



دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
دانشکده مهندسی برق

پایان نامه کارشناسی ارشد
رشته مهندسی برق - بیوالکتریک

بهبود الگوریتمهای تشخیص الگوهای بینابینی ریه در تصاویر

HRCT

نگارنده: پرهام رادپرور

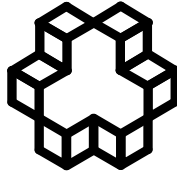
اساتید راهنما: دکتر حمید ابریشمی مقدم،

دکتر رضا جعفری

استاد مشاور: دکتر معصومه گیتی

شهریور ۱۳۸۹

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
دانشکده برق

تاییدیه هیئت داوران

هیئت داوران پس از مطالعه پایان نامه و شرکت در جلسه دفاع از پایان نامه تهیه شده تحت عنوان «بهبود الگوریتمهای تشخیص الگوهای بینابینی ریه در تصاویر HRCT» توسط آقای پرهام رادپرور، صحت و کفایت تحقیق انجام شده را برای اخذ درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی پزشکی گرایش بیوالکترونیک در تاریخ مورد تأیید قرار می دهند.

- | | | |
|-------|---------------------------------|--------------------------------------|
| امضاء | آقای دکتر حمید ابریشمی مقدم | ۱- استاد راهنمای اول |
| امضاء | آقای دکتر رضا جعفری | ۲- استاد راهنمای دوم |
| امضاء | خانم دکتر معصومه گیتی | ۳- استاد مشاور |
| امضاء | آقای دکتر محمد حسن قاسمیان یزدی | ۴- ممتحن خارجی |
| امضاء | آقای دکتر محمد تشنه لب | ۵- ممتحن داخلی |
| امضاء | آقای دکتر رضا جعفری | ۶- نماینده تحصیلات تکمیلی دانشکده |

اظهار نامه دانشجو

موضوع پایان نامه: بهبود الگوریتمهای تشخیص الگوهای بینابینی ریه در تصاویر HRCT

استاتید راهنما: دکتر حمید ابریشمی مقدم

دکتر رضا جعفری

نام دانشجو: پرهام رادپرور

شماره دانشجویی: ۸۶۰۰۱۰۴

اینجانب پرهام رادپرور دانشجوی دوره کارشناسی ارشد مهندسی پزشکی گرایش بیوالکترونیک دانشکده برق دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی گواهی می نمایم که تحقیقات ارائه شده در این رساله توسط شخص اینجانب انجام شده و صحت و اصالت مطالب نگارش شده مورد تأیید می باشد و در موارد استفاده از کار دیگر محققان به مرجع مورد استفاده اشاره شده است. به علاوه گواهی می نمایم که مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی توسط اینجانب یا فرد دیگری در هیچ جا ارائه نشده و در تدوین متن پایان نامه چارچوب مصوب دانشگاه رعایت شده است.

امضاء دانشجو:

تاریخ:

حق طبع و نشر و مالکیت نتایج

۱- حق چاپ و تکثیر این پایان نامه متعلق به نویسنده آن می‌باشد. هرگونه نسخه برداری از کل پایان نامه یا بخشی از آن تنها با موافقت نویسنده یا کتابخانه دانشکده برق دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی مجاز می‌باشد.

ضمناً متن این صفحه نیز باید در نسخه تکثیر شده وجود داشته باشد.

۲- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی می‌باشد و بدون اجازه کتبی دانشگاه به شخص ثالث قابل واگذاری نیست.

همچنین استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی‌باشد.

تقدیم به

پدر، مادر و خواهر بسیار عزیزم

که در تمامی مراحل زندگی مرا یاری نموده‌اند

و برادر بزرگوارم

که همواره مشوق و راهنمای من بوده است.

با سپاس فراوان از

اساتید ارجمندم که با راهنماییهای خود مرا در انجام این پروژه یاری نمودند

و با تشکر فراوان از

سرکار خانم دکتر معصومه گیتی که در ارائه مشاوره پزشکی و بررسی کیفی نتایج، مرا

بی دریغ حمایت نمودند.

