

特集

診療放射線領域における新型コロナウイルス感染症対策

新井 正一

純真学園大学 大学院 保健医療学研究科 保健衛生学専攻
保健医療学部 放射線技術科学科

COVID-19 Infection Measures in the Medical Radiological Examination and Radiation Therapy Field

Shoichi ARAI

Couse of Health Sciences, Graduate School of Health Sciences
Department of Radiological Science, Faculty of Health Sciences
JUNSHIN GAKUEN UNIVERSITY

【要旨】 2019年末に初めて報告された新型コロナウイルス感染症（COVID-19）は、無症状または発熱（37.5以上）やのどの痛み、咳、痰などの風邪のような症状で終わることが多い。しかし、高熱、胸部不快感、呼吸困難、肺炎となり、さらに重症患者の30%に危険な血栓などで生命にかかわるケースも見られる。

感染経路はウイルスが付着した手で鼻や口を触る接触感染と咳やくしゃみによる飛沫感染、乾燥した室内の空気感染があり、潜伏期間は4-6日程度とみられている。

診断にはPCR検査のほかにX線検査や胸部CT検査がある。検査時の標準予防策としてマスク、ガウン、手袋などの個人防護具（PPE）や手指衛生、環境整備などがある。

画像診断では極めて早期の肺炎は検出することは困難であるが、症状が進行してくると検出が可能となる。またCT検査では、PCR検査で確定できない場合や血中酸素飽和濃度が中程度以上の肺炎を疑われる場合で有用な場合がある。

X線画像からの診断が難しい場合があるため、機械学習（AI）による診断補助の判定を試みられており、今後研究の発展が望まれる。

乳癌術後の放射線治療により免疫力が低下した患者が新型コロナウイルス感染症への感染が危惧されるが、肺へのダメージを極力少なくなるよう治療計画時に十分な検討がなされ、放射線治療が実施されている。

キーワード： 新型コロナウイルス感染症（COVID19）、CT検査、X線検査、放射線治療、診療放射線技師

Abstract

Coronavirus infection (COVID-19), first reported in December 2019, often ends with asymptomatic or fever (37.5 or higher) and cold-like symptoms such as sore throat, cough, and sputum in many cases. However, in some cases, high fever, chest discomfort, dyspnea, etc. may develop, progress to pneumonia, and dangerous blood clots may occur in 30% of severely ill patients, which is life-threatening.

In addition to PCR tests, there are X-ray tests and chest CT tests for diagnosis.

Standard preventive measures for infection at the time of inspection include personal protective equipment (PPE) such as masks, gowns and gloves, hand hygiene, and environmental improvement.

It is difficult to detect pneumonia at an extremely early stage by diagnostic imaging, but it becomes possible to detect it as the symptoms progress.

In addition, CT examination may be useful when it cannot be confirmed by PCR examination or when pneumonia with moderate or higher blood oxygen saturation is suspected.

Since it may be difficult to make a diagnosis from an X-ray image, attempts are being made to determine diagnostic assistance by machine learning (AI), but this is currently incomplete and further research is desired.

Radiation therapy after breast cancer surgery has been thoroughly examined at the time of treatment planning to minimize damage to the lungs, and radiation therapy is being implemented.

Keyword: COVID-19 infection, computed tomography examination, X-ray examination, Radiation therapy, Radiological technologist

はじめに

2019年12月に、中華人民共和国湖北省武漢市で初めて報告された『新型コロナウイルス感染症 (COVID-19)』¹⁾は、SARS コロナウイルス2 (SARS-CoV-2) がヒトに感染することによって発症する気道感染症である²⁾。多くの場合、無症状または発熱 (37.5℃以上) や喉の痛み、咳、痰などの風邪のような症状で終わる場合が多いが、高熱、胸部不快感、呼吸困難などが出現し、肺炎へ症状が悪化する場合がある²⁻³⁾。このウイルスが2020年以降、世界各地で感染が拡大 (パンデミック) している。

日本においては、新型コロナウイルス感染症と呼ばれ⁴⁾、感染症法に基づいて強制入院などの措置を取ることができる指定感染症 (二類感染症相当) に指定されており、新型インフルエンザ等対策特別措置法上、期限付きで新型インフルエンザ等とみなされている。

