেবারে বাইরের স্তরটি তন্তুময়। এটি কোলাজেন বা ইলাসটিক তন্তু দিয়ে গঠিত। এই স্তরে অসম্পূর্ণ তরুণাস্থির রিং দেখা যায়। কোলাজেন এবং ইলাসটিক তন্তু শ্বাসপথের দৃঢ়তা প্রদান করে। এই অসম্পূর্ণ তরুণাস্থি পিছনের দিকে পর্দা দ্বারা যুক্ত থাকে। ফলে শ্বাসপথের নমনীয়তা বজায় থাকে।

■ ডান ফুসফুস ও বাম ফুসফুসের মধ্যে পার্থক্য (Differences between Right and Left lungs) ■

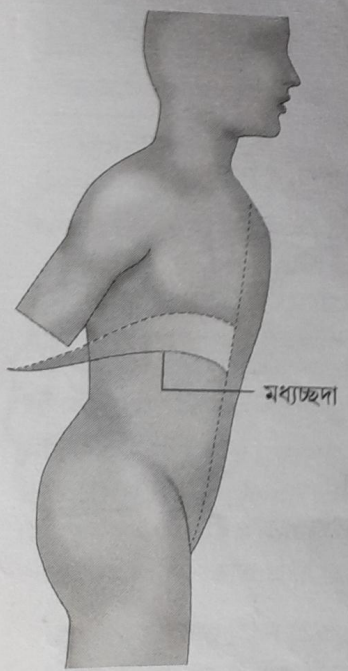
ডান ফুসফুস	বাম ফুসফুস
1. এর তিনটি খণ্ডক (lobes) এবং দুটি ফিসার উপস্থিত।	1. এর দুটি খণ্ডক এবং একটি ফিসার বর্তমান।
2. এতে কার্ডিয়াক নচ্ থাকে না।	2. এতে কার্ডিয়াক নচ্ থাকে।
3. এটি বাম ফুসফুস অপেক্ষা প্রশস্ত।	3. এটি ডান ফুসফুস অপেক্ষা সরু।
4. এটি ওজনে প্রায় 700 gm।	4. এটি ওজনে প্রায় 600 gm।

7.3 শ্বাসপেশি (Respiratory Muscles)

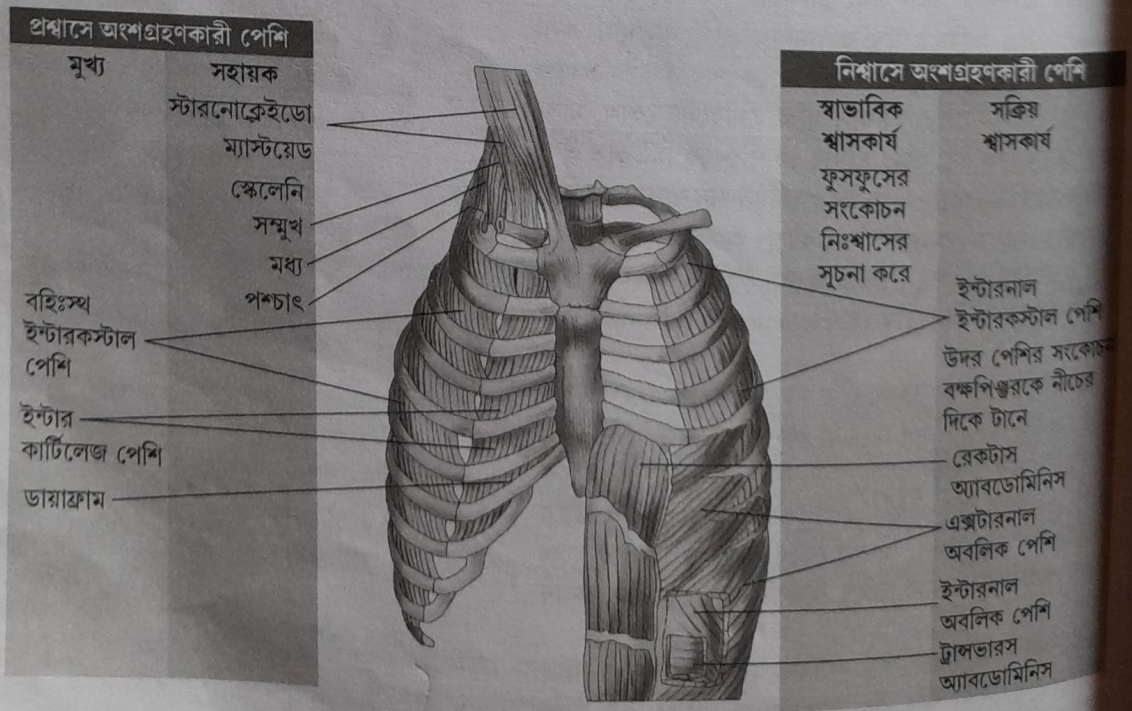
মধ্যচ্ছদা ও ইন্টারকস্টাল পেশি আমাদের প্রধান শ্বাসপেশি।

1. মধ্যচ্ছদা (Diaphragm)

এটি বক্ষগহ্বর ও উদরগহ্বরের মাঝখানে অবস্থিত পেশিযুক্ত টেন্ডন জাতীয় পর্দাবিশেষ। এটি প্রশ্বাসকালে সংকুচিত হয়ে নীচের দিকে নেমে যায় এবং নিশ্বাসকালে প্রসারিত হয়ে স্বস্থানে ফিরে আসে।



7.7 মধ্যচ্ছদার অবস্থান



7.8 শ্বাসকার্যে সাহায্যকারী পেশিসমূহ

2. ইন্টারকস্টাল পেশি (Intercostal muscles)

এই পেশি দুটি পঞ্জরাস্থির মাঝখানে অবস্থিত। এই পেশি দু-রকমের হয়, যথা—(i) **বহিঃইন্টারকস্টাল পেশি** (external intercostal muscle) এবং (ii) **অন্তঃইন্টারকস্টাল পেশি** (internal intercostal muscle)।

3. শ্বাসকার্যে সাহায্যকারী পেশিসমূহ (Muscles that are involved in respiration)

A. প্রশ্বাস গ্রহণে সাহায্যকারী পেশিসমূহ ঃ

(i) **মুখ্য পেশি (Primary inspiratory muscles) ঃ** বহিস্থ ইন্টারকস্টাল পেশি (External intercostal muscle) প্রধান পেশি।

(ii) **গৌণ বা আনুষঙ্গিক পেশি (Secondary/accessory inspiratory muscles) ঃ** স্টারনোমাস্টয়েড স্কেলেনি, সম্মুখস্থ সেরাটি, স্ক্যাপুলার এলিভেটর (Sternomastoid scaleni, anterior serrati, elevators of scapula) ইত্যাদি।

B. নিশ্বাস ত্যাগে সাহায্যকারী পেশিসমূহ ঃ

(i) **মুখ্য পেশি (Primary expiratory muscles) ঃ** অন্তস্থ ইন্টারকস্টাল পেশি (Internal intercostal muscle) প্রধান।

(ii) **গৌণ বা আনুষঙ্গিক পেশি (Secondary/accessory expiratory muscles) ঃ** প্রধানত উদরস্থিত পেশি (Abdominal muscle)।

■ শ্বাস প্রক্রিয়াটি নিম্নলিখিত প্রক্রিয়ার সঙ্গে জড়িত

(i) শ্বাসবায়ু গ্রহণ অর্থাৎ **প্রশ্বাস** (inspiration) এবং শ্বাসবায়ু ত্যাগ অর্থাৎ **নিশ্বাস** (expiration),

(ii) অ্যালভিওলার পর্দায় গ্যাসীয় আদানপ্রদান (O_2 and CO_2 exchange),

(iii) রক্তের মাধ্যমে গ্যাসীয় পরিবহণ (Transport of gasses by the blood),

(iv) রক্ত এবং কলাকোশে O_2 ও CO_2-এর ব্যাপন,

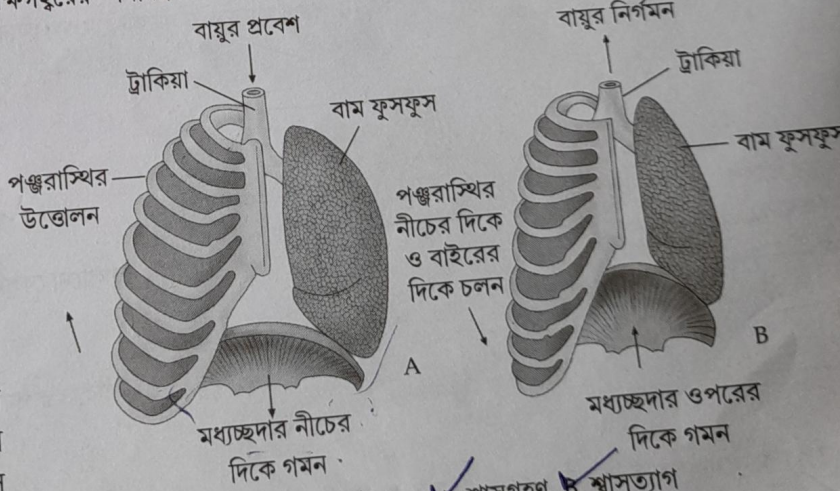
(v) কোশে অক্সিজেনের সদ্ব্যবহার এবং CO_2 ত্যাগ (অন্তঃশ্বসন)।

7.4 মানবদেহে শ্বাস কৌশল বা ব্রিদিং-এ শ্বাসপেশির ভূমিকা (Mechanism of Breathing or Role of Respiratory Muscle in Breathing)

বায়ুজীবী জীবেরা পরিবেশ থেকে যে পদ্ধতিতে অক্সিজেন গ্রহণ করে এবং দেহে উৎপন্ন কার্বন ডাইঅক্সাইড পরিবেশে ত্যাগ করে তাকে বলা হয় শ্বাসকার্য। অর্থাৎ **শ্বাসকার্য বলতে বোঝায় অক্সিজেন সমৃদ্ধ বায়ু গ্রহণ (প্রশ্বাস) এবং কার্বন ডাইঅক্সাইড সমৃদ্ধ বায়ু বর্জন (নিশ্বাস)।**

শ্বাসকার্যের জন্য মানুষসহ সব মেরুদণ্ডী প্রাণীদের দেহে নির্দিষ্ট শ্বাসঅঙ্গ থাকে। মানুষের প্রধান শ্বাসঅঙ্গ একজোড়া ফুসফুস। শ্বাসকার্যে ফুসফুসকে সাহায্য করে শ্বাসপেশি (respiratory muscles)। শ্বাসকার্যে বক্ষগহ্বরের পর্যায়ক্রমিক সংকোচন ও প্রসারণ সম্পন্ন হয়। একে বলা হয় **শ্বসন চলন** (respiratory movements)। বিশ্রামরত অবস্থায় শ্বসনের হার ব্যক্তিবিশেষে বিভিন্ন রকম হয়। প্রাপ্তবয়স্ক পুরুষের ক্ষেত্রে শ্বসন হার প্রতি মিনিটে 10 থেকে 18 বার।

শ্বাসগ্রহণ ও শ্বাসত্যাগকে এককথায় **ব্রিদিং** (breathing) বলে। ব্রিদিং দুটি পর্যায়ে বিভক্ত, যথা—**প্রশ্বাস** বা **শ্বাসগ্রহণ** এবং **নিঃশ্বাস** বা **শ্বাসত্যাগ**।



7.9 শ্বসন কৌশল ঃ A. শ্বাসগ্রহণ, B. শ্বাসত্যাগ

A. প্রশ্বাস (Inspiration)

এই পর্যায়ে ফুসফুসের বায়ুথলিতে O_2 সমৃদ্ধ বিশুদ্ধ বায়ু গৃহীত হয়। প্রশ্বাসে শ্বাসপেশির সংকোচন ঘটে। তাই এটি একটি **সক্রিয়** পদ্ধতি (active process)। মধ্যচ্ছদা এবং বহিঃইন্টারকস্টাল পেশি প্রশ্বাস ক্রিয়ায় প্রধান ভূমিকা নেয়। উদর পেশি প্রশ্বাস ক্রিয়ায় অনেকটা নিষ্ক্রিয় থাকে।

1. মধ্যচ্ছদা (Diaphragm) ঃ এটি বক্ষগহ্বর ও উদরগহ্বরের মাঝখানে অবস্থিত মুখ্য শ্বাসপেশি। এই টেনডনযুক্ত পেশি সংকুচিত হলে নী নেমে যায় ফলে বক্ষগহ্বর দৈর্ঘ্যে প্রসারিত হয়।

2. বহিস্থ আন্তর পঞ্জরাস্থি পেশি (External intercostal muscle) ঃ এই পেশি সংখ্যায় 11 জোড়া এবং 12 জোড়া পঞ্জরাস্থির ম করে। বহিস্থ ইন্টারকস্টাল পেশির সংকোচনে পঞ্জরাস্থি সম্মুখে এবং ওপরের দিকে প্রসারিত হয়। তাই বক্ষগহ্বর ঊর্ধ্ব, নিম্ন (dorso-ven পাশের দিকে (laterally) বর্ধিত হয়। এই ধরনের চলাচলকে **Bucket handle movement** বলে।

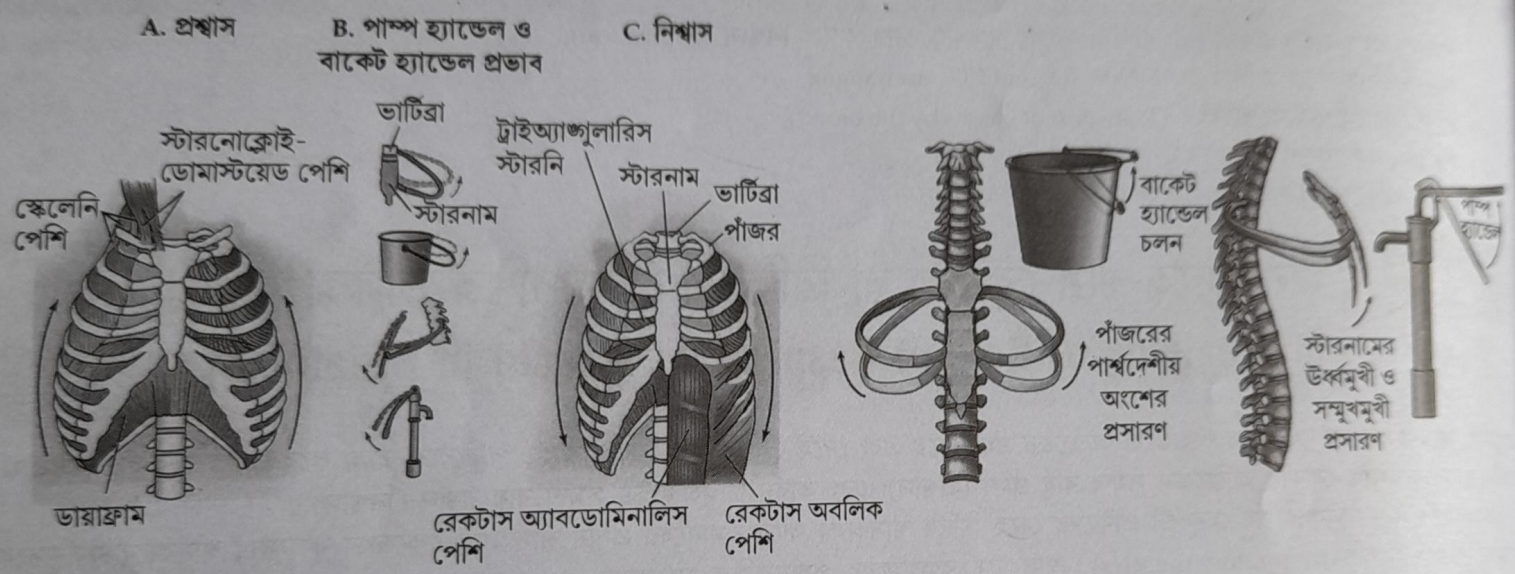
বহিস্থ ইন্টারকস্টাল পেশির সংকোচনের ফলে সাধারণত উপরিস্থিত পঞ্জরাস্থির (দ্বিতীয় জোড়, ষষ্ঠ জোড়) সম্মুখে ও ওপরের দিকে প্রসারিত হয় এবং তার সাথে স্টারনামেরও সেই একই প্রকার প্রসারণ দেখতে পাওয়া যায়। ফলস্বরূপ বক্ষপিঞ্জরের সম্মুখ-পশ্চাৎ ব্যাসের প্রসারণ ঘটে। এই ধরনের প্রসারণকে Pump handle movement বলে। আবার, নিম্নস্থ পঞ্জরাস্থি (সপ্তম জোড়া, দশম জোড়া) ঊর্ধ্বমুখী ও বহিস্থ প্রসারণের ফলে বক্ষপিঞ্জরের অনুপ্রস্থ ব্যাসের বৃদ্ধি ঘটে।

উভয় প্রশ্বাস পেশি (inspiratory muscle) একই সঙ্গে সংকুচিত হলে বক্ষগহ্বর সবদিকে বেড়ে যায়। এর ফলে ফুসফুস প্রসারিত হয় এবং অন্তঃফুসফুসীয় চাপ (intrapulmonary pressure) বায়ুমণ্ডলীয় চাপ অপেক্ষা 4 mmHg থেকে 6 mmHg পর্যন্ত হ্রাস পায়। চাপের এই বৈষম্যের জন্য বিশুদ্ধ বায়ু শ্বাসনালির মধ্য দিয়ে ফুসফুসে প্রবেশ করে। এই প্রক্রিয়াকে বলা হয় প্রশ্বাস।

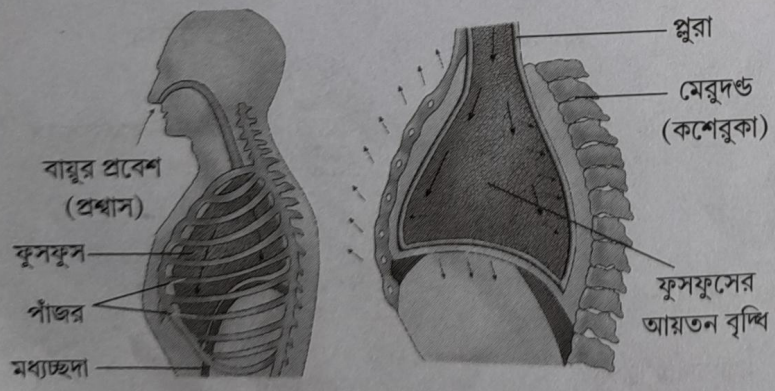
3. স্কেলেনি ও স্টারনোম্যাস্টয়েড পেশি দুটি প্রথম, দ্বিতীয় ও তৃতীয় পাঁজরের মাঝে অবস্থান করে পাঁজরকে সামান্য সামনের দিকে এগিয়ে নিয়ে গিয়ে পরোক্ষ পদ্ধতিতে প্রশ্বাস ক্রিয়ায় সাহায্য করে। বলাবাহুল্য, এই দুটি পেশি সরাসরি প্রশ্বাস ক্রিয়ায় সাহয্য করে না বলে এদের গৌণ বা আনুষঙ্গিক পেশি বলা হয়ে থাকে।

4. পেকটোরাল গার্ডল অর্থাৎ স্কন্ধের পেশিসমূহ সংকুচিত হয়ে বলপূর্বক প্রশ্বাস ক্রিয়ায় পাঁজরগুলিকে যথাযথ স্থানে ধরে রাখতে সাহায্য করে। যদিও পেকটোরাল গার্ডলের পেশিসমূহকেও আনুষঙ্গিক পেশিরূপে গণ্য করা হয়।

ফুসফুসে বিশুদ্ধ বায়ুর চলন (Movement of fresh air into the lungs) ঃ বহিঃনাসারন্ধ্র → নাসাপ্রকোষ্ঠ → অন্তঃনাসারন্ধ্র → ফ্যারিংক্স (গলবিল) → গ্লটিস (শ্বাসছিদ্র) → ল্যারিংক্স → ট্রাকিয়া → ব্রংকাই → ব্রংকিওল → অ্যালভিওলার ডাক্ট → অ্যালভিওলাই।



7.10 পাম্প হ্যান্ডেল ও বাকেট হ্যান্ডেল চলন



7.11 মানুষের প্রশ্বাস ক্রিয়ার চিত্ররূপ (মডেল ও রেখাচিত্রের সাহায্যে)

7.12 প্রশ্বাসকালীন মধ্যচ্ছদা ও পাঁজরের বিচলনের চিত্ররূপ

B. নিশ্বাস (Expiration)

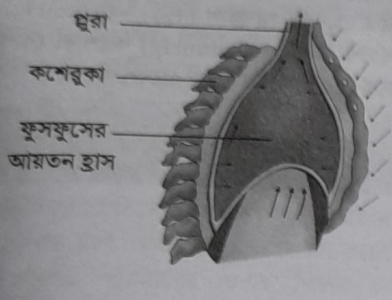
বিশ্রামরত অবস্থায় নিশ্বাস একটি নিষ্ক্রিয় পদ্ধতি এবং এই প্রক্রিয়ায় কেবলমাত্র প্রশ্বাস পেশির প্রসারণ ঘটে। প্রশ্বাস পেশির প্রসারণ এবং ফুসফুস ও বক্ষপ্রাচীরের স্থিতিস্থাপকতা উভয়ই বক্ষগহ্বরের আয়তন হ্রাস করে। কিন্তু বলপূর্বক (forceful) নিশ্বাস প্রক্রিয়ায় নিশ্বাস পেশিগুলিও অংশগ্রহণ করে থাকে।

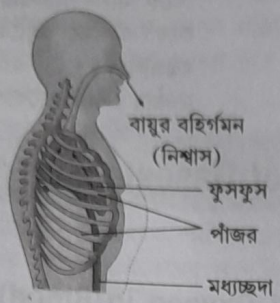
1. মধ্যচ্ছদা (Diaphragm) ঃ মধ্যচ্ছদা প্রসারিত হয়, ফলে এটি পুনরায় উত্তলাকার ধারণ করে। এইসময় বক্ষগহ্বরের আয়তন হ্রাস পায়।

2. উদর পেশি (Abdominal muscle) ঃ এই পেশির সংকোচনে উদরের অঙ্গগুলি ওপরের দিকে উঠে আসে ; এর ফলে মধ্যচ্ছদায় চাপ সৃষ্টি হয় এবং মধ্যচ্ছদা অধিকতর উত্তল (convex) আকার ধারণ করে। তাই বক্ষগহ্বরের আয়তন সম্মুখ-পশ্চাতে (antero-posteriorly) হ্রাস পায়।

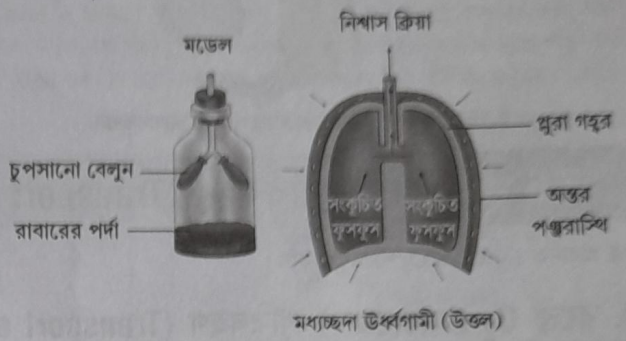
3. অন্তস্থআন্তর পঞ্জরাস্থি পেশি (Internal intercostal muscle) ঃ এই পেশি 11 জোড়া এবং 12 জোড়া পাঁজরের মাঝে থাকে। এই পেশির সংকোচনে পাঁজর (ribs) পশ্চাতে, ঊর্ধ্বে এবং ভিতরের দিকে সরে যায়। এর ফলে বক্ষগহ্বরের আয়তন ঊর্ধ্ব নিম্ন ও পাশাপাশি হ্রাস পায়। বক্ষগহ্বরের আয়তন হ্রাস ফুসফুসকে সংকুচিত হতে সাহায্য করে, যার ফলে প্রায় 500 মিলিলিটার বায়ু ফুসফুস থেকে নির্গত হয়। একে বলা হয় **নিশ্বাস** (expiration)।

○ ফুসফুস থেকে দূষিত বায়ু নির্গমন (Emision of impure air from lungs) ঃ অ্যালভিওলাই → অ্যালভিওলার ডাক্ট → ব্রংকিওল → ব্রংকাই → ট্রাকিয়া → ল্যারিংক্স → গ্লটিস → ফ্যারিংক্স → অন্তঃনাসারন্ধ্র নাসাপ্রকোষ্ঠ → বহিঃনাসারন্ধ্র → দেহের বাইরে।





7.13 নিশ্বাসকালীন মধ্যচ্ছদা ও পাঁজরের বিচলনের চিত্ররূপ



7.14 মানুষের নিশ্বাস ক্রিয়ার চিত্ররূপ (মডেল ও রেখাচিত্রের সাহায্যে)

■ **প্রশ্বাস পেশি ও নিশ্বাস পেশির পার্থক্য (Differences between Inspiratory Muscle and Expiratory Muscle)** ■

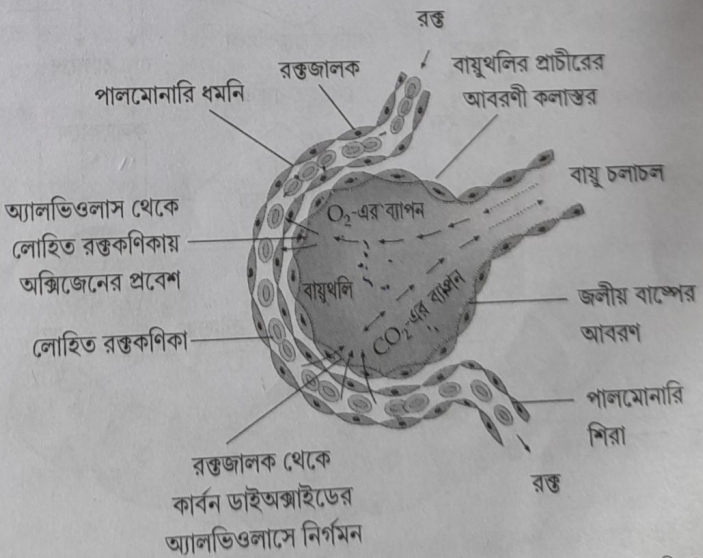
প্রশ্বাস পেশি	নিশ্বাস পেশি
1. এই পেশিসমূহের সংকোচন প্রশ্বাস ক্রিয়া ঘটায়।	1. এই পেশিসমূহের সংকোচন নিশ্বাস ক্রিয়া ঘটায়।
2. মধ্যচ্ছদা ও বহিঃইন্টারকস্টাল পেশি এই ধরনের পেশি। অতিরিক্ত প্রশ্বাস পেশি স্টারনোম্যাস্টেড স্কেলেনি, স্ক্যাপুলার এলিভেটর।	2. উদর পেশি এবং অন্তঃইন্টারকস্টাল পেশি এই ধরনের পেশি।

7.5 গ্যাসীয় আদানপ্রদান (Exchange of Gases)