چکیده

بیماریهای بافت بینابینی ریه یا ILD¹ اصطلاحی کلی است که بر مجموعه‌ای از اختلالات مزمن و شدید ریوی اطلاق می‌گردد. این دسته از بیماریها، دارای الگوهای رادیوگرافیک پیچیده و گاه نامشخصی هستند و تشخیص آن به تبحر و تجربه مشاهده کننده و شرایط محیطی بستگی دارد. هدف از انجام این پروژه، ایجاد یک سیستم کامپیوتری جهت ارزیابی کمی بافت ریه و تعیین میزان گستردگی الگوهای مرتبط با ILD در آن است. برای دستیابی به این هدف، تصاویر HRCT ریه با استفاده از تکنیکهای پردازش تصویر و تحلیل بافت مورد پردازش و ارزیابی قرار می‌گیرند و سه الگوی لانه‌زنبوری، شیشه‌مات و رتیکولار از بافت نرمال تمیز داده می‌شوند.

الگوریتم ارائه شده جهت دسته‌بندی الگوهای بافت ریه شامل ۳ مرحله می‌باشد: در مرحله اول ریه از پس‌زمینه جدا می‌شود. در مرحله دوم با ترکیبی از تبدیلات بر پایه‌ی موجک و پیچک به همراه پنچ ویژگی آماری با مفهوم جدید بدست آمده از ماتریس طول حرکت، استخراج ویژگی از نواحی مطلوب (ROI) تعریف شده درون بافت ریه صورت می‌گیرد و در نهایت الگوریتم ماشین بردار پشتیبان فازی برای دسته‌بندی الگوها اعمال می‌گردد.

به منظور ارزیابی عملکرد سیستم، نتایج حاصل از روش پیشنهادی را با یکی از جدیدترین روشهای ارائه شده جهت مشخصه‌یابی بافت ریه مقایسه کرده و نشان دادیم روش پیشنهادی ما در مشخصه‌یابی بافت ریه در شرایط یکسان به میزان ۳٪ دقیقتر عمل می‌کند. همچنین در آنالیز کلی تصاویر HRCT، عملکرد سیستم کامپیوتری با عملکرد دو رادیولوژیست مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. ضریب توافق کاپا بین سیستم و هریک از رادیولوژیستها به ترتیب برابر ۰/۶۹۰۱ و ۰/۶۸۴۰ بدست آمده که در مقایسه با ضریب توافق ۰/۶۸۳۴ بین دو رادیولوژیست رقم قابل توجهی می‌باشد. در پایان تحقیق با انجام آنالیز آماری جهت ارزیابی داده‌های کمی حاصل از سیستم کامپیوتری و نتایج تست تنفسی، نشان می‌دهیم میان نتایج کمی حاصل از سیستم کامپیوتری و نتایج تست تنفسی بیمار همبستگی وجود دارد.

سیستم کامپیوتری ارائه‌شده می‌تواند منجر به بهبود تصمیم‌گیری و کارایی پزشک به واسطه‌ی تسهیل در کشف و ارزیابی الگوهای تصویری پیچیده، کاهش تفاوت میان مشاهده‌گرها و حذف اعمال تکراری و بعضاً خسته‌کننده گردد.

فهرست مطالب:

| | | |
|------------|---|----|
| فصل ۱ - ۱ | مقدمه..... | ۱ |
| ۱-۱ - ۲ | ساختار دستگاه تنفسی..... | ۲ |
| ۲-۱ - ۴ | ابزارهای تشخیصی رایج..... | ۴ |
| ۳-۱ - ۵ | توموگرافی کامپیوتری..... | ۵ |
| ۱-۳-۱ - ۸ | اسکنرهای CT مارپیچی..... | ۸ |
| ۲-۳-۱ - ۸ | پروتکل استخراج تصویر در CTهای مارپیچی..... | ۸ |
| ۳-۳-۱ - ۹ | دز تابشی..... | ۹ |
| ۴-۱ - ۱۰ | بیماریهای بافت بینابینی ریه..... | ۱۰ |
| ۵-۱ - ۱۵ | جمع‌بندی..... | ۱۵ |
| فصل ۲ - ۱۷ | مرور مقالات مرتبط..... | ۱۷ |
| ۱-۲ - ۱۸ | روشهای حذف نویز مورد استفاده..... | ۱۸ |
| ۲-۲ - ۱۹ | ویژگیهای استخراجی از آنالیز بافت..... | ۱۹ |
| ۳-۲ - ۲۰ | انتخاب ویژگی و دسته‌بندی..... | ۲۰ |
| ۴-۲ - ۲۱ | مروری بر روند شناسایی و دسته‌بندی الگوهای مختلف بیمارهای ریوی در مطالعات گذشته..... | ۲۱ |
| ۵-۲ - ۲۹ | اهداف مطالعه‌ی پیشرو..... | ۲۹ |
| ۶-۲ - ۲۹ | جمع‌بندی..... | ۲۹ |
| فصل ۳ - ۳۲ | مقدمه..... | ۳۲ |
| ۱-۳ - ۳۳ | بخش‌بندی تصویر..... | ۳۳ |
| ۲-۳ - ۳۷ | استخراج ویژگی و تشخیص الگو..... | ۳۷ |
| ۱-۲-۳ - ۴۰ | فریمهای موجک گسسته..... | ۴۰ |