現在、我が国でも新型コロナウイルス感染症が大流行している。本論文では、医療従事者として最前線で患者対応を行っている診療放射線技師の関わる業務内容および状況についてまとめ、COVID-19に対する対策や今後、診断方法が発展していく可能性について報告する。

1. 新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) について

1.1 病原体

SARS コロナウイルス2 (SARS-CoV-2) の感染によって発症する³⁾。

1.2 感染経路

感染経路としては、ウイルスが付着した手で鼻や目、口に触ることによる接触感染と、咳やくしゃみによる飛沫感染がある⁴⁾。乾燥した空気による飛沫感染・接触感染に加えて「閉鎖された環境で長時間、高濃度のウイルスの粒子を吸った場合」のエアロゾル感染が指摘されており⁴⁾、空気感染は室内の湿度の管理が特に重要とされる。

気道が主要なウイルス伝播経路になり、SARS コロナウイルス感染と同様、消化管および粘膜組織 (結膜など) もウイルスの体内侵入方法である可能性がある⁵⁾。

1.3 初期症状

症状は特異的ではなく、症状のないもの (無症候性) から重症の肺炎、死亡まで幅広い。典型的な症状・徴候としては、発熱、空咳、疲労、喀痰、息切れ、咽頭痛、頭痛、下痢などがある。くしゃみ、鼻水、のどの痛みなどの上気道症状は少ない。

初期症状はインフルエンザや普通感冒と似ており、発症早期の段階では鑑別が困難である³⁾。感染から潜伏期間 (1-14日間) を経た後に、微熱発熱や呼吸器症状、倦怠感が約1週間続く。当初中国では、初期症状は肺炎に特有の発熱や咳だけとは限らず、下痢や吐き気、頭痛や全身のだるさなど、消化器系や神経系の症状の場合もあり、早期の診断を難しくしていると伝えられた。また、特に発症早期の場合は発熱が必ずしも現れるわけではないため、発熱検知装置だけで検出できない可能性もある。

一方、2020年12月14日付一般社団法人日本耳鼻咽喉科学会では、新型コロナウイルス感染症において嗅覚や味覚の低下はコロナウイルス感染症の相談の目安として注意喚起を促しており、自覚症状が現れた場合には都道府県の相談窓口相談をするよう、声明が出されている⁶⁾。

1.4 進行症状

二次的な細菌性肺炎もあるが、感染後1 - 2週間以内に発症した肺炎はウイルス性のものが多いと見られている。

重症化すると急性呼吸窮迫症候群（ARDS）や急性肺障害（ALI）などを起こし、人工呼吸適応となる場合が多い。

1.5 潜伏期間

潜伏期間は1-14日間とされ、世界保健機関（WHO）は平均値を5-6日、アメリカ疾病予防管理センター（CDC）は中央値を4-5日としている⁷⁻⁸⁾。

ある感染者の発症（1次症例）から、2次感染者の発症（2次症例）までの「発症間隔」は、SARSの5.3 - 19日に対して、本症は3.5 - 5.9日と見られており、潜伏期間に感染能力を持つ可能性が指摘されている。

1.6 合併症

約1週間の初期症状期に回復しない場合は、高熱、気管支炎、肺炎の初期症状などが併発してくる。特にぜんそくなどの呼吸器疾患だけでなく、高脂血症、糖尿病、高血圧などの基礎疾患がある者の重症化が指摘されている。その中で、重症例では呼吸不全が起こり、血栓等も指摘されている。また血液に乗ってウイルスが体内に拡散され、肝不全、腎不全、心不全、脳炎もしくは中枢神経系感染、多臓器不全などを引き起こすことも確認されている⁸⁾。

1.7 鑑別診断

他のウイルス性気道感染症、細菌性肺炎などとの鑑別は、症状や身体所見からは難しいが、X線画像または胸部X線CT画像による鑑別が可能な場合がある。中国の81症例中、無症候の時期の病変は、片側性、multifocal（多発斑状）、すりガラス状陰影が優位であり、発症後1週間以内では両側性やすりガラス状陰影が卓越、びまん性が優位となる。発症後1週間を越えるとコンソリデーションや混在病変が優位となる⁹⁾。