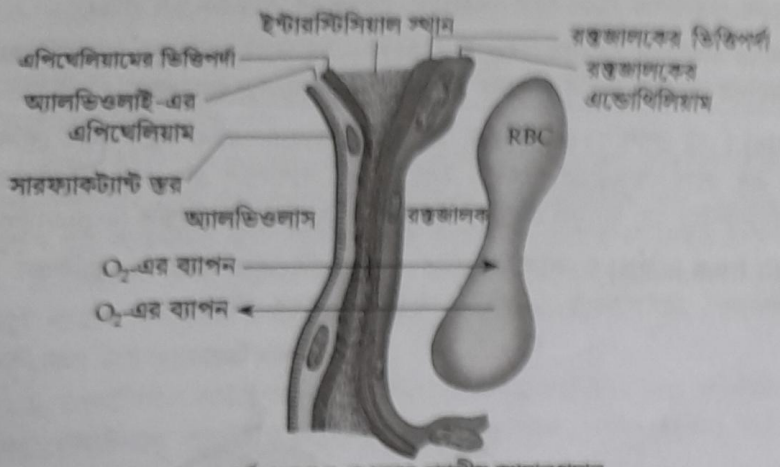
ফুসফুস ও রক্তের মধ্যে এবং রক্ত ও কলারসের মধ্যে শ্বাসবায়ুর আদানপ্রদানকে গ্যাসীয় আদানপ্রদান বলে।

A. ফুসফুস ও রক্তের মধ্যে গ্যাসীয় বিনিময় (Exchange of Gases between Lung and Blood)

এই প্রক্রিয়ায় বায়ুমণ্ডলের O_2 যুক্ত বায়ু প্রথমে ফুসফুসের অ্যালভিওলাই-এ আসে। অ্যালভিওলাই থেকে অক্সিজেন ব্যাপন প্রক্রিয়ায় অ্যালভিওলাই-এর রক্তজালকের রক্তে প্রবেশ করে। অ্যালভিওলাই-এর অক্সিজেনের পার্শ্বচাপ বেশি (P_{O_2} = 104 mmHg) এবং রক্তজালকের রক্তের অক্সিজেনের পার্শ্বচাপ কম (P_{O_2} = 95 mmHg) হওয়ায় অক্সিজেন উচ্চচাপযুক্ত অঞ্চল অ্যালভিওলাই থেকে নিম্নচাপযুক্ত অঞ্চল রক্তজালকের রক্তে প্রবেশ করে। অপরপক্ষে, রক্তজালকের রক্তের CO_2-এর পার্শ্বচাপ (P_{CO_2} = 45 mmHg) অ্যালভিওলাই-এর CO_2-এর পার্শ্বচাপ (P_{CO_2} = 40 mmHg) কম হওয়ায় CO_2 ব্যাপন প্রক্রিয়ায় রক্তজালকের রক্ত থেকে অ্যালভিওলাই-এ প্রবেশ করে।



7.15 বহিঃশ্বসন ঃ অ্যালভিওলাই এবং রক্তজালকের মধ্যে গ্যাসীয় আদানপ্রদানের চিত্ররূপ



7.16 শ্বসন পর্দা ও RBC-র মধ্যে গ্যাসীয় আদানপ্রদান

B. রক্ত ও কলাকোশের মধ্যে গ্যাসীয় বিনিময় (Exchange of Gases between Blood and Tissue)

ধমনি রক্ত দিয়ে বাহিত অক্সিজেন রক্তজালক থেকে ব্যাপন প্রক্রিয়ায় কলারসের মাধ্যমে কলাকোশে প্রবেশ করে। এই সময় রক্তজালকের রক্তের O_2-এর পার্শ্বচাপ (P_{O_2} = 95 PmmHg) কলাকোশের অক্সিজেনের পার্শ্বচাপ (P_{O_2} = 40 mmHg) অপেক্ষা বেশি হওয়ায় অক্সিজেন রক্তজালক থেকে ব্যাপন প্রক্রিয়ায় প্রথমে কলারসে এবং পরে কলাকোশে প্রবেশ করে। অপরপক্ষে বিপাকে উৎপন্ন CO_2 কলাকোশ থেকে ব্যাপন প্রক্রিয়ায় কলারসের মাধ্যমে রক্তজালকের রক্তে প্রবেশ করে। এইসময় কলাকোশের CO_2-এর পার্শ্বচাপ (P_{CO_2}=45 mmHg) রক্তজালকের CO_2-এর পার্শ্বচাপ (P_{CO_2}= 40 mmHg) অপেক্ষা বেশি হওয়ায় CO_2 কলাকোশ থেকে রক্তজালকের রক্তে প্রবেশ করে।

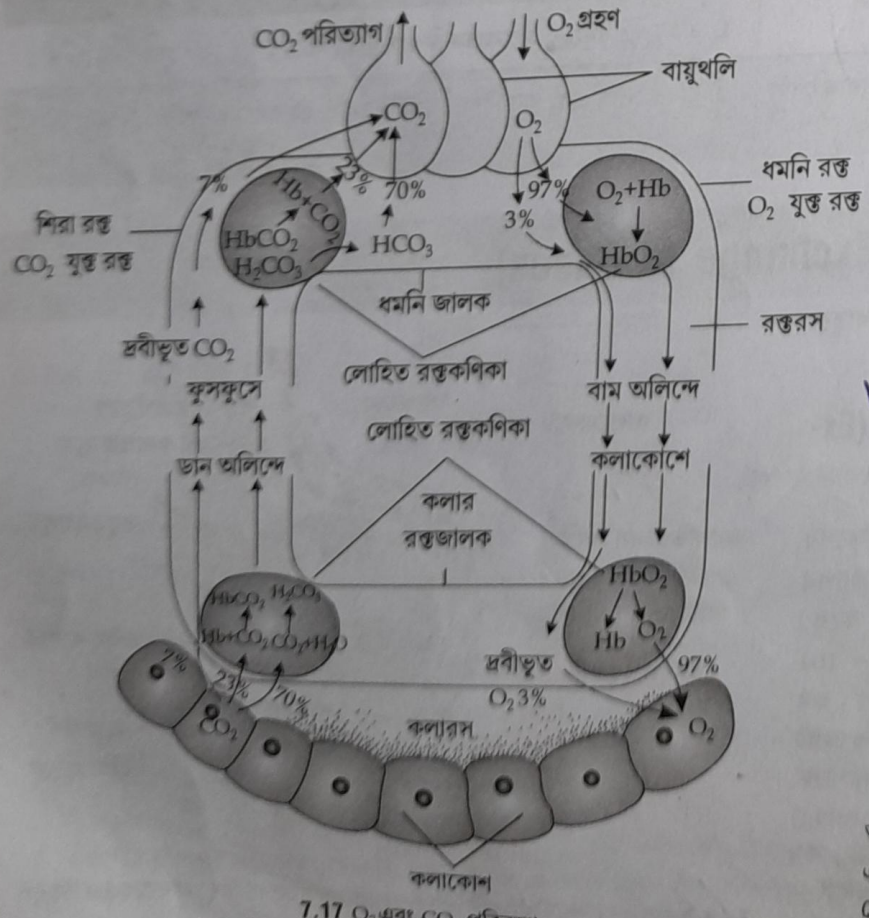
7.6 গ্যাস পরিবহণ (Transport of Gases)

রক্ত প্রধানত O_2 এবং CO_2 পরিবহণ করে।

1. রক্তে O_2 (অক্সিজেন) পরিবহণ (Transport of Oxygen in Blood)

A. ফুসফুসীয় রক্তে অক্সিজেন গ্রহণ (O_2 Enter into the Pulmonary Blood)

ফুসফুসীয় ধমনিতে PO_2-এর পরিমাণ 40 mmHg এবং অ্যালভিওলাই-এ ইহার পরিমাণ 104 mmHg। আংশিক চাপের এই অধিক পার্থক্যের জন্যই অ্যালভিওলি থেকে অক্সিজেন অ্যালভিওলার এপিথেলিয়াম পেরিয়ে রক্তে অর্থাৎ প্লাজমায় ব্যাপিত হয়।



7.17 O_2 এবং CO_2 পরিবহণ

B. রক্তে অক্সিজেন পরিবহণ (Transport of Oxygen in Blood)

রক্ত অক্সিজেন পরিবহণ করে ফুসফুস থেকে হৃৎপিণ্ডে এবং হৃৎপিণ্ড থেকে দেহের বিভিন্ন অংশে প্রেরণ করে। রক্তে অক্সিজেন পরিবহণ নিম্নলিখিতভাবে ঘটে—

(i) দ্রবীভূত গ্যাসরূপে (As dissolved gas) : প্রায় 3% অক্সিজেন রক্তের প্লাজমায় দ্রবীভূত হয় এবং দেহকোশে পরিবাহিত হয়।

(ii) অক্সিহিমোগ্লোবিন রূপে (As oxyhaemoglobin) : প্রায় 97% অক্সিজেন লোহিতকণিকা মধ্যস্থ হিমোগ্লোবিনের সঙ্গে যৌগ গঠন করে বাহিত হয়।

হিমোগ্লোবিন (Hb) গ্লোবিন নামক প্রোটিন এবং হিম (haem) নামক রঞ্জক নিয়ে গঠিত। হিম অংশ 4টি আয়রন (Fe^{++}) অণু নিয়ে গঠিত। প্রতিটি আয়রন অণু এক অণু করে অক্সিজেনের সঙ্গে যুক্ত হয়। অক্সিজেন হিমোগ্লোবিনের সঙ্গে যুক্ত হয়ে **অক্সিহিমোগ্লোবিন** (oxyhaemoglobin) যৌগ গঠন করে, যা রিভারসিবল (reversible)।

$$\underset{\text{হিমোগ্লোবিন}}{Hb_4} + \underset{\text{অক্সিজেন}}{4O_2} \rightarrow \underset{\text{অক্সিহিমোগ্লোবিন}}{Hb_4O_8}$$

অক্সিহিমোগ্লোবিন যৌগ রক্ত দিয়ে বাহিত হয়ে দেহের বিভিন্ন অঙ্গ এবং কলায় পৌঁছায়। অক্সিহিমোগ্লোবিন কলাকোশের জালকে পৌঁছালে তবেই বিশ্লিষ্ট হয়। কলাকোশে গ্লুকোজের অবিরাম বিপাক ঘটতে থাকে। ফলে কোশে CO_2 উৎপাদন হতে থাকে

এবং অক্সিজেনও অধিকাংশ ব্যবহৃত হয়। ফলে কলা রসে এবং কলাকোশে অক্সিজেনের চাপ সর্বদাই কম থাকে (P_{O_2} =<35) এবং CO_2-এর চাপ ধমনির তুলনায় সর্বদা বেশি থাকে (P_{CO_2} =>46)। সুতরাং কম অক্সিজেন চাপে অক্সিহিমোগ্লোবিন ভেঙে বিশ্লিষ্ট হয়ে অক্সিজেনকে মুক্ত করে। এই অক্সিজেন ব্যাপন প্রক্রিয়ায় রক্তজালকের রক্ত থেকে প্রথমে কলা রসে এবং পরে কলাকোশে প্রবেশ করে। প্রয়োজনীয় হিমোগ্লোবিন অণু এই ভাবে O_2 অণুকে গ্রহণ করে।

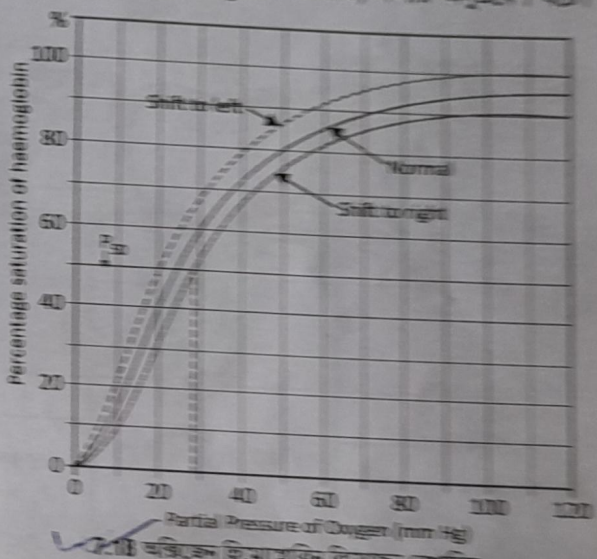
$$\underset{\text{অক্সিহিমোগ্লোবিন}}{Hb_4O_8} \rightarrow \underset{\text{হিমোগ্লোবিন}}{Hb_4} + \underset{\text{অক্সিজেন}}{4O_2}$$

সাধারণ অবস্থায় কোনো ব্যক্তির 100 ml রক্তে 15 gm হিমোগ্লোবিন থাকে। 1 gm হিমোগ্লোবিন 1.34 ml অক্সিজেনের সঙ্গে যুক্ত হয়। সুতরাং পাঁচ 100 ml ধমনি রক্ত প্রায় 20 ml O_2 পরিবহন করে। এই কারণে সাধারণ অবস্থায় 100 ml রক্ত প্রায় 5 ml অক্সিজেন কলাকোশে সরবরাহ করে।

C. কলার অক্সিজেনের প্রবেশ (Entrance of O_2 into the Tissue)

ধমনি রক্তে P_{O_2} সাধারণত 95 mmHg এবং কলাকোশে P_{O_2} পরিমাণ 40 mmHg হওয়ার ফলে আংশিক চাপের একটি নিম্নগামী পার্থক্য দেখা যায়। এই পার্থক্যের জন্যই ধমনি রক্ত থেকে কলাকোশে অক্সিজেনের ব্যাপন প্রক্রিয়ার অনুপ্রবেশ ঘটে। এমন অবস্থায় প্লাজমার O_2-র টান হ্রাস পায় এবং অক্সিহিমোগ্লোবিন ভেঙে অক্সিজেন মুক্তিপ্রাপ্ত হয়ে কোশে প্রবেশ করে। সাধারণত 25-31% শতাংশ O_2 (অক্সিজেনের) কলার অনুপ্রবেশ ঘটে। সাধারণত ধমনি রক্তে এর পরিমাণ 4-5 ml O_2/100 ml)।

○ অক্সিজেন হিমোগ্লোবিন বিয়োজন লেখচিত্র (O_2-Hb dissociation curve) : আলভিওলি থেকে রক্তে প্রবেশের পর অক্সিজেন সাধারণত হিমোগ্লোবিনের সঙ্গে অল্পস্থায়ীভাবে যুক্ত হয়। অক্সিজেনের এইরূপ হিমোগ্লোবিনের সঙ্গে যুক্ত হওয়ার প্রক্রিয়াটি সাধারণত অক্সিজেনের আংশিক চাপ অর্থাৎ P_{O_2} এবং হিমোগ্লোবিনের সঙ্গে অক্সিজেনের সংপৃক্তির শতাংশের পরিমাণের ওপর নির্ভর করে। আমরা যদি P_{O_2}-কে x-অক্ষ বরাবর ও রক্তে অক্সিজেন ও হিমোগ্লোবিনের সংপৃক্তির শতাংশকে y-অক্ষ বরাবর ধরে একটি গ্রাফ আঁকি, তাহলে আমরা একটি S আকৃতির বা Sigmoid shaped curve পাব। বাঁ ওপরের অংশটি অক্সিজেনের সঙ্গে হিমোগ্লোবিনের সংপৃক্তির পরিমাণ বোঝায় ও নীচের অংশটি হিমোগ্লোবিনের সঙ্গে অক্সিজেনের অসংযুক্ত অবস্থা বোঝায়। সাধারণত P_{O_2}-এর 25 mmHg-তে হিমোগ্লোবিনের অক্সিজেনের সঙ্গে 50% (শতাংশ) সংযুক্তি ঘটে। অনেক সময় এই পরিমাণটিকে P_{50}-ও বলা হয়ে থাকে। 40 mmHg P_{O_2}-তে 75% (শতাংশ) অক্সিজেনের-হিমোগ্লোবিন সংযুক্তি দেখা যায় এবং সাধারণত 60 mmHg P_{O_2}-তে 90% (শতাংশ) অক্সিহিমোগ্লোবিন সংযুক্তি দেখা যায়।



চিত্র 7.10 অক্সিজেন হিমোগ্লোবিন বিয়োজন লেখচিত্র

○ প্রভাব বিস্তারকারী কারণসমূহ (Factors affecting O_2-Hb dissociation curve) :

■ ডানদিকে সরণ (Shifting to right) : (i) P_{O_2} হ্রাস পেলে। (ii) দেহ উষ্ণতা বৃদ্ধি পেলে। (iii) রক্তের pH কমে গেলে, অম্লিক হয়ে গেলে বা H^+ গাঢ়ত্ব বৃদ্ধি পেলে। (iv) 2, 3-BPG (2, 3 বিসফসফোগ্লিসারেট) বৃদ্ধি পেলে। (v) P_{CO_2} বৃদ্ধি পেলে।

এই সমস্ত কারণে অক্সিজেন হিমোগ্লোবিন বিয়োজন লেখচিত্রের ডানদিকে সরণ হয়। অর্থাৎ হিমোগ্লোবিনের অক্সিজেনের সঙ্গে যুক্ত হওয়ার প্রবণতা কমে যায়। অর্থাৎ অক্সিহিমোগ্লোবিন ভেঙে থেকে দ্রুত অক্সিজেন বিয়োজিত হয়ে কলাকোশে প্রবেশ করে।

■ বামদিকে সরণ (Shifting to left) : (i) P_{O_2} বৃদ্ধি পেলে। (ii) দেহ উষ্ণতা হ্রাস পেলে। (iii) রক্তের pH বৃদ্ধি পেলে। (iv) 2,3-BPG (2,3 বিসফসফোগ্লিসারেট) হ্রাস পেলে। (v) P_{CO_2} হ্রাস পেলে।

উপরোক্ত এইসকল কারণগুলির জন্য অক্সিহিমোগ্লোবিন বিয়োজন লেখচিত্রের বামদিকে সরণ ঘটে। অর্থাৎ হিমোগ্লোবিনের অক্সিজেনের সঙ্গে যুক্ত হওয়ার প্রবণতা বৃদ্ধি পায়।

বলা বাহুল্য, ফেটাল হিমোগ্লোবিন (Foetal Haemoglobin) (HbF) অর্থাৎ ভ্রূণাবস্থায় রক্তের হিমোগ্লোবিনের অক্সিজেনের প্রতি অনেক বেশি আসক্তি থাকে এবং এই অবস্থায় অক্সিজেন-হিমোগ্লোবিন বিয়োজন লেখচিত্রটি পূর্ণবয়স্ক ব্যক্তির অক্সিজেন হিমোগ্লোবিন বিয়োজন লেখচিত্রের তুলনায় অনেক বেশি বামদিকে অবস্থান করে। অর্থাৎ HbF, O_2-এর প্রতি আসক্তি HbA (Adult Haemoglobin)-এর তুলনায় অনেক বেশি।

2. রক্তে কার্বন ডাইঅক্সাইড পরিবহণ (Transport of Carbon dioxide in Blood)

কলাকোশে খাদ্যের জারণ ঘটায় CO_2 গ্যাস উৎপন্ন হয়। CO_2 ব্যাপন প্রক্রিয়ায় কলাকোশ থেকে রক্তজালকের রক্তে প্রবেশ করে। রক্তে CO_2 তিনটি উপায়ে বাহিত হয়।

(i) প্লাজমায় দ্রবীভূত হয়ে (Dissolved in Plasma) : উচ্চ দ্রবণীয়তার (high solubility) জন্য প্রায় 7% কার্বন ডাইঅক্সাইড রক্তের প্লাজমায় দ্রবীভূত হয়ে বুদবুদে পরিবাহিত হয়।

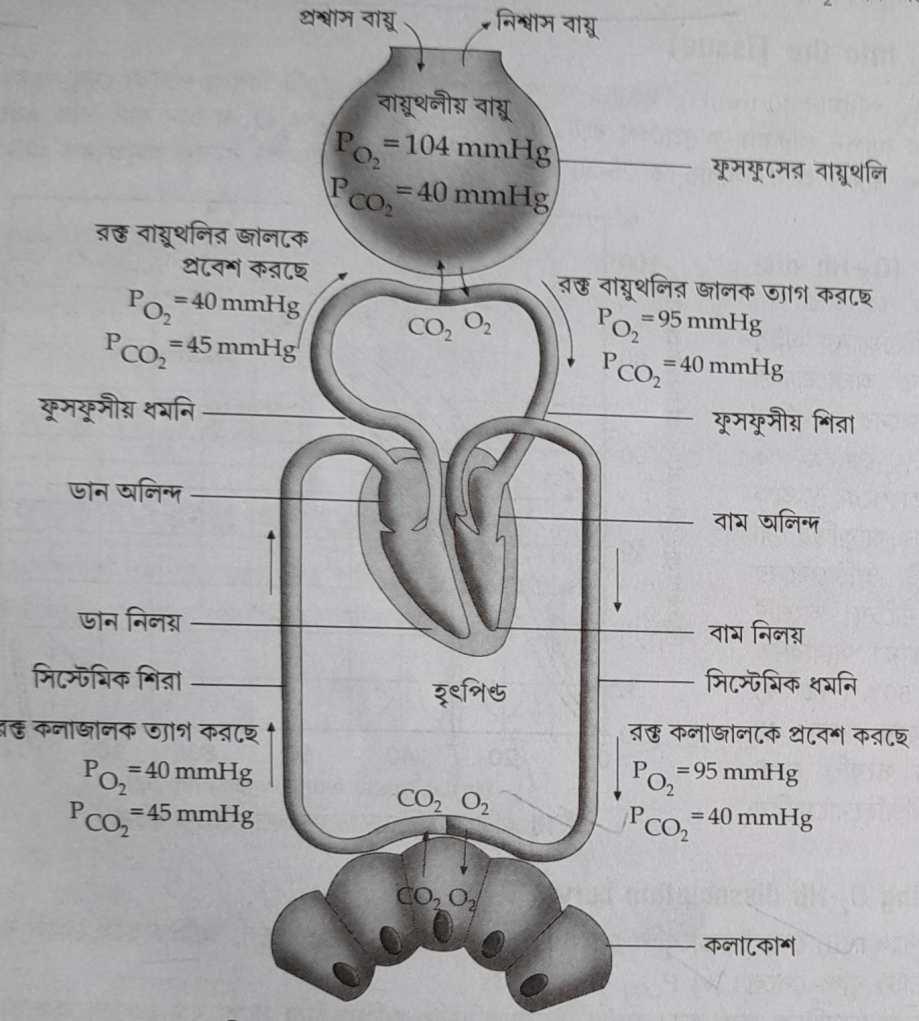
(ii) ভৌত দ্রবণ রূপে (As physical solution) ঃ 100 ml রক্ত প্রায় 2.7 ml CO_2 কলা থেকে গ্রহণ করে, CO_2 রক্তে প্রবেশ করলে প্রায় 5-10% CO_2 রক্তের জলের সঙ্গে বিক্রিয়া করে কার্বনিক অ্যাসিড যৌগ গঠন করে পরিবাহিত হয়।

$$CO_2 + H_2O \underset{\text{কার্বনিক অ্যানহাইড্রেজ}}{\rightleftharpoons} H_2CO_3 \text{ (কার্বনিক অ্যাসিড)}$$

(iii) প্লাজমায় বাইকার্বনেট আয়ন হিসেবে (As Bicarbonate Ion in Plasma) ঃ প্রায় 70% CO_2 বাইকার্বনেট আয়ন (HCO_3^-) গঠন করে প্লাজমায় পরিবাহিত হয়। CO_2 যখন লোহিত রক্তকণিকায় (RBC) ব্যাপিত হয়, তখন CO_2 তার জলের সঙ্গে বিক্রিয়া করে কার্বনিক অ্যাসিড (H_2CO_3) যৌগ গঠন করে। H_2CO_3 অস্থায়ী এবং দ্রুত হাইড্রোজেন আয়ন (H^+) এবং বাইকার্বনেট আয়নে (HCO_3^-) পৃথক হয়ে যায়।

$$CO_2 + H_2O \underset{\text{কার্বনিক অ্যানহাইড্রেজ}}{\rightleftharpoons} H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$$

এই বিক্রিয়া প্লাজমাতে ঘটলেও লোহিতকণিকার মধ্যে সর্বাধিক ঘটে। কারণ লোহিতকণিকার মধ্যে **কার্বনিক অ্যানহাইড্রেজ** উৎসেচক বিদ্যমান। লোহিতকণিকায় এই উৎসেচক সর্বাধিক থাকে।



7.19 গ্যাসীয় আদানপ্রদানের চিত্ররূপ—অ্যালভিওলাস ও ফুসফুসীয় রক্তজালকের মধ্যে এবং রক্তজালক ও কলাকোশের মধ্যে

(iv) কার্বামিনোহিমোগ্লোবিন রূপে (As Carbamino haemoglobin) ঃ CO_2 প্লাজমা থেকে লোহিতকণিকায় প্রবেশ করে হিমোগ্লোবিনের সঙ্গে যুক্ত হয়ে **কার্বামিনোহিমোগ্লোবিন** ($HbCO_2$) যৌগ গঠন করে পরিবাহিত হয়। শতকরা 20-25 ভাগ CO_2 এইভাবে পরিবাহিত হয়।

$$CO_2 + Hb \rightleftharpoons HbCO_2$$

ক্লোরাইড শিফট বা হামবারগার পদ্ধতি (Chloride Shift or Hamburger Phenomenon) ঃ রক্তে CO_2 পরিবহণের সময় RBC-এর মধ্যে প্রচুর পরিমাণে HCO_3 তৈরি হয়। ইহা অনিয়ন্ত্রিতভাবে প্লাজমায় নির্গত হলে, প্লাজমা থেকে ক্লোরাইড আয়ন (Cl^-) RBC তে প্রবেশ করে। ফুসফুসের নিকট CO_2 নিশ্বাসে নির্গত হলে, ক্লোরাইড আয়ন (Cl^-) পুণরায় RBC থেকে প্লাজমায় ফিরে আসে। Cl^- এর এইরূপ চলাচলকে **ক্লোরাইড শিফট** বলে।

লোহিত রক্তকণিকায় উৎসেচক কার্বনিক অ্যানহাইড্রেজের উপস্থিতির জন্য রক্তে প্রবিষ্ট CO_2 লোহিতকণিকায় প্রবেশ করার পর দ্রুতগতিতে কার্বনিক অ্যাসিড উৎপন্ন করে।

$$H_2O + CO_2 \underset{\text{অ্যানহাইড্রেজ}}{\overset{\text{কার্বনিক}}{\rightleftharpoons}} H_2CO_3$$

কার্বনিক অ্যাসিড KHb-র সঙ্গে বিক্রিয়া করে অধিক পরিমাণ পটাশিয়াম বাইকার্বনেট যৌগ উৎপন্ন করে।

$$H_2CO_3 + KHb \rightleftharpoons KHCO_3 + HHb$$

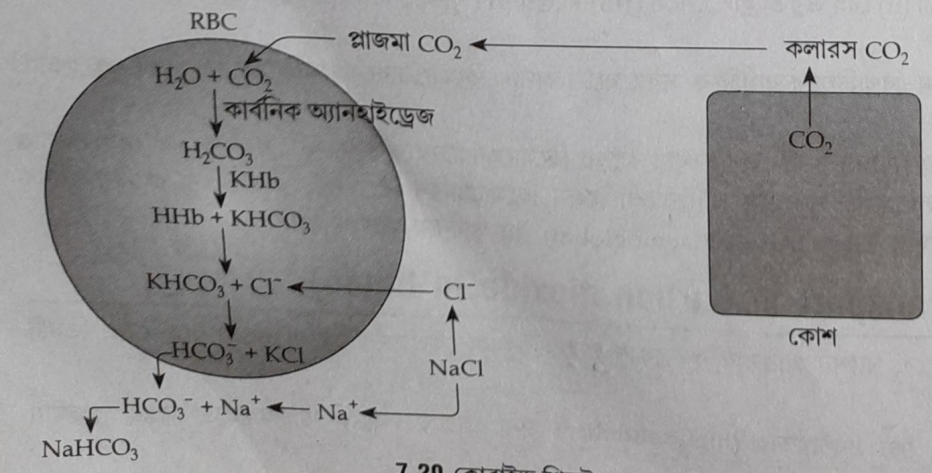
এর ফলে লোহিতকণিকায় pH মাত্রা বৃদ্ধি পায়। প্লাজমা থেকে ক্লোরাইড আয়ন (Cl^-) লোহিতকণিকায় প্রবেশ করে $KHCO_3$-এর সঙ্গে যুক্ত হয়ে pH মাত্রা হ্রাস করে এবং বাইকার্বনেট আয়ন মুক্ত করে।

$$KHCO_3 + Cl^- \rightleftharpoons KCl + HCO_3^-$$

বিক্রিয়ালব্ধ HCO_3^- রক্তকোশে বৃদ্ধি পেলে প্লাজমা ও কোশের আয়ন সাম্য ব্যাহত হয়। ফলে প্রায় 70% HCO_3^- কোশ থেকে নির্গত হয় এবং প্লাজমার মুক্ত সোডিয়াম আয়নের (Na^+) সঙ্গে যুক্ত হয়ে সোডিয়াম বাইকার্বনেট ($NaHCO_3$) গঠন করে।

$$HCO_3^- + Na^+ \rightleftharpoons NaHCO_3$$

ফুসফুসে এই পরিবর্তন বিপরীতমুখী হয়, ফলে CO_2 রক্ত থেকে নির্গত হয় এবং Cl^- পুনরায় প্লাজমাতে প্রত্যাবর্তন করে।

