

肺がんで死なないために

——低線量胸部 CT のススメ——

京都第二赤十字病院 健診部

西大路 賢一

要旨：現在、日本人の悪性新生物のなかで、肺がんは死亡者数第1位が続いている。死亡率を下げるためには1次予防である禁煙と同時に、2次予防として早期発見が重要である。わが国では、肺がん検診は問診、胸部単純X線写真（胸部X線）および喀痰細胞診の併用とされ、自治体が行う住民検診などの対策型検診として40歳以上に行われている。しかし、胸部X線で発見される早期肺がんはわずか20%に過ぎず、死亡率を下げるには不十分とされている。被ばくの少ない低線量胸部CTによる肺がん発見率は胸部X線の約10倍で、発見がんも比較的早期がんが多く、治癒率も良好であり、米国やオランダ・ベルギーのランダム化比較試験では肺がん死亡率の減少効果が示されている。本稿では低線量胸部CTについて解説し、当院健診センターの取り組みを紹介する。

Key words：肺がん、死亡率、早期発見、胸部X線、低線量胸部CT

1. 肺がんと日本の肺がん検診について

日本人の悪性腫瘍中、肺がんの死亡者数は1999年に胃がんを抜き、2018年の死亡者数は男性では第1位、女性では第2位、男女計で第1位を占めている。日本人が生涯で肺がん罹患する確率は、男性10.0%（10人に1人）、女性4.8%（21人に1人）、死亡する確率は、男性5.7%（17人に1人）、女性2.1%（47人に1人）と増加傾向にある¹⁾。また、喫煙と受動喫煙によって肺がんのリスクは確実に高くなり、1日当たりの喫煙本数×これまでの喫煙年数で計算される喫煙指数が大きいほど肺がんリスクが高くなる。男性は女性よりも喫煙指数が大きいためリスクが高い²⁾。メタ解析の結果、日本人喫煙者の非喫煙者に対する肺がんの相対リスクは男性で4.4倍、女性で2.8倍である。ところが、これを肺がんの組織型別で見ると、扁平上皮がんでは男性11.7倍、女性11.3倍であるが、腺がんでは男性2.3倍、女性1.4倍に過ぎない^{2,3)}。加えて、欧米人喫煙男性の非喫煙男性に対する肺がんの相対リスクは10倍以上と高いが、日本人では前述のように4.4倍とそれほど高くない。これは日本人が欧米人よりも喫煙者の肺がんリスクが高くないことと、非喫煙者の肺がんリスクが高いことが原因だと考えられている。つまり、日本人男性の肺がんの約4割を占める扁平上皮がんは喫煙との関連が強いが、肺がん全体の約6割、男性では4割、女性では7割を占め、日本人での発症頻度が高い腺がんは喫煙との関連が小さいためと考えられる。肺がんは喫煙者の病気というイメージが強いが、近年わが国の男性肺がんの3割・女性肺がんの8割は非喫煙者であり、日本人は喫煙したことのない人でも肺がんに注意が必要である。したがって、腺がんの多い日本人にとって1次予防の禁煙のみならず、2次予防である肺がん検診による早期発見が重要と考えられる。現在わが国では、科学的な方法によってがん死亡率の減少が認められた肺がん検診は、問診、胸部単純X線写真（胸部X線）および喀痰細胞診の併用（50歳以上で喫煙指数が600以上、過去の喫煙者も含む）とされ、市民検診などの自治体が行う対策型検診として40歳以上に施行されている。しかし、胸部X線で発見される肺がんのうち早期がんはわずか20%に過ぎず、80%は進行がんであり、胃がんや乳がんに比べると5年生存率が低く、いかに早期発見して治療に結び付けるか、より有効性の高い検診方法が望まれている。