| | | | |
|----|-------|-------|--|
| ۴۳ | ..... | ۲-۲-۳ | فیلترهای موجک دوران یافته |
| ۴۴ | ..... | ۳-۲-۳ | تبدیل پیچک |
| ۵۳ | ..... | ۴-۲-۳ | انتخاب پایه‌های موجک |
| ۵۴ | ..... | ۵-۲-۳ | ماتریس طول حرکت |
| ۵۷ | ..... | ۶-۲-۳ | تشکیل بردارهای ویژگی |
| ۵۸ | ..... | ۳-۳ | الگوریتم دسته‌بندی |
| ۵۸ | ..... | ۱-۳-۳ | ماشین بردار پشتیبان (SVM) |
| ۶۲ | ..... | ۲-۳-۳ | ماشین بردار پشتیبان فازی (FSVM) |
| ۶۵ | ..... | ۳-۳-۳ | انتخاب ویژگی |
| ۶۵ | ..... | ۴-۳-۳ | نرمالیزاسیون |
| ۶۶ | ..... | ۴-۳ | جمع‌بندی |
| ۶۸ | ..... | ۴ | فصل ۴ نتایج ارزیابی کمی بیماری |
| ۶۸ | ..... | ۱-۴ | پایگاه داده |
| ۶۹ | ..... | ۲-۴ | انتخاب ROI |
| ۷۱ | ..... | ۱-۲-۴ | استخراج ویژگی برای ROIهای انتخاب شده |
| ۷۶ | ..... | ۳-۴ | آنالیز ناحیه‌ای روی کل تصویر HRCT |
| ۸۱ | ..... | ۴-۴ | آنالیز آماری و بررسی همبستگی میان داده‌ها |
| ۸۱ | ..... | ۱-۴-۴ | یافته‌های حاصل از تست تنفسی |
| ۸۳ | ..... | ۲-۴-۴ | پارامترها و معیارهای کمی حاصل از سیستم کامپیوتری |
| ۸۴ | ..... | ۳-۴-۴ | بررسی همبستگی میان داده‌ها |
| ۸۷ | ..... | ۴-۴-۴ | نتایج حاصل از آنالیز آماری |
| ۸۹ | ..... | ۵-۴ | جمع‌بندی |

لیست اشکال:

- شکل (۱-۱) نمایی از ساختار کلی سیستم تنفسی [۱۵]..... ۳
- شکل (۲-۱) حبابچه‌های هوایی (آلوئولها) [۱۵]..... ۴
- شکل (۳-۱) سه الگوی رایج رادیولوژیک موجود در بیماریهای بافت بینابینی ریه [۱۵]..... ۱۴
- شکل (۱-۳) بلوک دیاگرام کلی پروژه..... ۳۲
- شکل (۲-۳) اعمال گامهای ۱ الی ۵ معرفی شده در [۴۰] جهت جداسازی بافت ریه..... ۳۶
- شکل (۳-۳) بخش‌بندی بافت ریه در یک تصویر HRCT از قفسه سینه..... ۳۷
- شکل (۴-۳) ساختار بانک فیلتری یک تبدیل موجک گسسته دو بعدی در دو سطح با استفاده از فیلترهای موجک دو بعدی [۴۴]..... ۴۲
- شکل (۵-۳) تقسیم‌بندی فرکانسی یک سطح تجزیه DWF..... ۴۳
- شکل (۶-۳) تقسیم‌بندی فرکانسی یک سطح تجزیه RWF..... ۴۴
- شکل (۷-۳) اتمهای شیارک پس از تغییر مقیاس، شیف‌ت و دوران [۴۷]..... ۴۶
- شکل (۸-۳) نمایش شبکه‌ی قطبی گسسته در فضای فرکانسی یک تصویر $n \times n$ پیکسلی ($n=8$). این شکل مجموعه خطوط شعاعی متصل کننده‌ی زوج نقاط متقارن روی مرز مربعی را نشان می‌دهد.
- شبکه قطبی-دکارت، مجموعه نقاط مارک شده با دایره می‌باشند [۴۹]..... ۴۸
- شکل (۹-۳) فلوچارت محاسبه‌ی تبدیل شیارک برای یک تصویر $n \times n$ پیکسل. هر کدام از $2n$ خطوط شعاعی به صورت جداگانه در فضای فوریه تحلیل می‌گردد. تبدیل معکوس یک بعدی فوریه در طول هر خط شعاعی محاسبه گردیده و با یک تبدیل موجک یک‌بعدی پایان می‌یابد [۴۹]..... ۴۹
- شکل (۱۰-۳) فلوچارت محاسبه‌ی تبدیل پیچک. تجزیه‌ی تصویر اصلی به زیرباندی همراه با بخش-بندی فضایی هر زیرباند و سپس اعمال تبدیل شیارک به هر بلوک نشان داده شده است [۴۹]..... ۵۲
- شکل (۱۱-۳) تابع مقیاس و موجک کثیرال جمله‌ای مرتبه ۴..... ۵۳
- شکل (۱-۴) نحوه استخراج ROI از نواحی نشانه‌گذاری شده‌ی پزشک با کمک کامپیوتر..... ۷۰

- شکل (۲-۴) دقت دسته‌بندی به ازای مقادیر مختلف σ در کرنل FSVM ۷۴
- شکل (۳-۴) ماتریس ایهام نرمالیزه در حالت دو کلاسه ۷۹
- شکل (۴-۴) نتایج حاصل از آنالیز کلی تصاویر HRCT. سطر اول: تصاویر اصلی، سطر دوم: نتایج رادیولوژیست اول، سطر سوم: نتایج رادیولوژیست دوم، سطر چهارم: نتایج سیستم کامپیوتری (آبی: لانه زنبوری، زرد: شیشه‌مات، فرمز: رتیکولار، سبز: نرمال و سفید: نامشخص) ۸۰
- شکل (۵-۴) توصیف نموداری اندازه‌گیریهای رایج اسپرومتری ۸۳

لیست جداول:

- جدول (۱-۳) ماتریسهای طول حرکت برای ۵۶
- جدول (۱-۴) دقت دسته‌بندی برای مجموعه ویژگیهای مختلف به درصد ۷۳
- جدول (۲-۴) نتایج انتخاب ویژگی با استفاده از روش SFS و SBS ۷۵
- جدول (۳-۴): مقایسه نتایج بدست آمده از روش پیشنهادی با مرجع [۳۹] ۷۶
- جدول (۴-۴) ماتریس ایهام بین سیستم کامپیوتری و رادیولوژیست اول ۷۷
- جدول (۵-۴) ماتریس ایهام بین سیستم کامپیوتری و رادیولوژیست دوم ۷۷
- جدول (۶-۴) ماتریس ایهام بین رادیولوژیست اول و رادیولوژیست دوم ۷۸
- جدول (۷-۴) ماتریس ایهام بین سیستم کامپیوتری و مرجع استاندارد ۷۸
- جدول (۸-۴) یافته‌های حاصل از تست تنفسی ۲۵ بیمار موجود در طرح ۸۵
- جدول (۹-۴) یافته‌های کلینیکی حاصل از معاینه ۸ بیمار اضافه شده به پایگاه داده ۸۶
- جدول (۱۰-۴) پارامترها و معیارهای کمی حاصل از سیستم کامپیوتری ۸۷
- جدول (۱۱-۴) ضرایب همبستگی میان یافته‌های تست تنفسی و خروجیهای سیستم کامپیوتری ۸۸