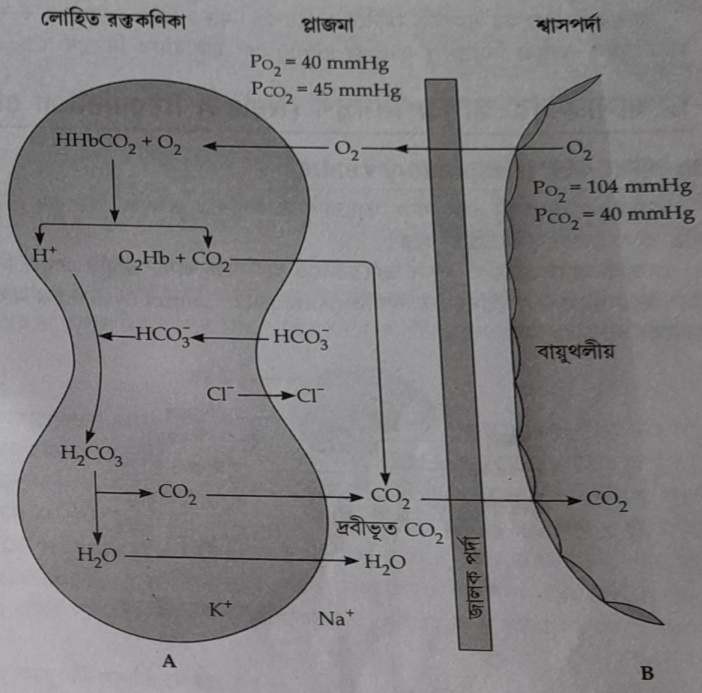


7.20 ক্লোরাইড শিফট-এর রেখাচিত্র

রিভার্স বা বিপরীত ক্লোরাইড শিফট (Reverse Chloride Shift) ঃ যখন রক্তের অ্যাসিডিটি/অম্লত্ব বৃদ্ধি পায়, অর্থাৎ রক্ত বেশি আম্লিক হয়ে যায়, তখন HCO_3^- আয়নকে নিষ্ক্রিয় করার জন্য পুনরায় HCO_3^-এর RBC-তে অনুপ্রবেশ ঘটে ও HCO_3^-, RBC-তে থাকা H^+ আয়নের সাথে যুক্ত হয়ে H_2CO_3 (কার্বনিক অ্যাসিড) উৎপন্ন করে এবং সেটি ভেঙে পুনরায় $H_2O + CO_2$-তে পরিণত হয়। এই গোটা বিক্রিয়াটি সাধারণত কার্বনিক অ্যানহাইড্রেজ (carbonic anhydrase) -এর ফলে হয়। কিন্তু এই পর্যায়ে HCO_3^- প্লাজমা থেকে RBC-তে আসার দরুণ, RBC ও প্লাজমার মধ্যে আয়নের স্থিতাবস্থার পরিবর্তন দেখা যায়। তাই সেটিকে পুনঃস্থাপন করার জন্য Cl^- আয়নটি RBC থেকে বাইরে বেরিয়ে যায় অর্থাৎ RBC থেকে প্লাজমায় চলে আসে। এই ঘটনাটিকে **রিভার্স বা বিপরীত ক্লোরাইড শিফট বা নেগেটিভ ক্লোরাইড শিফট বলে** (Reverse Chloride Shift) বলে।

বোর এফেক্ট (Bohr's Effect) ঃ রক্তে কার্বন ডাইঅক্সাইডের আংশিক চাপ P_{CO_2} (Partial pressure of CO_2) অক্সিজেনের তুলনায় বৃদ্ধি পাওয়ায় হিমোগ্লোবিন অক্সিজেনের সঙ্গে যুক্ত না হয়ে কার্বন ডাইঅক্সাইডের সঙ্গে যুক্ত হওয়ার প্রবণতা দেখায়। ফলে কলাকোশের নিকট O_2-H_b যৌগ থেকে O_2-এর বিয়োজন বৃদ্ধি পায়। এই ঘটনাটিকে **বোর এফেক্ট** বলে। সাধারণত কোশকলায় অক্সিজেনের আংশিক চাপ অর্থাৎ P_{O_2} (Partial pressure of oxygen) থাকে 40 mmHg আর P_{CO_2} থাকে 45 mmHg।

হ্যাল্ডেন এফেক্ট (Haldane Effect) ঃ রক্তে যখন P_{O_2} (Partial pressure of oxygen) বেশি থাকে, তখন হিমোগ্লোবিনের কার্বন ডাইঅক্সাইডের সঙ্গে যুক্ত হওয়ার প্রবণতা হ্রাস পায় অর্থাৎ কার্বামিনো H_b থেকে CO_2 মুক্ত হওয়ার প্রবণতা বৃদ্ধি পায় এবং অক্সিজেনের সঙ্গে যুক্ত হওয়ার প্রবণতা বৃদ্ধি পায়। এই ঘটনাটিকে **হ্যাল্ডেন এফেক্ট** বলে।



7.21 রিভার্স ক্লোরাইড শিফট

7.7 শ্বাসকার্যের ফলে হওয়া অম্লতা ও ক্ষারত্ব (Respiratory acidosis and alkalosis)

ধমনির রক্তের pH-এর মান সাধারণত 7.40 (সামান্য ক্ষারীয়) আবার শিরারক্তে এই pH-এর মান 7.40 তুলনায় কম অর্থাৎ বলা যায়, তা সামান্য হলেও আম্লিক। শ্বাসকার্যের ফলে শিরা ও ধমনীরক্তে প্রবিষ্ট বায়ুর উপর ভিত্তি করে রক্তে ক্ষারকত্ব বা অম্লত্ব প্রকাশ পায়। রক্ত স্বাভাবিকের তুলনায় ক্ষারীয় হয়ে গেলে, এই ঘটনাকে **ক্ষারকত্ব** (alkalosis) বা আম্লিক হয়ে গেলে এই ঘটনাকে **অম্লত্ব** (acidosis) বলা হয়।

■ শ্বাসকার্যজনিত আম্লিকতা (Respiratory acidosis)

রক্তে P_{CO_2} পরিমাণ স্বাভাবিকের তুলনায় বেড়ে গেলে (40 mmHg), শ্বাসক্রিয়াজনিত আম্লিকতা প্রকাশ পায়। সাধারণত নিশ্বাস কার্যের অসংগতির ফলে এইরূপ দেখা যায়। রক্তে CO_2-এর আংশিক চাপে বেড়ে গেলে হিমোগ্লোবিন CO_2-র সাথে আবদ্ধ হওয়ার প্রবণতা দেখা যায় ফলে রক্তে থাকা CO_2 জলের সাথে যুক্ত হয়ে H_2CO_3 তৈরি করে। এই H_2CO_3 রক্তের আম্লিকতা বাড়ানোর মূল কারণ। কিন্তু এই H_2CO_3 খুবই অস্থায়ী।

$$CO_2 + H_2O \xleftrightarrow{\text{কার্বনিক অ্যানহাইড্রেজ}} H_2CO_3 \longleftrightarrow H^+ + HCO_3^-$$

বলা বাহুল্য পরবর্তীকালে এই H_2CO_3 ভেঙে H^+ ও HCO_3^- উৎপন্ন করে। এখানে HCO_3^-এর উৎপত্তির সাথে pH-এর সম্পর্ককে গ্রাফে প্রতিস্থাপন করলে দেখা যায় যে, P_{CO_2}-এর পরিবর্তনে pH-ও পরিবর্তিত হয়ে চলেছে।

■ শ্বাসকার্যজনিত ক্ষারকত্ব (Respiratory Alkalosis)

আবার অতিরিক্ত নিঃশ্বাসক্রিয়ার ফলে রক্তে P_{CO_2}-এর পরিমাণ কমে গেলে, HCO_3 ও H^+ আয়নের পরিমাণ কমতে থাকায় রক্তের pH বাড়তে থাকে। এই অবস্থাকে **শ্বাসকার্যজনিত ক্ষারকত্ব** (Respiratory alkalosis) বলা হয়। উভয় শ্বাসকার্যজনিত অম্লত্ব ও ক্ষারকত্ব হল আনকমপেনসেটেড রেসপিরেটরি অ্যাসিডোসিস (Uncompensated respiratory acidosis)।

7.8 শ্বসন নিয়ন্ত্রণ (Regulation of Respiration)

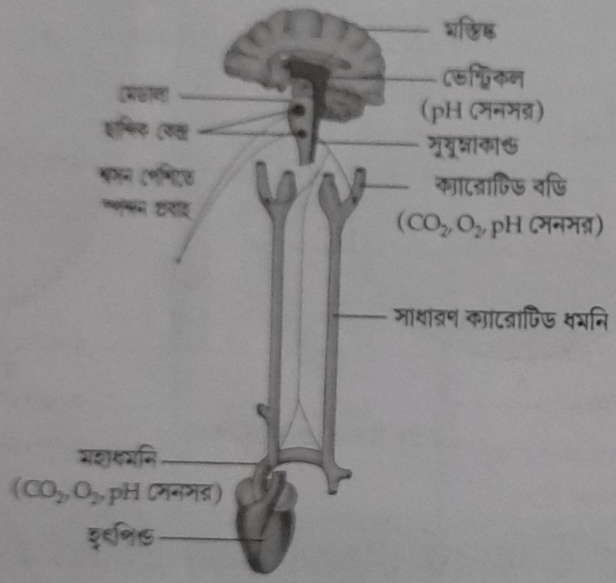
প্রাপ্তবয়স্ক লোকের শ্বাসগতি মিনিটে 14-18 বার। যদিও ব্রিদিং (শ্বাসগ্রহণ ও শ্বাসত্যাগ) একটি অনৈচ্ছিক প্রক্রিয়া তথাপি শ্বাস প্রক্রিয়া দু-ভাবে নিয়ন্ত্রিত হয়। যেমন—**স্নায়ুজ নিয়ন্ত্রণ** (Neural control) এবং **রাসায়নিক নিয়ন্ত্রণ** (Chemical control)।

1. শ্বাসক্রিয়ার স্নায়ুজ নিয়ন্ত্রণ (Neural Regulation of Respiration)

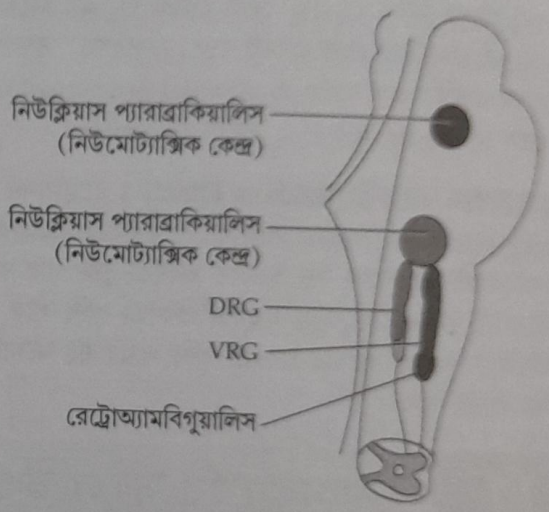
■ শ্বাসকেন্দ্র (Respiratory centre)

মেডালা অবলংগাটা এবং পনস্ ভ্যারোলিতে অবস্থিত একগুচ্ছ নিউরোন (a group of neurons) শ্বাসকেন্দ্ররূপে কাজ করে। শ্বাসকেন্দ্র শ্বাসপ্রশ্বাসের গতি ও গভীরতাকে নিয়ন্ত্রিত করে।

মেডালা অবলংগাটা ও পনস্ ভ্যারোলিতে অবস্থিত শ্বাসকেন্দ্রগুলি স্নায়ুজ নিয়ন্ত্রণে বিশেষ ভূমিকা নেয়। শ্বাসক্রিয়ার এই স্নায়ুজ নিয়ন্ত্রণ মূলত দু ভাবে হয়ে থাকে—A. স্বনিয়ন্ত্রিত পদ্ধতি (Automatic Control System)-র মাধ্যমে এবং B. অন্তর্বাহী সংবেদতন্ত্র (Afferent Impulses System)-এর মাধ্যমে।

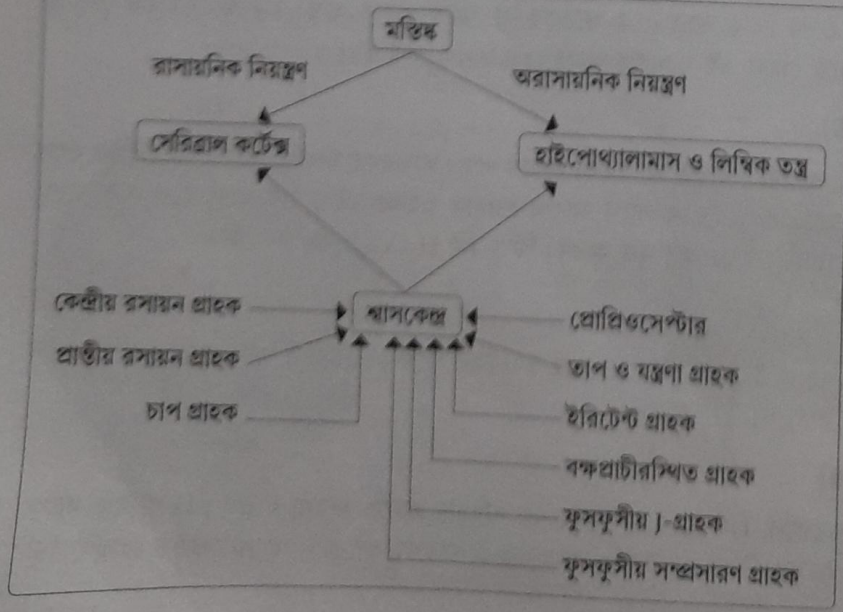


7.22 শ্বসন নিয়ন্ত্রণ



7.23 মেডুলারি ও পনটাইন রেসপিরেটরি কেন্দ্র

A. স্বনিয়ন্ত্রিত পদ্ধতি (Automatic Control System)



এটি একপ্রকারের অনৈচ্ছিক নিয়ন্ত্রণ যা সম্পূর্ণভাবে স্নায়ু দ্বারা পরিচালিত হয়ে থাকে। শ্বাসক্রিয়া নিয়ন্ত্রণকারী স্নায়ুগুলির অবস্থান মূলত পনস্ ও মেডালাতে হয়ে থাকে। এগুলি হল—মেডুলারি রেসপিরেটরি সেন্টার, পনটাইন রেসপিরেটরি সেন্টার (Pontine Respiratory Centre) ও রেটিকিউলার অ্যাক্টিভেটিং সিস্টেম (Reticular Activating System)।

(i) মেডুলারি রেসপিরেটরি সেন্টার (Medullary Respiratory Centre) ঃ এই অংশটি মূলত দুটি শ্রেণির নিউরোন দ্বারা গঠিত। ডরসাল রেসপিরেটরি গ্রুপ [Dorsal Respiratory Group (DRG)] এবং ভেন্ট্রাল রেসপিরেটরি গ্রুপ [Ventral Respiratory Group (VRG)]। এটি শ্বসনের স্বাভাবিক ছন্দকে নিয়ন্ত্রণ করে। বেশিরভাগ DRG স্নায়ু ট্রাকটাস সলিটেরিয়াসের নিউক্লিয়াসে অবস্থান করে এবং বাকি অংশ রেটিকিউলার অংশে অবস্থান করে। DRG মধ্যস্থ কিছু কোশ I-নিউরোন বা ইন্সপিরেটরি স্নায়ু নামে পরিচিত, যা শুধুমাত্র শ্বাসগ্রহণ বা প্রশ্বাসকালে উদ্দীপিত হয়। VRG

অংশে I ও E উভয় স্নায়ুই বিদ্যমান, কারণ এটি প্রশ্বাস বা নিশ্বাস উভয় ক্ষেত্রেই উত্তেজিত হয়। বলাবাহুল্য, উপরোক্ত E-নিউরোন বা এক্সপিরেটরি নিউরোন গভীর শ্বাসপ্রশ্বাস গ্রহণকালে উদ্দীপিত হয়ে থাকে।

(ii) পনটাইন রেসপিরেটরি সেন্টার (Pontine Respiratory Centre) : এটি অ্যাপনিউস্টিক [Apneustic Centre (APN)] ও নিউমোটাক্সিক কেন্দ্রের [Pneumotaxic Centre (PNC)] সমন্বয়ে গঠিত। উভয় কেন্দ্রই মেডুলারি রেসপিরেটরি কেন্দ্রের ক্রিয়াকলাপকে প্রভাবিত করে। অ্যাপনিউস্টিক কেন্দ্রটি মূলত অবদমনকারী স্নায়ুতন্তু (Inhibitory Neurone) নিয়ে গঠিত এবং পনসের নীচের দিকে অবস্থিত। এটি DRG নিউরোনকে সংবাদ প্রেরণের দ্বারা প্রবাহী বায়ু (Tidal Volume)-র পরিমাণ বৃদ্ধি করে। বলাবাহুল্য, এটি গভীর ও দীর্ঘস্থায়ী প্রশ্বাস ক্রিয়া (Apneusis)-র সঙ্গেও যুক্ত। এই কেন্দ্রের কার্যকারিতা ভেগাস স্নায়ু ও নিউমোটাক্সিক কেন্দ্র থেকে প্রেরিত সংকেত দ্বারা অবদমিত হয়।

নিউমোটাক্সিক কেন্দ্রটি মূলত পনসের উপরের দিকে নিউক্লিয়াস প্যারাব্রাকিয়ালিস (Nucleus Parabrachialis) অংশে অবস্থিত। এটি APN-এর কার্যকারিতাকে অবদমন করে। PNC উদ্দীপিত হওয়ার দরুন শ্বাসগতি বৃদ্ধি পায় কিন্তু শ্বসনের গভীরতা হ্রাস পায়। এটি শ্বসন পথ থেকে জলীয় বাষ্পীভবন ঘটিয়ে ঠান্ডা প্রদান করে। যদিও শ্বসনগতি মেডালাস্থিত DRG স্নায়ু দ্বারাই পরিচালিত হয়, PNC ও APN উক্ত নিউরোনগুলিকে নিয়ন্ত্রণের দ্বারা শ্বসনগতি ও শ্বসনের গভীরতাকে নিয়ন্ত্রণ করে।

(iii) রেটিকিউলার অ্যাক্টিভেটিং সিস্টেম (Reticular Activating System) : এই অংশটি শ্বাসকেন্দ্রের কার্যকারিতা বৃদ্ধি করে, ফলে শ্বাসক্রিয়া বেড়ে যায়। ঘুমানোর সময় RAS শ্বাসকেন্দ্রের কার্যকারিতা অবদমিত করার দরুন শ্বাসক্রিয়া কমতে থাকে, ফলে CO_2-র পরিমাণ সাময়িকভাবে বেড়ে যায়।

6. অন্তর্বাহী সংবেদতন্ত্র (Afferent Impulse System)

শ্বসনকেন্দ্রের দ্বারা উৎপন্ন শ্বাসগতি মূলত বহির্বাহী স্নায়ুর দ্বারা শ্বাসপেশিতে যায়। কিন্তু ফুসফুস বা অন্যান্য স্থান থেকে আসা শ্বাসজনিত সংবেদ অন্তর্বাহী স্নায়ুর দ্বারা শ্বাসকেন্দ্রে প্রেরিত হয়। অন্তর্বাহী সংবেদতন্ত্র মূলত কেন্দ্রীয় স্নায়ুতন্ত্রের কাছে অবস্থিত এবং রসায়ন ও অরসায়ন গ্রাহক দ্বারা গঠিত।

(i) মস্তিষ্কের উচ্চতর কেন্দ্র থেকে আগত সংবেদ অন্তর্বাহী তন্ত্রের দ্বারা শ্বসনকেন্দ্রের অনৈচ্ছিক, ঐচ্ছিক ও লিম্বিক তন্ত্রের কার্যসমূহকে প্রভাবিত করে। যদিও শ্বাসতন্ত্রের কার্যসমূহ অধিকাংশই অনৈচ্ছিক, কিন্তু কঙ্কাল পেশি থাকার দরুন এটি ঐচ্ছিকভাবেও নিয়ন্ত্রিত হয়। এই ঐচ্ছিকভাবে নিয়ন্ত্রণ প্রক্রিয়াটি মূলত কিছু নিউরোন দ্বারা সংঘটিত হয়, যারা নিওকর্টেক্স থেকে উৎপত্তি লাভ করে। মেডুলারি রেসপিরেটরি কেন্দ্রকে অতিক্রম করে সুষুম্নীয় রেসপিরেটরি নিউরোনে সংযুক্ত হয়। যদিও শ্বাসবায়ু ধরে রাখা (Breath holding) একটি ঐচ্ছিক প্রক্রিয়া কিন্তু তবুও বেশিক্ষণ ঐচ্ছিকভাবে শ্বাস ধরে রাখা সম্ভব হয় না, কারণ 1 মিনিট ধরে রাখার পর রক্তের রাসায়নিক ধর্মের পরিবর্তনের দরুণ অনৈচ্ছিকভাবেই পুনরায় ব্যক্তি শ্বাসগ্রহণ করতে বাধ্য হয়। যন্ত্রণা ও আবেগ দ্বারাও শ্বাসক্রিয়ার হার ও গভীরতা বৃদ্ধি পায়।

(ii) অরাসায়নিক গ্রাহক দ্বারা অন্তর্বাহী সংবেদ সৃষ্টির নিম্নলিখিত কয়েকটি পদ্ধতি দেওয়া হল—

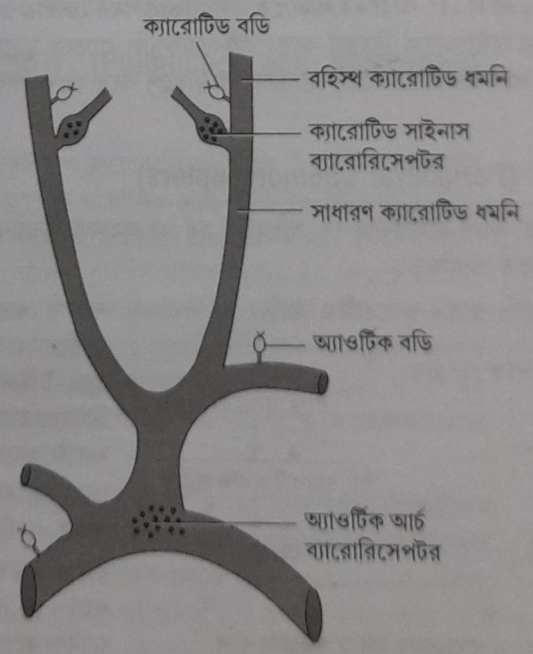
(a) ফুসফুসের বায়ুথলির গাত্রে অবস্থিত অনৈচ্ছিক পেশিতে অবস্থিত টানগ্রাহকগুলি প্রশ্বাস ক্রিয়ার দ্বারা বায়ুথলিকে প্রসারিত করার সঙ্গে সঙ্গে উদ্দীপিত করে। এই উদ্দীপনা ভেগাস স্নায়ুর অন্তর্বর্তী তন্তুর মাধ্যমে পনটোমেডুলারি শ্বাসকেন্দ্রকে উদ্দীপিত করার দ্বারা শ্বসনকে অবদমিত করে। যে প্রতিবর্ত ক্রিয়ার দ্বারা এটি সম্পন্ন হয়, সেটিকে **হেরিং ব্রুয়ার প্রশ্বাস অবদমনকারী প্রতিবর্ত** বা **হেরিং-ব্রুয়ার প্রতিবর্ত** বলা হয়ে থাকে।

নিশ্বাসের ফলে বায়ুথলিগুলি চুপসে যায় সেজন্য ভেগাস স্নায়ুর অন্তর্বর্তী তন্তু নিষ্ক্রিয় হয় এবং প্রশ্বাস কেন্দ্র উদ্দীপিত হয়ে প্রশ্বাস ক্রিয়া শুরু হয়। এইভাবে চক্রাকারে এই প্রতিবর্ত চলতে থাকে।

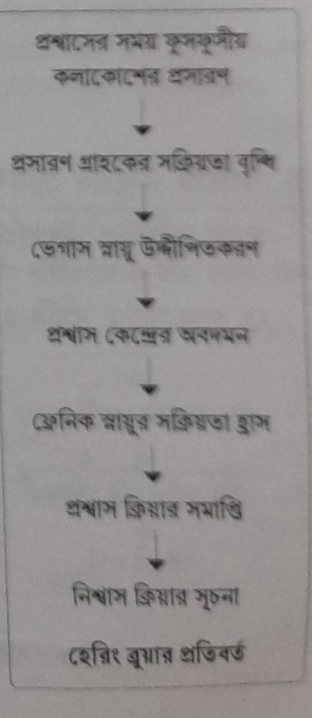
(b) জাক্সটা পালমোনারি ক্যাপিলারি গ্রাহক বা J-গ্রাহক ফুসফুসে অবস্থিত ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র রক্তনালিতে অবস্থান করে। এই রক্তনালি মুচড়ে গেলে এই গ্রাহক উদ্দীপিত হয়। ফুসফুসের শোথ, নিউমোনিয়া, ফুসফুসীয় কনজেশন ইত্যাদি অবস্থায় এই J-গ্রাহক উদ্দীপিত হয়।

(c) সমগ্র শ্বাসনালির (Respiratory Tract) মিউকাস স্তরের নীচে অবস্থান করে ইরিটেন্ট বা উত্তেজক গ্রাহক (Irritant receptor)। এই গ্রাহকগুলি শ্বাসনালিতে প্রবিষ্ট গ্যাস, ধোঁয়া, পার্টিকুলেট ম্যাটার ইত্যাদির ফলে উদ্দীপিত হয় ও কাশি, হাঁচি, হেরিং ব্রুয়ার প্রতিবর্ত ইত্যাদি ক্রিয়াগুলিকে সক্রিয় করে।