2. 低線量胸部 CT の歴史

わが国では結核予防法で胸部 X 線が義務づけられていたこともあり、その流れで胸部 X 線により肺がん検診が行われてきた。しかし、胸部 X 線による肺がん検診は前述のように肺がん死亡を減らすのに十分な方法ではない。1990年にヘリカル CT が開発され、胸部を 10 秒で撮影することが可能になった。CT は分解能に優れるため解像度が高く、胸部 X 線に比べ、より小さな病変やコントラストの低い病変も検出できる。結果、胸部 X 線で見つかる肺がんの大きさは約 2 cm 以上だが、胸部 CT では 1 cm 以下のがんを発見することが可能である。また、胸部 X 線では、肺の約 1/3 は近接する臓器（心臓や血管、横隔膜など）と重なるので、小さな肺がんを見つけることが困難な場合があるが、胸部 CT は断面像で重なりがないため、胸部 X 線では見つけにくい小さな肺がんを見つけることができる。ただし、胸部 CT は腹部臓器などに比べ低い線量で撮像可能であるものの、通常の撮影による CT では胸部 X 線に比べ被ばく線量が高くなる。やはり、健常人に対しては可能な限り被ばく線量を低減した撮影が望まれる。放射線医学総合研究所の館野・飯沼らは、通常の胸部 CT 検査の 1/10 程度の低線量 CT でも、胸部 X 線では指摘できない早期肺がんを発見できることを明らかにし、1990 年世界で初めて低線量 CT を用いた肺がん検診（低線量 CT 検診）を提案した⁴⁾。その後、1993 年東京から肺癌をなくす会（東京都予防医学協会）による初の低線量 CT 検診が行われ、1994 年胸部 CT 検診研究会（現・日本 CT 検診学会）が発足した。1996 年からは 3 年間、長野プロジェクトとして長野県 29 市町村の住民の希望者対象に CT 検診車による低線量 CT 検診の実証試験が行われた。次いで 1998 年に日立製作所健康管理センターによる日立製作所職域健診、2000 年に長野県健康づくり事業団（結核予防会長野県支部）による 18 市町村の住民検診、2001 年には茨城県日立市が主導する地域検診と人間ドックでの低線量 CT 検診が開始され、世界に先駆けて日本が低線量 CT 検診をリードしてきた。信州大学放射線医学教室の曾根らは、長野プロジェクトにおいて松本市で行った低線量 CT 検診による肺がんの発見率が 0.48% と間接胸部 X 線検診の発見率 0.03-0.05% に比べ、約 10 倍の高率であること、胸部 X 線では発見できないような小さな肺がんが多く発見されたことなどを 1998 年 Lancet に発表した⁵⁾。また、日立製作所日立総合病院の名和らの検討では、1998~2000 年、7,956 名が低線量 CT 検診を受け、初回受診群で 0.44%、2 回目以降の経年受診群では 0.07% に肺がんが発見された。発見された 41 例の肺がんのうち、35 例（85.3%）はステージ I であった⁶⁾。これらの研究結果は海外にも発信され、2000 年頃から海外でも研究が行われた。そこで、低線量 CT 検診がわが国の対策型検診に適しているか、死亡率減少効果に有効か否かを評価する必要性が生じた。これを受けて、厚生労働省がん研究助成金「がん検診の適切な方法とその評価法の確立に関する研究（主任研究者：国立がんセンターがん予防・検診センター祖父江友孝部長、現・大阪大学教授）」を行った祖父江班は、2006 年有効性評価に基づく肺がん検診ガイドラインを発表した。しかし、ガイドラインでは肺がん検診に CT を推奨せず、低線量 CT 検診は「推奨グレード I：証拠不十分」として、死亡率減少効果の有無を判断する証拠が不十分であるため、対策型検診としては勧められず、任意型検診として行う場合には個人の判断に基づく受診は妨げないが、受診者に対して効果が不明であることと被ばくや過剰診断などの不利益について適切に説明する必要がある、と記載された⁷⁾。

これに対し、海外では複数のランダム化比較試験が行われ、米国で行われた大規模な National Lung Screening Trial (NLST) において、ついに 2011 年低線量 CT 検診による肺がん死亡率の減少効果が示されるに至った。本試験の対象は、米国の 55 歳~74 歳までの重喫煙者（過去および現在、タバコ 1 日 1 箱×30 年以上で、過去喫煙者の場合は禁煙から 15 年を超えていないこと）であり、かつ過去に肺がんと診断されていないなどの条件を満たすものである。重喫煙者である肺がんの高リスク集団 53,454 人を無作為に 2 群に分け、片方には胸部 X 線検診（26,732 人）、もう片方には低線量 CT 検診（26,722

人)が実施された。その結果、低線量 CT 検診により胸部 X 線検診に比べて肺がん死亡率が約 20% 減少し、観察期間中央値 6.5 年における中間解析により有用性が示されたため試験は途中で中止され、本試験の結果が *New England Journal of Medicine* に発表された⁸⁾。そこでは、低線量 CT 検診を受けたグループでは胸部 X 線検診を受けたグループに比べて、肺がんによる死亡が 20.0% (95% 信頼区間: 6.8-26.7, $p=0.004$)、総死亡が 6.7% (95% 信頼区間: 1.2-13.6, $p=0.02$) と、それぞれ減少したことが示された。一方、要精検率は低線量 CT 検診で 24.2%、胸部 X 線検診で 6.9% であり、低線量 CT 検診による高い偽陽性が懸念された。また、観察期間終了時まで診断された肺がんは、胸部 X 線検診群で人口 10 万対 572 例であったのに対し、低線量 CT 検診群では同 645 例であり、余分に多く診断された 73 例 (10 万対) は過剰診断を反映していると推定された。そして、その後の追加解析で低線量 CT 検診は高リスク集団における肺がん死亡の予防には有効だが、低リスク集団では予防効果が低いことがわかった。この結果から、米国ではリスク評価に基づき、重喫煙者に的を絞った肺がん検診が有用と判断された⁹⁾。NSLT に基づいて、米国予防医学専門委員会および呼吸器関連学会が 55~80 歳の重喫煙者への CT 検診を推奨し、オバマ政権 (2009~2017 年) 時代の 2015 年から、米国連邦政府の公的医療保険制度であるメディケア・メディケイドにおいて、低線量 CT 検診が導入されたが、その検診受診者は 55 歳~77 歳、呼吸器症状がない (血痰やせきなど肺や気管支の症状がない)、タバコ 1 日 1 箱×30 年以上喫煙歴を有する現在喫煙者および禁煙 15 年未満の者に限られ、低線量 CT 検診は専門医によってのみ行われること、受診希望者は医師と十分に相談して検査によるリスクなども了解 (インフォームド Consent) の上で検査受診すること、撮影条件も米国人の標準体型において、放射線被ばく線量の標準的指標である CT の線量指数 CT Dose Index vol (CTDIvol) が 3 mGy 以下の低線量を遵守させるなど厳格なものになっている。しかし、National Health Interview Survey (NHIS, 国民健康調査) によると、メディケアで保険償還決定後の検診受診率は 2010 年で 3.3%、2015 年で 3.9% と極めて低いことが報告され¹⁰⁾、低線量 CT 検診の受診率が今後どうなるかが注目されている。