فصل اول

مقدمه

بیماریهای بافت بینابینی ریه، اصطلاحی کلی است که بر مجموعه‌ای از اختلالات مزمن و شدید ریوی اطلاق می‌گردد. این گروه ناهمگون از اختلالات را به دلیل تظاهرات بالینی، رادیولوژیک، فیزیولوژیک و پاتولوژیک مشابه، در کنار هم طبقه‌بندی می‌کنند. این اختلالات اغلب با میزان مرگ و میر قابل ملاحظه‌ای همراه است و درباره روش درمانی بیشتر آنها، توافق چندانی وجود ندارد. در بیماران مبتلا به بیماریهای بافت بینابینی ریه، ریه از سه جهت دچار مشکل می‌شود:

اول آنکه، بافت ریه به دلیل مشخص یا غیر مشخصی آسیب می‌بیند. دوم، دیواره کیسه‌های هوایی موجود در ریه ملتهب می‌گردد. سوم، بافت بینابینی شروع به فیبره شدن می‌کند و ریه سفت می‌شود که این امر موجب بی‌نظمی چشمگیر کارکرد تهویه‌ای و تبادل گاز می‌گردد [۱].

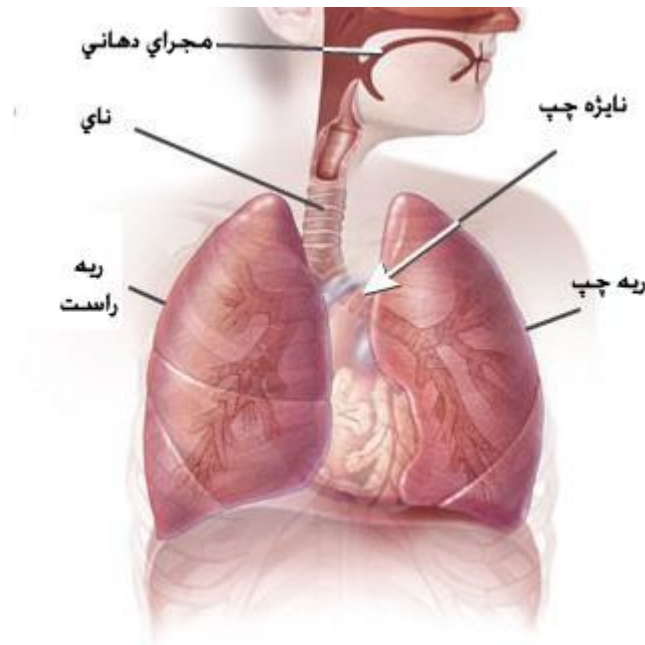
علیرغم آنکه بیوپسی باز ریه بعنوان شاخص اصلی و نهایی تشخیص بیماریهای بینابینی ریه شناخته شده است [۱]، HRCT به عنوان یک مرجع غیرتهاجمی مناسب در نظر گرفته می‌شود که امکان تحلیل کیفی بافت و تشخیص حجمهای ریه توسط رادیولوژیست را فراهم می‌آورد [۲]. بیوپسی باز ریه؛ روشی پرهزینه، تهاجمی و زمانبر است و یافتن روشی با هزینه، زمان و خطر کم بعنوان جایگزینی برای آن، از اهمیت بالایی برخوردار است.

پیشرفتهای اخیر در تصویربرداری پزشکی و به خصوص تکنیکهایی چون توموگرافی کامپیوتری و HRCT، موجب سهولت در تشخیص بیماریهای ریه شده و به علاوه، نیاز به بکارگیری روشهای تهاجمی را کاهش داده است.

در ادامه ابتدا ساختار دستگاه تنفسی به صورت اجمالی تشریح می‌شود، سپس توموگرافی کامپیوتری به عنوان ابزار تشخیصی این دسته از بیماریها مرور می‌گردد و در نهایت بیماریهای بافت بینابینی ریه معرفی می‌شوند.

