01/04/2020

# Transport of Oxygen and Carbon dioxide

অবাত শ্বসনে গৃহীত $O_2$ সিটোপ্লাজম বস্তু যেমন গ্লুকোজ-এর সাহায্যে ব্যবহৃত হয় এবং এই শ্বসন বস্তুর সাহায্যে উৎপন্ন $CO_2$ ও কোষের সাইটোপ্লাজমীয় কাজকর্ম সম্পন্ন হয়। সুতরাং প্রতিটি কলাকোষে অনবরত $O_2$ সরবরাহ করা এবং কোষে উৎপন্ন $CO_2$ কে বের করা একান্ত প্রয়োজন। অর্থাৎ যে পদ্ধতিতে পরিবেশ থেকে অক্সিজেন গ্রহণ এবং কোষে উৎপন্ন $CO_2$ বর্জন করা হয় তাকে শ্বসন বলে।

শ্বসন কতকগুলি ধাপের মাধ্যমে সম্পন্ন হয় —

1) Pulmonary Ventilation or breathing : বায়ুমণ্ডল ও ফুসফুসের অ্যালভিওলাই-এর মধ্যে গ্যাসের আদান প্রদান। এই পদ্ধতিতে বায়ুমণ্ডলের অক্সিজেন সমৃদ্ধ বায়ুকে প্রশ্বাস (inspiration) এবং অ্যালভিওলাই-এর $CO_2$ পূর্ণ গ্যাসকে বর্জন করাকে নিঃশ্বাস (expiration) বলে।

2) External (or Pulmonary) respiration : ফুসফুসের অ্যালভিওলাই এবং ফুসফুসীয় রক্তবাহক অধঃস্থ রক্তের মধ্যে $O_2$ এবং $CO_2$-এর আদান প্রদান। অর্থাৎ রক্ত ও ফুসফুসের মধ্যে গ্যাসের এই বিনিময়কে বাহ্য শ্বসন বা External respiration বলে।

3) Internal (or tissue) respiration : রক্ত ফুসফুস ও কলার মধ্যে $O_2$ ও $CO_2$ পরিবহন করে। সিস্টেমিক ক্যাপিলারি অধঃস্থ রক্ত এবং কলাকোষের মধ্যে $O_2$ এবং $CO_2$-এর আদান প্রদান হয়। অর্থাৎ কোষ ও রক্তের মধ্যে গ্যাসের এই বিনিময়কে অন্তঃ শ্বসন বা internal respiration বলে।

Scanned with CamScanner

## Oxygen transport

যে পদ্ধতিতে অক্সিজেন $O_2$ বায়ুমণ্ডল থেকে ফুসফুসের মাধ্যমে রক্তে লোহিত কণিকার হিমোগ্লোবিনের সঙ্গে যুক্ত হয়ে রক্ত সঞ্চালনের মাধ্যমে কলারক্ত এবং কলারক্ত থেকে কোষে পৌঁছায় তাকে অক্সিজেন পরিবহন বলে।

$O_2$ পরিবহন কতকগুলি ধাপের মাধ্যমে সম্পন্ন হয় —

### i) প্রশ্বাসের মাধ্যমে গৃহীত অক্সিজেনের অ্যালভিওলাই থেকে ফুসফুসের রক্তকালকে প্রবেশ :

প্রতিটি গ্যাসের পৃথক পৃথক চাপকে তাদের আংশিক চাপ বা Partial pressure বলে। বায়ু যখন ফুসফুসের নাক দিয়ে বাইরে যায় তখন বায়ু ও অ্যালভিওলাই এর মধ্যে গ্যাসের আংশিক চাপের তারতম্য থাকে। অন্যদিকে দেহ থেকে যেকোন ফুসফুসীয় ধমনী বলে ফুসফুসের রক্তকালকে প্রবেশ করে তাতে $CO_2$-এর আংশিক চাপ (~46 $P_{CO_2}$ mm Hg) $O_2$-এর আংশিক চাপ (~40 $P_{O_2}$ mm Hg) অপেক্ষা বেশি থাকে, ওই সময় অ্যালভিওলাই-এ অক্সিজেনের আংশিক চাপ ($P_{O_2}$ - 100 mm Hg) কার্বন ডাই অক্সাইডের আংশিক চাপ ($P_{CO_2}$ - 40 mm Hg) অপেক্ষা বেশি থাকে। এর ফলে গ্যাসের উচ্চচাপ অঞ্চল থেকে নিম্নচাপ অঞ্চলে ব্যাপন হয়। অর্থাৎ অ্যালভিওলাই থেকে $O_2$ ফুসফুসের রক্তকালকে প্রবেশ করে (100 → 40 mm Hg) এবং রক্তকালক থেকে $CO_2$ অ্যালভিওলাইতে চলে আসে (46 → 40 mm Hg).