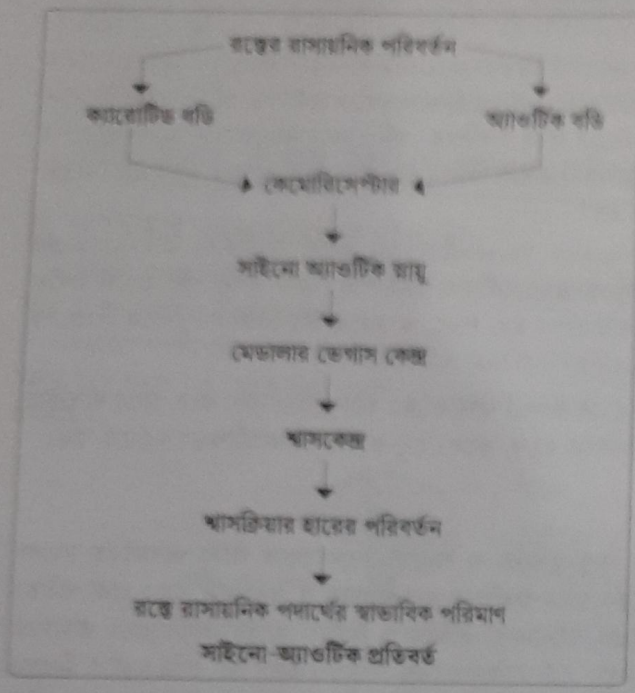
(d) দেহের অস্থিসন্ধি, টেনডন ও পেশিস্থিত প্রোপ্রিওসেপ্টার (Proprioceptor)-গুলি এদের স্থান পরিবর্তনের জন্য উদ্দীপিত হয় এবং অন্তর্বাহী সংবেদের দ্বারা প্রশ্বাস ক্রিয়ায় অংশগ্রহণকারী স্নায়ুগুলিকে উদ্দীপিত করে, যা শ্বাসকার্যের গতি ও গভীরতা বাড়াতে সাহায্য করে।



7.24 চাপ গ্রাহক ও রসায়ন গ্রাহকের অবস্থান



(e) বক্ষগহ্বরের অন্তঃপ্রাচীরে এবং ইন্টারকস্টাল পেশিতে অবস্থিত টানগ্রাহক যা শ্বাসক্রিয়ার ফলে বক্ষ সম্প্রসারণের দ্বারা উদ্দীপিত হয় ও প্রশ্বাস বায়ুকে নিয়ন্ত্রণ করে। বলাবাহুল্য, এই টানগ্রাহক হল মূলত পেশি স্পিন্ডিল।



(f) দেহের তাপমাত্রা পরিবর্তনের ফলে, যথাক্রমে ঠান্ডা গ্রাহক ও উষ্ণ গ্রাহক দ্বারা সংবেদ সোমাটিক অন্তর্বাহী স্নায়ুর দ্বারা মস্তিষ্কের সেরিব্রাল কর্টেক্স অংশে যায়, এবং কর্টেক্স থেকে পাঠানো সংবেদ আবার শ্বাসকেন্দ্রগুলিকে এমনভাবে উদ্দীপিত করে যাতে ফলে হাইপার ভেন্টিলেশনের সৃষ্টি হয়। যদিও নিশ্বাস বায়ুর দ্বারা সবসময়ই কিছু উষ্ণ বায়ু নির্গত হওয়ার দরুন স্বাভাবিক দেহ তাপমাত্রা বজায় রাখতে এরা আংশিকভাবে সাহায্য করে থাকে।

(g) **সাইনো অ্যাওর্টিক প্রতিবর্ত ঃ** ইনটারনাল বা অন্তঃস্থ ক্যারোটিড ধমনির শীর্ষ অংশে ক্যারোটিড সাইনাস এবং অ্যাওর্টিক আর্চের শীর্ষ অংশে অ্যাওর্টিক সাইনাস অবস্থিত। এদের মধ্যে ক্ষুদ্র ডিম্বাকার ক্যারোটিড বডি ও অ্যাওর্টিক বডি অবস্থিত যার মধ্যে আবার কেমোরিসেপ্টর অবস্থিত। এই কেমোরিসেপ্টর থেকে সাইনো-অ্যাওর্টিক স্নায়ু উৎপন্ন হয়ে মেডালার ভেগাস কেন্দ্রে পৌঁছোয়। রক্তের বিভিন্ন প্রকার রাসায়নিক পরিবর্তনের ফলে কেমোরিসেপ্টর উদ্দীপিত হয় এবং এই উদ্দীপনা শ্বাসকেন্দ্রে পৌঁছোলে শ্বাসক্রিয়া নিয়ন্ত্রিত হয়। এইভাবে সাইনো-অ্যাওর্টিক প্রতিবর্তের মাধ্যমে শ্বাসক্রিয়া নিয়ন্ত্রিত হয়।

(h) **সেরিব্রাল কর্টেক্স ও লিম্বিক তন্ত্র ঃ** ঐচ্ছিক শ্বাসক্রিয়া নিয়ন্ত্রিত হয় সেরিব্রাল কর্টেক্স দ্বারা। এর জন্য সেরিব্রাল কর্টেক্স থেকে মোটর নিউরোন কর্টিকো স্পাইনাল ট্রাক্ট দ্বারা যুক্ত থাকে। আবার বিভিন্ন উত্তেজনাকর পরিস্থিতিতে শ্বাসক্রিয়া লিম্বিক তন্ত্র দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হয়। এই কাজে সাহায্য করে হাইপোথ্যালামাস।

2. শ্বাসক্রিয়ার রাসায়নিক নিয়ন্ত্রণ (Chemical Regulation of Respiration)

সংজ্ঞাবহ স্নায়ুর শেষপ্রান্ত রক্তে উপস্থিত P_{O_2}, P_{CO_2} ও pH দ্বারা উদ্দীপিত হয়ে থাকে। শ্বাসক্রিয়ার রাসায়নিক গ্রাহকগুলি মূলত তিন ধরনের হয়ে থাকে—A. কেন্দ্রীয় রসায়ন গ্রাহক (Central Chemoreceptor), B. প্রান্তীয় রসায়ন গ্রাহক (Peripheral Chemoreceptor) ও C. ফুসফুসীয় ও মায়োকার্ডিয়াল রসায়ন গ্রাহক (Pulmonary and Myocardial Chemoreceptors)।

A. কেন্দ্রীয় রসায়ন গ্রাহক (Central Chemoreceptors)

কেন্দ্রীয় রসায়ন গ্রাহকটি মূলত মেডালা অবলংগাটার ঠিক নীচে অবস্থিত মেডুলারি নিউরোনসমূহ। এই অংশ থেকে স্নায়ু আবেগ কেন্দ্রীয় শ্বাসকেন্দ্রে প্রেরিত হয়।

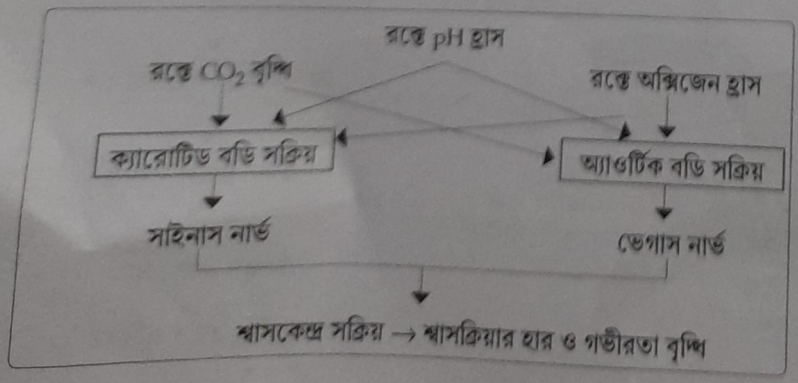
অন্তঃকোশীয় তরল ও CSF-এ থাকা H^+ আয়নের গাঢ়ত্বের ওপর ভিত্তি করে কেন্দ্রীয় রসায়ন গ্রাহকগুলি উদ্দীপিত হয়। ধমনির P_{CO_2} ও H^+ আয়নের গাঢ়ত্ব সরাসরি এই সমস্ত গ্রাহকের উদ্দীপনাকে নিয়ন্ত্রণ করে। এই গ্রাহকগুলি প্রত্যেক মুহূর্তের শ্বাসক্রিয়া ও শ্বাসগতির গভীরতাকে নিয়ন্ত্রণ করে।

কেন্দ্রীয় রসায়ন গ্রাহক CO_2 থেকে হওয়া 80–85% শ্বাসক্রিয়াকে নিয়ন্ত্রণ করে থাকে কিন্তু প্রান্তীয় রসায়ন গ্রাহক 15–20% শ্বাসক্রিয়ার নিয়ন্ত্রণের সঙ্গে যুক্ত।

B. প্রান্তীয় রসায়ন গ্রাহক (Peripheral Chemoreceptors)

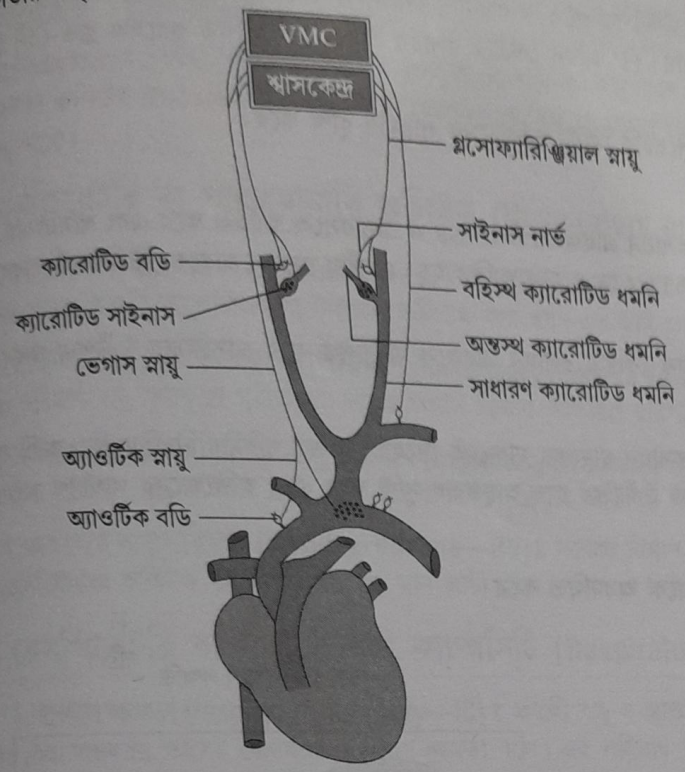
রক্তের রাসায়নিক পরিবর্তনের ফলে শ্বাসক্রিয়ার যে পরিবর্তন হয় তা প্রধানত রসায়ন গ্রাহকের মাধ্যমে সংঘটিত হয়। এই ধরনের রসায়ন গ্রাহক ক্যারোটিড বডি ও অ্যাওর্টিক বডিতে অবস্থিত।

○ ক্যারোটিড ধমনি ঃ প্রতিপার্শ্বের ক্যারোটিড ধমনির দ্বি-বিভাজন স্থানের পাশাপাশি ক্যারোটিড বডি অবস্থিত। ক্যারোটিড বডি প্রধানত দু-ধরনের কোশ দ্বারা গঠিত। এগুলি হল টাইপ-I বা গ্লোমাস কোশ এবং টাইপ-II কোশ। টাইপ-I হল গ্রাহক কোশ এবং টাইপ-II হল নিউরোগ্লিয়াল কোশ। হাইপক্সিক অবস্থায় গ্লোমাস কোশ বা টাইপ-I কোশ ক্যাটেকোলামাইন ক্ষরণ করে যা কাপসদৃশ স্নায়ুতন্তুকে উদ্দীপিত করে শ্বাসকেন্দ্রকে উদ্দীপিত করে। প্রসঙ্গত ক্যারোটিড বডিতে নবম করোটিক স্নায়ুর একটি শাখা প্রবেশ করে।

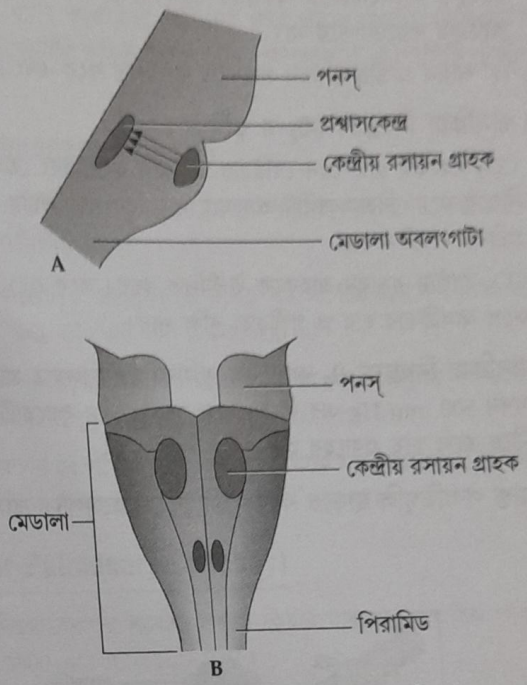


ক্যারোটিড বডি প্রধানত তিনটি অবস্থায় উদ্দীপিত হয়ে শ্বাসক্রিয়াকে নিয়ন্ত্রণ করে—(i) রক্তে অক্সিজেনের পার্শ্বচাপ কমে গেলে। (ii) রক্তে CO_2-এর আধিক্য হলে। (iii) pH কমে গেলে বা H^+ আয়নের আধিক্য হলে।

এ ছাড়াও অ্যাসিটাইলকোলিন (Ach) এবং নিকোটিনের আধিক্যও ক্যারোটিড বডিকে উদ্দীপিত করে শ্বাসক্রিয়াকে নিয়ন্ত্রিত করে, ফলে শ্বাসক্রিয়ার হার ও গভীরতা বৃদ্ধি পায়।



7.25 প্রান্তীয় রসায়ন গ্রাহকের অবস্থান



7.26 কেন্দ্রীয় রসায়ন গ্রাহকের অবস্থান ঃ A. পার্শ্বচিত্র, B. সম্মুখচিত্র

● অ্যাওর্টিক বডি ঃ মহাধমনির কপাটিকায় অবস্থিত অ্যাওর্টিক বডিতে দশম করোটিয় স্নায়ুর একটি শাখা প্রবেশ করেছে। এটিও নিম্নলিখিত কারণে উদ্দীপিত হয়ে শ্বাসক্রিয়ার হার ও গভীরতা বৃদ্ধি করে—

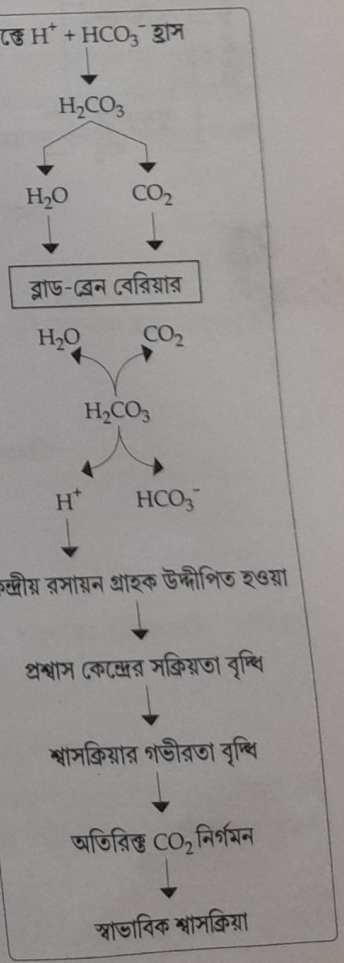
(i) রক্তে O_2 পার্শ্বচাপ হ্রাস বা হাইপোক্সিক অবস্থায়। (ii) রক্তে CO_2-এর আধিক্য হলে। (iii) H^+ আয়নের পরিবর্তন হলে।

এইভাবে ক্যারোটিড বডি ও অ্যাওর্টিক বডিতে অবস্থিত রসায়নগ্রাহকগুলি রক্তের CO_2, pH এবং O_2-এর মাত্রা শনাক্ত করে এবং মস্তিষ্কের ছান্দিক কেন্দ্রে প্রেরণ করে। ছান্দিক কেন্দ্র শ্বাসপেশিতে উদ্দীপনা পাঠায়, যা শ্বাসক্রিয়ার হারকে দ্রুত বা মন্থর করে CO_2 ও O_2-এর মাত্রাকে স্বাভাবিক অবস্থায় ফিরিয়ে আনে।

C. ফুসফুসীয় ও মায়োকার্ডিয়াল রসায়ন গ্রাহক (Pulmonary and Myocardial Chemoreceptors)

ফুসফুসীয় ও করোনারি রক্তবাহে ভেগাস স্নায়ু সমন্বিত ফুসফুসীয় ও মায়োকার্ডিয়াল গ্রাহক উপস্থিত। ফুসফুসীয় রসায়ন গ্রাহকগুলি ফুসফুসীয় সংবহনে নিকোটিন ও অন্যান্য ড্রাগের প্রয়োগের ফলে উদ্দীপিত হয়। এই ধরনের রসায়ন গ্রাহক দ্বারা ব্রাডিকার্ডিয়া, হাইপোটেনশন, অ্যাপনিয়া বা শ্বসনবিরতি ইত্যাদি ক্রিয়া সম্পন্ন হয়। মায়োকার্ডিয়াল রসায়ন গ্রাহক সাধারণত করোনারি রসায়ন প্রতিবর্ত ক্রিয়া বা বেজোল্ড-জেরিস প্রতিবর্ত (Bezold-Jarisch reflex) ক্রিয়া সম্পন্ন করে থাকে। যদিও মায়োকার্ডিয়াল রসায়ন গ্রাহকগুলি যদি একইভাবে ফুসফুসীয় রসায়ন গ্রাহকের অনুরূপ প্রক্রিয়ায় উদ্দীপিত হয়, তবে এটিও ফুসফুসীয় রসায়ন প্রতিবর্তের মতো একই প্রকার বৈশিষ্ট্য প্রদর্শন করবে। এই মায়োকার্ডিয়াল রসায়ন গ্রাহকগুলি হৃৎপিণ্ডের বাম নিলয়ে সংবেদ প্রেরণ করে থাকে। যদিও এর শারীরবৃত্তীয় ক্রিয়া সম্বন্ধে এখনও কোনো সুস্পষ্ট ধারণা পাওয়া যায় নি, তবে এটি বলা হয়ে থাকে যে মায়োকার্ডিয়াল ইনফার্কশনের (Myocardial infarction) পরে এটি ঘটতে দেখা যায়।

● শ্বাসক্রিয়ার রাসায়নিক নিয়ন্ত্রণ পদ্ধতি ঃ শ্বাসগতি নিয়ন্ত্রিত হয় রক্তের এবং সেরিব্রোস্পাইনাল তরলের CO_2 লেভেলের ওপর। মস্তিষ্ক, অ্যাওর্টিক আর্চ এবং ক্যারোটিড সাইনাসে অবস্থিত কেমোরিসেপ্টরগুলি রক্তের CO_2, pH এবং অক্সিজেন লেভেল শনাক্ত করে এবং মস্তিষ্কের ছান্দিক কেন্দ্রে (rhythmic centre) প্রেরণ করে। ছান্দিক কেন্দ্র শ্বাসপেশিতে স্নায়ুস্পন্দন (nerve impulse) পাঠায়, যা শ্বাসগতিকে দ্রুত বা মন্থর করে CO_2 ও O_2-কে স্বাভাবিক লেভেলে নিয়ে আসে।



(a) শ্বাসক্রিয়া নিয়ন্ত্রণে H^+ আয়নের ভূমিকা ঃ

(i) H^+ আয়নের গাঢ়ত্ব রক্তে বৃদ্ধি পেলে মেডালা অবলংগাটাকে উদ্দীপিত করে শ্বাসক্রিয়ার হার বৃদ্ধি করে এবং H^+ আয়নের গাঢ়ত্ব হ্রাস পেলে মেডালা অবলংগাটাকে অবদমিত করে শ্বাসক্রিয়ার হার হ্রাস পায়। H^+ আয়ন কেন্দ্রীয় রসায়ন গ্রাহককে উদ্দীপিত করলেও ব্লাড-ব্রেন-বেরিয়ার অতিক্রম করতে পারে না।

(ii) H^+ আয়ন প্রান্তীয় রসায়ন গ্রাহককে উদ্দীপিত করে এবং রেসপিরেটরি মিনিট ভলিউমের পরিমাণ বৃদ্ধি করে।

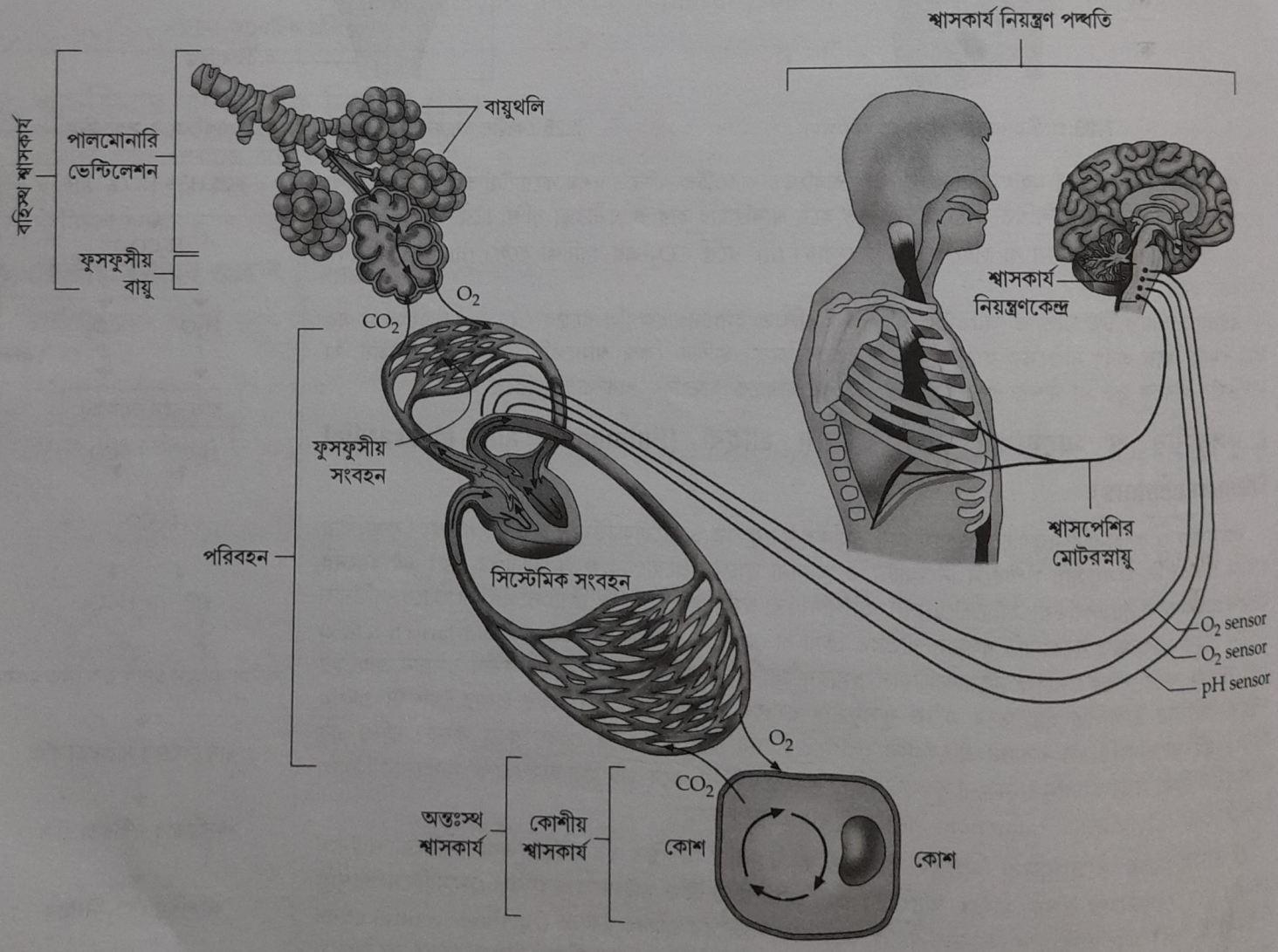
(b) শ্বাসক্রিয়া নিয়ন্ত্রণে CO_2-র ভূমিকা ঃ

(i) CO_2 সহজেই ব্লাড-ব্রেন-বেরিয়ার অতিক্রম করে এবং কেন্দ্রীয় রসায়ন গ্রাহক পার্শ্বস্থ CSF ও কলারসকে আম্লিক করে এবং শ্বাসক্রিয়ায় প্রভাব বিস্তার করে। বিশ্রামকালীন অবস্থায় স্বাভাবিক শ্বাসক্রিয়ার প্রায় 85% CO_2 দ্বারা প্রভাবিত হয়। কেন্দ্রীয় রসায়ন গ্রাহকের উদ্দীপনার মাধ্যমে এই প্রক্রিয়া সংঘটিত হয়।

(ii) CO_2 প্রান্তীয় রসায়ন গ্রাহককে উদ্দীপিত করে। তবে CO_2 প্রধানত কেন্দ্রীয় রসায়ন গ্রাহককে উদ্দীপিত করে শ্বাসক্রিয়ায় উদ্দীপনা প্রদান করে ফলে শ্বাসক্রিয়ার হার ও গভীরতা বৃদ্ধি পায়।

(c) শ্বাসক্রিয়া নিয়ন্ত্রণে O_2 আয়নের ভূমিকা ঃ কেবলমাত্র প্রান্তীয় রসায়ন গ্রাহকের মাধ্যমেই দেহের O_2-এর পরিমাণ নিয়ন্ত্রিত হয়। অক্সিজেনের পার্শ্বচাপ যখন 500 mm Hg-এর নীচে নেমে আসে তখন ক্যারোটিড বডি উদ্দীপিত হয়ে স্নায়ুপ্রবাহ সৃষ্টি করে এবং অক্সিজেনের পার্শ্বচাপ 100 mm Hg-এর নীচে এলে স্নায়ু প্রবাহের হার দ্রুত বৃদ্ধি পায়।

উপরোক্ত পদ্ধতিগুলি ছাড়াও করোনারি কেমোরিসেপটর শ্বাসক্রিয়াকে অবদমিত করে।



7.27 শ্বাসকার্যের নিয়ন্ত্রণ ও চিত্ররূপ

7.9 শ্বাসবায়ুর পরিমাণ (Respiratory Volume)

• **সংজ্ঞা (Definition) ঃ** বিভিন্ন শারীরিক অবস্থায় ফুসফুস যে পরিমাণ বায়ু গ্রহণ করে, ধারণ করে এবং পরিত্যাগ করে তাকে **রেসপিরেটরি ভলিউম বা পালমোনারি ভলিউম** (Pulmonary volume) বলে। অপরপক্ষে, দুই বা ততোধিক পালমোনারি ভলিউমকে একত্রে **পালমোনারি ক্যাপাসিটি** (Pulmonary capacity) বলে।

A. রেসপিরেটরি বা পালমোনারি ভলিউম (Respiratory or Pulmonary Volume)

1. প্রবাহী বায়ুপরিমাণ (Tidal Volume—V_T) ঃ স্বাভাবিক শ্বাসক্রিয়ার সময় প্রতিটি প্রশ্বাস বা নিশ্বাসে যে পরিমাণ বায়ু গ্রহণ করা হয় বা ত্যাগ করা হয় তাকে প্রবাহী বায়ুপরিমাণ বা টাইডাল ভলিউম বলা হয়। এর মান প্রায় 500 মিলিলিটার।

2. প্রশ্বাস ক্রিয়ার অতিরিক্ত বায়ুপরিমাণ (Inspiratory Reserve Volume—IRV) ঃ স্বাভাবিক প্রশ্বাসের পর সর্বোচ্চ প্রশ্বাস ক্রিয়ার মাধ্যমে যে অধিক পরিমাণ বায়ু ফুসফুসে গৃহীত হয় তাকে প্রশ্বাস ক্রিয়ার অতিরিক্ত বায়ুপরিমাণ বলা হয়। এর মান 2500-3000 ml।

3. নিশ্বাস ক্রিয়ার অতিরিক্ত বায়ুপরিমাণ (Expiratory Reserve Volume—ERV) ঃ স্বাভাবিক নিশ্বাস ক্রিয়ার পর বলপূর্বক নিশ্বাসের মাধ্যমে যে অধিক পরিমাণ বায়ু বহিষ্কার করা সম্ভব, তাকে নিশ্বাস ক্রিয়ার অতিরিক্ত বায়ুপরিমাণ বলে। এই পরিমাণ প্রায় 1000-1100 ml।