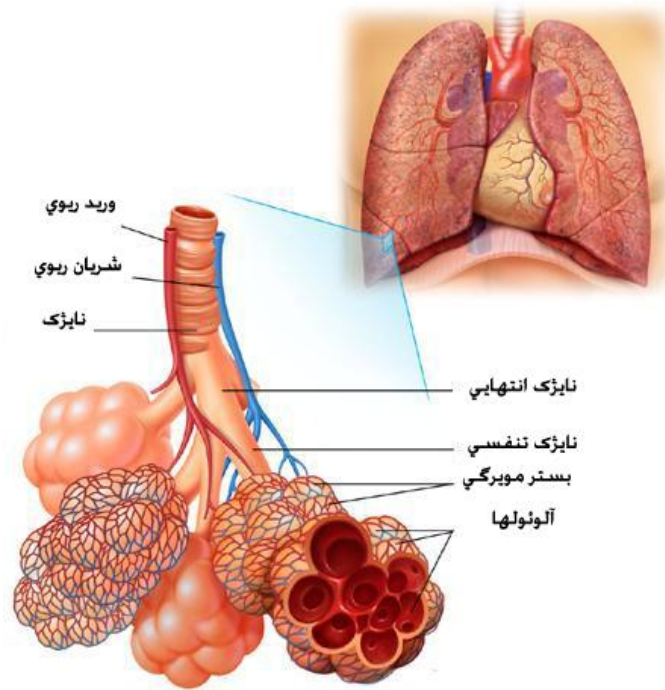
۱-۱ - ساختار دستگاه تنفسی

نقش اصلی دستگاه تنفس، حفظ ثبات محیط داخلی بدن از طریق فراهم آوردن اکسیژن برای نیازهای متابولیک و دفع دی‌اکسید کربن است. در فیزیولوژی دو مفهوم کلی و متفاوت برای تنفس داریم. یکی مفهوم تنفس خارجی است که شامل تبادل گاز بین محیط خارج و ریه‌ها، انتقال گاز از خلال غشای تنفسی، حمل گاز در خون و انتقال آن در میان سلولهای بدن می‌باشد. مفهوم دیگر، تنفس داخلی است که مربوط به مصرف داخلی سلولی اکسیژن در واکنشهای متابولیک است. دستگاه تنفسی شامل مجاری هوایی و شش‌هاست. مجاری هوایی خود به دو بخش تقسیم می‌شود: مجاری هوایی فوقانی که از بینی شروع شده به حنجره ختم می‌شود و مجاری هوایی تحتانی که از نای به پایین را شامل می‌شود. نای پس از ورود به قفسه سینه به دو نایژه تقسیم می‌شود. در این تقسیم، نای را نسل اول، راههای تنفسی و نایژه راست و چپ را نسل دوم می‌گوییم. این تقسیمات ۲۰ تا ۲۵ بار ادامه می‌یابند و نایژک انتهایی (حدوداً نسل شانزدهم) و نایژک تنفسی را به وجود می‌آورند. نایژک تنفسی به دلیل ارتباط با حبابچه (آلوئول) به این نام خوانده می‌شوند و در تبادلات گازی شرکت دارند. از نسل شانزدهم به بعد، هفت تقسیم دیگر صورت می‌گیرد و در نهایت هر نایژک انتهایی به طور متوسط سیصد حبابچه بوجود می‌آورد که بعضی در انتهای هر شاخه و برخی در بین راه قرار دارند. عموماً در دو شش، ۳۰۰ میلیون حبابچه موجود است که قطر هر یک تنها ۰/۶ میلی‌متر است. این حبابچه‌ها در مجموع سطح وسیعی حدود ۸۰ تا ۱۰۰ متر مربع را برای انجام تبادلات گازی ایجاد می‌نمایند. در شکل (۱-۱) نمایی از ساختار کلی سیستم تنفسی را مشاهده می‌نمایید.



شکل (۱-۱) نمایی از ساختار کلی سیستم تنفسی [۱۵]

مجاری هوایی شامل دو گروه مجاری بزرگ و مجاری کوچک می‌باشد. مجاری هوایی بزرگ از ابتدای بینی و دهان تا انتهای نایژک انتهایی را در بر می‌گیرد که در آن، به علت ضخامت جداره هیچگونه تبادل گازی انجام نمی‌شود و وظیفه عمده آن، تصفیه هوای عبوری است. مجاری کوچک از نایژک‌های انتهایی تا ساختمان حبابچه هوایی را شامل می‌شود که در آن امکان تبادلات گازی وجود دارد. در دستگاه تنفس دو ناحیه وجود دارد؛ منطقه هدایتی که از بینی تا نسل شانزدهم مجاری هوایی است و تنها عهده دار هدایت می‌باشد و منطقه تنفسی که از نسل هفدهم به بعد را شامل می‌شود و محل انجام تبادلات هوایی است [۳]. شکل (۲-۱) حبابچه‌های هوایی (آلوئولها) را از نمایی نزدیکتر به تصویر می‌کشد.



