অধ্যায় - 17

শ্বাস-প্ৰশ্বাস আৰু গেছ বিনিময়

BREATHING AND EXCHANGE OF GASES

17.1 শ্বসন অংগসূহ

17.2 শ্বাস-প্ৰশ্বাস প্ৰণালী

17.3 গেছ বিনিময়

17.4 গেছ পৰিৱৰ্তন

17.5 শ্বসন নিয়ন্ত্ৰণ

17.6 শ্বসনতন্ত্ৰৰ বিকাৰসমূহ

সকলো জীৱই বিভিন্ন জৈৱিক কাৰ্য্যৰ বাবে আৱশ্যক হোৱা শক্তি খাদ্য অনুৰ জাৰণৰ দ্বাৰা আহৰণ কৰে। এই জাৰণ ক্ৰিয়াৰ বাবে জীৱই অক্সিজেন (O_2) গেছ ব্যৱহাৰ কৰে। আনহাতে এনে বিক্ৰিয়াত বিষাক্ত গেছ কাৰ্বন-ডাই-অক্সাইড (CO_2) উদ্ভৱ হয়। সেইবাবে প্ৰতিটো জীৱকোষে নিৰবিছিন্নভাৱে O_2 ৰ যোগান আৰু CO_2 ৰ নিষ্কাষণ বিচাৰে। এইদৰে যি প্ৰক্ৰিয়াৰ দ্বাৰা পৰিবেশৰ পৰা O_2 গ্ৰহণ আৰু পৰিবেশলৈ CO_2 প্ৰেৰণৰ দ্বাৰা শৰীৰ আৰু পৰিবেশৰ মাজত গেছ বিনিময় কৰা হয় তাকেই শ্বাস-প্ৰশ্বাস (Breathing) বোলা হয়। ইয়াক সাধাৰণতে শ্বসন (respiration) বুলি কোৱা হয়। হাত দুখন তোমাৰ নিজৰ বুকুত দি চোৱা; বুকুখন তল-ওপৰ কৰাটো অনুভৱ কৰিব পাৰিবা। ই নিশ্চয় শ্বাস-প্ৰশ্বাসৰ বাবে হয়।

প্ৰাণীৰ শ্বাস অংগ আৰু শ্বসন প্ৰণালীটো তলত দিয়া ধৰণে ব্যাখ্যা কৰিব পাৰি—

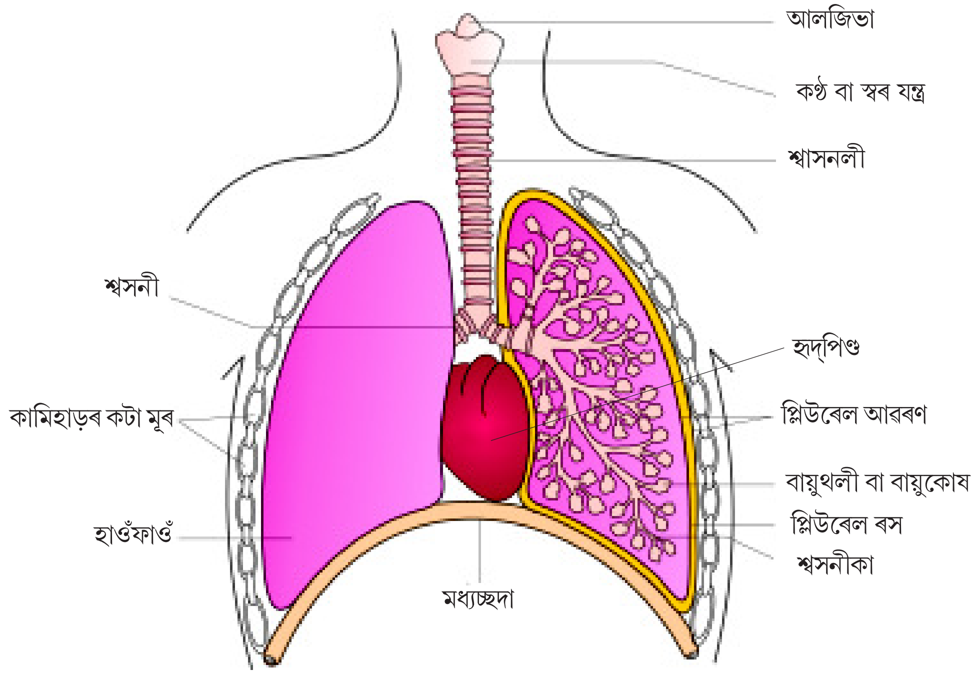
17.1 শ্বসন অংগসমূহ (RESPIRATORY ORGANS)

বাসস্থান আৰু দেহৰ গঠন অনুযায়ী বেলেগ বেলেগ প্ৰাণীৰ শ্বসন প্ৰণালীও ভিন ভিন হোৱা দেখা যায়। নিম্নস্তৰৰ অমেৰুদণ্ডী প্ৰাণী যেনে— স্পঞ্জ, একনলদেহী, চেপেটাকৃমি আদিয়ে গোটেই শৰীৰৰ পৃষ্ঠভাগেৰে ব্যাপন (diffusion) প্ৰক্ৰিয়াৰে O_2 আৰু CO_2 গেছ বিনিময় কৰে। পৰিবেশৰ বিশুদ্ধ বায়ু শৰীৰত পৰিবাহিত কৰিবলৈ কেচুৱে ইয়াৰ সিক্ত কৃত্তিকা (cuticle) আৰু পতংগই শ্বাসনলীৰ জালিকা (tracheal tubes) ব্যৱহাৰ কৰে। প্ৰায়বোৰ জলচৰ সন্ধীপদী আৰু কোমলদেহী প্ৰাণীয়ে জলক্লোম (Gills) নামৰ বিশেষ

বাহিকাময় অংগ ব্যৱহাৰ কৰে। আনহাতে স্থলচৰ প্ৰাণীবোৰে হাওঁফাওঁ (lungs) নামৰ বাহিকাময় (vascularised) থলী গেছবিনিময় কাৰ্য্যত ব্যৱহাৰ কৰে। মেৰুদণ্ডী প্ৰাণীবোৰৰ ভিতৰত মাছে জলক্লোমৰদ্বাৰা আৰু সৰীসৃপ, চৰাই আৰু স্তন্যপায়ীয়ে হাওঁফাওঁৰে শ্বসন কাৰ্য্য চলায়। ভেকুলী আৰু আন আন উভচৰবোৰে সিহঁতৰ গাৰ সেমেকা ছালখনৰ দ্বাৰা শ্বসন কৰে। স্তন্যপায়ী প্ৰাণীৰ অতি উন্নত স্তৰৰ শ্বাসতন্ত্ৰ আছে।

17.1.1 মানুহৰ শ্বসন তন্ত্ৰ (Human Respiratory System)