Scanned with CamScanner

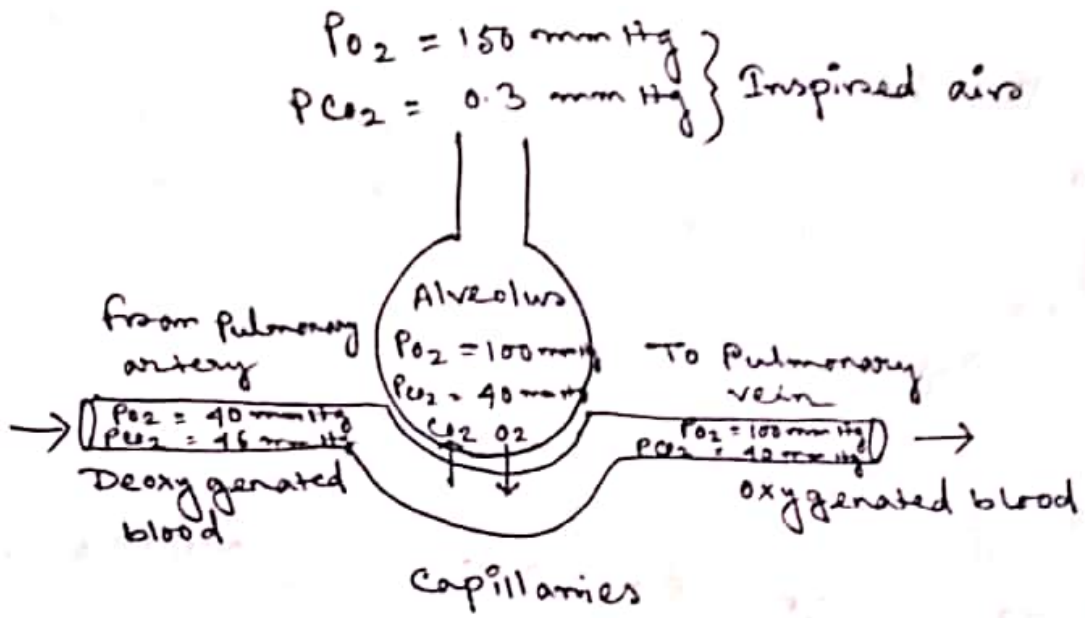



Fig → Pulmonary gas exchange. Transfer of $O_2$ and $CO_2$ between alveolar air and capillary blood.

ii) রক্তের মাধ্যমে অক্সিজেন পরিবহন :

ফুসফুসের অ্যালভিওলাই থেকে অক্সিজেন (অক্সিজেনের আংশিক চাপ বেশি থাকায়) অক্সিজেন ফুসফুসের রক্তবাহকের রক্তে প্রবেশ করে। রক্তে অক্সিজেনের দ্রাব্যতা অত্যন্ত কম, প্রায় 1.5% তাই ওই পরিমাণ অক্সিজেন রক্তরসে দ্রবীভূত অবস্থায় পরিবাহিত হয় এবং টিস্যুর বিভিন্ন অংশের কলাকুষে কার্যকর দেহের হয়ে থাকে।

রক্তবাহকের বাকী অক্সিজেন প্রায় 98.5% লোহিত কণিকার হিমোগ্লোবিন বস্তুকের সঙ্গে বিক্রিয়া করে অক্সিহিমোগ্লোবিন যৌগ গঠন করে।

প্রতিটি অণু হিমোগ্লোবিন 4 অণু অক্সিজেন বহন করে। প্রতি 100 ml অক্সিজেন যুক্ত রক্ত 20 ml অক্সিজেন বহন করে।