病変は末梢に分布しやすく、リング状陰影（reversed halo sign）が特徴的である。胸水やリンパ節腫脹は少ない。重症患者の最大30%に危険な血栓がみられると指摘されている⁶⁾。

1.8 検査

COVID-19臨床検査には、ウイルスの存在を検出する方法と、抗体を検出する方法がある。ウイルスの存在診断にはPCR検査法があり、我が国ではSARSコロナウイルス2（SARS-CoV-2）の遺伝子領域から、オープンリーディングフレーム（ORF）1aとスパイクタンパク質を検出する2-step RT-PCR法（2ステップ逆転写ポリメラーゼ連鎖反応法）またはリアルタイム one-step RT-PCR法（TaqManプローブ法）が使用されている¹⁰⁾。

またこのほかの検査として、血液検査やLAMP法、抗原検査、画像検査では肺炎をとらえるための胸部X線撮影やCT撮影が実施されている。

2. X線検査室における感染症対策

診療放射線技師が担当するX線検査室でのCOVID-19の感染症対策について報告する。検査室における感染症対策は重要で、特に救急外来からの配送患者への対応は十分な知識とその対策を講じる必要がある¹¹⁻¹⁴⁾。

2.1 標準予防策

標準予防策とは、現在の検査方法だけでは診断できない未知の感染症も考慮し、（汗を除く）血液・体液・排泄物、粘膜・傷のある皮膚はすべて感染性のあるものとして取り扱う。検査室に来る患者にす

すべての感染症の検査を実施するわけではないので、検査結果だけで感染症の有無を判断するにはリスクがある。このためすべての患者が感染症であると考え、その対策を講じる。

標準予防策としては、マスク・ガウン・手袋など個人防護具（Personal protective equipment: 以下 PPE とする）、手指衛生、環境整備等がある。

新型コロナウイルス感染症の感染対策としては、接触予防策と飛沫予防策が基本となる。接触予防策は、手袋、ガウンの着用、飛沫予防策はフェイスシールド、マスク、キャップの着用である。

対応する技師は2人ペアを基本とし、一人は患者と接する役割を担い、もう一人はそれ以外の役割を担う。患者と接しない技師は検査室には立ち入らず、操作室で X 線装置の操作を行う。このため PPE の着用は不要である。



図1 CT 検査時における標準予防策の様子

患者と接する技師は手指衛生後、ガウン・フェイスシールド・マスク・キャップ・手袋を着用する。

患者にはサージカルマスクを着用してもらい、着替えなども済ませてから入室させる。患者には撮影室内の物には触れさせないようにする（図1）。

ポータブル撮影では、カセットはビニル袋に入れ、撮影終了後はそのビニル袋は破棄する。CT 検査の場合は、マジックテープ付きの固定ベルトは、清掃が難しいためできるだけ使用せず、使い捨ての防水ペーパーシートなどで撮影台を覆う。

患者に接する技師が撮影のポジショニングを行い、撮影を行う。撮影終了後は患者を撮影台から降ろし、検査終了を告げる。その後、使用した手袋を外し手指衛生、ガウンを脱ぎ、再度手指衛生を行う。その後、新しいガウン・手袋を着用し、消毒用エタノール等を使って撮影台、CT 装置、技師が触った部分、患者が触れた（可能性がある）箇所、ドアノブなど丁寧に清掃を行う。

清掃後、手袋を外し、手指衛生、ガウンを脱ぎ手指衛生、キャップ、フェイスシールド、マスクを外し、手指衛生を行い検査終了となる。

以下に新型コロナウイルス感染症患者の病室、診察室、検査室等における医療スタッフに必要な PPE を示す。放射線検査室ではアイシールド付きマスク、ヘアキャップ、長袖ガウン、手袋の着用となっている（図2）¹²⁾。