カナダ予防健康ケア専門委員会 (CTFPHC) も肺がんの既往のない、55 歳~74 歳の重喫煙者に対する低線量 CT 検診を対策型検診として推奨している¹¹⁾。カナダで低線量 CT 検診推奨の根拠とされたのは、ランダム化比較試験 NLST[®]である。CTFPHC による、カナダ国内での肺がん検診に関する推奨は以下の通りである。55~74 歳の重喫煙者 (タバコ 1 日 1 箱×30 年以上の喫煙歴がある現喫煙者、または禁煙 15 年以内) への低線量 CT による年 1 回、3 年連続の低線量 CT 検診を推奨する。低線量 CT 検診は、肺がんの早期診断・治療を行える体制の整った医療機関でのみ実施する。年齢や喫煙歴、他の肺がん危険因子にかかわらず、推奨の対象外の全ての成人への低線量 CT 検診は推奨しない。喀痰細胞診の併用の有無にかかわらず、肺がん検診に胸部 X 線を用いない。これらの推奨は肺がんの疑いのない 18 歳以上の成人に適用される。肺がんの既往あるいは肺がんの徴候・症状がある成人には適用されない¹¹⁾。なお、非喫煙者での低線量 CT 検診の有効性は証明されていないとしている。CTFPHC は低線量 CT 検診の実施に当たっては、検査による便益と害を被験者とよく話し合うこと、偽陰性の可能性やその後の侵襲的検査による有害事象や過剰診断に関する情報を提供することも求めている。検診の実施回数を「年 1 回を 3 回」にとどめた点については、より長期かつ積極的な検診が有効とのエビデンスがないこと、検診の継続に伴う偽陽性の増加や精密検査の侵襲による合併症といった、検診の害と便益のバランスが損なわれる可能性を重視した、と説明している。

わが国では低線量 CT 検診の研究は日立地域の検診などで継続されている。そこでは 2006 年までのべ 61,914 件、210 例の肺がんを診断、169 例 (80.4%) が初回に発見された。203 例に手術が行われ、経年検診では進行がんの発見数は減少し、ほとんどが非喫煙者である女性では、発見がんは全例肺がん病期分類ステージ I A の早期がんであった。また、発見がんを 5.7 年追跡したところ 5 年生存率 90% が得られた¹²⁾。その後の検討で、50 歳から 69 歳の市民全体の肺がん死亡率は全国統計と比べて 24% 減少した¹³⁾。さらに、日立市民で 2006 年までに低線量 CT 検診を 1 回以上受診した 17,935 名 (以下、CT

群)と同じ期間に従来の胸部 X 線検診を受け、観察期間を通じて低線量 CT 検診は一度も受けていない 15,548 名 (X 線群) について 2012 年までの肺がん罹患と死亡および全死因死亡を調査、多変量解析により性別、年齢層、喫煙歴を補正の結果、CT 群は X 線群と比べ肺がんと診断される割合は 23% 多く、肺がんで死亡する危険は 51% 減少することがわかった。また、非喫煙者または軽喫煙者 (喫煙指数 600 未満) の CT 群では X 線群に比べ肺がん死亡率はそれぞれ 59%、79% 減少し、低線量 CT 検診は肺がん死亡を大きく減らす効果があることが明らかとなり、大きな話題を呼んだ¹⁴⁾。