আমাৰ ওপৰ ওষ্ঠৰ ওপৰফালে একোযোৰ বহিঃনাসাৰন্ধ্ৰ (external nostrisls) থাকে। এইবোৰ একোটা সুৰংগ (passage)ৰ দ্বাৰা নাসা গহ্বৰৰ (nasal chamber) লগত সংলগ্ন। আনহাতে নাসাগহ্বৰটো টেঁটুৰ নাসাগ্ৰসনী (nasopharynx) নামৰ অংশত মুকলি হয়। নাসাগ্ৰসনী আকৌ স্বৰযন্ত্ৰ বা কণ্ঠ (larynx)ৰ গ্লটিছ (Glottis) অংশৰ মাজেৰে শ্বাসনলীত (trachea) মুকলি হয়। কণ্ঠ হ'ল কোমলাস্থিৰে গঠিত বাকচ আকৃতিৰ অংগ যাৰ দ্বাৰা শব্দৰ সৃষ্টি কৰা হয়। সেইবাবে ইয়াক শব্দৰ বাকচ (sound box) বুলিও কোৱা হয়। খাদ্যবস্তু গিলাৰ সময়ত যাতে স্বৰযন্ত্ৰত সোমাব নোৱাৰে তাৰ বাবে গ্লটিছৰ ওপৰত এখন পাতল আৰু স্থিতিস্থাপক কোমলাস্থিযুক্ত ঢাকনী (flap) থাকে। ইয়াক আলজিভা (epi-glottis) বোলে। বক্ষগহ্বৰৰ মধ্যভাগলৈ বিস্তৃত হৈ থকা শ্বাসনলী হ'ল এটা পোন নলী। পঞ্চম বক্ষ কশেৰুকাৰ স্তৰত শ্বাসনলীটো ভাগ হৈ ক্ৰমে সোঁ আৰু বাওঁ প্ৰাথমিক শ্বসনী



চিত্ৰ 17.1 মানুহৰ শ্বসনতন্ত্ৰৰ চিত্ৰীয় দৰ্শ (বাওঁ হাওঁফাওঁ ছেদৰ চিত্ৰও দেখুওৱা হৈছে)

(primary bronchi) সৃষ্টি কৰে। এনে প্ৰতিটো নলী বাৰে বাৰে ভাগ হৈ বহুতো দ্বিতীয়ক (secondary) আৰু তৃতীয়ক (Tertiary) শ্বসনী গঠন কৰে। এইবোৰ পিছলৈ অতি পাতল শীৰ্ষ শ্বসনীকা (termianal bronchiole) ত শেষ হয়। শ্বাসনলী, প্ৰাথমিক, দ্বিতীয়ক, তৃতীয়ক শ্বসনী আৰু শ্বসনীকাৰ আগভাগ, এই আটাইবোৰকেই কোমলাস্থিৰ অসম্পূৰ্ণ বলয়ে ধৰি ৰাখে। প্ৰতিটো শীৰ্ষ শ্বসনীক আকৌ কেবাটাও কুপিকা বায়ুথলী বা বায়ুকোষ (alveoli) লৈ বিভক্ত হয়। বায়ুকোষবোৰ পাতল আৰু একা-বেকা বেৰযুক্ত, বাহিকাপূৰ্ণ মোনা আকৃতিৰ গঠন। এই বায়ুকোষ, শ্বসনী আৰু শ্বসনীকাবোৰক লৈ হাওঁফাওঁ গঠিত হয় (চিত্ৰ 17.1)। আমাৰ দেহত দুটাকৈ হাওঁফাওঁ থাকে আৰু প্ৰতিটোৰেই একোখন দুতৰপীয়া প্লিউৰা (pleura) বা ফুচফুচ আৱৰণেৰে আবৃত। তৰপ দুটাৰ মাজত প্লিউৰেল নামৰ এবিধ পদাৰ্থ থাকে। তৰলবিধে হাওঁফাওঁৰ পৃষ্ঠৰ লগত ঘৰ্ষণ হোৱাত বাধা দিয়ে। বাহিৰ ফালৰ প্লিউৰেল আৱৰণখন বক্ষগহ্বৰৰ আৱৰণৰ সংস্পৰ্শত আৰু ভিতৰৰ আৱৰণখন হাওঁফাওৰ পৃষ্ঠৰ লগত লাগি থাকে। বহিঃনাসাৰন্ধ্ৰৰ পৰা আৰম্ভ কৰি শীৰ্ষ শ্বসনীকা লৈকে শ্বসনতন্ত্ৰৰ এই ভাগটোৰে পৰিবাহী অংশ (conducting part) আৰু নলীকাসহ বায়ু কোষবোৰে বিনিময় অংশ (exchange part) গঠন কৰিছে। পৰিবাহী অংশটোৰে বায়ুমণ্ডলৰ পৰা লোৱা বায়ু বায়ুকোষলৈ পৰিবহণ কৰে, বায়ুত থকা অলাগতিয়াল কণাবোৰ নিষ্কাশন কৰে, বায়ু সেমেকা (humidify) কৰে আৰু গ্ৰহণকৰা বায়ুখিনি শাৰিৰীক উষ্ণতাৰ লগত সমান কৰি তোলে। বিনিময় অংশটো পৰিবেশৰ বায়ু আৰু শৰীৰৰ তেজৰ মাজত হোৱা O_2 আৰু CO_2 ৰ প্ৰকৃত ব্যাপনৰ (diffustion) ৰ মূল স্থান।

হাওঁফাওঁ দুটা বক্ষখোটালীৰ (Thoracic chamber) ভিতৰত আৱস্থিত। ই এটা বায়ু-ৰূদ্ধ খোটালী। খোটালীটোৰ পৃষ্ঠীয়ফালে কশেৰুকা মালা বা মেৰুদণ্ড (vertebral column) অংকীয়ফালে উৰোস্থি বা ষ্টাৰ্ণাম (sternum), পাৰ্শ্বীয় ফালে কামিহাড় আৰু তলফালে গম্বুজ আকৃতিৰ মধ্যচ্ছদা (diaphragm) থাকে। বক্ষ গহবৰত হাওঁফাওঁ দুটা এনেভাৱে সজ্জিত হৈ থাকে যে বক্ষ গহ্বৰৰ আয়তনৰ হোৱা যিকোনো পৰিৱৰ্তনেই হাওঁফাওঁৰ গহ্বৰৰ আয়তনত প্ৰতিফলিত হয়। হাওঁফাওঁৰ আয়তন আমি প্ৰত্যক্ষভাৱে বঢ়া টুটা কৰিব নোৱাৰো হেতুকে শ্বসনৰ বাবে এই ধৰণৰ সজ্জাৰ অতি প্ৰয়োজন।

শ্বসন প্ৰক্ৰিয়াটো তলত দিয়া পৰ্য্যায়সমূহৰ মাজেৰে সম্পন্ন হয় ঃ

(i) শ্বাস-প্ৰশ্বাস বা ক্লোমীয় সংবাতন (Pulmonary ventilation), যাৰ দ্বাৰা বায়ুমণ্ডলৰ পৰা বায়ু শৰীৰে গ্ৰহণ কৰে আৰু বায়ুকোষত থকা CO_2 যুক্ত বায়ু উলিয়াই দিয়া হয়।