হিমোগ্লোবিনের সঙ্গে অক্সিজেন কয়েকটি ধাপে যুক্ত হয় —

Scanned with CamScanner

$Hb_1 + O_2 = Hb_1O_2$

$Hb_1O_2 + O_2 = Hb_1O_4$

$Hb_1O_4 + O_2 = Hb_1O_6$

$Hb_1O_6 + O_2 = Hb_1O_8$

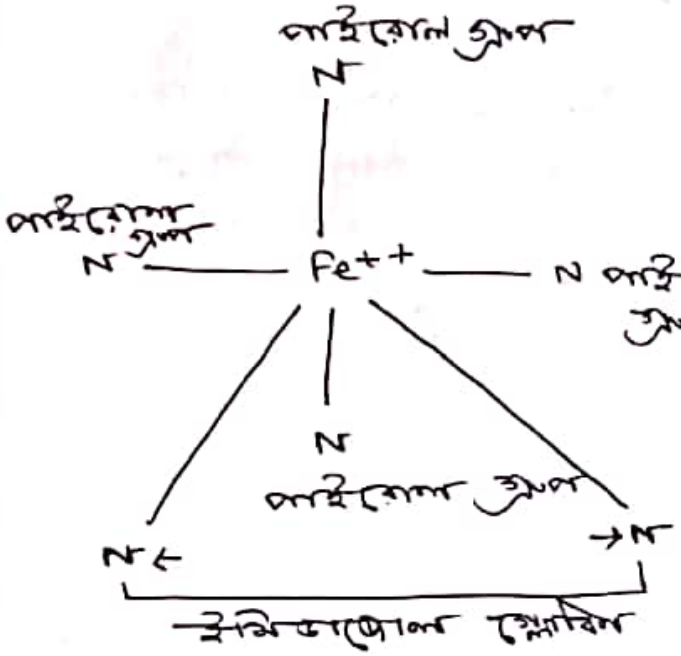
মেরুদণ্ডী প্রাণীর রক্তের ~~অক্সিজেন~~ হিমোগ্লোবিন কণাই লৌহ পরফাইরিন এবং গ্লোবীন নিয়ে গঠিত। এই লৌহ পরফাইরিন গোত্র আবার লৌহ এবং পরফায়রিন নিউক্লিয়াস নিয়ে গঠিত। এই পরফায়রিন নিউক্লিয়াস কার্বন- নাইট্রোজেন চক্র নিয়ে গঠিত।

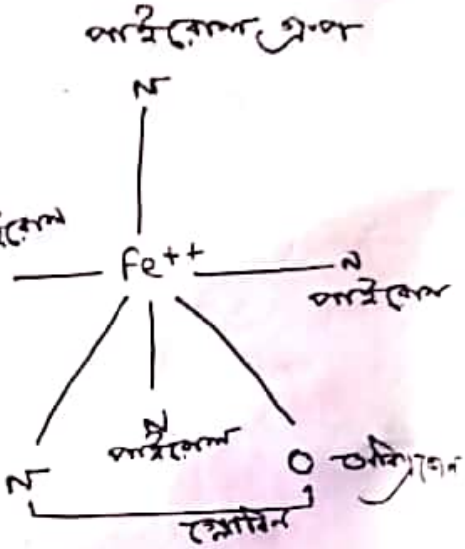
RBC
↓
Haemoglobin
↙ ↘
Protein | Iron Porphyrin compound
↙ ↘
Iron | Porphyrin nucleus
↓
4 Pyrole ring

হিমোগ্লোবিনের লৌহীয় নিউক্লিয়াস নিয়ে এর সঙ্গে অক্সিজেন সমন্বয়- আবদ্ধ হয়ে কার্বন- নাইট্রোজেন অণুর নিকটবর্তী হয় এবং কার্বন- অক্সিজেনের সৃষ্টি করে। কার্বন দুটি বলয় নিউক্লিয়াসকে গ্লোবিনের দুটি হিস্টিডাইন বলয়ের অণুর বন্ধন করায় এবং উহা খুলে $O_2$ এর বন্ধন মুক্ত হয়। যখন হিমোগ্লোবিনের সাথে কোনো $O_2$ যুক্ত হয় না তখন বলা হয় হিমোগ্লোবিনটি Tense state (T- state) এ আছে এবং এক্ষেত্রে হিমোগ্লোবিনের অক্সিজেনের প্রতি খুব কম আসক্তি থাকে। যখন কোনো একটি $O_2$ হিমোগ্লোবিনের

Scanned with CamScanner

পরিবর্তন হয় এবং হিমোগ্লোবিন (Hb) Relaxed state (R-state) → আগে বলা হয়। এইসময় $O_2$-এর প্রতি আসক্তি বেশি থাকে।