欧州では、2020 年 1 月にランダム化比較試験 Nederlands-Leuvens Longkanker Screenings Onderzoek (NELSON, Dutch-Belgian lung cancer screening trial) における低線量 CT 検診による死亡率の減少効果が発表された。同試験はオランダ・ベルギーにおける肺がんの高リスク住民 (1 日 15 本以上×25 年以上、または 10 本以上×30 年以上の喫煙歴のある男性 13,195 人、女性 2,594 人、50~74 歳) を対象とし、低線量 CT 検診を行う検診群と行わない対照群にランダムに割り付け、追跡開始後 10 年時点の死亡率を検証、主要評価項目は低線量 CT 検診施行による男性の肺がん死亡率の減少とされた。その結果、肺がん発生率は対照群の 4.91/1,000 人・年に対して低線量 CT 検診群は 5.58/1,000 人・年、肺がん死亡率はそれぞれ 3.30/1,000 人・年、2.50/1,000 人・年であった。10 年の時点における対照群に対する低線量 CT 検診群の肺がん死の男性のリスク比は 0.76 (95% 信頼区間: 0.61-0.94, $p=0.01$) と肺がん死亡率は 24% 低下し、8 年および 9 年の時点と同様であった。女性のリスク比は 10 年の時点で 0.67 (95% 信頼区間: 0.38-1.14)、7~9 年の時点で 0.41~0.52 であった¹⁵⁾。このように米国 NLST と欧州 NELSON の 2 つの大規模ランダム化比較試験によって、低線量 CT 検診が死亡率の低減に寄与することが証明された。

現在、先進各国では低線量 CT 検診を推進する流れになっている。これに対し、わが国での低線量 CT は自治体による対策型検診よりも、人間ドックなど自由意志に基づく任意型検診のオプション検査として普及しつつある。前述の米国 NLST において、重喫煙者では低線量 CT 検診により、胸部 X 線検診に比べて肺がん死亡率が約 20% 減少したが、非喫煙者での死亡率減少の効果はわかっていない。わが国では非喫煙者にも肺がんが少なくないことから、日本人非喫煙者における低線量 CT 検診の有効性の検証が重要と考えられる。そこで、2010 年に厚生労働省主導で国家的プロジェクトとして、非喫煙者と喫煙指数 600 未満の軽喫煙者 (50~75 歳) での低線量 CT 検診 (5 年ごと 2 回) vs 胸部 X 線検診 (年 1 回) のみのランダム化比較試験が立ち上がった。2015 年以降、日本医療研究開発機構 (AMED) 革新的がん医療実用化研究事業佐川班「低線量 CT による肺がん検診の精度および死亡減少効果評価のための個人単位ランダム化比較試験 (JECS Study, 主任研究者: 東北医科薬科大学光学診療部佐川元保教授)」として継続され、参加人数 27,000 人を目標として進行中である¹⁶⁾。千葉大学腫瘍内科滝口裕一教授は、第 27 回日本 CT 検診学会学術集会で、今後わが国の低線量 CT 検診について①非喫煙者に対する検診は有用か、②対策型検診として採用するか、任意型検診として推奨するか、③住民検診、職域検診に CT の導入が可能か、④読影医は確保できるか、⑤読影医・放射線技師・施設の質の問題などの課題がある、と指摘した。①については前述のランダム化比較試験 JECS Study を成功させることが極めて重要と強調されている。なお、日本赤十字社の医療機関では 2020 年 7 月現在、日本赤十字社熊本健康管理センターが本試験に参加している。

3. 低線量 CT の実際

肺がんは死亡率が高いがんであるが、発見されても切除可能であれば手術により約 70% の方が治る時代となっている。2009~2011 年に肺がんと診断された約 143,000 人の相対 5 年生存率は肺がん病期ステージ I 期 81.6%、II 期 46.7%、III 期 22.6%、IV 期 5.2% で、切除の対象となる I・II 期に比べ、対象にならない III・IV 期は予後不良である¹⁷⁾。肺がんの早期発見と言えるのはステージ IA のみで、腫