(ii) বায়ুকোষৰ আৱৰণৰ মাজেৰে গেছৰ (O_2 আৰু CO_2) বিনিময়।

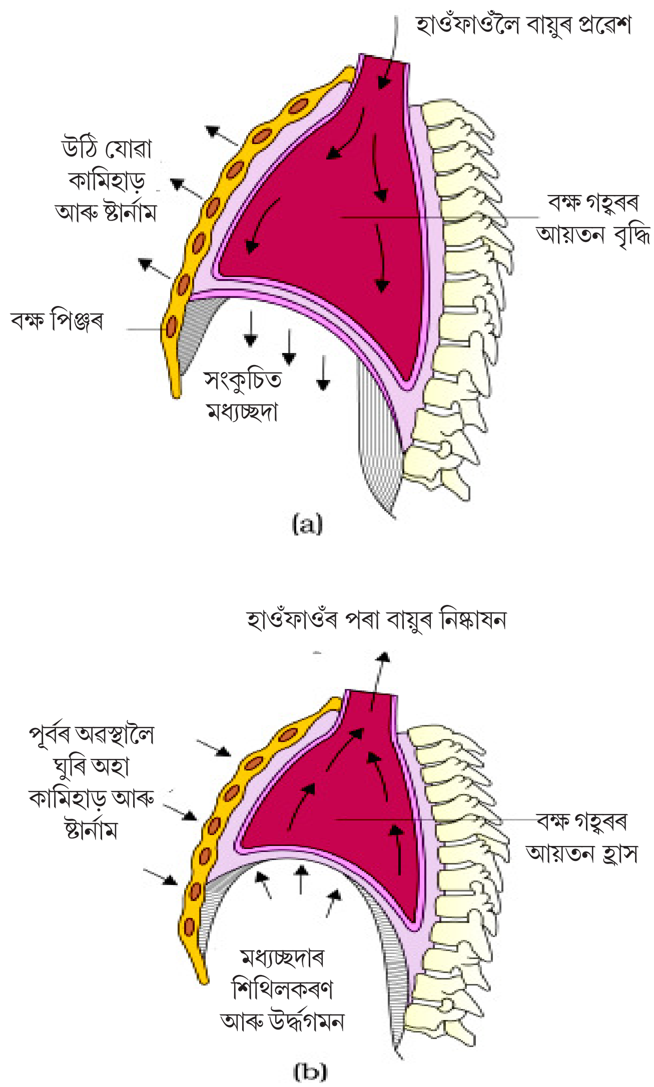
(iii) তেজৰ দ্বাৰা গেছ পৰিবহন।

(iv) তেজ আৰু কলাৰ মাজত O_2 আৰু CO_2 ব্যাপন।

(v) অপচিতি (catabolic) বিক্ৰিয়াৰ বাবে O_2 ৰ ব্যৱহাৰ আৰু এই বিক্ৰিয়াত উৎপন্ন হোৱা CO_2 ৰ নিষ্কাষণ (14 নং অধ্যায়ত কোষীয় শ্বসনত আলোচনা কৰা হৈছে)।

17.2 শ্বাস-প্ৰশ্বাস প্ৰণালী (MECHANISM OF BREATHING)

শ্বাস-প্ৰশ্বাসত দুটা পৰ্য্যায় আছে— শ্বাস বা অন্তঃশ্বসন (inspiration) য'ত বায়ুমণ্ডলৰ পৰা বায়ু গ্ৰহণ কৰা হয় আৰু প্ৰশ্বাস বা বহিঃশ্বসন (expiration), যাৰ দ্বাৰা বায়ুথলীত থকা বায়ু বাহিৰলৈ উলিয়াই দিয়া হয়। হাওঁফাওঁৰ ভিতৰলৈ বায়ু গ্ৰহণ কৰা আৰু ইয়াৰ পৰা বায়ু বৰ্জন কৰা কাৰ্য্য বায়ুমণ্ডল আৰু হাওঁফাওঁৰ মাজত চাপৰ তাৰতম্য সৃষ্টিৰ দ্বাৰা সম্পন্ন হয়। হাওঁফাওঁৰ ভিতৰত বায়ুৰ চাপ বায়ুমণ্ডলীয় চাপতকৈ কম হ'লে, অৰ্থাৎ বায়ুমণ্ডলীয় চাপৰ তুলনাত হাওঁফাওঁৰ ভিতৰৰ চাপ ঋণাত্মক হোৱাৰ ফলত শ্বাস (inspiration) ক্ৰিয়া হয়। একেদৰে, হাওঁফাওঁৰ ভিতৰৰ আন্তঃফ্লোমীয় চাপ বায়ুমণ্ডলীয় চাপতকৈ অধিক হোৱাৰ বাবে প্ৰশ্বাস (expiration) হয়। মধ্যচ্ছদা আৰু বিশেষভাৱে গঠন হোৱা পেশী যেনে বহিঃআন্তঃপৰ্শুকী (external intercostal) আৰু অন্তঃআন্তঃপৰ্শুকী (internal intercostal) পেশীয়ে বায়ুচাপৰ তাৰতাম্য সৃষ্টি কৰে। শ্বাস প্ৰক্ৰিয়াৰ আৰম্ভ হয় মধ্যচ্ছদাৰ সংকোচনৰ দ্বাৰা। ইয়াৰ ফলত বক্ষ গহ্বৰৰ আয়তন অগ্ৰ-পশ্চাৎ অক্ষত বৃদ্ধি পায়। আনহাতে বহিঃআন্তঃপৰ্শুকী পেশীৰ সংকোচনে কামিহাড়বোৰ আৰু ষ্টাৰ্নাম ওপৰৰ দিশত ঠেলি পঠিয়াই যিয়ে বক্ষ গহ্বৰৰ আয়তন পৃষ্ঠীয়-অংকীয় অক্ষত বৃদ্ধি কৰে। এইদৰে বক্ষগহ্বৰৰ এই আয়তন বৃদ্ধিয়ে হাওঁফাওঁৰ ভিতৰৰ আয়তন বঢ়ায়। হাওঁফাওঁৰ আয়তন বৃদ্ধিৰ ফলত ইয়াৰ ভিতৰত থকা বায়ুৰ চাপ বায়ুমণ্ডলৰ চাপৰ তুলনাত হ্ৰাস পায়। ফলত বায়ুমণ্ডলৰ পৰা হাওঁফাওঁৰ ভিতৰলৈ বায়ু প্ৰৱেশ কৰে যাক শ্বাস বোলা হয়।



চিত্ৰ 17.2 শ্বাস-প্ৰশ্বাস প্ৰণালী
a) শ্বাস b) প্ৰশ্বাস

মধ্যচ্ছদা আৰু আন্তঃপৰ্শুকী পেশীৰ বিশ্ৰান্তি (relaxation) ৰ দ্বাৰা মধ্যচ্ছদা আৰু ষ্টাৰ্নাম পূৰ্বৰ অৱস্থালৈ আহে। ফলত বক্ষগহ্বৰৰ আয়তন কমে আৰু হাওঁফাওঁৰ আয়তনো হ্ৰাস পায়। আয়তন কমাৰ লগে লগে হাওঁফাওঁৰ ভিতৰৰ বায়ুৰ চাপ বায়ুমণ্ডলীয় চাপতকৈ বাঢ়ে আৰু হাওঁফাওৰ পৰা বায়ু বাহিৰলৈ ওলাই যায়। ইয়াকে প্ৰশ্বাস (expiration) বোলা হয় (চিত্ৰ 17.2 b)। আমাৰ উদৰ অংশত থকা অতিৰিক্ত পেশীৰ দ্বাৰা শ্বাস আৰু প্ৰশ্বাসৰ প্ৰাবল্য বৃদ্ধি কৰিব পৰা যায়। একোজন সুস্থ মানুহে গড়ে প্ৰতিমিনিটত 12-16 বাৰ শ্বাস-প্ৰশ্বাস লয়। শ্বাস-প্ৰশ্বাসৰ সময়ত পেশী আৰু অস্থিবোৰৰ হোৱা গতিৰ লগত জড়িত থকা বায়ুৰ আয়তন স্পাইৰ'মিটাৰ (spirometer) নামৰ যন্ত্ৰৰ দ্বাৰা পৰিমাপন কৰিব পাৰি। এই যন্ত্ৰৰ দ্বাৰা হাওঁফাওঁৰ কাৰ্য্য চাই ৰোগনিৰ্দ্ধাৰণও কৰা হয়।