হিমোগ্লোবিন অক্সিজেনের সঙ্গে বিপরীত বিক্রিয়ায় (⇌) সংযুক্ত হবার ক্ষমতাই রক্তের মাধ্যমে অক্সিহিমোগ্লোবিন হিসাবে অক্সিজেন ফুসফুস থেকে কলায়-পরিবাহিত হয়।

iii) রক্ত থেকে বিভিন্ন কলাকোষে অক্সিজেনের প্রবেশ: দেহের বিভিন্ন অংশের রক্তজালকে যখন অক্সিজেনবহনকারী রক্ত পৌঁছায় তখন কলারসে অক্সিজেনের আংশিক চাপ ($P_{O_2}$ → 40 mm Hg) রক্তজালকের রক্তে অক্সিজেনের আংশিক চাপ ($P_{O_2}$ – 100 mm Hg) অপেক্ষা কম হয়। এই সময় অক্সিহিমোগ্লোবিন বন্ধন থেকে প্রায় 1/4 অক্সিজেন মুক্ত হয়ে কলারসে প্রবেশ করে। কলারস থেকে কোষপর্দার মধ্য দিয়ে অক্সিজেন কোষের মধ্যে প্রবেশ করে।

Scanned with CamScanner

## ⑩ হিমোগ্লোবিন – অক্সিজেন আসক্তি : (Haemoglobin affinity for oxygen)

আমাদের Hb অণু বায়ু $O_2$ অণুর সংস্পর্শে যুক্ত হয় এবং আবার হিমো অণু থেকে $O_2$ অণুর সংস্পর্শ মুক্ত হয়। অক্সিজেনের পার্শ্বীয় চাপের উপর নির্ভর করে কি পরিমাণ অক্সিজেন অণু হিমোগ্লোবিন অণুর সাথে যুক্ত হবে। পার্শ্বীয় চাপ যত বেশি হবে তত বেশি অক্সিজেন অণু হিমোগ্লোবিন অণুর সাথে যুক্ত হবে। যখন ডিঅক্সিহিমোগ্লোবিন পুরোপুরি অক্সিহিমোগ্লোবিনে পরিণত হবে, তখন ⓐ হিমোগ্লোবিনটি পুরোপুরি সম্পৃক্ত অবস্থায় আছে বলা হয়। যদি একটি হিমোগ্লোবিন অণু ২টি অক্সিজেন অণুর সাথে যুক্ত থাকে তখন হিমোগ্লোবিন অণুটি 50% সম্পৃক্ত অবস্থায় আছে বলা হয়।

## অক্সিহিমোগ্লোবিনের বিযুক্তির লেখচিত্র (The dissociation curve of oxyhaemoglobin) :

হিমোগ্লোবিনের অক্সিজেন সম্পৃক্ততা ও তার পার্শ্বীয় চাপের মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন করলে একটি S- আকৃতির (Sigmoidal) লেখচিত্র পাওয়া যায়। এই অক্সিহিমোগ্লোবিনের বিযুক্তির লেখচিত্র থেকে সহজেই হিমোগ্লোবিনের অক্সিজেন সম্পৃক্ততা ব্যাখ্যা করা যায়।