瘍が3 cm 以下で主気管支に浸潤が及ばず、リンパ節を含め転移が無い状態である。近年は、胸腔鏡を用いた創の小さい低侵襲手術 video-assisted thoracic surgery (VATS: 胸腔鏡補助下手術) によって、入院期間も短く、早期の社会復帰も可能となっている。低線量 CT の目的は、治癒切除可能な肺がんを早期に発見すること、すなわち転移を起こす前に発見し、適切な治療を行ない肺がんで死なないようにすることである。低線量 CT の画質は通常診療における CT より少し悪くなるが、肺がんを指摘することに問題はない。被ばく線量を通常の胸部 CT の約 1/5~1/10 と、胃のバリウム検査(胃 X 線検査)とほぼ同程度に低減し、検査後にノイズを除去するために画像再構成法による処理を行う。低線量 CT の進歩は、この画像再構成法による部分が大きく、最近では、iterative reconstruction である逐次近似再構成法と逐次近似応用再構成法が用いられる。低線量 CT の欠点は、被ばく線量を少なくしても、検査自体の発がんのリスクがゼロとはいえないことである。発見された肺結節の判定基準および経過観察は、日本 CT 検診学会ホームページに掲載されている「低線量 CT による肺がん検診の肺結節の判定基準と経過観察の考え方第 5 版 2017 年 10 月改訂」¹⁸⁾および「低線量マルチスライス CT による肺がん検診: 肺結節の判定と経過観察図 2017 年 10 月追加改訂」¹⁹⁾を参照して行う。なお、日本 CT 検診学会では、検出された肺結節は通常医療として、通常線量の thin section CT による経過観察が推奨されている。発見されたごく小さな陰影は、早期肺がんの場合と炎症癍痕・肺内リンパ節・限局性器質性肺炎・炎症性結節・過誤腫などの良性腫瘍の場合がある。結果的に後者であった場合には、通常線量の胸部 CT による精密検査や経過観察を要することが、被ばくの点で偽陽性としての最大の問題である。また、進行のきわめて遅いがんもあり、早期に見つけてもあまり意味がない場合がある。これは、検診における過剰診断の問題である。逆に、肺がんのなかには急速に発育する小細胞がんのように、低線量 CT 検診を受けても早期発見ができないものもある。また、扁平上皮がんは気管支にできるため、喫煙者では喀痰細胞診が併用されることもあるが、肺門部肺がんだけでなく、末梢型肺がんも増えており、CT では発見できずに喀痰細胞診でしか検出できない例はそれほど多くないと考えられる。低線量 CT の対象と検診間隔について、現時点で明らかなエビデンスは確立されていないが、日本 CT 検診学会の CT 検診精度管理ガイドライン²⁰⁾は以下のように提言している。肺がん死亡リスクと余命との観点から、対象①: 50 歳以上 75 歳未満の高危険群(喫煙指数 600 以上の喫煙者で過去喫煙も含む)、対象②: 50 歳以上で非高危険群、対象③: 40 歳以上 50 歳未満の男女、対象④: 75 歳以上男女の 4 群に大別する。性別・喫煙状況別の経年受診者のがん発見率の推移から、対象①については 1 年に 1 回の CT 検診を強くすすめる。対象②については 2 年連続して行い、以後は 3~5 年に 1 回を勧奨する。対象③については 5 年に 1 回程度は許容される。対象④については任意とし、希望者だけとする。なお、人間ドックについては、受診希望者の自由意志に基づく任意型検診であり、特に年齢や検診間隔に制限をもうけないが、低線量 CT 検診の利益と不利益と経年受診者のがん発見率の推移について、受診希望者に事前に十分な情報提供が必須である。

撮影の方法について、検査前の飲食・内服薬の制限や前処置は必要ない。上半身に金具がついていない服装で、撮影台に仰向けに寝て、両手を上にあげるだけでよい。撮影中は、合図に合わせて 2 回前後少し長めの深呼吸による約 10 秒間の息止めだけで、検査は 5~10 分ほどで終了、検査前に造影剤の注射は不要で、短時間でストレスを少なく検査を受けることができる。2017 年の日本 CT 検診学会精度管理委員会の調査では、年間 127,963 例の低線量 CT 受診者が報告され、肺がんの早期発見や喫煙者の肺気腫所見の早期指摘に役立っている。

4. 当院健診センターの取り組み

当院健診センターでは肺がんの早期発見を期待して、2014 年オプション検査として低線量 CT を開始した。CT の画質は機種グレードに依存するが、当院放射線科では、80 列マルチスライス CT

(Aquilion PRIME, 東芝メディカルシステムズ)に加え, 2020年3月に320列マルチスライスCT (Aquilion ONE, キヤノンメディカルシステムズ)を導入し, 画質向上に寄与している. 前者には逐次近似応用再構成法である Adaptive Iterative Dose Reduction 3D Enhanced (AIDR 3D Enhanced), 後者にはディープラーニングの技術を応用した新画像再構成法 Advanced intelligent Clear-IQ Engine (AiCE, エース)が実装されている. 特に AiCE は逐次近似応用再構成法を進化させたもので, CT装置がノイズ部分とシグナル成分の識別方法を学習, 構築された強固なニューラルネットワークを基に画像再構成を行うことにより, 空間分解能の向上や大幅なノイズ低減効果が短時間で得られ, 高画質の画像を低線量下でも提供できる画期的な画像処理法である²¹⁾. 問題となる被ばく線量について, 低線量CTの基準は固定式で管電流値 (mA) と照射時間 (s) をかけて得られた管電流時間積 (mAs 値) 50 mAs 以下, 日本人の標準的体格 BMI 20~22 kg/m² におけるCTの線量指数CTDIvol 2.5 mGy 以下とされている²²⁾. 日本人間ドック学会会員施設における, 低線量CTの実施状況に関する報告書によると, 低線量CTを用いた肺がん検診実施施設450施設, 実施数289,549人中, 固定式と回答した124施設では101施設(81.5%)がmAs値50 mAs以下であったが, CTDIvol 2.5 mGy以下を満たしている施設は450施設中わずか157施設(34.8%)との結果が出ており, 基準を満たす施設は多くなかった²³⁾. おそらく, 低線量による画質劣化の懸念が背景にあると考えられるが²³⁾, 低線量CTの目的はあくまで肺野内の6 mm以上の結節を発見することであり¹⁸⁾, 当院ではAiCEを活用して被ばく線量をmAs値15~25 mAs, CTDIvol 約1.0 mGyに抑え, 当院の通常診療における胸部CTでのCTDIvol 7.0~7.7 mGyに比べて1/7程度に低減している.