17.2.1 শ্বসন আয়তন আৰু ক্ষমতা (Respiratory volumes and capacities)

জোৱাৰী আয়তন (Tidal volume) ঃ স্বাভাৱিক শ্বসনৰ সময়ত যি আয়তনৰ বায়ু গ্ৰহণ বা এৰা হয় তাকেই জোৱাৰী আয়তন বোলে। ই প্ৰায় 500 মিঃ লিঃ, অৰ্থাৎ একোজন সুস্থ মানুহে প্ৰতি মিনিটত প্ৰায় 6000 মি.লি ৰ পৰা 8000 মি.লি. বায়ু গ্ৰহণ বা বৰ্জন কৰিব পাৰি।

সংৰক্ষিত শ্বাস আয়তন (Inspiratory reserve volume) ঃ স্বাভাৱিক শ্বাসৰ উপৰিও জোৰকৈ টানি অতিৰিক্ত যি পৰিমাণৰ বায়ু গ্ৰহণ কৰিব পাৰি তাকেই সংৰক্ষিত শ্বাস আয়তন বোলে। এই আয়তন গড়ে 2500 মি.লি.- 3000 মি.লি.।

সংৰক্ষিত প্ৰশ্বাস আয়তন (Expiratory reserve volume) ঃ স্বাভাৱিক প্ৰশ্বাসৰ উপৰিও জোৰকৈ অতিৰিক্ত যি পৰিমাণৰ বায়ু নিশাহত এৰি দিয়া হয়, সিয়েই সংৰক্ষিত প্ৰশ্বাস আয়তন। ইয়াৰ গড় আয়তন 1000 মি.লি.-1100 মি.লি.।

অৱশিষ্ট আয়তন (Residual volume) ঃ জোৰকৈ নিশাহ এৰাৰ পিছত হাওঁফাওঁত ৰৈ যোৱা বায়ুৰ আয়তন। ই গড়ে 1100 মি.লি.-1200মি.লি.।

ওপৰত বৰ্ণনা কৰা কেতবোৰ শ্বসন আয়তন যোগ কৰি বিভিন্ন প্ৰকাৰৰ ক্লোমীয় ধাৰণ ক্ষমতা (pulmonary capacity) উলিয়াব পাৰি যাক ৰোগ লক্ষণ চিনাক্ত কৰণত (clinical diagnosis) প্ৰয়োগ কৰিব পাৰি।

শ্বাস ধাৰণ ক্ষমতা (Inspiratory capacity) ঃ একোজন ব্যক্তিয়ে স্বাভাৱিক প্ৰশ্বাসক্ৰিয়া কৰাৰ পিছত শ্বাসক্ৰিয়াত গ্ৰহণ কৰা সমুদায় বায়ুৰ আয়তন। ইয়াৰ ভিতৰত আছে জোৱাৰী আয়তন আৰু সংৰক্ষিত শ্বাস আয়তন (TV+IRV)।

প্ৰশ্বাস ধাৰণ ক্ষমতা (Expiratory capacity) ঃ স্বাভাৱিক ভাৱে নিশাহত এৰিদিয়া মুঠ বায়ুৰ আয়তন। ই হৈছে জোৱাৰী আয়তন আৰু সংৰক্ষিত প্ৰশ্বাস আয়তনৰ যোগফল (TV+ERV)।

কাৰ্য্যকৰী অৱশিষ্ট ক্ষমতা (Functional residual capacity) ঃ স্বাভাৱিক নিশাহৰ অন্তত হাওঁফাওঁত ৰৈ যোৱা বায়ুৰ আয়তন। ই হ'ল সংৰক্ষিত প্ৰশ্বাস আয়তন আৰু অৱশিষ্ট আয়তনৰ যোগফল (ERV+RV)।

মুখ্য ধাৰণ ক্ষমতা (Vital capacity) ঃ এজন ব্যক্তিয়ে সজোৰে নিশাহ এৰি দিয়াৰ পিছত গ্ৰহণ কৰিব পৰা সৰ্বোচ্চ আয়তনৰ বায়ু, অথবা সজোৰে শ্বাসগ্ৰহণ কৰাৰ পিছত নিশাহত এৰি দিয়া সৰ্বোচ্চ আয়তনৰ বায়ু। ই হৈছে ERV, TV আৰু IRV ৰ সমষ্টি।

মুঠ হাওঁফাওঁ ক্ষমতা (Total lung capacity) ঃ সজোৰে উশাহ গ্ৰহণৰ অন্তত হাওঁফাওঁ দুটাত ধৰি ৰাখিব পৰা বায়ুৰ সৰ্বমুঠ আয়তন। RV, ERV, TV আৰু IRV ইয়াৰ অন্তৰ্ভূক্ত। অথবা এটা ক্ষমতা হ'ল মুখ্য ধাৰণ ক্ষমতা + অৱশিষ্ট আয়তন।

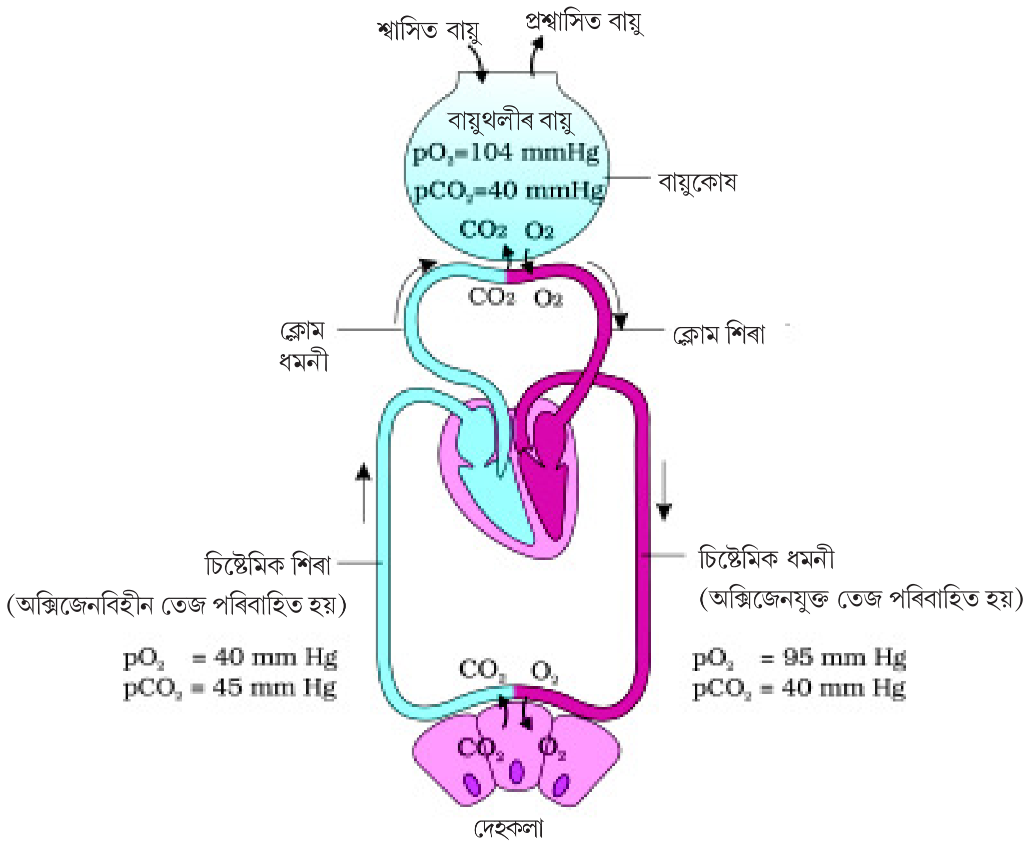
17.3 গেছ বিনিময় (EXCHANGE OF GASES)

