এবং শিরা ও লসিকা নালি বেরিয়ে আসে। ব্রঙ্কাস, ধমনি, শিরা, লসিকা নালি, ঘন যোজক টিস্যুতে পরিবেষ্টিত হয়ে পালমোনারি মূল (pulmonary root) গঠন করে এবং এর সাহায্যেই ফুসফুস ঝুলে থাকে। ফুসফুসের প্রতিটি লোব কয়েকটি সেগমেন্ট (bronchopulmonary segments)-এ বিভক্ত। ডান ফুসফুসে ১০টি এবং বাম ফুসফুসে ৮টি সেগমেন্ট থাকে। প্রত্যেকটি সেগমেন্ট আবার অসংখ্য **লোবিওল** (lobule)-এ বিভক্ত। লোবিওলগুলো ফুসফুসের কার্যকরী একক। ফুসফুসে রক্ত সংবহনতন্ত্র এবং পরিবেশের মধ্যে O_2 ও CO_2 এর বিনিময় ঘটে।

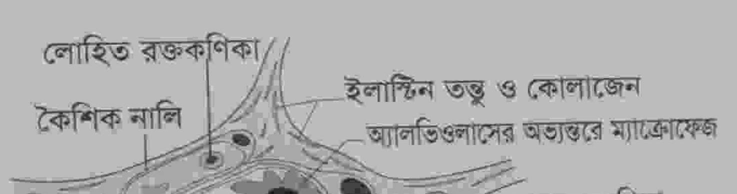
১০. **ব্রঙ্কিয়াল** বা **শ্বসন বৃক্ষ** (Bronchial or Respiratory tree) : ট্রাকিয়ার দ্বিবিভাজনে সৃষ্ট যে ব্রঙ্কাস ডান ও বাম ফুসফুসে প্রবেশ করে তাকে **প্রাইমারি ব্রঙ্কাস** বলে। প্রাইমারি ব্রঙ্কাস বিভক্ত হয়ে প্রত্যেক লোবের জন্য একটি করে সেকেন্ডারি **ব্রঙ্কাস** বা লোবার ব্রঙ্কাস (lobar bronchus) গঠন করে (ডান ফুসফুসে ৩টি এবং বাম ফুসফুসে ২টি)। সেকেন্ডারি ব্রঙ্কাস থেকে টার্শিয়ারী ব্রঙ্কাস বা **সেগমেন্টাল ব্রঙ্কাস** সৃষ্টি হয়ে একটি করে পালমোনারি সেগমেন্টে প্রবেশ করে। সেগমেন্টাল ব্রঙ্কাস বার বার বিভক্ত হয়ে যে সূক্ষ্ম নালির সৃষ্টি হয় সেগুলোকে **ব্রঙ্কিওল** (bronchiole) বলে যা এক একটি লোবিওলে প্রবেশ করে। সমগ্র বায়ুনালি সিস্টেমকে দেখতে একটি উল্টানো বৃক্ষের মতো দেখায় বলে একে সাধারণভাবে **শ্বসন বৃক্ষও** বলে।

চিত্র ৫.২ : ব্রঙ্কিওলের প্রান্তীয় অংশ যাতে রক্ত সরবরাহসহ অ্যালভিওলাই দৃশ্যমান

ব্রঙ্কাস প্রাচীরে তরুণাস্থি (cartilage) থাকে, ব্রঙ্কিওলে থাকেনা। ব্রঙ্কিওল ব্রঙ্কাসের চেয়ে বেশি মসৃণ পেশি ধারণ করে, তবে ব্রঙ্কাস এবং ব্রঙ্কিওল উভয়ে সিলিয়াসম্পন্ন স্তম্ভাকার এপিথেলিয়াম (columner epithelium)-এ আবৃত। প্রতিটি লোবিওলে ব্রঙ্কিওল বিভক্ত হয়ে প্রান্তীয় ব্রঙ্কিওল, শ্বসন ব্রঙ্কিওল, অ্যালভিওলার নালি, অ্যাট্রিয়াম, অ্যালভিওলার থলি এবং সর্বশেষে **অ্যালভিওলাস** (alveolus, pl.-alveloli) সৃষ্টি করে। অ্যালভিওলার নালি এবং অ্যালভিওলাই সরল আঁইশাকার এপিথেলিয়াম (squamous epithelium) দিয়ে আবৃত।