精度管理については, 見落としを防ぐため放射線科診断医の1次読影と健診担当医による2次読影による二重読影(ダブルチェック)を必ず行っている. 新規病変の拾い上げや陳旧性変化など精密検査不要な所見を除外するために, 前回画像が参照できる場合には可能な限り比較読影を行って, 高い精度管理を満たした低線量CTを提供している. また, 放射線科診断医と合同で胸部画像検討会を適宜行っている. 当院健診センターは病院付設型であり, 呼吸器内科専門医が常勤されているので, 低線量CTで要精密検査と判定された場合は当院呼吸器内科に院内紹介を行っている. 事後管理として, 要精密検査と判定されても結果報告書送付後1ヶ月以内に受診または予約されていない受診者には, 受診勧奨の案内文, 医療機関への紹介状と受診結果報告用紙を送付し, 記入して返送して頂いている. ただし, 肺がんが強く疑われる場合は直接電話で受診勧奨している. 精密検査の結果は健診システムに記録し, 次回受診時の情報として活用している. 2020年9月, 当院健診センターは日本人間ドック学会が行う人間ドック健診施設機能評価 ver.4.0を受審した. そのなかで, この事後管理すなわち精密検査や治療が必要な受診者に対するフォローアップ体制の確立と実施は重要な評価対象となっている.

一方, 受診者にとって重要なことは費用負担である. より多くの受診者が気軽に受けられるよう, 低線量CT導入時に他施設との比較検討を十分に行い, 比較的リーズナブルなオプション価格設定としている(図1). 受診者増加に向けての取り組みとして, 受診申し込み時に低線量CTをご案内し, 受診前に送付する書類にも説明資料を同封している(図2). また健診センター内にポスターを掲示, 受診当日の窓口受付時と診察時に担当医から情報提供を行い, 当日も追加検査を可能としている. 低線量CT受診者数は, 2014年度開始時214人, 2015年度273人, 2016年度326人, 2017年度405人, 2018年度396人と2017年まで右肩上がりであったが, 以後は横ばいを呈している(図3). 2019年度は健診受診者年間6,934人に対し, 低線量CT受診者数は406人, 受診率5.9%で, 受診者数を伸ばす余地があると考えられる. 開始以来の低線量CTで見つかったがんを示す(図4). 2019年度発見肺がんは扁平上皮がん1例, 腺がん3例で, ステージ0ないしIで全例治癒切除であった. 低線量CTで見つかる病気は肺がんのみならず, 肺がん以外の呼吸器の病気として肺気腫, 肺炎, 気管支拡張症, 肺結核, 縦隔腫瘍などがある. 呼吸器以外の病気として冠動脈石灰化, 大動脈硬化症, 胸部大動脈瘤, 甲状腺腫瘍などがあり, 特に冠動脈石灰化を契機に無症状の冠動脈狭窄など虚血性心疾患の診断が得られること

があり、低線量 CT は情報量に富む検査といえよう。

	コース	料金(税込)
当院	低線量CTのみ	13220円
	低線量CT 喀痰細胞診	15400円
	低線量CT 腫瘍マーカー	17600円
	低線量CT 喀痰細胞診 腫瘍マーカー	19800円
K赤十字病院	低線量CTのみ	19800円
	低線量CT 喀痰細胞診 腫瘍マーカー	35200円
O赤十字病院	低線量CTのみ	15400円
	低線量CT 喀痰細胞診 腫瘍マーカー	22000円

図 1 低線量 CT 料金比較

低線量胸部CT検診のご案内

厚生労働省の「人口動態統計の概況」によると、平成23年1年間の死因別死亡総数のうち悪性新生物(がん)は28%と第1位でした。

そのうち、肺がんは男性の死亡原因の1位、女性の死亡原因の2位と頻度が高い疾患です。

1位 肺がん
2位 胃がん
3位 大腸がん

1位 大腸がん
2位 肺がん
3位 胃がん

平成23年 主な死因別死亡数の割合

肺がんは喫煙(過去の喫煙も含みます)が最大の原因ですが、近年では喫煙されない方が肺がんになる確率も増えてきています。

また、早期で発見された場合(ステージⅠ)の治療率は、約80%と報告されています。

なによりも早期発見が大切です。

この機会に、胸部CT検診をぜひお受け下さい。

当院では、被ばく量の少ない低線量CT検査をオプション検査として実施しています。裏面に、その特色をお示ししています。ご覧ください。

⇒裏面に続く

低線量胸部CT検査の特色

最新鋭マルチスライスCT検査で早期発見を目指す

当院ではマルチスライスCTを導入しています。検診で行う胸部X線検査で見つかる肺がんの大きさは、一般的に約2cm以上と言われていますが、マルチスライスCTでは1cm以下のがんを発見することも可能です。