গেছ বিনিময়ৰ মূখ্য স্থান হ'ল এলভিঅলি বা বায়ুথলীবোৰ। তেজ আৰু কলাবোৰৰ মাজতো গেছ বিনিময় হয়। O_2 আৰু CO_2 গেছ এই স্থানবোৰত প্ৰধানকৈ চাপ/ঘনত্বৰ তাৰতম্যৰ ওপৰত ভিত্তি কৰি সৰল ব্যাপন প্ৰক্ৰিয়াৰে সম্পন্ন হয়। গেছবোৰৰ দ্ৰৱণীয়তা আৰু আৱৰণৰ বেধে (thickness) গেছ ব্যাপন প্ৰক্ৰিয়াৰ হাৰ প্ৰভাৱিত কৰিব পাৰে।

গেছ মিশ্ৰন একোটাত প্ৰতিটো গেছে দিয়া চাপৰ পৰিমাণক আংশিক চাপ (Partial pressure) বোলে। এই চাপ O_2 আৰু CO_2 ৰ ক্ষেত্ৰত ক্ৰমে PO_2 আৰু PCO_2 ৰে বুজোৱা হয়। এই গেছ দুটাৰ বায়ুমণ্ডলত আৰু ব্যাপনত দুই স্থানত পোৱা আংশিক চাপৰ মান 17.1 নং তালিকাত আৰু 17.3 নং চিত্ৰত দিয়া হ'ল। তালিকাত উল্লেখ কৰা তথ্যবোৰৰ পৰা দেখা যায় যে হাওঁফাওঁৰ বায়ুথলীৰ পৰা তেজলৈ আৰু তেজৰ পৰা কলালৈকে ক্ৰমে O_2 ৰ গাঢ়তাৰ মান ক্ৰমাগতভাৱে কম। একধৰণেৰে, CO_2 ৰ বাবে বিপৰীত দিশত অৰ্থাৎ কলাৰ পৰা তেজলৈ আৰু তেজৰ পৰা বায়ুথলীলৈ নিম্নমুখী গাঢ়তাৰ প্ৰৱনতা থাকে। যিহেতু CO_2 ৰ দ্ৰৱণীয়তা O_2 তকৈ 20-25 গুণ বেছি, সেইবাবে আংশিক চাপৰ তাৰতম্যৰ বাবে প্ৰতি একক মানৰ আৱৰণৰ মাজেৰে ব্যাপন হোৱা CO_2 ৰ পৰিমাণো O_2 ৰ পৰিমাণতকৈ বেছি। গেছ ব্যাপন হোৱা আৱৰণত তিনিটা প্ৰধান তৰপ থাকে (চিত্ৰঃ 17.4), সেইবোৰ হ'ল— বায়ুথলীৰ পাতল চটীয়া আৱৰণী কলাৰ আৱৰণ, বায়ুথলীত থকা কৈশিক নলীৰ অন্তঃস্তৰ বা এণ্ডথেলিয়াম (Endothelium) আৰু এই দুই তৰপৰ মাজত থকা আধাৰক পদাৰ্থ (Basement substance)। কিন্তু এইবোৰৰ মুঠ বেধ এক মিলিমিটাৰতকৈও কম। সেইবাবে আমাৰ শৰীৰৰ যিকোনো অৱস্থাতেই O_2 বায়ুথলীৰ পৰা কলালৈ আৰু CO_2 কলাৰ পৰা বায়ুথলীলৈ ব্যাপিত হ'ব পাৰে।

তালিকা **17.1 Partial Pressures (in mm Hg) of Oxygen and Carbon dioxide at Different Parts Involved in Diffusion in Comparison to those in Atmosphere**

শ্বসনৰ গেছ	বায়ুমণ্ডলীয় বায়ু	বায়ুথলী	তেজ (অক্সিজেনযুক্ত বিহীন)	তেজ (অক্সিজেনযুক্ত)	কলা
O_2	159	104	40	95	40
CO_2	0.3	40	45	40	45

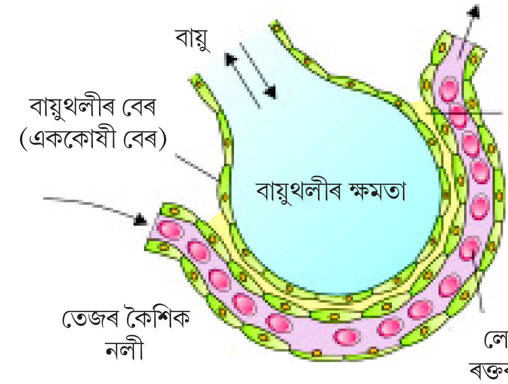


চিত্ৰঃ 17.3 তেজৰ সৈতে বায়ুকোষ আৰু দেহকলাৰ হোৰা গেছ বিনিময় আৰু অক্সিজেন আৰু কাৰ্বন ডাই অক্সাইড পৰিবহণৰ চিত্ৰীয় প্ৰদৰ্শন

17.4 গেছ পৰিৱহণ (Transport of gases)