شکل (۲-۱) حبابچه‌های هوایی (آلئولها) [۱۵]

۲-۱- ابزارهای تشخیصی رایج

ابزارهای رایج برای تشخیص اینگونه از بیماریها شامل تستهای عملکرد ریوی یا PFT^۱، تصویر اشعه‌ی X از قفسه‌سینه و تصاویر مقطع‌نگاری ریوی (CT)^۲ می‌باشند.

تستهای عملکرد ریوی عموماً قابل تجدید می‌باشند، اما به خاطر عدم امکان تست مجدد در افراد با محدودیتهای شدید مجاری هوا و ناتوانی‌های تنفسی، چندان قابل اطمینان نمی‌باشند [۴]. هم‌چنین این تست نه می‌تواند بافتهای غیرنرمال ایجاد شده از بیماریهای مختلف را از یکدیگر تمیز داده و نه قادر به شناسایی بیماریهای زودرس می‌باشد. از طرف دیگر تست عملکرد ریوی دارای یک نقص دیگر نیز می‌باشد؛ علیرغم آنکه سن، جنس، نژاد، محل زندگی و بسیاری از عوامل دیگر در نتایج تست تأثیر می‌گذارند ولی هیچ تعریف جامع و دقیق از وضعیت نرمال در این تست وجود نداشته و فرمولی تشخیصی برای بازتاب عوامل شمرده شده در بالا نیز در این تست وجود ندارد [۵].

1 . Pulmonary Function Test
2 . Computed Tomography

تصاویر اشعه‌ی X از قفسه‌سینه در تشخیص بیماریهای تنفسی خفیف و متعادل کاربرد دارند [۶].
 ۹/۶٪ تا ۱۸/۱٪ از افراد با بیماریهای بافت بینابینی ریه دارای تصاویر اشعه‌ی X نرمال از قفسه سینه
 می‌باشند [۷].

روشهای غیرتهاجمی از جمله PFT و اشعه‌ی X قادر به تشخیص زودرس بیماریهای در مراحل قابل
 درمان نمی‌باشند [۸].

مقطع‌نگاری کامپیوتری به عنوان روشی به مراتب حساس‌تر از رادیوگرافی قفسه سینه در شناسایی
 دگرگونی‌های بافت ریه شناخته می‌شوند [۶]. مقطع‌نگاری کامپیوتری تصویری با رزولوشن و رنج
 دینامیکی بالاتری نسبت به اشعه‌ی X فراهم می‌نماید. همچنین قابلیت فراهم نمودن نمایی از وضعیت
 آناتومیکی بافت قرار گرفته بر روی و همچنین زیر ناحیه عکس‌برداری را دارا می‌باشند. از آنجایی که
 CT‌های مرسوم برای شناسایی بیماریهای ریوی بسیار موثر شناخته می‌شوند، بررسی بصری بیماریهای
 ریه موضوعی ارزشمند به حساب می‌آید. معمولاً دو فیزیکی‌دان باتجربه در ملاحظه‌ی یک تصویر CT به
 توافقی حدود ۶۰٪ می‌رسند [۹]. در بخش بعد، مقدمه‌ای بر توموگرافی کامپیوتری مورد بحث قرار
 می‌گیرد.

۱-۳- توموگرافی کامپیوتری

توموگرافی کامپیوتری یا CT یک روش تشخیصی تصویربرداری است که از اشعه‌ی X و آنالیز
 کامپیوتری جهت بدست آمدن تصاویر از سطح مقطع نقاط مختلف بدن به کار می‌رود. اسکنرهای CT
 مدرن از قبیل اسکنرهای CT مارپیچی علاوه بر ایجاد رزولوشن مکانی بالا، امکان بدست آمدن تصویر
 کل ناحیه‌ی ریه را در طول یک دم و بازدم امکان‌پذیر می‌سازند [۱۰].

در طول عکس‌برداری CT، مریض بر روی تختی در کنار یک ماشین حلقوی شکل به نام محفظه^۱
 می‌نشیند. یک تیوب اشعه‌ی X در داخل ماشین در دور بدن بیمار می‌چرخد و فوتونهای اشعه‌ی X را
 در زوایای مختلف تولید می‌کند. یک اسکنر CT تصویری از سطح مقطع بدن با اندازه‌گیری میزان

1 . Gantry