4. অবশেষ বায়ুপরিমাণ (Residual Volume—RV) ঃ সর্বোচ্চ নিশ্বাস ক্রিয়ার পর যে পরিমাণ বায়ু ফুসফুসে থেকে যায়, তাকে অবশেষ বায়ুপরিমাণ বা রেসিডিউয়াল ভলিউম বলা হয়। এর গড় মান প্রায় 1200 ml বা 1.2 লিটার। এটিকে কোনোপ্রকারেই নির্গত করা যায় না।

B. রেসপিরেটরি বা পালমোনারি ক্যাপাসিটি (Respiratory or Pulmonary Capacity)

1. প্রশ্বাস ক্ষমতা (Inspiratory Capacity—IC) ঃ প্রবাহী বায়ু ও স্বাভাবিক নিঃশ্বাসের পর সর্বোচ্চ প্রশ্বাস ক্রিয়ার মাধ্যমে যে অধিক পরিমাণ বায়ুকে গ্রহণ করা সম্ভবপর তাদের যোগফলকে প্রশ্বাস ক্ষমতা বলে। এর পরিমাণ 3000–3500 ml। $IC = V_T + IRV$।

2. নিশ্বাস ক্ষমতা (Expiratory Capacity—EC) ঃ স্বাভাবিক শ্বাসগ্রহণের পর যে পরিমাণ বায়ু সজোরে পরিত্যাগ করা হয় তাকে এক্সপিরেটরি ক্যাপাসিটি বলে। এটি $EC = V_T + ERV$ [(500 + 1100) = 1600 ml]। এর স্বাভাবিক মান 1.5-1.6 লি.।

3. বায়ুধারকত্ব (Vital Capacity—VC) ঃ বলপূর্বক সর্বোচ্চ প্রশ্বাস ক্রিয়ার পর বলপূর্বক নিশ্বাসের দ্বারা যে পরিমাণ বায়ু সজোরে ফুসফুস থেকে বের করে দেওয়া সম্ভব হয়, তাকে ফুসফুসের বায়ুধারকত্ব বলা হয়। ইহাকে FVC (Forced vital capacity) অথবা FEV (Forced Expiratory volume)ও বলা হয়। সংজ্ঞা অনুসারে, বায়ুধারকত্বের মান প্রশ্বাস ক্ষমতা (Inspiratory Capacity – IC) ও নিশ্বাস ক্রিয়ার অতিরিক্ত বায়ুপরিমাণের সমষ্টির সমান। অর্থাৎ, বায়ুধারকত্ব (vital capacity) = প্রশ্বাস ক্রিয়ার বায়ুধারণ ক্ষমতা (IC) + নিশ্বাস ক্রিয়ার অতিরিক্ত বায়ু পরিমাণ (ERV)।
প্রশ্বাস ক্রিয়ার বায়ুধারণ ক্ষমতা (IC) আবার প্রশ্বাস ক্রিয়ার অতিরিক্ত বায়ু পরিমাণ (IRV) এবং প্রবাহী বায়ু পরিমাণ (TV)-এর সমষ্টি।
সুতরাং বায়ুধারকত্ব (Vital capacity) = $V_T + IRV + ERV$ = (500+3000+1100) ml = 4600 ml বা 4.6 lit।
বায়ুধারকত্ব[1] পরিমাপ করে কোনো মানুষের শ্বসনক্ষমতা (respiratory capacity) নির্ণয় করা যায়।

■ **বায়ুধারকত্বের পরিমাপ (Measurement of Vital Capacity) ঃ** স্পাইরোমিটার যন্ত্রের সাহায্যে বায়ুধারকত্বের পরিমাপ করা হয়। বায়ুধারকত্ব নির্ণয়ের জন্য সাধারণভাবে যে সূত্রের ব্যবহার করা হয় তা হল—

(i) **পুরুষদের বায়ুধারকত্ব** [27.63 – (বয়স × 0.112) × উচ্চতা (সেমি)]

(ii) **স্ত্রীলোকদের বায়ুধারকত্ব** [21.78 – (বয়স × 0.101) × উচ্চতা (সেমি)]

■ **বায়ুধারকত্ব পরিবর্তনের জন্য দায়ী কারণসমূহ (Factors Influencing Vital Capacity) ঃ**

(i) **বয়স** (Age) ঃ বার্ধক্যে বায়ুধারকত্ব কম হয়।

(ii) **লিঙ্গ** (Sex) ঃ পুরুষ অপেক্ষা স্ত্রীলোকদের বায়ুধারকত্ব তুলনামূলকভাবে কম হয়।

(iii) **দেহ-আকৃতি (Shape of body) ঃ** ব্যক্তিবিশেষে দেহ-আকৃতির সঙ্গে বায়ুধারকত্ব সমানুপাতিক।

(iv) **উপরিতলের ক্ষেত্রফল (Surface area) ঃ** দেহের উপরিতলের ক্ষেত্রফলের সঙ্গে বায়ুধারকত্ব সম্পর্কযুক্ত। পুরুষদের ক্ষেত্রে প্রতি বর্গমিটার দেহতলে বায়ুধারকত্ব প্রায় 2–6 লিটার। স্ত্রীলোকের ক্ষেত্রে এই পরিমাণ 2 লিটার।

(v) **দেহভঙ্গি (Posture) ঃ** শায়িত অবস্থায় বায়ুধারকত্ব কিছুটা কম হয়।

(vi) **রোগ (Diseases) ঃ** হৃদ্‌রোগ, নিউমোনিয়া, টিউবারকিউলোসিস, এক্সঅপথ্যালমিক গয়টার ইত্যাদি রোগে বায়ুধারকত্ব কমে যায়।

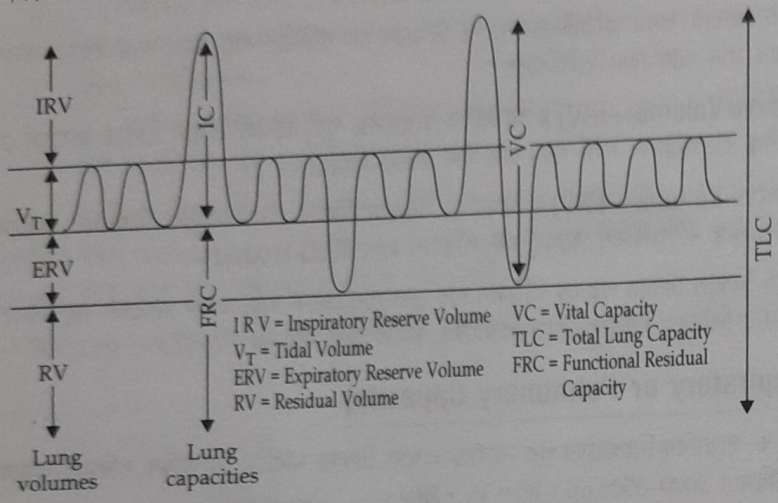
4. ক্রিয়াপোযোগী অবশিষ্ট বায়ুক্ষমতা (Functional Residual Capacity—FRC) ঃ স্বাভাবিক নিশ্বাস ক্রিয়ার পর ফুসফুসে যে পরিমাণ বায়ু অবশিষ্ট থাকে, তাকে ক্রিয়াপোযোগী অবশিষ্ট বায়ুপরিমাণ বলে। এটি অবশিষ্ট বায়ুপরিমাণ ও নিশ্বাস ক্রিয়ায় অতিরিক্ত বায়ুপরিমাণের যোগফলের সমান। *i.e.*, (RV + ERV) [(1200 + 1100) = 2300 ml], এই পরিমাণ 2500–3000 ml বা 2.5–3 লিটার পর্যন্ত হতে পারে।

1. হৃদ্‌রোগ, নিউমোনিয়া, যক্ষ্মা, ফুসফুসীয় রক্তাধিক্য (Pulmonary congestion), অক্ষিগোলক বহিঃস্ফীত গলগণ্ড (exophthalmic goitre) প্রভৃতি রোগে বায়ুধারকত্ব হ্রাস পায়।

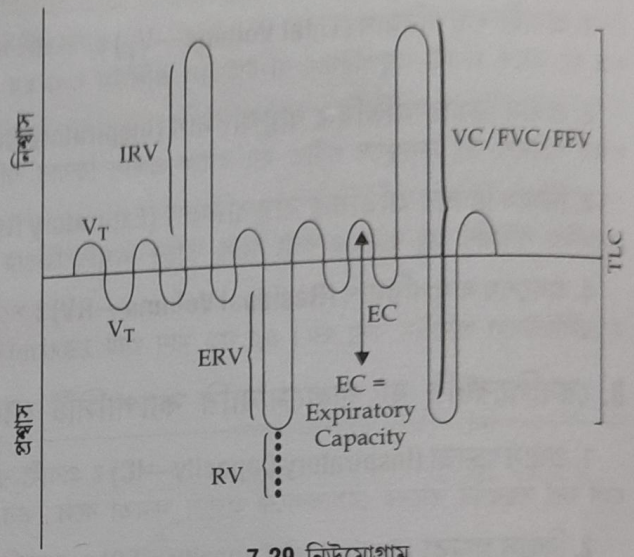
5. ফুসফুসের মোট বায়ুধারণ ক্ষমতা বা টোটাল লাং ক্যাপাসিটি (Total Lung Capacity—TLC) ঃ সর্বাধিক প্রশ্বাসক্রিয়ার পর ফুসফুসে মোট যে পরিমাণ বায়ু অবস্থান করে, তাকে ফুসফুসের মোট বায়ুধারণ ক্ষমতা বা টোটাল লাং ক্যাপাসিটি বলে। এটি অবশিষ্ট বায়ুপরিমাণ (RV) এবং বায়ুধারকত্বের (VC) যোগফলের সমান। এর পরিমাণ প্রায় 5000–6000 ml। TLC = VC + RV [(4600+1200) = 5800 ml]।

অবশেষ বায়ু পরিমাণ (RV), ক্রিয়াপোযোগী অবশিষ্ট বায়ুধারণ ক্ষমতা (FRC) এবং ফুসফুসের মোট বায়ুধারণ ক্ষমতা (TLC) ছাড়া সমস্ত পালমোনারি ভলিউম এবং ক্যাপাসিটি স্পাইরোমিটার (spirometer) যন্ত্রের সাহায্যে পরিমাপ করা হয়।

FRC হিলিয়াম ডাইলিউশান (helium dilution) পদ্ধতি দ্বারা পরিমাপ করা হয় তারপর প্রাপ্ত FRC থেকে ফুসফুসের মোট বায়ুধারণ ক্ষমতা (TLC) এবং RV গণনা করা যায়।



7.28 ফুসফুসীয় বায়ুর পরিমাপ এবং ধারণ ক্ষমতা



7.29 নিউমোগ্রাম

6. নিষ্ক্রিয় বায়ু বা ডেড স্পেস ভলিউম (Dead Space Volume—V_D) ঃ শ্বাসপথে (respiratory passage), যেমন—নাসা-গলবিল, শ্বাসনালি, ব্রংকিওল ইত্যাদি স্থানে কিছু পরিমাণ বায়ু সবসময় নিষ্ক্রিয়ভাবে অবস্থান করে। এই বায়ু আবরণী কলার সংস্পর্শে এসে গ্যাসীয় বিনিময়ে অংশগ্রহণ করে না। এই বায়ুকে **নিষ্ক্রিয় বায়ু বা ডেড স্পেস ভলিউম** বলে। এই বায়ুর পরিমাণ 140–150 ml। ইহা দুই প্রকার— (i) শারীরস্থানজনিত নিষ্ক্রিয় বায়ু (Anatomical dead space), (ii) ফুসফুসীয় নিষ্ক্রিয় বায়ু (alveolar dead space voune)। উভয় প্রকারকে একত্রে শারীরবৃত্তীয় নিষ্ক্রিয় বায়ু পরিমাণ (physiological dead space volume) বলা হয়। এর স্বাভাবিক মান (140 + 0) = 140 mL।

■ ভাইটাল ক্যাপাসিটি এবং টোটাল লাং ক্যাপাসিটির পার্থক্য (Differences between Vital Capacity and Total Lung Capacity) ■

ভাইট্যাল ক্যাপাসিটি	টোটাল লাং ক্যাপাসিটি
1. সর্বোচ্চ প্রশ্বাস ক্রিয়ার পর যে পরিমাণ বায়ু বলপূর্বক নিশ্বাসের দ্বারা ফুসফুস থেকে বার করে দেওয়া সম্ভব, তাকে ফুসফুসের ভাইটাল ক্যাপাসিটি বা বায়ুধারকত্ব বলে।	1. সর্বাধিক প্রশ্বাস ক্রিয়ার পর ফুসফুসে মোট যে পরিমাণ বায়ু অবস্থান করে, তাকে টোটাল লাং ক্যাপাসিটি বা ফুসফুসের মোট বায়ুধারণ ক্ষমতা বলে।
2. এটি টাইডাল ভলিউম, ইন্সপিরেটরি রিজার্ভ ভলিউম এবং এক্সপিরেটরি রিজার্ভ ভলিউমের যোগফল।	2. এটি ভাইটাল ক্যাপাসিটি এবং রেসিডিউয়াল ভলিউমের যোগফল।
3. এর পরিমাণ 4.6 lit বা 4600 ml।	3. এর পরিমাণ 5.8–6.0 lit বা 5800–6000 ml।

■ ফুসফুসীয় বায়ুর পরিমাণগুলি ছকের সাহায্যে দেখানো হল ■

ফুসফুসীয় বিভাগ	বায়ুর পরিমাণ
1. ভাইটাল ক্যাপাসিটি (VC)	4.6 lit
2. টাইডাল ভলিউম (V_T)	6.5 ml
3. ইনস্পিরেটরি ক্যাপাসিটি (IC)	3.5 lit
4. ইনস্পিরেটরি রিজার্ভ ভলিউম (IRV)	3.0 lit
5. এক্সপিরেটরি রিজার্ভ ভলিউম (ERV)	1.1 lit

ফুসফুসীয় বিভাগ	বায়ুর পরিমাণ
6. ফাংশনাল রেসিডিউয়াল ক্যাপাসিটি (FRC)	2.3 lit
7. রেসিডিউয়াল ভলিউম (RV)	1.2 lit
8. ডেড স্পেস ভলিউম (V_D)	140–150 ml
9. টোটাল লাং ক্যাপাসিটি (TLC)	5.8–6 lit

7.10 শারীরস্থানিক এবং ফুসফুসীয় নিষ্ক্রিয় স্থানের তাৎপর্য (Significance of Anatomical and alveolar Dead Space)

নিষ্ক্রিয় স্থান কী? (What is Dead Space?) : শ্বাসতন্ত্রের বায়ুপথের (airways) কোনো কোনো অংশে কিছু বায়ু আবদ্ধ থাকে যা গ্যাসীয় আদানপ্রদানে অংশগ্রহণ করতে পারে না। এই প্রকারের বায়ুপথকে **নিষ্ক্রিয় স্থান** (Dead space) এবং এতে আবদ্ধ বায়ুকে নিষ্ক্রিয় স্থান বায়ু (Dead space air) বলে।

নিষ্ক্রিয় স্থান দু-রকমের—(1) অঙ্গসংস্থানিক নিষ্ক্রিয় স্থান এবং (2) ফুসফুসীয় নিষ্ক্রিয় স্থান।

1. শারীরস্থানিক নিষ্ক্রিয় স্থান (Anatomical Dead Space) : প্রশ্বাসের সময় গৃহীত বায়ুর কিছু অংশ নাসাগলবিল (Nasopharynx), শ্বাসনালি (Trachea), টারমিনাল ব্রঙ্কিওলের (Bronchiole) ইত্যাদি অংশে আবদ্ধ থাকে; বাকি অংশ ফুসফুসের বায়ুথলিতে প্রবেশ করে এবং গ্যাসীয় বিনিময়ে অংশগ্রহণ করে। অ্যালভিওলাই ব্যতীত উপরোক্ত বায়ুপথকে **শারীরস্থানিক নিষ্ক্রিয় স্থান** (Anatomical dead space) এবং তাতে আবদ্ধ বায়ুকে **শারীরস্থানিক নিষ্ক্রিয় স্থান বায়ু** (Anatomical dead space air) বলে। এই সকল স্থানে বায়ুথলি ও রক্তজালক না থাকায় বায়ুমণ্ডলীয় এই বায়ু কখনও বায়ুথলির আবরণী কলার সংস্পর্শে আসতে পারে না বা গ্যাসীয় বিনিময়ে অংশগ্রহণ করতে পারে না ফলে নিষ্ক্রিয় থেকে যায়। স্বাভাবিক অবস্থায় শারীরস্থানিক নিষ্ক্রিয় স্থানের বায়ুর পরিমাণ প্রায় 150 মিলিলিটার।

জেনে রাখো

- **কেইন-স্টোকস শ্বসন (Cheyen-Stokes Breathing) :** যখন শ্বাসক্রিয়া পর্যায়ক্রমিকভাবে হ্রস্ব অর্থাৎ পর্যায়ক্রমে বর্ধিত শ্বসন এবং বিরতি এইভাবে ঘটতে দেখা যায়, তাকে ক্রমশ্বসন বা কেইন-স্টোকস শ্বসন (Cheyne Stokes Breathing) বলে।
- **কেইসন পীড়া (Caisson's Disease) :** কোনো ব্যক্তিকে হঠাৎ এবং দ্রুত উচ্চবায়ুমণ্ডলীয় চাপ থেকে নিম্ন বায়ুমণ্ডলীয় চাপে স্থানান্তরিত করলে, যে অস্বাভাবিকতার সৃষ্টি হয় তাকে কেইসন পীড়া বলা হয়। এই অবস্থার দ্বারা আক্রান্ত ব্যক্তিদের ধমনিতে এবং সবচেয়ে বেশি সূক্ষ্ম রক্তনালিকায় বুদবুদ সৃষ্টি হয়। ফলে সংশ্লিষ্ট অংশে রক্তচলাচল বন্ধ হয়ে যায়। এমনকি ব্যক্তির মৃত্যু পর্যন্ত হতে পারে। দেহের ভিতরের চাপের তুলনায় বাইরের চাপ বেশি হওয়ায় এরূপ হয়। সাধারণত সমুদ্রের তলদেশে এবং সমুদ্র তটবর্তী এলাকায় বায়ুচাপের তারতম্যতার দরুণ এই ঘটনাটি ঘটে থাকে। একবারীন অতিরিক্ত চাপে থাকার পরে হঠাৎ করে কম চাপযুক্ত স্থানে এলে এই ধরনের রোগ দেখা যায়। যেটি সাধারণত ডুবুরিদের ক্ষেত্রেই বেশি হয়ে থাকে।

- **সংজ্ঞা (Definition) :** *শ্বাসপথের যে অংশে বায়ু ও রক্তের মধ্যে গ্যাসীয় আদানপ্রদান ঘটে না সেই অংশগুলিকে শারীরস্থানিক নিষ্ক্রিয় স্থান বলে।*

2. ফুসফুসীয় নিষ্ক্রিয় স্থান (Alveolar Dead Space) : স্বাভাবিক অবস্থায় ফুসফুসের শীর্ষ বায়ুথলিগুলি (Apical alveoli) পর্যাপ্ত বায়ু দ্বারা পূর্ণ হয়, কিন্তু তাদের রক্ত সরবরাহ অপেক্ষাকৃত কম থাকায় অধিকাংশ বায়ু রক্তে প্রবেশ করতে পারে না অর্থাৎ নিষ্ক্রিয় থেকে যায়। উপরোক্ত বায়ুথলিগুলি **ফুসফুসীয় নিষ্ক্রিয় স্থান** (Alveolar dead space) গঠন করে। উক্ত অঞ্চলের বায়ুকে **ফুসফুসীয় নিষ্ক্রিয় বায়ু** (Alveolar dead space air) বলে।

সুস্থ মানুষের ক্ষেত্রে ফুসফুসীয় নিষ্ক্রিয় স্থান বায়ুর পরিমাণ প্রায় একই থাকে। তবে ফুসফুসের কোনো কোনো রোগে এর মান 1 থেকে 2 লিটার পর্যন্ত হয় যাকে ফুসফুসের কর্মক্ষমতা হ্রাসের সূচক হিসাবে ধরা যায়।

- **সংজ্ঞা (Definition) :** *ফুসফুসের অ্যালভিওলাই মধ্যস্থ যে স্থানের বস্তু রক্তের সঙ্গে গ্যাসীয় বিনিময়ে অংশগ্রহণ করে না, সেই স্থানগুলিকে ফুসফুসীয় নিষ্ক্রিয় স্থান বলে।*

7.11 প্রশ্বাস বায়ু, নিশ্বাস বায়ু ও বায়ুথলীয় বায়ুর উপাদান [Composition of Inspired, Expired and Alveolar Air]

প্রশ্বাস বায়ু (Inspired air) : প্রশ্বাস বায়ু ও বায়ুমণ্ডলীয় বায়ুর উপাদান ও চাপ প্রায় একই রকম। প্রশ্বাস বায়ু শুষ্ক এবং শ্বাসতন্ত্রের বিভিন্ন অংশের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হওয়ার সময় প্রশ্বাস বায়ুকে জলীয় বাষ্প আর্দ্র করে। প্রশ্বাস বায়ুতে অক্সিজেন, কার্বন ডাইঅক্সাইড ও নাইট্রোজেন থাকে যথাক্রমে 20.94, 0.04 ও 79.02 ভাগ।

নিশ্বাস বায়ু (Expired air) : নিশ্বাস বায়ুর প্রথম অংশ মূলত বায়ুমণ্ডলীয় বায়ু যার মধ্যে O_2 বেশি থাকে এবং CO_2 কম থাকে। নিশ্বাস বায়ুর পরবর্তী অংশ নিষ্ক্রিয় বায়ু (dead space air) ও বায়ুথলীয় বায়ুর মিশ্রণ। নিশ্বাস বায়ুর শেষ অংশ হল বিশুদ্ধ বায়ুথলীয় বায়ু।

নিশ্বাস বায়ুতে অক্সিজেন, কার্বন ডাইঅক্সাইড ও নাইট্রোজেন থাকে যথাক্রমে শতকরা 16.4, 4.0 এবং 79.6 ভাগ।

বায়ুথলীয় বায়ু (Alveolar air) : ফুসফুসে শারীরবৃত্তীয়ভাবে গুরুত্বপূর্ণ বায়ু হল বায়ুথলীয় বায়ু। কারণ একমাত্র বায়ুথলীয় বায়ুই শিরারক্তকে CO_2 মুক্ত এবং O_2 সমৃদ্ধ করে।

বায়ুথলীয় বায়ু বলতে বোঝায়, যে পরিমাণ বায়ু ফুসফুসের শ্বসন অংশে অবস্থান করে এবং ফুসফুসস্থিত রক্তজালকের সঙ্গে গ্যাসীয় আদানপ্রদানে অংশগ্রহণ করে। তাই, বায়ুথলীয় বায়ু বলতে শুধুমাত্র শারীরস্থানীয় বায়ুথলির বায়ুকেই বোঝায় না, ফুসফুসের গভীরে অবস্থানকারী বায়ুকেও বোঝায়।

ফুসফুসীয় শিরারক্ত বায়ুথলীয় বায়ু থেকে অনবরত O_2 গ্রহণ করে এবং CO_2 মুক্ত করে। তাই বায়ুথলীয় বায়ু হল CO_2 সমৃদ্ধ বায়ু। বায়ুথলীয় বায়ুতে অক্সিজেন, কার্বন ডাইঅক্সাইড, নাইট্রোজেন ও জলীয় বাষ্প থাকে যথাক্রমে শতকরা 14.2, 5.5, 80.3 এবং 6.2 ভাগ। অর্থাৎ বায়ুথলীয় বায়ুতে CO_2-এর পরিমাণ প্রশ্বাস বায়ুর তুলনায় প্রায় 100 গুণ বেশি এবং জলীয় বাষ্পও প্রশ্বাস বায়ুর চেয়ে 10 গুণ বৃদ্ধি পায়।

■ সারণি : প্রশ্বাস, নিশ্বাস ও বায়ুথলীয় বায়ুর উপাদান ■

গ্যাস	প্রশ্বাস বায়ু	নিশ্বাস বায়ু	বায়ুথলীয় বায়ু
অক্সিজেন	20.94%	16.4%	14.2%
কার্বন ডাইঅক্সাইড	0.04%	4.0%	5.5%
নাইট্রোজেন	79.02%	79.6%	80.3%

■ প্রশ্বাস বায়ু ও নিশ্বাস বায়ুর তুলনা (Comparison of inspiratory and expiratory air) ■

প্রশ্বাস বায়ু	নিশ্বাস বায়ু
1. যে বায়ু শ্বাসগ্রহণের মাধ্যমে ফুসফুসে গৃহীত হয়, তাকে প্রশ্বাস বায়ু বলে।	1. যে বায়ু শ্বাসত্যাগের মাধ্যমে ফুসফুস থেকে দেহের বাইরে নির্গত হয়, তাকে নিশ্বাস বায়ু বলে।
2. এই বায়ুতে অক্সিজেনের পরিমাণ বেশি (20.94%) এবং কার্বন ডাইঅক্সাইডের পরিমাণ কম (0.04%)।	2. এই বায়ুতে অক্সিজেনের পরিমাণ কম (16.4%) এবং কার্বন ডাইঅক্সাইডের পরিমাণ বেশি (4.0%)।

○ ফুসফুসীয় বায়ুচলন (Pulmonary Ventilation) : ফুসফুস অভিমুখী এবং ফুসফুস বহির্মুখী বায়ুপ্রবাহকে ফুসফুসীয় বায়ুচলন বা পালমোনারি ভেন্টিলেশন বলে।

উল্লেখ্য, 50 ml প্রবাহী বায়ু পরিমাণ সমৃদ্ধ মিনিটে 12 বার শ্বাসক্রিয়ার হার সম্পন্ন 70 kg ওজনের একজন প্রাপ্তবয়স্ক লোকের স্বাভাবিক বায়ুচলন প্রতি মিনিটে প্রায় 6000 মিলিলিটার। শিশুদের ক্ষেত্রে (2.5 kg) এই পরিমাণ প্রতি মিনিটে প্রায় 500 মিলিলিটার। প্রাপ্তবয়স্ক লোকের ক্ষেত্রে এই পরিমাণ তার অর্ধেকেরও কম (6000/70 মিলি)।

শ্বাসক্রিয়ার সময় মুখপ্রান্তের বায়ুপথ এবং বায়ুথলির বায়ুপথের মধ্যে বায়ুচাপের যে পার্থক্য সৃষ্টি হয়, ফুসফুসীয় বায়ুচলন তার ফলেই ঘটে থাকে।

○ শ্বসন হার (Respiratory Rate) : প্রতি মিনিটে সমৃদ্ধ শ্বাসক্রিয়ার স্বাভাবিক অবস্থায় প্রত্যেক মানুষের সামান্য প্রভেদ থাকে। তবে একজন প্রাপ্তবয়স্ক লোকের শ্বসন হার প্রতি মিনিটে 12–20 বার হয়। শিশুদের ক্ষেত্রে এই হার বেশি হয়। বয়স বাড়ার সঙ্গে সঙ্গে শ্বাসক্রিয়ার হার কমতে থাকে। পেশি সঞ্চালন, মানসিক আবেগ, ভয় ইত্যাদি কারণে শ্বসনহার বেড়ে যায়।