↑

低線量CT検査で被ばく量を少なく

低線量CT検査では放射線量を通常の胸部CT検査の約1/5に抑えて、なおかつ検査後に画質を通常のCT検査に近付ける処理を行います。

↑

短時間検査でストレスを少なく

検査台に仰向けになり、合図に合わせて約10秒間息を止めていただくだけで、検査が終了します。検査前の、注射・薬による処置は必要ありません。

低線量CT検査のほかにも、今回肺がん検査として

肺腫瘍マーカー(3種) 喀痰検査 もご用意しました。

詳細は当院健診センターにお問い合わせください。

図 2

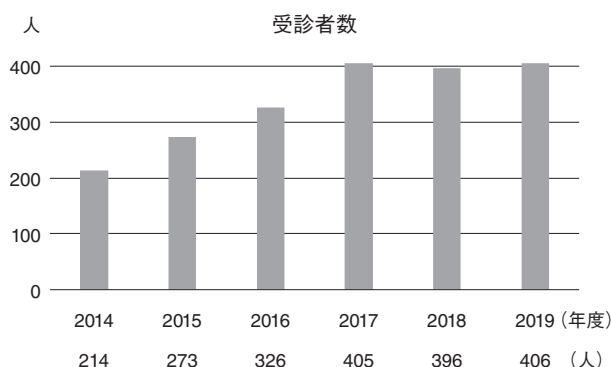


図3 当院健診センター低線量 CT 件数

	2014	2015	2016	2017	2018	2019
原発性肺がん	0	1	1	1	1	4
肺転移	1	0	0	1	0	0
甲状腺がん	0	0	0	1	0	1

図4 当院健診センター低線量 CT 発見されたがん (人)

5. おわりに

本論文は、2018年10月23日に開催された京都第二赤十字病院平成30年度がん市民公開講座の講演内容を加筆・改訂したものである。低線量CTは、肺がんで死なないために有用な検査と考えられ、わが国においても将来は低線量CTが肺がん検診を担ってゆく可能性がある。しかし、当面は人間ドックのオプション検査としての位置付けが続くと思われる。本年度は新型コロナウイルス感染症拡大防止の観点から講演会の休止が続いているが、状況の好転後は当院医療社会事業部との共催で行う市民公開講座などの啓発活動を活発にし、低線量CTの受診者を増やすことによって肺がんの早期発見に努めてゆく方針である。

謝辞

貴重なアドバイスを頂きました当院呼吸器内科部長竹田隆之先生、前健診部長小林正夫先生と放射線診断技術第3課診療放射線技師山本祐造CT係長に厚く御礼を申し上げます。

利益相反の開示：開示すべき利益相反はありません。

引用文献

- 1) 2019年・国立がん研究センター がん情報サービス がん登録・統計：
https://ganjoho.jp/reg_stat/statistics/stat/summary.html [accessed 2020-5-15]
- 2) 国立がん研究センター 社会と健康研究センター 予防研究グループ 科学的根拠に基づくがんリスク評価とがん予防ガイドライン提言に関する研究 喫煙と肺がんリスク
https://epi.ncc.go.jp/can_prev/evaluation/783.html [accessed 2020-5-15]
- 3) Wakai K, Inoue M, Mizoue T, et al. Research Group for the Development and Evaluation of Cancer Prevention Strategies in Japan. Tobacco smoking and lung cancer risk: an evaluation based on a systematic review of epidemiological evidence among the Japanese population. *Jpn J Clin Oncol.* 2006; **36**: 309-324.
- 4) 館野之男, 飯沼武, 松本徹, 他. 肺癌検診のためのX線CTの開発. *新医療* **17**: 28-32, 1990
- 5) Sone S, Takashima S, Li F, et al. Mass screening for lung cancer with mobile spiral computed tomography scanner. *Lancet.* 1998; **351**: 1242-1245.
- 6) Nawa T, Nakagawa T, Kusano S, et al. Lung cancer screening using low-dose spiral CT: results of baseline and 1-year follow-up studies. *Chest.* 2002; **122**: 15-20.
- 7) 祖父江友孝 (主任研究者). 有効性評価に基づく肺がん検診ガイドライン, 平成18年度厚生労働省がん研究助成金「がん検診の適切な方法とその評価法の確立に関する研究」班報告書 (2006年9月11日), 2006:
http://canscreen.ncc.go.jp/guidelin/guide_lung070111.pdf [accessed 2020-7-5]