অ্যালভিওলাস-এর গঠন

অ্যালভিওলাস ফুসফুসের কার্যকরী একক। এগুলো আঙ্গুরের থোকার মতো গুচ্ছাবদ্ধ, অতি ক্ষুদ্রাকায়, বুদবুদ সদৃশ বায়ুথলি এবং গ্যাস বিনিময়ের তল (gas exchange surface) গঠন করে। ফুসফুসে অ্যালভিওলাসের সংখ্যা বয়সের সাথে সম্পর্কিত। নবজাতক শিশুর ফুসফুসে মাত্র ২০ মিলিয়ন অ্যালভিওলাই থাকে, ৮ বছরে এ সংখ্যা ৩০০ মিলিয়ন; অন্যদিকে একজন পূর্ণবয়স্ক সুস্থ মানুষের দুটি ফুসফুসে থাকে প্রায় ৭০০ মিলিয়ন অ্যালভিওলাই এবং এগুলো প্রায় ১১,৮০০ বর্গ সেন্টিমিটার শ্বসনতল সৃষ্টি করে। অ্যালভিওলাসের ব্যাস ২০০–৩০০ মাইক্রোমিটার এবং প্রাচীর মাত্র ০৪ মাইক্রোমিটার পুরু। এগুলোর বাইরের দিকে প্রচুর কৈশিকজালিকা নিবিড়ভাবে অবস্থান করে। **পালমোনারি ধমনি** থেকে এগুলোর উৎপত্তি হয় এবং পুনরায় মিলে **পালমোনারি শিরা** গঠন করে। প্রত্যেক অ্যালভিওলাসের প্রাচীর অত্যন্ত পাতলা, চাপা স্কোয়ামাস এপিথেলিয়াল কোষে গঠিত হওয়ায় সহজেই গ্যাসের ব্যাপন ঘটতে পারে। অ্যালভিওলাস প্রাচীর ফ্যাগোসাইটিক অ্যালভিওলার ম্যাক্রোফেজ ধারণ করে। ম্যাক্রোফেজ অণুজীব এবং অন্যান্য বহিরাগত



চিত্র ৫.৩ : অ্যালভিওলাসের গঠন

কণা ধ্বংস করে। তাছাড়া প্রাচীরে কোলাজেন ও স্থিতিস্থাপক তন্তু থাকে। এ স্থিতিস্থাপক সূত্রের কারণে প্রশ্বাস-নিঃশ্বাসের সময় অ্যালভিওলাস সহজেই প্রসারিত হতে পারে,আবার পূর্বাবস্থায় ফিরেও আসতে পারে।

অ্যালভিওলাস প্রাচীরে **সেপ্টাল কোষ** নামক কিছু বিশেষ কোষ থাকে যা প্রাচীরের ভিতরের দিকে **সারফ্যাকট্যান্ট** (surfactant; dipalmitoyl lecithin) নামক **ডিটারজেন্ট** (detergent)-এর অনুরূপ ফসফোলিপিড রাসায়নিক পদার্থ নিঃসরণ করে। সারফ্যাকট্যান্ট সারফেস টেনসন হ্রাস করে অ্যালভিওলাসকে চুপসে যাওয়া থেকে রক্ষা করে। সারফ্যাকট্যান্টবিহীন অ্যালভিওলাস তথা ফুসফুস যথাযথ কাজ করতে পারে না। ২৩ সপ্তাহ বয়স্ক মানবভ্রূণে সর্বপ্রথম সারফ্যাকট্যান্ট ক্ষরণ শুরু হয়। এ কারণে ২৪ সপ্তাহের আগে মানবভ্রূণকে স্বাধীন অস্তিত্বের অধিকারী গণ্য করা হয় না। অনেক দেশে তাই এ সময়কাল পর্যন্ত গর্ভপাতের অনুমতি দেয়া হয়।

শ্বসনতন্ত্রের কাজ

১. **শ্বসন গ্যাসের বিনিময় :** শ্বসনের সময় পরিবেশের O_2 রক্তে মিশে এবং রক্ত থেকে CO_2 পরিবেশে পরিত্যক্ত হয়।

২. **শক্তি উৎপাদন :** শ্বসনতন্ত্রের মাধ্যমে গৃহিত O_2 কোষীয় শ্বসনে ব্যবহৃত হয়ে শক্তি উৎপন্ন করে।

৩. **পানি সাম্য :** নিঃশ্বাসের মাধ্যমে প্রতিদিন প্রায় ৪০০–৬০০ মিলিলিটার পানি দেহ থেকে বেরিয়ে যায়। এতে দেহের পানি সাম্য বজায় রাখতে সুবিধা হয়।

৪. **তাপ নিয়ন্ত্রণ :** নিঃশ্বাসের সময় CO_2 এর সাথে দেহের কিছু তাপ নির্গত হয়ে দেহের তাপমাত্রা বজায় থাকে।

৫. **এসিড ও ক্ষারের সাম্যতা** স বায়ুর মাধ্যমে CO_2 দেহের বাইরে পরিত্যক্ত হওয়ায় p^H নিয়ন্ত্রণে সহায়তা হয়।

৬. **শব্দ উৎপন্ন :** ল্যারিংক্সের শব্দ উৎপন্ন হয়।

৭. **হোমিওস্টিসিস :** দেহাভ্য...র স্থিতাবস্থা বা হোমিওস্টেটিস (homeostasis; কোন জীব কর্তৃক অবিরত তার অন্তঃস্থ পডরবেশ রক্ষা করা বা জীবন ক্রিয়ায় অভ্যন্তরীণ স্থিতাবস্থা বজায় রাখা। এর ফলে পরিবর্তিত পরিবেশেও জীবকোষগুলো দক্ষতার সাথে কাজ করতে পারে।

৮. **উদ্বায়ী গ্যাস :** দেহ থেকে কিছু উদ্বায়ী গ্যাস, যেমন-ক্লোরোফর্ম, ইথার, অ্যামোনিয়া ইত্যাদি নিষ্কাশন করে।

৯. **দূষিত পদার্থের প্রবেশ রোধ :** শ্বসনতন্ত্র বাতাসে বিদ্যমান জীবাণু ও অন্যান্য দূষিত পদার্থ প্রবেশ রোধ করে।