বিভিন্ন বয়সে প্রতি মিনিটে শ্বাসক্রিয়ার হার নীচের ছকে দেখানো হল—

বয়স	প্রতি মিনিটে শ্বাসক্রিয়ার হার
জন্মের সময়	18–40
প্রথম বছরে	25–35
2–4 বছর বয়সে	20–30
5–14 বছর বয়সে	20–25
প্রাপ্তবয়স্ক লোকের ক্ষেত্রে	12–20

○ সারফ্যাকট্যান্ট (Surfactant) : বায়ুথলির (alveoli) গায়ে যে তরলের আস্তরণ থাকে, তার পৃষ্ঠটান (Surface tension) ফুসফুসের সম্প্রসারণশীলতার ওপর প্রভাব বিস্তার করে। বায়ুথলি ছোটো হলে তার পৃষ্ঠটান কম হয়। এর কারণ হল বায়ুথলির তরল আস্তরণে সারফ্যাকট্যান্ট (Surfactant) নামক একটি পদার্থের উপস্থিতি। এই পদার্থটি পৃষ্ঠটান হ্রাস করে। সারফ্যাকট্যান্ট প্রোটিন ও লিপিডের দ্বিস্তরীয় মিশ্রণ। এর প্রধান উপাদান হল—**ডাইপামিটোইল ফসফ্যাটিডাইলকোলিন** (Dipalmitoyl Phosphatidylcholine) বা DPPC।

সারফ্যাকট্যান্টের উপাদানগুলি নীচের ছকে দেখানো হল—

উপাদান	শতাংশ
1. DPPC	62
2. ফসফাটিডিল গ্লাইসিন	05
3. অন্যান্য ফসফোলিপিড	10

উপাদান	শতাংশ
4. নিউট্রাল লিপিড	13
5. প্রোটিন	08
6. কার্বোহাইড্রেট	02

বায়ুথলির আবরণী কোশ সারফ্যাকট্যান্ট উৎপন্ন করে। আবরণী কোশের দানাযুক্ত নিউমোসাইট কোশ থেকে এক্সোসাইটোসিস প্রক্রিয়ায় সারফ্যাকট্যান্ট ক্ষরিত হয়। বায়ুথলির ম্যাক্রোফাজ কিছুটা এই পদার্থকে ছড়িয়ে দিতে সাহায্য করে।

শিশুর জন্মের সময় সারফ্যাকট্যান্টের গুরুত্ব অপরিসীম। মাতৃগর্ভে শিশুর শ্বাসক্রিয়াজনিত চলন শুরু হলেও জন্মের পূর্বমুহূর্ত পর্যন্ত ফুসফুস চুপসানো (collapse) থাকে। জন্মের পর শিশু কেঁদে উঠলে শিশুর শ্বাসক্রিয়া শুরু হয়, ফলে ফুসফুস সম্প্রসারিত হয়। সারফ্যাকট্যান্ট ফুসফুসকে আর চুপসে যেতে দেয় না।

থাইরয়েড হরমোন এবং অ্যাড্রিনোকর্টিকয়েড হরমোন সারফ্যাকট্যান্টের উৎপাদন ঘটায়।

▸ কৃত্রিম শ্বসন (Artificial Respiration)

স্বাভাবিক শ্বাসক্রিয়া যখন বন্ধ হয়ে যায়, তখন রোগীর শ্বাসকার্য যেসব প্রক্রিয়ার সাহায্যে চালানো হয় তাকে কৃত্রিম শ্বাসক্রিয়া বলে।

সাধারণত জলে ডোবা, ইলেকট্রিক শক খাওয়া, কার্বন মনোক্সাইড বিষক্রিয়া প্রভৃতি সংকটময় অবস্থায় জীবন রক্ষার জন্য কৃত্রিম শ্বাসক্রিয়া চালানো অত্যাবশ্যক হয়ে পড়ে।

কৃত্রিম শ্বাসক্রিয়ার উদ্দেশ্য হল ফুসফুস ও রক্ত সংবহনে গ্যাসীয় বিনিময় ঘটানো, শ্বাসকেন্দ্রকে উদ্দীপিত করা, ফুসফুসকে পর্যায়ক্রমে বায়ু ভর্তি ও বায়ু নির্গমনে সাহায্য করা ইত্যাদি। সুতরাং কৃত্রিম শ্বাসক্রিয়ার উদ্দেশ্য হল—(i) ফুসফুসে বায়ুচলন পর্যাপ্ত রাখা, (ii) শ্বাসনালি উন্মুক্ত রাখা, (iii) ফুসফুসে বায়ুচলনে প্রতিবন্ধকতা সৃষ্টি না হওয়া।

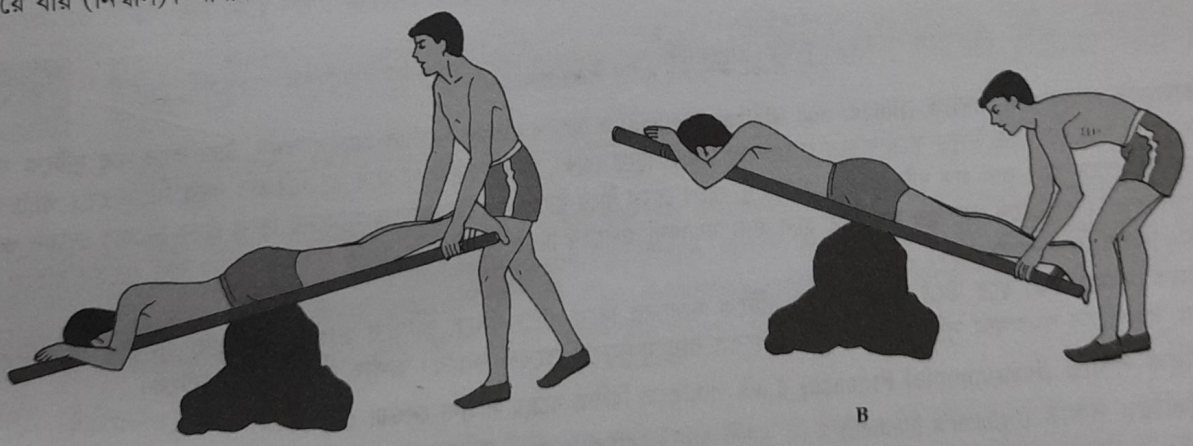
■ কৃত্রিম শ্বাসক্রিয়ার পদ্ধতি (Mechanism of Artificial Respiration)

কৃত্রিম শ্বাসক্রিয়াকে দু-ভাগে ভাগ করা হয়েছে, যথা—অযান্ত্রিক পদ্ধতি এবং যান্ত্রিক পদ্ধতি।

A. অযান্ত্রিক পদ্ধতি (Manual Method) ঃ এটি দু-রকমের, যথা—

1. ইভের দোলন পদ্ধতি (Eve's Rocking Method) ঃ পদ্ধতিটি নিম্নরূপ—

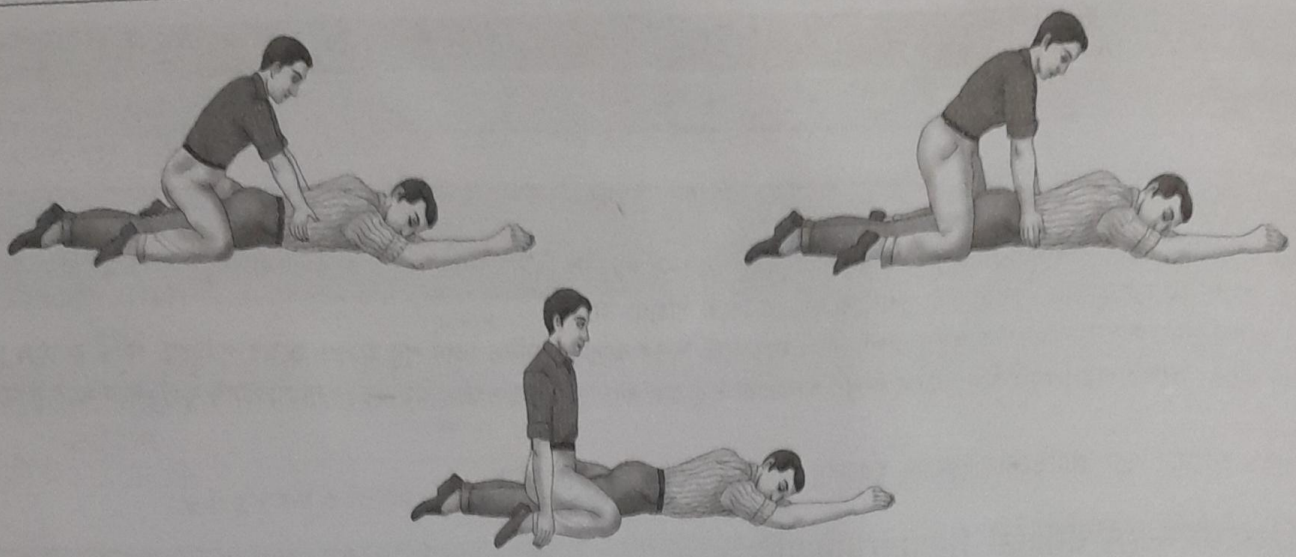
রোগীকে বিশেষ ধরনের স্ট্রেচারে উপুড় করে শুইয়ে কোমর ও পায়ের কাছে বেঁধে দেওয়া হয়। মাথা ও পায়ের দিক 45° কোণ করে ওপর-নীচে দোলানো হয়। প্রতি মিনিটে 8-9টি দোলন দেওয়া হয়। দোলনকালে কমপক্ষে 4 সেকেন্ড মাথার দিক এবং 3 সেকেন্ড পায়ের দিক নীচের দিকে রাখতে হয়। মাথার দিক যখন নীচে থাকে তখন উদরের বিভিন্ন অঙ্গ মধ্যচ্ছদায় চাপ দেয়, ফলে মধ্যচ্ছদা ওপরের দিকে উঠে যায়। তখন ফুসফুসমধ্যস্থ বায়ু বাইরে বেরিয়ে যায় (নিশ্বাস)। আবার পা যখন নীচের দিকে থাকে তখন মধ্যচ্ছদা নীচের দিকে নেমে আসে, ফলে ফুসফুসে বায়ু প্রবেশ (প্রশ্বাস) করে।



A B

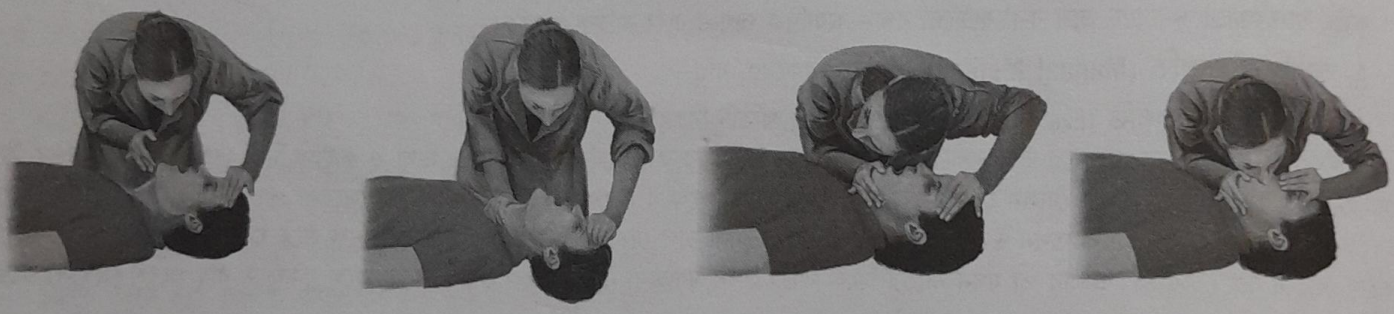
7.30 ইভের দোলন পদ্ধতি

2. শেফারের পদ্ধতি (Schafer's Method) ঃ (i) এই পদ্ধতিতে ব্যক্তিকে উপুড় করে শুইয়ে দিতে হয়। (ii) হাত দুটিকে ভাঁজ করে উপরের দিকে রাখা হয়। (iii) মাথাটি কাত করে দেওয়া হয়। (iv) যে ব্যক্তি কৃত্রিম শ্বাসক্রিয়া দেবে সে শায়িত ব্যক্তির কোমরের কাছে নিলডাউনের মতো করে বসবে। (v) ব্যক্তি আহত ব্যক্তির কোমরের দু-পাশে হাত দুটি রেখে ধীরে ধীরে চাপ প্রয়োগ করবে আবার ধীরে ধীরে চাপ ছেড়ে দেবে। এইভাবে মিনিটে 12-14 বার চাপ প্রয়োগ ও চাপ ছাড়ার কাজটি করতে হবে। (vi) চাপ দেওয়ার সময় মধ্যচ্ছদা ওপরের দিকে উঠে যায়, ফলে ফুসফুস থেকে বায়ু নাক দিয়ে বেরিয়ে যায় (নিশ্বাস)। যখন চাপ ছেড়ে দেওয়া হয় তখন মধ্যচ্ছদা নীচের দিকে নেমে যায়, ফলে বায়ু ফুসফুসে প্রবেশ করে (প্রশ্বাস)।



7.31 শেফারের পদ্ধতি

3. মাউথ টু মাউথ ব্রিদিং (Mouth to Mouth Breathing) ঃ প্রথমেই রোগীর নাকমুখ পরিষ্কার করে দিতে হবে। তারপর রোগীর মুখে একটি পরিষ্কার কাপড় দিয়ে রোগীকে চিৎ করে শুইয়ে ঘাড়টিকে হেলিয়ে এক হাত দিয়ে রোগীর নাক চেপে ধরে অপর হাত থুতনির নীচের দিকে নামিয়ে মুখে মুখ দিয়ে রোগীর মুখের মধ্যে বেগে নিশ্বাস বায়ু ঢোকাতে হবে। স্বাভাবিক প্রবাহী বায়ুর পরিমাণের দ্বিগুণ পরিমাণ বায়ুকে জোরপূর্বক রোগীর ফুসফুসে ঢোকানো হয়। দেহের মধ্যে CO_2 গ্যাস ঢুকে রোগীর শ্বাসকেন্দ্রকে উদ্দীপিত করবে। ফলে শ্বাসপ্রশ্বাস চালু হয়ে যাবে। মুখে মিনিটে 14 বার (গড়ে 18 বার) করে বাতাস ঢোকাতে হবে এবং বুক ও পেট ওঠানামার সঙ্গে তাল মিলিয়ে করতে হবে। ফলে ফুসফুসে বায়ু প্রবেশ করে এবং বক্ষগহ্বর প্রসারিত হয় এবং রোগী স্বাভাবিক শ্বাসকার্য ফিরে পায়।



7.32 মাউথ টু মাউথ ব্রিদিং পদ্ধতি

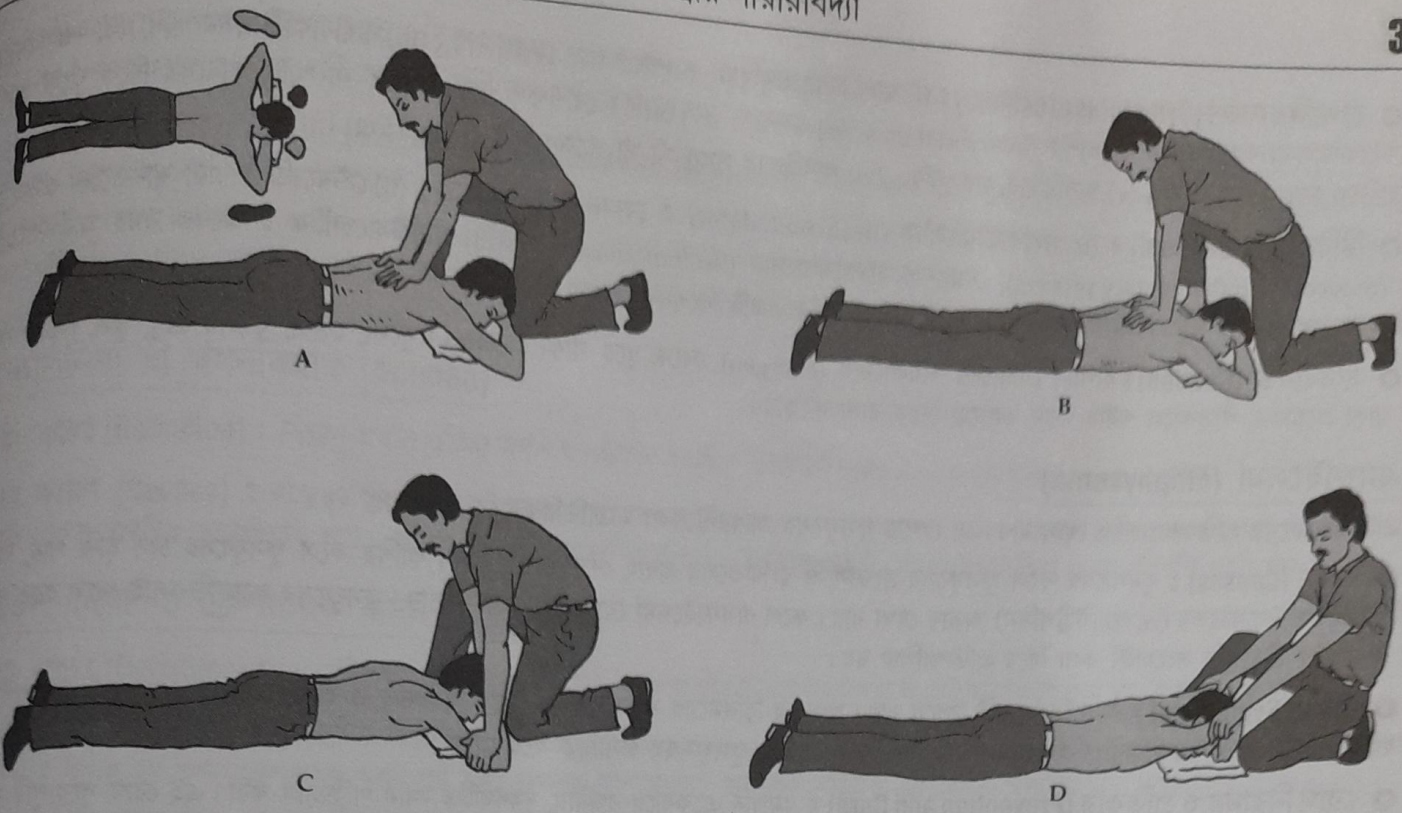
4. হোলজার নেইলসেন পদ্ধতি (Holger and Nielsen Method) ঃ এই পদ্ধতিতে রোগীর হাতের কনুই ভাঁজ করে বাহু দুটিকে ঘাড়ের সঙ্গে জোর করে চেপে ধরে রোগীকে উপুড় করে শুইয়ে দেওয়া হয়। মুখ গহ্বরে শ্লেষ্মা, জল ইত্যাদি থাকলে তা পরিষ্কার করে নিতে হয়। পরিচালক রোগীর মাথার দিকে হাঁটু গেড়ে বসে তার হাত দুটি রোগীর পিঠের দু-পাশে রেখে ধীরে ধীরে চাপ দিতে দিতে সামনের দিকে ঝুঁকে নিজের দেহের ওজন রোগীর উপর স্থাপন করবে। এই চাপে বক্ষগহ্বর সংকুচিত হবে এবং মধ্যচ্ছদা ওপরের দিকে উঠে যাবে, ফলে ফুসফুস থেকে বায়ু দেহের বাইরে নির্গত হয়ে যাবে। অর্থাৎ নিশ্বাস ক্রিয়া সম্পন্ন হবে।

পরিচালক এখন সোজা হয়ে উঠে রোগীর হাত দুটিকে সামনের দিকে টেনে নিয়ে আসবে তাহলে মধ্যচ্ছদা পুনরায় স্বাভাবিক অবস্থায় ফিরে যাবে, বক্ষগহ্বরে শূন্যস্থান সৃষ্টি হবে; তখন বাইরের বায়ু ফুসফুসে প্রবেশ করবে। অর্থাৎ প্রশ্বাস ক্রিয়া ঘটবে।

B. যান্ত্রিক পদ্ধতি (Instrumental Process) ঃ এই পদ্ধতিতে বিভিন্ন যন্ত্রের সাহায্য নেওয়া হয়, যেমন—

1. ড্রিংকারের পদ্ধতি (Drinker's Method) ঃ (i) একটি বায়ু নিরোধক কক্ষে রোগীর সমস্ত দেহকে প্রবেশ করানো হয়, কেবল মস্তকটি কক্ষের বাইরে থাকে। (ii) কক্ষের সঙ্গে একটি যান্ত্রিক পাম্প যুক্ত থাকে। (iii) এখন পাম্পের সাহায্যে কক্ষের বায়ুচাপকে বাড়ানো ও কমানো যায়। (iv) চাপ বাড়ালে ফুসফুস থেকে বায়ু নির্গত হয়ে যায় (নিশ্বাস) এবং চাপ কমালে বায়ু ফুসফুসে প্রবেশ করে (প্রশ্বাস)। (v) এই যান্ত্রিক প্রক্রিয়া যতক্ষণ ইচ্ছা চালানো যায়।

2. সবিরাম বায়ুস্ফীতি পদ্ধতি (Intermittent Inflation Method) ঃ এই পদ্ধতি কেবল মনুষ্যেতর কোনো প্রাণীর ক্ষেত্রে করা হয়। এক্ষেত্রে প্রাণীর ট্রাকিয়া কেটে সরাসরি পাম্পের নল প্রবেশ করানো হয় এবং বাইরে থেকে উষ্ণ ও আর্দ্র বায়ুকে ছান্দিক পাম্পের সাহায্যে প্রবেশ করানো হয়। যান্ত্রিক পাম্পের সঙ্গে তাল রেখে শ্বাসনালির সঙ্গে কাটা নলের পার্শ্বনালি দিয়ে বায়ু ফুসফুস থেকে বেরিয়ে আসে। প্রক্রিয়াটি পর্যায়ক্রমে চলতে থাকে।



7.33 হোলজার নেইলসেন পদ্ধতি

■ নবজাতকের কৃত্রিম শ্বাসক্রিয়া

শিশু ভূমিষ্ঠ হওয়ার সঙ্গে সঙ্গে তীব্র আওয়াজ করে কেঁদে ওঠে। ফলে তার শ্বাসক্রিয়া শুরু হয়। কিন্তু যেসব শিশুর স্বাভাবিক শ্বাসক্রিয়া শুরু হয় না, তার কৃত্রিম শ্বাসক্রিয়া দেওয়ার প্রয়োজন হয়।

নবজাতকের কৃত্রিম শ্বাসক্রিয়া নিম্নরূপ—

(i) জন্মের পর শিশুর পা-দুটি বাম হাত দিয়ে শক্ত করে ধরে মাথা নীচের দিকে ঝুলিয়ে দিতে হয় এবং পিঠে দ্রুত চাপড় মারতে হয়। ফলে শিশু কিছুক্ষণের মধ্যে কেঁদে ওঠে, সঙ্গে সঙ্গে তার স্বাভাবিক শ্বাসক্রিয়া চালু হয়। (ii) শিশুর মুখের ভিতরকার লালা পরিষ্কার করে মুখের উপর একটি পরিষ্কার কাপড় চাপা দিয়ে শুশ্রূষাকারী তার মুখ শিশুর মুখে দিয়ে জোরে শ্বাসত্যাগ করতে হয়। ফলে শিশুর ফুসফুসে বায়ু ঢোকে এবং তৎক্ষণাৎ বায়ু বেরিয়ে যায়। মিনিটে 14-20 বার এরকমভাবে কৃত্রিম শ্বাসক্রিয়া দেওয়া হলে তার স্বাভাবিক শ্বাসক্রিয়া চলতে থাকে। (iii) দুটি গামলার একটিতে উষ্ণ জল এবং অপরটিতে শীতল জল নিয়ে শিশুর সারাদেহ কয়েক সেকেন্ড করে পর্যায়ক্রমিকভাবে ডোবালে শিশুর শ্বাসক্রিয়া চালু হয়ে যায়।

7.12 সাধারণ শ্বাসতন্ত্রজনিত রোগ এবং তাদের কারণসমূহ (Common Respiratory Diseases and Their Causes)

শ্বাসতন্ত্রজনিত রোগ বিভিন্ন কারণে হয়ে থাকে, যেমন—(i) শ্বাসতন্ত্রের বায়ুপথের প্রতিবন্ধকতা বৃদ্ধি (increase in airway resistance), (ii) ফুসফুসের স্থিতিস্থাপক ধর্মের হ্রাস (decrease in elastic property of lungs), (iii) ফুসফুস আবরণ অর্থাৎ প্লুরার প্রদাহ (inflammation of the pleura), (iv) শ্বাসতন্ত্রের সঙ্গে সম্পর্কিত বিভিন্ন প্রতিবর্ত ক্রিয়ায় জটিলতা সৃষ্টি (Complications in respiratory reflexes) ইত্যাদি।

নীচে কয়েকটি সাধারণ শ্বাসতন্ত্রজনিত রোগ এবং তাদের কারণ উল্লেখ করা হল।

■ হাঁপানি (Asthma)

● সংজ্ঞা (Definition) ঃ *বিভিন্ন বহিস্থ এবং অভ্যন্তরীণ উদ্দীপনায় শ্বাসনালি ও ক্লোমশাখা জালের অতিসক্রিয়তার ফলে মাঝে মাঝে শ্বাসকষ্টজনিত টানের উদ্রেক (recurrent respiratory distress) দেখা যায়, তাকে বলা হয় হাঁপানি।* অনেক সময় হাঁপানির সঙ্গে ত্বকে অ্যালার্জিজনিত লাল রঙের স্ফীতি *(reddish allergic swelling of the skin)*-ও দেখা যায়।

● হাঁপানির কারণ (Causes of asthma) ঃ হাঁপানির প্রধান কারণ ক্লোমশাখার শাখাপ্রশাখার অতিক্রিয়াশীলতা (hyper reactivity of the bronchial tree)। তা ছাড়া ক্লোমশাখার অনৈচ্ছিক পেশির খিঁচুনি (spasm of the smooth muscles of the bronchi), ক্লোমশাখার মিউকাসের শোথ (oedema of the bronchial mucous) এবং ক্লোমশাখার গহ্বরে মিউকাসের উপস্থিতি (presence of mucous in the lumen of the bronchi) প্রভৃতি বিষয়গুলিকেও হাঁপানি রোগের কারণ হিসেবে ধরা হয়। কারণ উপরোক্ত বিষয়গুলি ক্লোমশাখার শাখাপ্রশাখার বায়ুপথে প্রতিবন্ধকতা সৃষ্টি করে।

হাঁপানির লক্ষণ (Symptoms of asthma) ঃ (i) শ্বাসক্রিয়ায় অসুবিধা ; (ii) ত্বকে লাল ফোলা দাগ ; (iii) সাহায্যকারী শ্বসনপেশি, যথা—অ্যালিন্যাসাই ও ইন্টারকস্টাল বা আন্তঃপঞ্জরাস্থি পেশির (intercostal muscles) কম্পন ; (iv) রোগীর বেশিক্ষণ শুয়ে থাকতে না পারা, সামনের দিকে ঝুঁকে বসে বা উঁচু বালিশে মাথা রেখে শোয় ; (v) শ্বাসক্রিয়ার হার বৃদ্ধি ; (vi) শ্বাসক্রিয়ার সময় সাঁ সাঁ শব্দের সৃষ্টি (wheezing)।

চিকিৎসা (Treatment) ঃ (i) **ব্রংকোডায়ালেটর (Bronchodialator) ঃ** যেমন—সালবিউটামল ; (ii) **স্টেরয়েড ঃ** এরা শ্বাসতন্ত্রের প্রদাহ হ্রাস করে (reduces the inflammatary process), যেমন—বেক্লোমেথাসোন (Beclomethasone) ; (iii) **অ্যান্টিবায়োটিক ঃ** অনেক সময় অ্যান্টিবায়োটিক ওষুধ গ্রহণ করা দরকার হয়। **সালবিউটামল ইনহেলার** এই রোগের একটি বিশেষ চিকিৎসা।