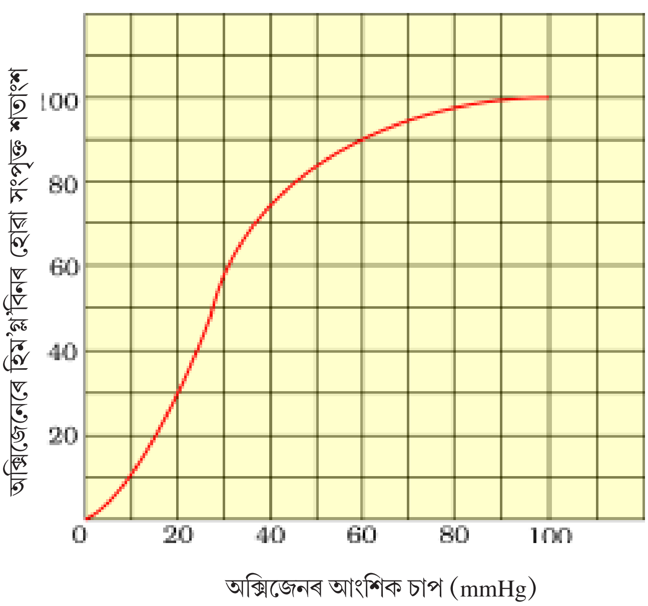
তেজ হ'ল O_2 আৰু CO_2 পৰিবহণৰ মাধ্যম। দেহত প্ৰায় 97% O_2 তেজৰ লোহিতৰক্ত কণিকা (RBC) ৰ দ্বাৰা পৰিবাহিত হয়। অতিৰিক্ত 3% O_2 তেজৰ প্লাজমা বা ৰক্তৰস (plasma)ত দ্ৰৱীভূত অৱস্থাত পৰিবাহিত হয়। CO_2 ৰ 20-25% লোহিতৰক্ত কণিকাৰ দ্বাৰা আৰু 70% বাইকাৰ্বনেট হিচাপে পৰিবাহিত হয়। প্ৰায় 7% CO_2 ৰক্তৰসে দ্ৰৱীভূত অৱস্থাত পৰিবহণ কৰে।

17.4.1 অক্সিজেন পৰিবহণ (Transport of oxygen)



চিত্ৰ 17.4 ঃ এটা বায়ুকোষ আৰু ক্লোম কৈশিকাৰ অংশ এটাৰ চিত্ৰ

তেজৰ লোহিতৰক্ত কণিকাত থকা হিম'গ্লবিন হ'ল এবিধ ৰঙা বৰণৰ লৌহ যুক্ত ৰঞ্জক পদাৰ্থ। অক্সিজেনে প্ৰত্যাৱৰ্তীভাৱে (reversible manner) হিম'গ্লবিনৰ লগত সংযোজিত হৈ অক্সিহিম'গ্লবিন প্ৰস্তুত কৰে। প্ৰতিটো হিম'গ্লবিন অণুৱে সৰ্বাধিক চাৰিটা O_2 অণু বহন কৰিব পাৰে। হিম'গ্লবিনৰ লগত CO_2 ৰ সংযোজন মুখ্যত গেছবিধৰ আংশিক চাপৰ লগত জড়িত। আনহাতে CO_2 ৰ আংশিক চাপ, হাইড্ৰ'জেন আয়নৰ গাঢ়তা, উষ্ণতা আদি কাৰকে এই সংযোজনত বাধা দিব পাৰে। অক্সিজেনেৰে হিম'গ্ল'বিনৰ হোৱা সংপৃক্তকৰণ শতাংশৰ (percentage satuation) বিপৰীতে O_2 ৰ আংশিক চাপৰ লেখ অংকন কৰিলে এটা চিগ্‌ময়ড আকৃতিৰ লেখ পোৱা যায়। ইয়াক অক্সিজেন বিয়োজন (oxygen dissociation) লেখ বোলা হয় (চিত্ৰ 17.5)। এই লেখ হিমগ্লবিনৰ লগত O_2 ৰ যোজন ক্ৰিয়া প্ৰভাৱিত কৰা কাৰক যেনে PCO_2, H^+ গাঢ়তা ইত্যাদিবোৰ অধ্যয়নৰ ক্ষেত্ৰত অতি আৱশ্যকীয়। হাওঁফাওঁৰ বায়ুথলী, য'ত অধিক PO_2, কম PCO_2, কমমানৰ H^+ গাঢ়তা আৰু উষ্ণতাও কম, এই কাৰকবোৰে অক্সিহিম'গ্লবিন গঠন কৰাৰ বাবে এক অনুকূল পৰিৱেশৰ সৃষ্টিকৰে। আনহাতে কলাত PO_2 ৰ মান কম, PCO_2, H^+ গাঢ়তা আৰু উষ্ণতা তুলনামূলকভাৱে বেছি বাবে অক্সিহিম'গ্লবিন ভাঙি অক্সিজেন পৃথক কৰাৰ ক্ষেত্ৰত এই কাৰকবোৰে উপযুক্ত পৰিৱেশ সৃষ্টি কৰে। ইয়ে স্পষ্টভাৱে দেখুৱায় যে O_2 হাওঁফাওঁত হিম'গ্লবিনৰ লগত যোজিত হয় আৰু কলাত অক্সিহিম'গ্লবিনৰ পৰা বিয়োজিত হয়। প্ৰতি 100 মি.লি. অক্সিজেনযুক্ত তেজে শৰীৰৰ স্বাভাৱিক অৱস্থাত প্ৰায় 5 মি.লি. অক্সিজেন কলাত যোগান ধৰিব পাৰে।



চিত্ৰ 17.5 ঃ অক্সিজেন বিয়োজনৰ লেখ

17.4.2 কাৰ্বন-ডাই-অক্সাইড পৰিবহন (Transport of Carbon dioxide)

শৰীৰৰ CO_2 হিম'গ্লবিনে কাৰ্বামিন' হিম'গ্লবিন (Carbamino haemoglobin) হিচাপে (প্ৰায় 20-25%) পৰিবহন কৰে। হিম'গ্লবিনৰ লগত CO_2 ৰ যোজন PCO_2 ৰ লগত জড়িত। আনহাতে এই যোজনত PO_2 হ'ল এক প্ৰধান বাধাকাৰী কাৰক। কলাত থকাৰ দৰে যেতিয়া PCO_2 অধিক আৰু PO_2 কম হয়, হিম'গ্লবিনৰ লগত অধিক CO_2 সংযোজন হয়। কিন্তু হাওঁফাওঁৰ বায়ুথলীত থকাৰ দৰে PCO_2 কম আৰু PO_2 অধিক হ'লে কাৰ্বামিন'হিম'গ্লবিনৰ পৰা CO_2 বিযোজিত হয় অৰ্থাৎ কলাৰ পৰা যি CO_2 হিম'গ্লবিনৰ লগ লাগিছিল সেইখিনিত বিযোজিত হৈ হাওঁফাওঁত মুকলি কৰি দিয়া হয়।

কাৰ্বনিক এনহাইড্ৰেজ নামৰ এবিধ উৎসেচক (enzyme)লোহিত ৰক্ত কণিকাত অত্যাধিক পৰিমাণে থাকে আৰু ৰক্তৰসত অতি কম পৰিমাণে থাকে। এই উৎসেচকবিধে CO_2 পৰিবহণৰ সময়ত তেজত তলত দিয়া উভমুখী বিক্ৰিয়াবোৰ সংঘটিত কৰে—

$$CO_2 + H_2O \underset{}{\overset{\text{কাৰ্বনিক এনহাইড্ৰেজ}}{\rightleftharpoons}} H_2CO_3 \underset{}{\overset{\text{কাৰ্বনিক এনহাইড্ৰেজ}}{\rightleftharpoons}} HCO_3^- + H^+$$