- 8) National Lung Screening Trial Research Team, Aberle DR, Adams AM, Berg CD, et al. Reduced lung-cancer mortality with low-dose computed tomographic screening. *N Engl J Med.* 2011 ; **365** : 395-409.
- 9) Kovalchik SA, Tammemagi M, Berg CD, et al. Targeting of low-dose CT screening according to the risk of lung-cancer death. *N Engl J Med.* 2013 ; **369** : 245-254.
- 10) Jemal A, Fedewa SA. Lung Cancer Screening With Low-Dose Computed Tomography in the United States-2010 to 2015. *JAMA Oncol.* 2017 ; **3** : 1278-1281.
- 11) Canadian Task Force on Preventive Health Care. Recommendations on screening for lung cancer. *CMAJ.* 2016 ; **188** : 425-432.
- 12) Nawa T, Nakagawa T, Mizoue T, et al. Long-term prognosis of patients with lung cancer detected on low-dose chest computed tomography screening. *Lung Cancer.* 2012 ; **75** : 197-202.
- 13) Nawa T, Nakagawa T, Mizoue T, et al. A decrease in lung cancer mortality following the introduction of low-dose chest CT screening in Hitachi, Japan. *Lung Cancer.* 2012 ; **78** : 225-228.
- 14) Nawa T, Fukui K, Nakayama T, et al. A population-based cohort study to evaluate the effectiveness of lung cancer screening using low-dose CT in Hitachi City, Japan. *Jpn J Clin Oncol.* 2019 ; **49** : 130-136.
- 15) de Koning HJ, van der Aalst CM, de Jong PA, et al. Reduced lung-cancer mortality with volume CT screening in a randomized trial. *N Engl J Med.* 2020 ; **382** : 503-513.
- 16) Sagawa M, Nakayama T, Tanaka M, et al. J ECS Study Group. A randomized controlled trial on the efficacy of thoracic CT screening for lung cancer in non-smokers and smokers of <30 pack-years aged 50-64 years (J ECS Study) : research design. *Jpn J Clin Oncol.* 2012 ; **42** : 1219-1221.
- 17) 2019年・国立がん研究センター がん情報サービス がん登録・統計 : https://ganjoho.jp/reg_stat/statistics/brochure/hosp_c_reg_surv.html [accessed 2020-7-5]
- 18) 日本 CT 検診学会 肺がん診断基準部会編：低線量 CT による肺がん検診の肺結節の判定基準と経過観察の考え方第5版. 2017, <https://jscts.org/pdf/guideline/gls5th201710.pdf> [accessed 2020-8-11]
- 19) 低線量マルチスライス CT による肺がん検診：肺結節の判定と経過観察図 2017年10月追加改訂. 2017 : <https://www.jscts.org/pdf/guideline/gls5thfig201710.pdf> [accessed 2020-8-11]
- 20) CT 検診精度管理ガイドライン (第一版). 胸部 CT 検診研究会精度管理部会, 2004 : <https://jscts.org/pdf/guideline/GL2004.pdf> [accessed 2020-8-9]
- 21) 低被ばく CT/被ばく半減プロジェクト, キヤノンメディカルシステムズ株式会社 : https://jp.medical.canon/products/computed-tomography/Low_Dose_Solution/LDCT_Project# [accessed 2020-8-5]
- 22) 日本肺癌学会編：9. 肺がん検診の手引き II. 低線量 CT 肺がん検診. 臨床・病理 肺がん取扱い規約 第8版, 金原出版, 東京, 2017, 202-206.
- 23) 瀧澤弘隆, 丸山雄一郎, 笹森育, 他. 本学会会員施設における低線量 CT 肺がん検診の実施状況に関する調査報告書 - 第3回調査報告 - 人間ドック. 2019, **33** : 739-750.

Lung cancer screening using low-dose thoracic computed tomography is recommended- for the prevention of lung cancer death

Department of Health Care, Japanese Red Cross Kyoto Daini Hospital
Kenichi Nishioji

Abstract

Currently, lung cancer remains the leading cause of cancer death in Japan. The early detection of lung cancer is very important for reducing associated mortality. In Japan, residents over 40 years of age can undergo population-based screening for lung cancer, which consists of an interview and chest roentgenography, performed by the local government once a year. A combination of an interview, chest roentgenography and sputum cytology is recommended for current smokers and ex-smokers over 50 years of age when such individuals have a smoking index (number of cigarettes smoked per day x years of smoking) of 600 or more. However, as only up to 20% of early lung cancers are detected by chest roentgenography, this imaging modality has not been found to adequately reduce mortality. Low-dose thoracic computed tomography (LDCT) is associated with relatively low radiation exposure and its sensitivity in cancer detection is approximately 10-fold that of chest roentgenography. Lung cancers can be detected on LDCT at a relatively early stage, at which curative treatment is possible in most cases. Recently, randomized controlled trials in the U.S., the Netherlands and Belgium indicated that lung cancer screening using LDCT significantly reduced lung cancer mortality in high-risk populations. At the health-care center in this hospital, we started lung cancer screening using LDCT as an optional examination in 2014. The standard radiation exposure dose to which a patient undergoing LDCT in Japan is exposed is CT Dose Index vol (CTDIvol) ≤ 2.5 mGy. Of note, using the latest iterative reconstruction method that applies deep learning technology, which has been available in our hospital since 2020, the exposure dose could thus be drastically reduced to a CTDIvol dose of approximately 1.0 mGy. In 2019, 406 of 6,934 individuals who received health checkups (5.9%) underwent LDCT and four cases of lung cancer were detected (adenocarcinoma, n = 3 ; squamous cell carcinoma, n = 1). All cases were at stage 0 to I and were curatively resected. In the future, we would like to increase the number of LDCT examinations performed for the early detection of lung cancer.

Key words : lung cancer, early detection, chest roentgenography, low-dose thoracic computed tomography (LDCT), exposure dose