সাবধানতা (Caution) ঃ হাঁপানি রোগীদের **অ্যালার্জেন** (allergen) থেকে দূরে থাকা প্রয়োজন। ধুলো, ধোঁয়া, ফুলের রেণু, ঝুল প্রভৃতি থেকে দূরে থাকা প্রয়োজন, শীতকালে শরীর গরম কাপড়ে ঢেকে রাখা দরকার।

■ এমফাইসেমা (Emphysema)

এটি একধরনের প্রতিবন্ধকজনিত শ্বাসরোগ। যে ক্ষেত্রে ফুসফুসের আবরণী কলা মাত্রাতিরিক্তভাবে ধ্বংসপ্রাপ্ত হয়।

কারণ (Causes) ঃ ধূমপানের ফলে ফুসফুসের ব্রংকাস ও ব্রংকিওলের প্রদাহ দেখা দেয়। দমকা কাশির ফলে ফুসফুসের চাপ বৃদ্ধি পায়, অ্যান্টি প্রোটিওলাইটিক উৎসেচকের (α_1 অ্যান্টিট্রিপসিন) অভাব দেখা যায়। ফলে এমফাইসেমা রোগলক্ষণ প্রকাশ পায়। ফুসফুসের অ্যালভিওলাই ধ্বংস হতে থাকে এবং ইলাসটিক টিস্যুগুলি সংযোজী কলা দিয়ে প্রতিস্থাপিত হয়।

লক্ষণ (Symptoms) ঃ অ্যালভিওলারটি চুপসে যায়। শ্বাসবায়ু বিনিময়ের স্থান সংক্ষিপ্ত হয়। ব্রংকিওল ও অ্যালভিওলার স্যাকের স্থিতিস্থাপকতা নষ্ট হয়। অ্যালভিওলার স্যাক বায়ুপূর্ণ হয়। শ্বাসত্যাগ করা কষ্টকর হয়। ফুসফুসদ্বয় প্রসারিত হয়ে থাকে।

রোগ নিরাময় ও প্রতিকার (Prevention and Cure) ঃ ধূমপান একেবারে বর্জনীয়, দূষণঘটিত স্থান পরিত্যাগ করা। এই রোগ পুরোপুরি সারে না। অ্যান্টিবায়োটিক, অ্যান্টি অ্যালার্জি, ব্রংকোডায়ালেটর ড্রাগ গ্রহণ করলে কিছুটা স্বস্তি পাওয়া যায়।

■ পেশাগত শ্বাসরোগ (Occupational Respiratory Disorder)

পেশাগত শ্বাসরোগগুলিকে দুটি ভাগে ভাগ করা হয়েছে, যেমন—বিভিন্ন ধূলিকণা (ধাতব, পাথর, কয়লা, অ্যাসবেসটস ইত্যাদি)-র ফলে যেসব রোগ হয় তাদের **নিউমোকোনিওসিস** (Pneumoconiosis) বলে। এ ছাড়া **অ্যালার্জি** (Allergy) জনিত রোগও হতে পারে।

I. নিউমোকোনিওসিস (Pneumoconiosis) ঃ এই ধরনের রোগ নিম্নলিখিত প্রকারের হয়, যথা—

1. **অ্যানথ্রাকোসিস (Anthracosis) ঃ** ফুসফুসে কয়লার কণা প্রবেশের ফলে যে রোগ সৃষ্টি হয়, তাকে **অ্যানথ্রাকোসিস** বলে।
   - **উপসর্গ**—ফুসফুস কালো বর্ণ ধারণ করে, বুকে ব্যথা এবং শ্বাসকষ্ট।
2. **সিলিকোসিস (Silicosis) ঃ** ফুসফুসে সিলিকা কণার প্রবেশের ফলে যে রোগ সৃষ্টি হয়, তাকে **সিলিকোসিস** বলে।
   - **উপসর্গ**—(i) প্রবল শ্বাসকষ্ট, (ii) ফুসফুসের ক্যানসার দেখা যায়।
3. **অ্যাসবেসটোসিস (Asbestosis) ঃ** ফুসফুসে অ্যাসবেসটোসের কণা প্রবেশ করে যে রোগ হয়, তাকে **অ্যাসবেসটোসিস** বলে।
   - **উপসর্গ**—(i) শ্বাসকষ্ট, (ii) হাঁপানি, (iii) বুকে ব্যথা, (iv) জ্বর।
4. **বাইসিনোসিস (Byssinosis) ঃ** শ্বাসগ্রহণের সময় তুলো, পশম ইত্যাদি বছরের পর বছর ধরে গৃহীত হলে এই ধরনের রোগ দেখা দেয়। ফলে ক্রনিক ব্রংকাইটিস, এমফাইসেমা ইত্যাদি রোগলক্ষণ প্রকাশ পায়। এমনকি হার্ট ফেলিওরও হতে পারে।

II. অ্যালার্জিজনিত শ্বাসরোগ (Allergic Respiratory Disorders) ঃ হাঁপানি এই ধরনের রোগ। নানারকম অ্যালার্জেন, যেমন—ধুলো, ধোঁয়া, ঝুল, ফুলের রেণু, পশুর রোম ইত্যাদি হাঁপানির কারণ। এই রোগ সহজে নিরাময় হয় না। দূষণমুক্ত স্থানে ও বিশুদ্ধ বায়ু যুক্ত স্থানে বসবাস করলে এই রোগ প্রতিকার হতে পারে।

■ হাইপোক্সিয়া বা অক্সিজেনের অভাব (Hypoxia)

সংজ্ঞা (Definition) ঃ *কতকগুলি বহিরাগত কারণে ফুসফুসে অক্সিজেন সরবরাহে ঘাটতি হলে সেই অবস্থাকে বলা হয় হাইপোক্সিয়া বা অ্যানোক্সিয়া।*

অক্সিজেনের অভাবকে চার ভাগে ভাগ করা যায়, যথা—

(a) হাইপোক্সিক হাইপোক্সিয়া (Hypoxic Hypoxia) বা ধমনিজাত হাইপোক্সিয়া (Arterial Hypoxia) ঃ হিমোগ্লোবিনের অক্সিজেন সম্পৃক্তি অসম্পূর্ণ ও ত্রুটিপূর্ণ হলে এই ধরনের অক্সিজেন-অভাব দেখা যায়। নিউমোনিয়া, ফুসফুসের প্রদাহ, হাঁপানি, ফুসফুসীয় শোথ, শ্বাসনালির প্রতিবন্ধকতা, সমুদ্রপৃষ্ঠ থেকে অধিক উচ্চতায় অবস্থান প্রভৃতি অক্সিজেন-অভাব-এর জন্য মূলত দায়ী।

(b) রক্তাল্পতাজনিত হাইপোক্সিয়ার (Anaemic Type of Hypoxia) ঃ রক্তে হিমোগ্লোবিনের পরিমাণ হ্রাস পেলে অথবা নিষ্ক্রিয় হিমোগ্লোবিনের (non-functioning haemoglobin) পরিমাণ বৃদ্ধি পেলে রক্তে অক্সিজেনের ঘাটতি দেখা যায়। এ ছাড়া নাইট্রিক অক্সাইড, কার্বন মনোক্সাইড, সালফোনামাইড প্রভৃতি দ্বারা রক্ত দূষিত হলে এই জাতীয় অ্যানোক্সিয়া দেখা যায়। এই পদার্থগুলি হিমোগ্লোবিনের সঙ্গে যুক্ত হয়ে থাকে বলে হিমোগ্লোবিনের অক্সিজেন পরিবহণ ক্ষমতা হ্রাস পায়।

(c) কলাকোশের বিষক্রিয়াজনিত হাইপোক্সিয়া (Histotoxic Hypoxia) ঃ সায়ানাইড, সালফাইড, চেতনানাশক ভেষজ (narcotics) প্রভৃতি পদার্থ শ্বাস উৎসেচকগুলির কাজে প্রতিবন্ধকতা সৃষ্টি করার ফলে কলাকোশ রক্তের অক্সিজেনকে সঠিকভাবে ব্যবহার করতে পারে না।

(d) শ্লথগতিজ হাইপোক্সিয়া (Stagnant or Hypokinetic Hypoxia) ঃ কলায় মন্থরগতি রক্তসংবহনের জন্য এই জাতীয় অক্সিজেন-অভাব দেখা যায়। রক্তপাত, রক্তাধিক্যজনিত হৃদ্‌রোগ (congestive heart failure), শল্যচিকিৎসাজাত অভিঘাত (surgical shock), শিরারক্তের প্রত্যাবর্তনে প্রতিবন্ধকতা (disturbance in venous return) প্রভৃতি রক্তসংবহন মন্থর হওয়ার অন্যতম কারণ।

হাইপক্সিয়ার চরমতম মুহূর্তে অ্যানোক্সিয়ার সৃষ্টি করে। যখন মানবদেহে বিশেষ করে মস্তিষ্ক O_2 শূন্য হয়ে পড়ে, সেই অবস্থাকে অ্যানোক্সিয়া (Anoxia) বলা হয়।

■ অ্যাপনিয়া বা শ্বসনবিরতি (Apnoea)

○ সংজ্ঞা (Definition) ঃ *নিশ্বাস-প্রশ্বাস প্রক্রিয়া অর্থাৎ শ্বাসক্রিয়ার সাময়িক বিরতিকে শ্বসনবিরতি বা অ্যাপনিয়া (Apnoea) বলে।*

○ কারণ (Causes) ঃ রক্তে কার্বন ডাইঅক্সাইডের পার্শ্বচাপের হ্রাস, খাদ্যবস্তুর গলাধঃকরণ, হঠাৎ রক্তচাপ বৃদ্ধি, ভেগাস স্নায়ু উত্তেজিত হওয়া ইত্যাদি কারণে সাময়িক শ্বসনবিরতি ঘটে। কোনো কোনো অস্বাভাবিক অবস্থায় (যেমন চেইনি স্টোকস) শ্বাসক্রিয়া ও শ্বসনবিরতি পর্যায়ক্রমে সংঘটিত হয়।

■ ডিসপ্‌নিয়া বা ক্লেশদায়ক শ্বসন (Dyspnoea)

○ সংজ্ঞা (Definition) ঃ *স্বাভাবিক শ্বাসক্রিয়ায় অসুবিধা সৃষ্টি হলে বা শ্বাসক্রিয়া কষ্টদায়ক হলে সেই অবস্থাকে বলা হয় ক্লেশদায়ক শ্বসন।*

○ কারণ (Causes) ঃ ফুসফুসীয় বায়ুচলন (Pulmonary ventillation) যখন স্বাভাবিকের চেয়ে 4 থেকে 5 গুণ বৃদ্ধি পায় ও বায়ুধারকত্বের সমপর্যায়ে উন্নীত হয় তখন ক্লেশদায়ক শ্বসন শুরু হয়। প্রধানত শ্বাসকেন্দ্রের অত্যধিক সক্রিয়তা ক্লেশদায়ক শ্বসনের জন্য দায়ী।

নিম্নলিখিত অস্বাভাবিক অবস্থাগুলিতে ক্লেশদায়ক শ্বসন পরিলক্ষিত হয়—

(i) ফুসফুসের প্রদাহ (Inflammation of the lungs), (ii) হাঁপানি রোগ (Asthma), (iii) স্বরযন্ত্র ও ক্লোমশাখার প্রতিবন্ধকতা (iv) মধ্যচ্ছদা ও আন্তঃপঞ্জরাস্থি পেশির পক্ষাঘাত (Paralysis of the diaphragm and intercostal muscles), (v) কার্বন মনোক্সাইডের বিষক্রিয়া (Poisonous effects of CO), (vi) রক্তাল্পতা (Anaemia), (vii) রক্তাধিক্যজনিত হৃদ্‌রোগ (Congestive heart failure), (viii) রক্তে অম্লাধিক্য (Acidosis), (ix) মস্তিষ্ক প্রদাহ (Encephalitis), (x) মৃগীরোগ (Hysteria), (xi) স্নায়বিক দুর্বলতা (Neurasthenia), (xii) গুরুমস্তিষ্কের টিউমার, শোথ, রক্তক্ষরণ ইত্যাদি।

■ ফুসফুসীয় ক্যানসার (Lung Cancer)

ফুসফুসের কোশের অনিয়ন্ত্রিত বিভাজনের জন্য প্রয়োজনের তুলনায় অতিরিক্ত কোশ সৃষ্টি হয় এবং সেই অতিরিক্ত পরিমাণের কোশের স্থান সংকুলানের জন্য একই জায়গায় পিণ্ড (lump) আকৃতি ধারণ করে। এর ফলে ফুসফুসের স্বাভাবিক ক্রিয়াকলাপ বিঘ্নিত হয়।

○ ফুসফুসের ক্যানসারের বিভিন্ন প্রকার (Types of Lung Cancer) ঃ (i) অ্যালভিওলার কারসিনোমা, (ii) ব্রঙ্কোকারসিনোমা, (iii) মিউকাস ক্ষরণকারী কোশের কারসিনোমা, (iv) স্কোয়ামাস কোশের কারসিনোমা, (v) প্লুরার মোসোথার্মাল কোশের কারসিনোমা ইত্যাদি।

○ কারণ (Causes) ঃ (i) ধূমপান, (ii) বায়ুদূষণ, (iii) তেজস্ক্রিয় পদার্থের বিষক্রিয়া, (vi) পুরোনো কোনো ক্ষত বহুদিন থাকার ফলেও ক্যানসার হওয়ার সম্ভাবনা দেখা যায়।

○ উপসর্গ (Symptoms) ঃ (i) বুকে কফ্ জমে যাওয়া ও তার ফলে ব্যথা, (ii) থুতুর সাথে রক্ত বেরোয়, (iii) ফুসফুসীয় সংক্রমণের ফলে জ্বর, (iv) মস্তিষ্কের কার্যক্ষমতা কমে যায়, (v) হাড়ে অসহ্য যন্ত্রণা সহ ভাঙন দেখা যায়, (vi) মূত্রে রক্তের উপস্থিতি লক্ষ করা যায়, (vii) জন্ডিস দেখা যায়, (8) প্লিহা ফুলে ওঠে ইত্যাদি।

○ রোগ নিরাময় ও প্রতিকার (Prevention and cure) ঃ ধূমপান বন্ধ করা, দূষিত অঞ্চল থেকে দূরে থাকা, নিয়মিত কেমোথেরাপি ও রেডিওথেরাপি ইত্যাদি।

■ পর্বতপীড়া (Mountain Sickness)

সাধারণত সমুদ্রপৃষ্ঠ থেকে (18000 ফুট বা তার বেশি) উচ্চতায় আরোহণ করলে, মানুষের শারীরবৃত্তীয় কিছু পরিবর্তন লক্ষ করা যায়, যার ফলে দেহে অসুস্থতার সৃষ্টি হয়। একেই পর্বতপীড়া বলে। এই পরিবর্তনগুলি হল—(i) শ্বাসকষ্ট। (ii) মাথায় ও বুকে ব্যথা। (iii) বমিবমি ভাব। (iv) মাথাঘরা। (v) রক্তে লোহিত কণিকার পরিমাণ বৃদ্ধি। (vi) হাঁপানি। (vii) অনেকসময় মস্তিষ্ক ও ফুসফুসীয় কিছু অংশে জল জমে ফুলে যায় (pulmonary and cerebral edema), একে HAPE ও HACE বলে অর্থাৎ (high aultitude pulmonary edema/high aultitude cerebral edema)। (viii) ক্লেশদায়ক শ্বসন। (ix) ক্ষুধামান্দ্য। (x) দুর্বলতা ও নিদ্রালুতা। (xi) দেহের ওজন হ্রাস। (xii) নাড়ির দ্রুতগতি। (xiii) হাঁপানি।

○ কারণ (Causes) ঃ সাধারণ 10,000 ফুট উচ্চতা পর্যন্ত কোনো অতিরিক্ত O_2-এর প্রয়োজন হয় না। অধিকাংশ ক্ষেত্রে 12,000 ফুট উচ্চতায় শ্বাসক্রিয়ায় অসুবিধা সৃষ্টি হয়। প্রায় 18,000 ফুট উচ্চতা পর্যন্ত আবহসহিষ্ণুতা (acclimatization) সম্ভবপর। এর উর্ধ্বে উচ্চতাজনিত সুনির্দিষ্ট অসুস্থতা পরিলক্ষিত হয় এবং অতিরিক্ত O_2-এর প্রয়োজন হয়।

■ আবহসহিষ্ণুতা (Acclimatization)

○ সংজ্ঞা (Definition) ঃ *সমুদ্রপৃষ্ঠ থেকে অধিক উচ্চতায় অবস্থিত কোনো স্থানের জলবায়ুর সঙ্গে মানিয়ে নেওয়ার জন্য মানুষের দেহে যেসব শারীরবৃত্তীয় পরিবর্তন হয়, তাকে বলা হয় আবহসহিষ্ণুতা।*

○ কারণ (Causes) ঃ সমুদ্রপৃষ্ঠ থেকে অধিক উচ্চতায় (10,000 – 14,000 ফুট) স্বাভাবিক বায়ুমণ্ডলের চাপ কমে যায় এবং অক্সিজেনের পরিমাণ হ্রাস পায়। তখন হাইপোক্সিয়া দেখা দেয় এবং বিভিন্নরকম শারীরবৃত্তীয় পরিবর্তন পরিলক্ষিত হয়।

○ শারীরবৃত্তীয় পরিবর্তন (Physiological changes) ঃ আবহসহিষ্ণুতার শারীরবৃত্তীয় পরিবর্তনগুলিকে দুই ভাগে ভাগ করা যায়। যথা— (A) তাৎক্ষণিক পরিবর্তন এবং (B) বিলম্বিত পরিবর্তন।

A. তাৎক্ষণিক পরিবর্তন ঃ

(i) রক্ত সংবহনতন্ত্রজনিত পরিবর্তন ঃ (a) রক্তের পরিমাণ ও হিমোগ্লোবিনের পরিমাণ বৃদ্ধি পাওয়ায় রক্তের অক্সিজেন ধারণ ক্ষমতা বৃদ্ধি পায়। (b) প্লিহা সংকোচনের ফলে প্লিহাস্থিত রক্ত সংবহনতন্ত্রে নিক্ষিপ্ত হয় এবং রক্তের পরিমাণের বৃদ্ধি ঘটে। (c) হৃৎপিণ্ডের স্পন্দন হার, মিনিট পরিমাণ ও রক্তচাপ বেড়ে যায়। (d) বাহ-নিয়ামক কেন্দ্রের সক্রিয়তা বৃদ্ধির ফলে রক্তবাহের সংকোচন ঘটে। (e) রক্ত অধিকতর ক্ষারধর্মী হয়ে পড়ে।

(ii) শ্বাসতন্ত্রজনিত পরিবর্তন ঃ (a) ফুসফুসীয় বায়ুচলন এবং ফুসফুসের আয়তন বৃদ্ধি। (b) বায়ুধারকত্ব বেড়ে যায়। (c) নিশ্বাস বায়ুতে অধিক CO_2 নির্গত হয়। তা ছাড়া মূত্রে অধিক ক্ষারকীয় পদার্থ এবং ইউরিয়া নির্গত হয়।

B. বিলম্বিত পরিবর্তন ঃ (i) অস্থিমজ্জায় পরিবর্তন লক্ষ করা যায়। লোহিত মজ্জা বিশেষভাবে বৃদ্ধি পায়, ফলে লোহিতকণিকার উৎপাদন ও রক্তে তাদের সংখ্যা বৃদ্ধি ঘটে। তা ছাড়া রক্ত সংবহনে অনেক অপরিণত লোহিতকণিকা দেখা যায়। (ii) বেশিদিন অধিক উচ্চতায় বসবাস করলে ফুসফুসের বায়ুধারকত্ব বৃদ্ধি পায়। (iii) দীর্ঘদিন ধরে অক্সিজেনের অভাবের জন্য কোশের মাইটোকন্ড্রিয়া এবং জারক উৎসেচকের বৃদ্ধি ঘটে।

জেনে রাখো

■ **অতিভোজনের পর শ্বাসকষ্ট হয় কেন ঃ** স্বাভাবিক শ্বাসক্রিয়ার সময় মধ্যচ্ছদা সংকুচিত হয়ে উদরগহ্বরের দিকে নেমে আসে, ফলে বক্ষগহ্বরের আয়তন বৃদ্ধি পায়। অধিক খাদ্যগ্রহণের পর পাকস্থলীর আয়তন বেড়ে যায়, ফলে স্ফীত পাকস্থলী প্রশ্বাস ক্রিয়ার সময় মধ্যচ্ছদাকে উদর গহ্বরের দিকে নেমে আসতে বাধা দেয়। ফলে O_2 গ্রহণের পরিমাণ স্বাভাবিক রাখার জন্য শ্বাসক্রিয়ার হার যথেষ্ট পরিমাণে বাড়াতে হয়, তাই শ্বাসক্রিয়া কষ্টকর হয়ে ওঠে।

■ **ব্রেথ হোল্ডিং-এর ব্রেকিং পয়েন্ট ঃ** ইচ্ছে করে শ্বাস বন্ধ করে রাখলে রক্তের P_{CO_2} ক্রমশ বেড়ে যেতে থাকে এবং মস্তিষ্কের শ্বাসকেন্দ্রকে উদ্দীপিত করতে থাকে। কিন্তু এর পরেও শ্বাস বন্ধ করে রাখলে P_{CO_2} এমন পর্যায়ে পৌঁছায় যে শ্বাসকেন্দ্রকে আর ইচ্ছা শক্তি দিয়ে দমিয়ে রাখা যায় না। আপনা থেকেই শ্বাসকার্য আরম্ভ হয়। শ্বাস বন্ধ রাখার পর যে মুহূর্তে ওই ব্যক্তি আবার শ্বাস নিতে বাধ্য হয়, তাকে ব্রেথ হোল্ডিং-এর ব্রেকিং পয়েন্ট বলে।

■ **হিসটোরেসিস লুপ ঃ** শ্বাসপ্রশ্বাস কালে আন্তঃপ্লুরাল চাপকে আনুভূমিক অক্ষ (X অক্ষ) ও প্রবাহী বায়ুর পরিমাণকে উলম্ব অক্ষ (Y অক্ষ) বরাবর স্থাপন করলে যে লেখচিত্র পাওয়া যায়, তাকে হিসটোরেসিস লুপ বলা হয়।

■ **কোন ছিদ্র (Khon pore) ও ল্যামবার্ট সাইনাস (Lambert sinus) ঃ** যে ছিদ্র দ্বারা পাশাপাশি অবস্থিত দুটি বায়ুথলি পরস্পরের সঙ্গে যুক্ত থাকে, তাকে কোন ছিদ্র বলা হয়। যে নালি দ্বারা উপক্লোমশাখা বায়ুথলির সঙ্গে যুক্ত থাকে, তাকে ল্যামবার্ট সাইনাস বলা হয়।

■ **ডাস্ট কোশ ঃ** ফুসফুসের বায়ুথলির প্রাচীরের উপরিতলে অবস্থিত ম্যাক্রোফাজ প্রশ্বাস প্রক্রিয়ায় আগত জীবাণু বা ধূলিকণা প্রভৃতি পদার্থকে ফ্যাগোসাইটোসিস প্রক্রিয়ায় গ্রহণ করে ধ্বংস করে। এইসব ম্যাক্রোফাজকে ডাস্ট কোশ বলে।

■ **লাং কমপ্লায়েন্স (Lung complience) ঃ** একক চাপের পরিবর্তনে ফুসফুসের আয়তনের যে পরিবর্তন ঘটে, তাকে লাং কমপ্লায়েন্স বলা হয়।

$$\text{লাং কমপ্লায়েন্স} = \frac{\Delta \text{ আয়তনের পরিবর্তন (lit)}}{\Delta \text{ চাপের পরিবর্তন (on water)}}$$

■ হাইপারক্যাপনিয়া (Hypercapnia)

যখন হাইপোভেন্টিলেশনের দরুণ রক্তে CO_2 এর পরিমাণ স্বাভাবিকের তুলনায় বেড়ে যায়, বা দেহ যখন প্রয়োজনমত অক্সিজেন পায় না তখন এরূপ পরিস্থিতির সৃষ্টি হয়। এই অবস্থাকে হাইপারক্যাপনিয়া বলা হয়।

○ লক্ষণ (Symptoms) ঃ (i) ফ্যাকাশে ত্বক, (ii) মাথা ধরা, (iii) নিঃশাস নিতে অসুবিধা, (iv) ঘুম ঘুম ভাব, (v) অল্পতেই হাঁপিয়ে যাওয়া, (vi) মাথাঘোরা ইত্যাদি। যথার্থ পরিমাণে শ্বাসবায়ু গ্রহণের দ্বারা এই পরিস্থিতি থেকে মুক্তি পাওয়া সম্ভব।

■ হাইপোক্যাপনিয়া (Hypocapnia)

হাইপার ভেন্টিলেশনের ফলে, রক্তে CO_2 এর পরিমাণ স্বাভাবিকের তুলনায় কমে গেলে, হাইপোক্যাপনিয়া দেখা যায়।

○ লক্ষণ (Symptoms) ঃ (i) অ্যালকালোসিস (রক্ত ক্ষারধর্মী হয়ে পড়ে), (ii) রক্তবাহের অস্বাভাবিক সংকোচন, (iii) টিট্যানি ইত্যাদি দেখা যায়।

অনুশীলনী (Exercise)

A. সঠিক উত্তরটি নির্বাচন করো — প্রতিটি প্রশ্নের মান-1

1. বাতাসে স্বাভাবিক পরিমাণে O_2 উপস্থিত থাকলেও কার্বন মনোক্সাইডের উপস্থিতিতে মানুষের শ্বাসকষ্ট হয়, কারণ
   a. হিমোগ্লোবিন O_2-এর তুলনায় অনেক বেশি পরিমাণে কার্বন মনোক্সাইডের সঙ্গে সংযুক্ত হয়
   b. কার্বন মনোক্সাইড অক্সিজেনের সঙ্গে বিক্রিয়া ঘটায়
   c. কার্বন মনোক্সাইড ইন্টারকস্টাল পেশি ও মধ্যচ্ছদার ক্ষতি করে
   d. ফুসফুসীয় স্নায়ুসমূহ কার্বন মনোক্সাইড দ্বারা ক্ষতিগ্রস্ত হয়

2. সর্বোচ্চ পরিমাণ বায়ু যা সর্বোচ্চ প্রশ্বাস ক্রিয়ার পরে বাইরে নিষ্কেপিত হয়
   a. বায়ুধারকত্ব — b. প্রবাহী বায়ু
   c. অবশিষ্ট বায়ু — d. সম্পূর্ণ ফুসফুসীয় ধারকত্ব

3. শ্বসন প্রক্রিয়া নিয়ন্ত্রিত হয় নিম্নলিখিতটির দ্বারা
   a. প্যারাসিমপ্যাথেটিক স্নায়ুতন্ত্র — b. সিমপ্যাথেটিক স্নায়ুতন্ত্র
   c. কেন্দ্রীয় স্নায়ুতন্ত্র — d. প্রান্তীয় স্নায়ুতন্ত্র

4. শ্বাসকার্যের হার স্তন্যপায়ীর মস্তিষ্কের নিম্নলিখিত অংশ দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হয়
   a. হাইপোথ্যালামাস — b. মেডালা অবলংগাটা
   c. সেরিবেলাম — d. সেরিব্রাম