কলাৰ কোষবোৰত সংঘটিত হোৱা অপচিতি (catabolism) বিক্ৰিয়াৰ বাবে CO_2 ৰ পৰিমাণ বেছি হয় আৰু এই স্থানত PCO_2 ৰ মানও অধিক। এই CO_2 ব্যাপন প্ৰক্ৰিয়াৰে তেজলৈ (RBC আৰু প্লাজমা) যায় আৰু তেজত HCO_3 আৰু H^+ উৎপন্ন কৰে। হাওঁফাওঁৰ বায়ুথলীৰ ওচৰত PCO_2 ৰ মান অতি কম হেতুকে বিক্ৰিয়া বিপৰীতমুখী হয় যাৰ ফলত CO_2 আৰু পানী উৎপন্ন হয়। এইদৰে কলাৰ পৰা বাইকাৰ্বনেট হিচাপে সংগ্ৰহ কৰা CO_2 বায়ুথলীলৈকে পৰিবাহিত হয় আৰু হাওঁফাওঁত CO_2 মুকলি কৰি দিয়া হয় (চিত্ৰঃ 17.4)। প্ৰতি 100 মি.লি. অক্সিজেনবিহীন তেজে প্ৰায় 4 মি.লি. CO_2 হাওঁফাওঁলৈ কঢ়িয়াই নিয়ে।

17.5 শ্বসন নিয়ন্ত্ৰণ (Regulation of Respiration)

দেহৰ কলাসমূহৰ আৱশ্যকতা অনুযায়ী শ্বসনৰ হাৰ খাপ খুৱাবলৈ মানৱদেহৰ এক বিশেষ ক্ষমতা আছে। এই কাৰ্য্য স্নায়বিক তন্ত্ৰৰ দ্বাৰা সম্পন্ন হয়। শ্বাস প্ৰশ্বাস নিয়ন্ত্ৰণ মস্তিষ্কৰ মেদুলা অঞ্চলত থকা শ্বসনছন্দ কেন্দ্ৰ (Respiratory rhythm centre) নামৰ এক বিশেষ কেন্দ্ৰৰ ওপৰত নিৰ্ভৰশীল। মস্তিষ্কৰ পন্‌চ অঞ্চলত থকা শ্বাসনিয়মন (pneumotaxic) কেন্দ্ৰই শ্বসনছন্দ কেন্দ্ৰৰ কাৰ্য্য নিয়মিত (moderation) কৰে। এই কেন্দ্ৰৰ পৰা প্ৰেৰিত স্নায়ৱিক সংকেতে শ্বাস প্ৰক্ৰিয়াৰ ব্যৱধান কমাই শ্বসনৰ হাৰৰ পৰিৱৰ্তন ঘটায়। ছন্দ কেন্দ্ৰৰ ওচৰতে থকা ৰসায়ন সংবেদী (chemosensitive) ক্ষেত্ৰটো CO_2 আৰু H^+ ৰ প্ৰতি যথেষ্ট সংবেদী। দেহত CO_2 আৰু H^+ ৰ পৰিমাণ বৃদ্ধিয়ে এই ক্ষেত্ৰটো সক্ৰিয় কৰে যিয়ে ছন্দ কেন্দ্ৰলৈ সংকেত প্ৰেৰণ কৰি শ্বাস-প্ৰশ্বাস প্ৰক্ৰিয়াটো নিয়মিত কৰে।

ফলত এই দুবিধ পদাৰ্থ শৰীৰৰ পৰা বৰ্জন হয়। মহাধমনী চাপ (aortic arch) আৰু গ্ৰীৱা ধমনী (aortic artery) ত থকা সংবেদী কোষবোৰেও CO_2 আৰু H^+ ৰ গাঢ়তাৰ তাৰতম্যৰ সংকেত গ্ৰহণকৰিব পাৰেআৰু এনে সংকেত ছন্দ কেন্দ্ৰলৈ প্ৰেৰণ কৰি এই ৰাসায়নিক উপাদান দুবিধৰ পৰা উপশম লাভ কৰে। শ্বসনৰ ছন্দ নিয়ন্ত্ৰণত O_2 ৰ ভূমিকা অতি নগন্য।

17.6 শ্বসনতন্ত্ৰত বিকাৰসমূহ (Disorders of Respiratory system)

হাপানি (Asthma) ঃ ই হৈছে এবিধ শ্বসনত কষ্টপোৱা ৰোগ। এই ৰোগ হলে উশাহত ফোঁচ ফোঁচ শব্দ সৃষ্টি হয়। হাওঁফাওঁৰ শ্বসনী আৰু শ্বসনীকাবোৰত হোৱা পোৰণিৰ বাবে এইৰোগ হয়।

এম্ফিছিমা (Emphysema) ঃ ই এবিধ হাওঁফাওঁৰ পুৰণি (chronic) ৰোগ। এই ৰোগ হ'লে বায়ুথলীৰ বেৰ নষ্ট হৈ যায় আৰু ফলস্বৰূপে শ্বসন পৃষ্ঠ হ্ৰাস পায়। চিগাৰেট সেৱন ইয়াৰ এটা মুখ্য কাৰণ।

ব্যৱসায়জনিত শ্বসন বিকাৰ (Occpational Respiratory Disorders)ঃ কেতবোৰ উদ্যোগ, বিশেষকৈ পিহন (grinding), শিলভঙা উদ্যোগ আদিত ইমান ধূলিৰ সৃষ্টি হয় যে দেহৰ প্ৰতিৰোধী তন্ত্ৰই সম্পূৰ্ণভাৱে এনে পৰিস্থিতি চম্ভালিবলৈ অসমৰ্থ হয়। বহুদিনলৈ এনে পৰিৱেশত থাকিলে ফাইব্ৰ'চিছ (Fibosis) ৰোগৰ সৃষ্টি হ'ব পাৰে আৰু ফলত হাওঁফাওঁ নষ্ট হৈ যাব পাৰে। এনে উদ্যোগৰ কৰ্মচাৰীসকলে প্ৰতিৰক্ষাৰ বাবে মুখা (Musk) পিন্ধাটো দৰকাৰ।

সাৰাংশ (Summary)

কোষে ইয়াৰ বিপকীয় কাৰ্য্যত অক্সিজেন ব্যৱহাৰ কৰি শক্তি উৎপাদনৰ লগতে অনিষ্টকাৰী গেছ কাৰ্বনডাই-অক্সাইড উৎপন্ন কৰে। প্ৰাণীয়ে কোষসমূহলৈ অক্সিজেনৰ পৰিবহণ আৰু তাৰ পৰা CO_2 আতৰ কৰাৰ বাবে ভিন্ ভিন্ প্ৰক্ৰিয়া অবলম্বন কৰা দেখা যায়। এই কাৰ্য্যৰ বাবে আমাৰ শৰীৰত এযোৰ হাওঁফাওঁ আৰু ইয়াৰ লগত সংলগ্ন বায়ু বাহিনী নলীকাসমূহক লৈ এটা সুউন্নত শ্বসনতন্ত্ৰ আছে।