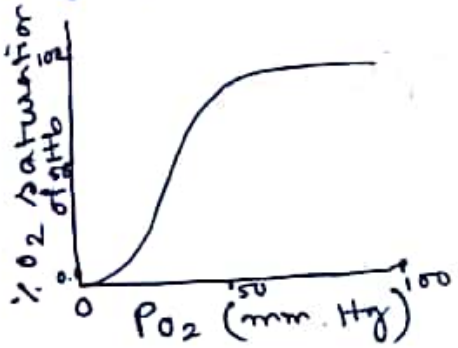


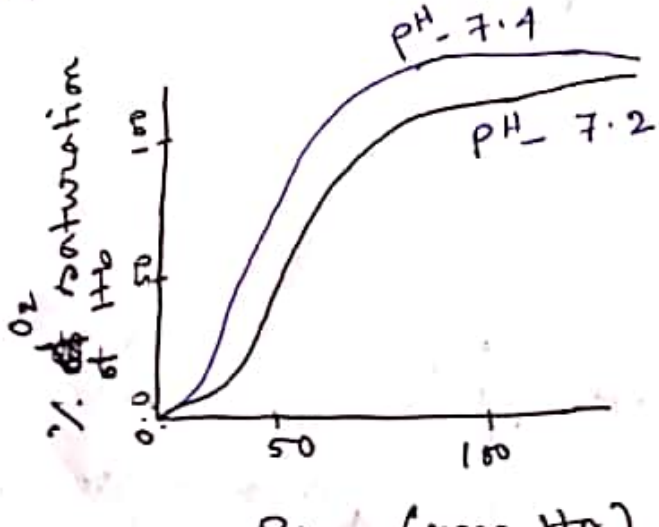

fig - oxygen - haemoglobin dissociation curve

Scanned with CamScanner

## ● হিমোগ্লোবিন থেকে $O_2$ বিমুক্তিকরণ শর্ত :

যদিও হিমোগ্লোবিনের % অম্লজনতা $O_2$-এর আংশিক চাপের ওপর নির্ভর করে, তবুও কিছু কিছু শর্ত হিমোগ্লোবিনের প্রতি অক্সিজেনের আসক্তিকে প্রভাবিত করে, এই সমস্ত শর্তগুলি (factors) Oxyhaemoglobin dissociation curve-কে বাঁদিকে (কম আসক্তি) অথবা ডানদিকে (বেশি আসক্তি) সরিয়ে দেয়, নিম্নে এই শর্তগুলি সম্বন্ধে আলোচনা করা হল —

i) pH → pH-এর মান কম হলে হিমোগ্লোবিনের অক্সিজেনের প্রতি আসক্তি কম হয় ফলে লেখচিত্রটি ডানদিকে সরে যায়, হিমোগ্লোবিনের অক্সিজেনের প্রতি আসক্তি কমার pH-এর এই প্রভাবকে Bohr effect বলে। কম pH-এ হাইড্রোজেন আয়ন ($H^+$) হিমোগ্লোবিনের সঙ্গে যুক্ত হয়ে অক্সিজেনের সঙ্গে Hb-এর যুক্ত হওয়ার প্রবণতা কমিয়ে দেয়, অনুরূপভাবে pH বেশি হলে হিমোগ্লোবিনের $O_2$-এর প্রতি আসক্তি বৃদ্ধি পায় এবং লেখচিত্রটি বাঁদিকে সরে আসে।



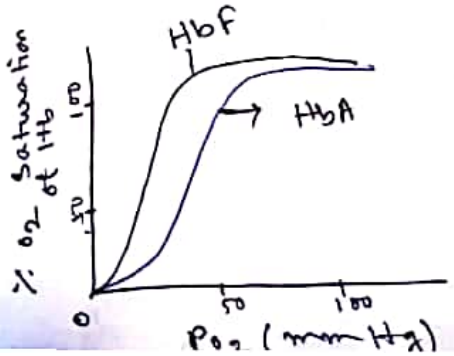

Scanned with CamScanner

ii) Temperature - দেখা গেছে, 25°C তাপমাত্রায় Hb 98% অক্সিজেন হয় কিন্তু 38°C -এ তার অক্সিজেনতা কমে 93% হয়। অর্থাৎ তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে অক্সিহিমোগ্লোবিন থেকে $O_2$ বিমুক্ত হয় অর্থাৎ টিস্যুর দিকে সরে যায়।

iii) $CO_2$-এর পার্শ্বীয় চাপ ($P_{CO_2}$) → $CO_2$ রক্তে পৌঁছে হয়ে $H^+$ এবং $HCO_3^-$ আয়ন সৃষ্টি করে যা রক্তে অম্লত্ব বৃদ্ধি পাওয়ায় pH-এর মান কমে যায় অর্থাৎ টিস্যুর দিকে সরে যায়। অর্থাৎ $CO_2$-এর পার্শ্বীয় চাপ বাড়লে $O_2$ দ্রুত অক্সিহিমোগ্লোবিন থেকে বিমুক্ত হয়।

iv) BPG (2,3- biphoglycerate): BPG হল একটি শ্বসনজাত আয়ন। টিওক্সিহিমোগ্লোবিনের অবস্থায় হিমোগ্লোবিনের β-গ্লোবিন chain এক অণু BPG-র সাথে যুক্ত হয়। এরফলে Hb-এর $O_2$-এর প্রতি আসক্তি হ্রাস পায় এবং রেসপিরেটরি চাপ নীচে সরে আসে। BPG মূলতঃ টিওক্সিহিমোগ্লোবিনের ... নিয়ন্ত্রণে প্রভাবিত করতে পারে।

Foetal Hb (HbF)-এর অক্সিজেনের প্রতি আসক্তি Adult Hb (HbA) অপেক্ষা বেশি হয়। HbF 2,3 BPG-এর সাথে যুক্ত হয় না, কিন্তু HbA 2,3 BPG-এর সাথে যুক্ত হয়।






Scanned with CamScanner