5. কোন্‌টি ফুসফুসকে উদর প্রাচীরের সঙ্গে ঘর্ষণের থেকে রক্ষা করে?
   a. প্লুরা — b. মেসেনটেরি
   c. অ্যালভিওলাই বিভাজক পর্দা — d. ট্রাকিয়াল বিভাজক

6. অ্যালভিওলাই যা ফুসফুসের দেহতলের পরিধি বৃদ্ধি করে তার আকার হল প্রায়
   a. টেনিস কোর্টের মতো — b. ডাইনিং টেবিলের মতো
   c. ডিনার প্লেটের মতো — d. ছোটো বাটির মতো

7. অক্সিজেনের পার্শ্বচাপ পরিলক্ষিত হয় নিম্নলিখিত দুটির মধ্যে
   a. বায়ুমণ্ডল ও ফুসফুস
   b. ফুসফুস ও বিপাকে অংশগ্রহণকারী সক্রিয় কলা
   c. সমুদ্রতলের বায়ু ও উচ্চস্থানের বায়ু
   d. সবগুলি

8. ঋণাত্মক (–ve) বায়ু চাপযুক্ত শ্বাসকার্যে শ্বাসগ্রহণ ঘটে
   a. ফুসফুসে বলপূর্বক বাতাস প্রবেশের ফলে
   b. মধ্যচ্ছদার সংকোচনের ফলে
   c. পঞ্জরাস্থির পেশির প্রসারণের ফলে
   d. উদর পেশির সংকোচনের ফলে

9. মানবদেহে রক্তের pH হ্রাস পেলে
   a. শ্বাসকার্যের হার হ্রাস পাবে
   b. হৃৎপিণ্ডের সংকোচন-প্রসারণের হার বৃদ্ধি পাবে
   c. হিমোগ্লোবিন থেকে O_2 মুক্ত হওয়ার পরিমাণ হ্রাস পাবে
   d. কার্ডিয়াক আউটপুট হ্রাস পাবে

10. পালমোনারি কৈশিকায় অক্সিজেন ব্যাপিত হওয়ার পরে O_2 _____-এ প্রবেশ করে এবং সংযুক্ত হয় _____-এর সঙ্গে।
    a. অন্তঃকোশীয় তরল, লোহিত রক্তকোশ
    b. অন্তঃকোশীয় তরল, কার্বন ডাইঅক্সাইড
    c. লোহিত রক্তকোশ, হিমোগ্লোবিন
    d. লোহিত রক্তকোশ, কার্বন ডাইঅক্সাইড

11. পালমোনারি সারফ্যাকট্যান্টের অভাবে নিম্নলিখিত কোন্ রোগটি হয়?
    a. এমফাইসেমা — b. হাঁপানি
    c. সিসটিক ফাইব্রোসিস — d. রেসপিরেটরি ডিসট্রেস সিনড্রোম

12. নিম্নলিখিত কোন্ পর্যায়ক্রমটি প্রশ্বাসকে ব্যাখ্যা করে?
    a. মধ্যচ্ছদা এবং বহিস্থ ইন্টারকস্টালের সংকোচন → বক্ষগহ্বরের প্রসারণ → বক্ষগহ্বর এবং অ্যালভিওলাসের চাপ হ্রাস
    b. মধ্যচ্ছদা এবং বহিস্থ ইন্টারকস্টালের প্রসারণ → বক্ষগহ্বরের সংকোচন → বক্ষগহ্বর এবং অ্যালভিওলাসের চাপ বৃদ্ধি
    c. মধ্যচ্ছদা এবং বহিস্থ ইন্টারকস্টালের প্রসারণ → বক্ষগহ্বরের প্রসারণ → বক্ষগহ্বর এবং অ্যালভিওলাসের চাপ বৃদ্ধি
    d. মধ্যচ্ছদা এবং বহিস্থ ইন্টারকস্টালের সংকোচন → বক্ষগহ্বরের সংকোচন → বক্ষগহ্বর এবং অ্যালভিওলাসের চাপ হ্রাস

13. নিম্নলিখিত কোন্‌টির মাধ্যমে রক্ত এবং ইন্টারস্টিসিয়াল তরলের মধ্যে বস্তুর আদানপ্রদান হয়?
    a. জালকের মাধ্যমে — b. উপশমনির মাধ্যমে
    c. শিরার মাধ্যমে — d. ধমনির মাধ্যমে

14. যে পরিমাণ বায়ু স্বাভাবিক শ্বসনের সময় ফুসফুসে প্রবেশ করে তাকে _____ বলে।
    a. প্রবাহী বায়ু — b. বায়ুধারকত্ব
    c. ফুসফুসে মোট বায়ু ধারণ ক্ষমতা — d. প্রশ্বাস ধারকত্ব

15. ফুসফুসীয় রক্ত জালক এবং অ্যালভিওলাই-এর মধ্যে গ্যাসীয় আদানপ্রদান হয় কার মাধ্যমে?
    a. ফ্যাসিলিটেটেড ব্যাপন — b. অভিস্রবণ
    c. সাধারণ ব্যাপন — d. সক্রিয় পরিবহণ

Answers

1. a	2. a	3. c	4. b	5. a	6. a	7. d	8. b
9. c	10. c	11. d	12. a	13. a	14. a	15. c	

B. সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর — প্রতিটি প্রশ্নের মান-2

1. শ্বসনতন্ত্রের বায়ু বিশোধনকারী এবং বায়ু পরিবহনকারী অংশগুলির নাম লেখো। শ্বসন ক্ষেত্র কাকে বলে?
   ▶ নাসারন্ধ্র, নাসাবিবর নাসাগলবিল ও স্বরযন্ত্রের ঊর্ধ্বাংশকে একত্রে বায়ু বিশোধনকারী অংশ বলে।
   আবার ট্রাকিয়া থেকে 16তম ক্রোমশাখা পর্যন্ত বিস্তৃত অংশকে পরিবহণ ক্ষেত্র বলে। এই অংশে প্রশ্বাসবায়ুর তাপমাত্রা দেহের তাপমাত্রার সমান হয়।
   ট্রাকিয়ার 17তম থেকে 23তম খণ্ডক পর্যন্ত অংশকে শ্বসন ক্ষেত্র বলে।

2. ফুসফুসের বায়ুবিশোধনকারী অংশের কাজ লেখো।
   ▶ নাসাবিবর, নাসাগলবিল, স্বরযন্ত্রের ওপরের অংশের শ্লেষ্মা ঝিল্লিতে প্রচুর পরিমাণ রক্তবাহ ও সিলিয়াযুক্ত আবরণী কোশ থাকে। রক্তবাহ, নাসাপথে প্রবিষ্ট বায়ুকে দেহপোযুক্ত ঠান্ডা বা গরম ও আর্দ্র করে। সিলিয়াযুক্ত কোশগুলি সিলিয়ার বিচলনের সাহায্যে প্রবিষ্ট বায়ু থেকে ধূলিকণা ও জীবাণুকে অপসারণ করে। এ ছাড়া ঘ্রাণ গ্রহণের মাধ্যমে কোন্ বায়ু দেহের পক্ষে উপযুক্ত, না অনুপযুক্ত তা নির্ধারণ করে।

3. নিউমোথোরাক্স কী?
   ▶ ফুসফুস এবং বক্ষপ্রাচীরের মধ্যস্থলে অন্তঃঘুরার স্থানে অস্বাভাবিক বায়ুর উপস্থিতিজনিত অবস্থাকে বলা হয় নিউমোথোরাক্স। সাধারণত ধূমপায়ীদের ক্ষেত্রে, COPD (Chronic Obstructive Pulmonary Disease) জনিত রোগে ইহা অধিক দেখা যায়।

4. ফুসফুসীয় প্রশ্বাস চাপ কী?

▶ দুটি ফুসফুসীয় প্রশ্বাসনালী চাপকে ফুসফুসীয় প্রশ্বাস চাপ বলে। স্বাভাবিক অবস্থায় এর মান -2.5 mm Hg ও প্রশ্বাসের শুরুতে -6 mm Hg হয়। ফুসফুসের বায়ুস্থালী প্রশ্বাস চাপকে অ্যালভিওলার চাপ বলে। স্বাভাবিক অবস্থায় এর মান বায়ুমণ্ডলের চাপের সমান হয়। কিন্তু স্বাভাবিক প্রশ্বাসকালে এর মান -3 mm Hg থেকে -6 mm Hg ও স্বাভাবিক নিশ্বাসকালে এর মান + 3 mm Hg থেকে + 5 mm Hg-এর সমান।

5. ডার্পী কোশ কী?

▶ ফুসফুসের বায়ুথলির প্রাচীরের উপরিভাগে অবস্থিত মাক্রোফাজ প্রশ্বাস প্রক্রিয়ায় আগত জীবাণু বা ধূলিকণা প্রভৃতি পদার্থকে ফাগোসাইটোসিস প্রক্রিয়ায় গ্রাস করে এদের ধ্বংস করে। এইসব মাক্রোফাজকে ডার্পী কোশ বলে।

6. প্রাথমিক ও আনুষঙ্গিক শ্বাসপেশি কাকে বলে?

▶ যেসব পেশি স্বাভাবিক ও বলপূর্বক উভয় শ্বাসকার্যে অংশগ্রহণ করে, সেই শ্বাসপেশিকে প্রাথমিক শ্বাসপেশি বলে। যেমন—মধ্যচ্ছদা, পঞ্জরপেশি।
যেসব শ্বাসপেশি কেবল বলপূর্বক শ্বাসকার্যে অংশগ্রহণ করে, তাদের আনুষঙ্গিক শ্বাসপেশি বলে। যেমন—স্কেলেনি, স্টার্নোমাস্টয়েড ইত্যাদি।

7. শান্ত ও বলপূর্বক প্রশ্বাসের সঙ্গে জড়িত পেশিগুলির নাম লেখো।

▶ শান্ত প্রশ্বাসের সঙ্গে জড়িত পেশিগুলি হল—মধ্যচ্ছদা, বহিস্থ আন্তর পঞ্জরপেশি। বলপূর্বক প্রশ্বাসের সঙ্গে জড়িত পেশিগুলি হল মধ্যচ্ছদা, বহিস্থ আন্তর পঞ্জরপেশি। এ ছাড়াও স্কেলেনি, স্কেপুলার এলিভেটর, স্টার্নোমাস্টয়েড, অ্যাসেরেটাস, মেরুদণ্ডের ইরেকটর পেশি।

8. শান্ত ও বলপূর্বক নিশ্বাসের জড়িত পেশিগুলির নাম করো।

▶ শান্ত নিশ্বাসের সঙ্গে জড়িত পেশিগুলি হল মধ্যচ্ছদা, অন্তস্থ আন্তর পঞ্জরপেশি। বলপূর্বক নিশ্বাসের সঙ্গে জড়িত পেশিগুলি হল মধ্যচ্ছদা, অন্তস্থ আন্তর পঞ্জরপেশি, এ ছাড়াও সেরেটাস অ্যানটিরিয়র, সেরেটাস পোসটিরিয়র, ট্রান্সভার্স থোরাসিক পেশি, সাবকোস্টালিস, ল্যাটিসিমাস ডরসি।

9. প্রবাহী বায়ুর পরিমাণ (V_T) কী?

▶ স্বাভাবিক শান্ত প্রশ্বাস বা নিশ্বাস ক্রিয়ার সময় যে পরিমাণ বায়ু গৃহীত বা বর্জিত হয়, সেই পরিমাণ বায়ুকে প্রবাহী বায়ুর পরিমাণ (Tidal Volume) বলে। এর পরিমাণ 500 ml।

10. নিশ্বাস কার্যের অতিরিক্ত বায়ুর পরিমাণ (ERV) কী?

▶ স্বাভাবিক নিশ্বাস ত্যাগের পর সর্বোচ্চ যে পরিমাণ অতিরিক্ত বায়ু বলপূর্বক ত্যাগ করা যায়, সেই সর্বোচ্চ পরিমাণ বায়ুকে নিশ্বাস কার্যের অতিরিক্ত বায়ুর পরিমাণ (ERV) বলে। একে পরিপূরক বায়ুও বলে। এর পরিমাণ প্রায় 1000 ml।

11. বায়ুধারকত্ব (VC) কী?

▶ বলপূর্বক পূর্ণ সর্বোচ্চ প্রশ্বাস গ্রহণের পরে যে সর্বোচ্চ পরিমাণ বায়ু বলপূর্বকভাবে ত্যাগ করা হয়, সেই সর্বোচ্চ পরিমাণ বায়ুকে বায়ুধারকত্ব (VC) বলে। এর পরিমাণ 4600 ml।

12. ফুসফুসীয় ও শারীরস্থানিক নিষ্ক্রিয় বায়ুর গুরুত্ব লেখো।

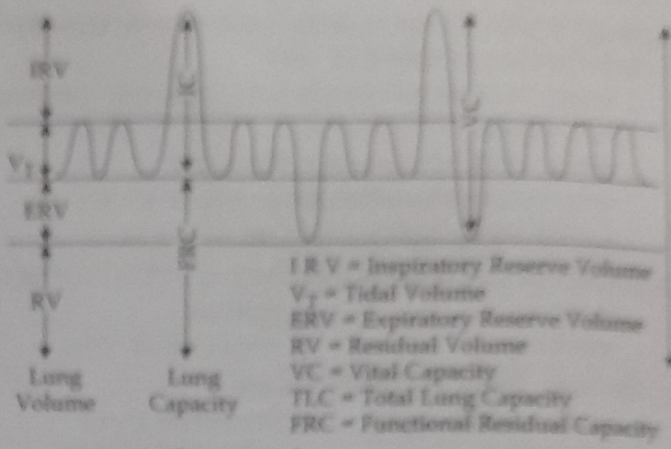
▶ (i) ফুসফুসীয় স্থানের আয়তন বৃদ্ধি পেলে ফুসফুসের রোগাক্রান্ত অবস্থা নির্দেশ করে। (ii) ফুসফুসীয় ও শারীরস্থানিক নিষ্ক্রিয় স্থানের আয়তন এক হলে বুঝতে হবে শ্বাসতন্ত্রের কাজ স্বাভাবিক হচ্ছে ও রক্তপ্রবাহ স্বাভাবিক মাত্রায় ঘটছে। (iii) শারীরস্থানিক নিষ্ক্রিয় স্থান প্রশ্বাস বায়ুকে উষ্ণত্ব করে। বিজাতীয় বস্তুর অন্তঃক্ষেপণ রোধ করে। (iv) ফুসফুসীয় বায়ুর পরিমাণ বেশি হলে বুঝতে হবে ফুসফুসের সব বায়ুথলি সঠিকভাবে কাজ করছে না।

13. হ্যামবারগার ইফেক্ট কী?

▶ ক্লোরাইড শিফটের কারণে RBC-এর মধ্যে ক্লোরাইড আয়ন বৃদ্ধি পাওয়ার জন্য RBC-এর মধ্যে অভিস্রবণচাপ বৃদ্ধি পায়। ফলে জল RBC-র মধ্যে প্রবেশ করে RBC-এর আয়তন বৃদ্ধি পায়। এই ঘটনাকে হ্যামবারগার ইফেক্ট বলে। এর ফলে শিরা রক্তের RBC ধমনি রক্তের RBC অপেক্ষা বড়ো হয়।

14. অবশিষ্ট বায়ুর পরিমাণ (RV) কী?

▶ বলপূর্বকপূর্ণ নিশ্বাস ত্যাগের পর যে পরিমাণ বায়ু ফুসফুসে অবশিষ্ট থাকে, সেই অবশিষ্ট পরিমাণ বায়ুকে অবশিষ্ট বায়ুর পরিমাণ (RV) বলে। এর পরিমাণ 1200 ml।



ফুসফুসীয় বায়ুর পরিমাণ এবং ধারণ অবস্থা

15. আইসোহাইড্রিক শিফট কী?

▶ যে বিক্রিয়া শৃঙ্খলের মাধ্যমে RBC থেকে O_2 মুক্ত হওয়া ও CO_2 গ্রহণ করা সত্ত্বেও RBC-এর ভিতরের তড়িৎসাম্যতা বজায় থাকে ও জল বেরিয়ে যায় না, তাকে আইসোহাইড্রিক শিফট বলে।
RBC-এর ভিতরের হিমোগ্লোবিন O_2 ছেড়ে দিলে ($KHbO_2 \rightarrow K + Hb_4 + O_2$) পটাশিয়াম ও হিমোগ্লোবিন আলাদা হয়। CO_2, RBC-এর ভিতরে জলের সঙ্গে যুক্ত হয়ে H_2CO_3 (কার্বনিক অ্যাসিড) উৎপন্ন করে, পরে হাইড্রোজেন (H^+) ও বাইকার্বনেট (HCO_3^-) আয়নে বিশ্লিষ্ট হয়। এই হাইড্রোজেন (H^+) হিমোগ্লোবিনের সঙ্গে যুক্ত হয়ে HHb_4 এবং পটাশিয়াম (K^+), বাইকার্বনেট (HCO_3^-) আয়নের সঙ্গে যুক্ত হয়ে পটাশিয়াম বাইকার্বনেট উৎপন্ন করে। এইভাবে আয়নের সাম্য বজায় রাখে ও জল বেরিয়ে যায় না।

16. কেন্দ্রীয় ও প্রান্তীয় রসায়ন গ্রাহক কী?

▶ মস্তিষ্কের মেডালা অবলংগাটাতে অবস্থিত CO_2 সুবেদী স্নায়ুকোশ যারা CO_2-এর মাত্রা বেড়ে গেলে উদ্দীপিত হয় ও শ্বাসকেন্দ্রকে উদ্দীপিত করে, তাদের কেন্দ্রীয় রসায়ন গ্রাহক বলে।
অপরদিকে, ক্যারোটিড বডি ও অ্যাওর্টিক বডিতে অবস্থিত ক্রোমাফিন কোশ যারা CO_2-এর পার্শ্বচাপ বৃদ্ধি ও H^+ বৃদ্ধিতে এবং O_2-এর পার্শ্বচাপ হ্রাস পেলে উদ্দীপিত হয়ে শ্বাসকেন্দ্রকে উদ্দীপিত করে, তাদের প্রান্তীয় রসায়ন গ্রাহক বলে।

17. সারফ্যাকট্যান্ট কী?

▶ ফুসফুসীয় বায়ুথলির অন্তর্গাত্রে অবস্থিত যে তরল থাকে, যার প্রধান উপাদান হল ডাইপামিটোইল ফসফোটাইডাইল কোলিন, যারা পৃষ্ঠটান কমিয়ে বায়ুথলির চুপসে যাওয়া রোধ করে, তাকে ফুসফুসীয় সারফ্যাকট্যান্ট বলে। এটি ফসফোলিপিড প্রকৃতির।
এটি টাইপ-II কোশ বা নিউমোসাইট II কোশ থেকে ক্ষরিত হয়। এর কাজ আন্তঃঅ্যালভিওলার তরলের পৃষ্ঠটান কমিয়ে অ্যালভিওলাইগুলিকে উন্মুক্ত রেখে চুপসে যাওয়া প্রতিরোধ করে।

18. অধিকতর উচ্চতায় RBC-এর সংখ্যা বৃদ্ধি পায় কেন?

▶ সমুদ্রপৃষ্ঠ থেকে বেশি উচ্চতায় হাইপক্সিয়া ঘটে। এই অবস্থায় বৃক্ক থেকে এরিথ্রোপয়েটিন নামে একপ্রকার রাসায়নিক পদার্থ ক্ষরিত হয়। এটি রক্তের মাধ্যমে পরিবাহিত হয়ে অস্থিমজ্জায় আসে ও RBC-এর উৎপাদনে উদ্দীপনা দান করে। এই কারণে অধিকতর উচ্চতায় RBC-এর সংখ্যা বৃদ্ধি পায়। ওই একই কারণে পাহাড়ি লোকেদের RBC-এর সংখ্যা বৃদ্ধি পায়।

19. এমফাইসেমা কী?

▶ দীর্ঘকাল ধরে হাঁপানিতে ভোগার ফলে অথবা অধিক ধূমপানের ফলে বায়ুথলির স্থিতিস্থাপকতা নষ্ট হয় ও ফুসফুসীয় প্রসারণ এবং গ্যাসীয় বিনিময় স্থানের হ্রাসপ্রাপ্তি ঘটে। এর ফলে যে পীড়ার উদ্ভব হয়, তাকে এমফাইসেমা বলে। অ্যান্টিট্রিপসিনের কার্যকারিতা হ্রাস পায় বলে এই রোগ দেখা যায়।

20. অক্সিজেন বিষক্রিয়া কী?

▶ প্রশ্বাস বায়ুতে অক্সিজেনের শতকরা পরিমাণ 60 হলে স্বাভাবিক শ্বাসপ্রশ্বাস চলতে থাকে কিন্তু অক্সিজেনের শতকরা পরিমাণ 75 হলে প্রাণীরা ওই পরিবেশে দীর্ঘ সময় শ্বাসকার্য চালাতে না-পেরে অসুস্থ হয়ে যায়, একে অক্সিজেন বিষক্রিয়া বলে। কারণ—(i) বিশুদ্ধ অক্সিজেন জারণ ক্রিয়াকে মন্থর করে কেন্দ্রীয় স্নায়বিক অঞ্চলকে বিনষ্ট করে। (ii) বিশুদ্ধ অক্সিজেনপূর্ণ পরিবেশে শ্বাসকেন্দ্র বিনষ্ট হয়।

21. নবজাতকের কৃত্রিম শ্বাসক্রিয়া কখন প্রয়োজন হয় এবং কীভাবে করানো হয়?

▶ কোনো কোনো নবজাতক শিশুর ক্ষেত্রে শ্বাসক্রিয়া শুরু না হলে কৃত্রিম শ্বাসক্রিয়ার পদ্ধতির সাহায্য নেওয়া হয়। এক্ষেত্রে নবজাতক শিশুর উভয় পা ধরে রেখে মাথাকে নীচের দিকে ঝুলন্ত অবস্থায় রেখে দিলে মস্তিষ্কে অধিক রক্ত জমা হয়। এর পর পৃষ্ঠদেশে মৃদু আঘাত করলে প্রতিবর্ত ক্রিয়ায় শ্বাসকেন্দ্র উদ্দীপিত হয় ও শ্বাসক্রিয়া শুরু হয়। শিশু চিৎকার করে কেঁদে ওঠে ফলে একটি প্রচণ্ড চাপ সৃষ্টি হয় যা ফুসফুসকে বায়ুপূর্ণ হতে সাহায্য করে।

C. রচনাভিত্তিক প্রশ্ন

প্রতিটি প্রশ্নের মান-**5**

1. মানুষের রক্তে কীভাবে অক্সিজেন পরিবহণ ঘটে তা সংক্ষেপে বলো। 5
2. শ্বাসকার্যে সাহায্যকারী শ্বাসপেশিগুলির নাম উল্লেখ করো। 5
3. শ্বাসতন্ত্র বলতে কী বোঝো? লাঙ কমপ্লায়েন্স বলতে কী বোঝো? রেসপিরেটরি মিনিট ভলিউম বলতে কী বোঝো? 2+2+1=5
4. HAPE ও HACE বলতে কী বোঝো? প্রশ্বাস ক্ষমতা (LC) কাকে বলে? 3+2=5
5. আবহসহিষ্ণুতা বলতে কী বোঝো? অতিভোজনের পর শ্বাসকষ্ট হয় কেন? 3+2=5
6. মানুষের প্রশ্বাস ক্রিয়াটি বর্ণনা করো। 5
7. P_{O_2} 50 mmHg বলতে কী বোঝো? IRV, ERV কাকে বলে? $2+1^1/_2+1^1/_2=5$
8. হাঁপানি রোগের কারণ, লক্ষণ ও চিকিৎসা পদ্ধতি সম্বন্ধে আলোচনা করো। 2+1+2=5
9. শ্বসন নিয়ন্ত্রক কেন্দ্রগুলি কী কী? এই কেন্দ্রগুলি মস্তিষ্কের কোথায় অবস্থান করে? 2+3=5
10. অক্সিজেন পরিবহণে P_{CO_2}-এর প্রভাব উল্লেখ করো। ক্লেশদায়ক শ্বসন কাকে বলে? 4+1=5

D. দীর্ঘ উত্তরভিত্তিক প্রশ্ন

প্রতিটি প্রশ্নের মান-**10**

1. O_2 বিয়োজন লেখচিত্র কাকে বলে? O_2 বিয়োজন লেখচিত্রের ওপর প্রভাব বিস্তারকারী ফ্যাক্টরগুলি উল্লেখ করো। এই লেখচিত্রের সচিত্র বর্ণনা করো। 2+3+5=10
2. হ্যালডেন ও বোর এফেক্টের মধ্যে পার্থক্য লেখো। হ্যামবারগার ফেনোমেনান কাকে বলে? মানুষের রক্তে CO_2 পরিবহণ পদ্ধতিটি বর্ণনা করো। 3+3+4=10
3. শ্বাসক্রিয়া নিয়ন্ত্রণে শ্বাসকেন্দ্রগুলির ভূমিকা উল্লেখ করো। 10
4. 'Dead Space' বলতে কী বোঝো? শারীরস্থানিক Dead Space-এর গুরুত্ব কী? TV, VC, FRC, EC—বর্ণনা দাও। মানবদেহে শ্বাসক্রিয়ায় মধ্যচ্ছদার ভূমিকা লেখো। 2+2+4+2=10
5. বিপরীত ক্লোরাইড শিফট্ কাকে বলে? ফুসফুসে বিভিন্ন গ্যাসের আদানপ্রদান কীভাবে ঘটে তা বর্ণনা করো। সারফ্যাকট্যান্ট কী? হাইপোক্সিয়া ও হাইপারকেপনিয়া কাকে বলে? 2+3+2+3=10
6. মস্তিষ্কে রসায়ন গ্রাহকগুলির অবস্থান বর্ণনা করো। রসায়ন গ্রাহকগুলি কীভাবে শ্বাসকার্য পরিচালনা করে তা সংক্ষেপে লেখো। 4+6=10
7. পাম্প হ্যান্ডেল ও বাকেট হ্যান্ডেল মুভমেন্ট কোন্ ঘটনাটির সঙ্গে যুক্ত, সেটি বর্ণনা করো। শ্বাসতন্ত্রের ওপর প্রভাব বিস্তারকারী কারণগুলি বর্ণনা করো। কোন ছিদ্র কী? 4+4+2=10
8. শারীরবৃত্তীয় ও শারীরস্থানিক বায়ু পরিমাণ কী [CU '15]? শ্বাসক্রিয়ার স্নায়ুজ নিয়ন্ত্রণ লেখো [CU '14, 15]। 2+2+6=10
9. অক্সিজেন-হিমোগ্লোবিন বিয়োজনের লেখচিত্রটি বর্ণনা করো। বোর এফেক্ট কী? শ্বাসনালীর বায়ু বিশোধনকারী প্রক্রিয়া বলতে কী বোঝো? সারফ্যাক্‌টেন্ট বলতে কী বোঝো [CU '15, '17] ? 4+2+2+2=10
10. ট্র্যাকিয়ার কলাস্থানিক বৈশিষ্ট্যগুলি আলোচনা করো [CU '17]। প্রাথমিক ও গৌণ শ্বসন পেশি বলতে কী বোঝো? ফুসফুসের কলাস্থানিক গঠনের বৈশিষ্ট্যগুলি উল্লেখ করো [CU '17]। 3+4+3=10
11. রক্তে CO_2 পরিবহণে বিভিন্ন প্রভাবকের ভূমিকা আলোচনা করো। কোনো ব্যাক্তির টাইডাল ভলিয়ুম ও ইন্সপিরেটরি ক্যাপাসিটি যথাক্রমে 0.5 litre ও 2.8 litre। ওই ব্যাক্তির ইন্সপিরেটরি রিজার্ভ ভলিয়ুম কত? [CU '16] 6+2