শ্বসনক্ৰিয়াৰ প্ৰথম পৰ্য্যায় হ'ল শ্বাস প্ৰশ্বাস (breathing) যাৰ দ্বাৰা বায়ুমণ্ডলৰ পৰা বায়ু হাওঁফাওঁলৈ গ্ৰহণ কৰা (inspiration) হয় আৰু বায়ুথলীৰ বায়ু বাহিৰলৈ এৰি দিয়া (expiration) হয়। শ্বসনৰ আন পৰ্য্যায়বোৰ হ'ল অক্সিজেন বিহীন তেজ আৰু বায়ুথলীৰ মাজত হোৱা O_2 আৰু CO_2 ৰ বিনিময়, তেজৰ দ্বাৰা এই দুবিধ গেছ গোটেই দেহতে পৰিবাহিত হোৱা, অক্সিজেনযুক্ত তেজ আৰু কলাৰ মাজত O_2 আৰু CO_2 ৰ বিনিময় আৰু কোষীয় শ্বসনৰ বাবে কোষৰ দ্বাৰা O_2 ৰ ব্যৱহাৰ।

শ্বাস আৰু প্ৰশ্বাস প্ৰক্ৰিয়াদুটা আন্তঃপৰ্শুকীপেশী আৰু মধ্যচ্ছদা নামৰ বিশেষ দুবিধ পেশীৰ দ্বাৰা সৃষ্টি কৰা বায়ুমণ্ডল আৰু হাওঁফাওঁৰ বায়ুথলীৰ মাজত থকা চাপৰ তাৰতম্যৰ কাৰণে সম্পন্ন হয়। এই ক্ৰিয়াবোৰত জড়িত থকা বায়ুৰ আয়তন সমূহ ৰোগ নিৰূপনৰ ক্ষেত্ৰত অতি গুৰুত্বপূৰ্ণ আৰু ইয়াক স্পাইৰ'মিটাৰ নামৰ যন্ত্ৰৰ দ্বাৰা জুখিব পাৰি।

বায়ুথলী আৰু কলাৰ মাজত O_2 আৰু CO_2 ৰ বিনিময় হয় ব্যাপন প্ৰক্ৰিয়াৰে। এনে ব্যাপনৰ হাৰ O_2 ৰ আংশিক চাপ (PO_2) আৰু CO_2 ৰ আংশিকচাপ (PCO_2) ৰ এই দুই গেছৰ দ্ৰৱণীয়তা অথবা ব্যাপন পৃষ্ঠৰ বেধৰ ওপৰত নিৰ্ভৰশীল। আমাৰ দেহত থকা এই কাৰকবোৰে বায়ুথলীৰ পৰা অক্সিজেনবিহীন তেজলৈ আৰু অক্সিজেনযুক্ত তেজৰ পৰা কলালৈ O_2 ৰ ব্যাপনত সহায় কৰে। এই কাৰকবোৰ CO_2 ৰ বিপৰীত দিশত অৰ্থাৎ কলাৰ পৰা বায়ুথলীলৈ হোৱা ব্যাপনৰ বাবেও উপযোগী।

অক্সিজেন মুখ্যতঃ অক্সিহিম'গ্লবিন হিচাপে পৰিবাহিত হয়। হাওঁফাওঁৰ বায়ুথলীত PO_2 অধিক বাবে এই গেছ হিম'গ্লবিনৰ লগত সংযোজিত হয় আৰু কলাৰ কোষবোৰত য'ত PO_2 ৰ মান কম আৰু PCO_2 আৰু H^+ ৰ ঘনত্ব অধিক, অক্সিহিম'গ্লবিন বিয়োজিত হৈ O_2 মুকলি হয়। প্ৰায় 70% CO_2 তেজত বাইকাৰ্বনেট আয়ন (HCO_3) হিচাপে পৰিবাহিত হয়। ইয়াত কাৰ্বনিক এনহাইড্ৰেজ নামৰ উৎসেচকে সহায় কৰে। প্ৰায় 20-25% CO_2 হিম'গ্লবিনে কাৰ্বামিন' হিমগ্লবিন হিচাপে বহন কৰে। কলাত PCO_2 ৰ মান অধিক বাবে এইগেছ হিম'গ্লবিনৰ লগত লগ লাগে আৰু বায়ুথলীত PCO_2 কম বাবে ই তেজৰ পৰা পৃথক হৈ মুকলি হয়।

শ্বসনৰ ছন্দোময় ক্ৰিয়া মস্তিষ্কৰ মেদুলা অঞ্চলত থকা শ্বসন কেন্দ্ৰৰ দ্বাৰা পৰিচালিত হয়। মস্তিষ্কৰ পন্চ অঞ্চলত থকা শ্বাসনিয়মন কেন্দ্ৰ আৰু মেদুলাৰ ৰসায়ন সংবেদী অংশই শ্বসন প্ৰক্ৰিয়াটোৰ সালসলনি ঘটাব পাৰে।

অনুশীলনী (Exercises)

1. মুখ্য ধাৰণ ক্ষমতাৰ সংজ্ঞা লিখা। ইয়াৰ তাৎপৰ্য্য কি?
2. স্বাভাৱিক শ্বসনৰ অন্তত হাওঁফাওঁত ৰৈ যোৱা বায়ুৰ আয়তন উল্লেখ কৰা।
3. গেছৰ ব্যাপন অকল বায়ুথলী অংশতে হয়, শ্বসনতন্ত্ৰৰ আন অংশত নহয়, কিয়?
4. কাৰ্বন-ডাই-অক্সাইডৰ পৰিবহণৰ মুখ্য প্ৰণালীবোৰ কি? ব্যাখ্যা কৰা।
5. বায়ুমণ্ডলৰ PO_2 আৰু POC_2 বায়ুথলীৰ বায়ুৰ তুলনাত কি হ'ব?
   - (a) PO_2 কম POC_2 বেছি
   - (b) PO_2 বেছি POC_2 কম
   - (c) PO_2 বেছি POC_2 কম
   - (d) PO_2 কম POC_2 বেছি
6. সাধাৰণ অৱস্থাত শ্বাসক্ৰিয়া প্ৰণালী বৰ্ণনা কৰা।
7. শ্বসন কেনে ধৰণে নিয়ন্ত্ৰিত হয়।
8. অক্সিজেন পৰিবহণত POC_2ৰ প্ৰভাৱ কি?
9. মানুহ এজনে পাহাৰ বগাই উঠোতে শ্বসন ক্ৰিয়া কিয় হয়?
10. পতংগৰ গেছ বিনিময় প্ৰক্ৰিয়াৰ স্থান কি?
11. অক্সিজেন বিয়োজন লেখৰ সংজ্ঞা লিখা। ইয়াৰ চিগময়ড আকৃতি কিয় হয় তুমি কি ভাবা?
12. হাইপ'ক্সিয়া সম্বন্ধে শুনিছানে? এই সম্বন্ধে তথ্য সংগ্ৰহ কৰাৰ চেষ্টা কৰা আৰু তোমাৰ সতীৰ্থৰ লগত আলোচনা কৰা।
13. পাৰ্থক্য লিখা
   (ক) সংৰক্ষিত শ্বাস আয়তন (IRV) আৰু সংৰক্ষিত প্ৰশ্বাস আয়তন (ERV)
   (খ) শ্বাস ধাৰণ ক্ষমতা আৰু প্ৰশ্বাস ধাৰণ ক্ষমতা
   (গ) মুখ্য ধাৰণ ক্ষমতা আৰু মুঠ হাওঁফাওঁ ক্ষমতা
14. জোৱাৰী আয়তন কি? এক ঘণ্টা সুস্থ মানুহৰ জোৱাৰী আয়তন (আনুমানিক) নিৰ্ণয় কৰা।