新型コロナウイルス感染症患者の病室／診察室／検査室 等










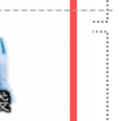




対象	状況	必要な個人防護具 (PPE)
スタッフ	挿管 ないしは 準じる医療行為	 Full PPE 【インナー】ゴーグル、N95マスク、カバーオール、1重目手袋（つなぎ目ガムテープ接着）、シューカバー 【アウトター】メディカルキャップ、フェイスシールド、ガウン、2重目手袋（つなぎ目ガムテープ接着）
スタッフ	大量飛沫発生あり 咽頭視察 鼻咽頭検査 等	 N95マスク  アイシールド付マスク  ヘアークャップ  長袖ガウン  手袋
スタッフ	日常的な 医療行為のみ	 アイシールド付マスク  ヘアークャップ  長袖ガウン  手袋
スタッフ 患者家族	検温等 面会のみ	 サージカルマスク  長袖ガウン  手袋
患者	常時	 サージカルマスク

図2 新型コロナウイルス感染症患者に対する必要な個人防護具
 (*長崎大学病院感染制御センターのCOVID-19対応マニュアルより引用)

3. 画像診断

3.1 単純 X 線撮影

胸部単純X線撮影では極めて早期の肺炎の検出は困難であるが、治療が必要となる胸部単純X線撮影で検出可能な肺炎患者を評価するためには、診断能と被ばくの関係から、有用な検査である。撮影にあたっては院内感染対策のため患者の動線を考慮し、一般患者と動線が分けられる場合は撮影室で、動線が分けられない場合はポータブルX線撮影を活用する。

写真付きの論文¹⁵⁾によれば、CT所見において一般的に両側性のすりガラス陰影と浸潤影を呈することが分かる。また、他の早期診断に有用と思われる特徴として、結節性陰影、網状影、病変の辺縁性分布が挙げられる。一方、空洞、不連続な結節、胸水貯留、リンパ節腫脹は見られなかった。ただし、初回CT検査で異常所見がなくても（すなわち陰性でも）、COVID-19の可能性を除外できるとは限らない（図3）。

3.2 CT 検査

CTは、胸部単純X線撮影と比較して肺炎の早期診断や合併症の有無、鑑別診断に有用である。しかし、CTの診断能には限界があること、CT検査室での感染拡散のリスクや、CT装置の台数や感染症専用のCTの有無（通常の臨床的にCT検査適応のある患者のために確保しておく必要がある）など各施設での医療業務への影響を十分に考慮し、CTの適応を判断することが重要である。臨床医がCT検査を必要と判断する具体的な状況としては以下のようなものが考えられる。

1. 胸部単純X線撮影で異常影がみられ、他疾患との鑑別を要する場合
2. 臨床症状、地域の感染状況を鑑み、COVID-19が強く疑われ、PCR検査で確定できない場合であって、疾患の進行するリスクが高いと判断される場合



図3 ポータブルX線撮影によるCOVID-19の肺炎像

3. 胸部単純X線撮影では異常影がみられないが、PCR 検査陽性でありCTが有用な情報を与えると考えられる場合
4. 胸部単純X線撮影の施行の有無にかかわらず、酸素化が必要な中等度以上の肺炎を疑う患者の場合

(1) COVID-19肺炎のCT所見

・典型的な所見

初期は片側性ないし両側性の胸膜直下のすりガラス影、背側または下葉優位
円形の多巢性のすりガラス影
進行すると crazy-paving pattern やコンソリデーションなどの割合が増加
器質化を反映した索状影の混在

・非典型的な所見

すりガラス影を伴わない区域性の浸潤影
空洞、境界明瞭な結節・腫瘤
小葉中心性の粒状影, tree-in-bud appearance
胸水（重症例ではみられることがある）

COVID-19の発症時（0～2日）には、約60%の患者が胸部CTでの異常を認められない。その後、発症3～5日で約90%の患者で胸部異常所見が両側肺野に存在してくる（図4）。つまりこれは病初期の診断として胸部CTが必ずしも有用でないことを示す。一方で、発症後数日で多くの患者が肺炎像を呈し、経験的にも軽症感染者であっても、PCR陽性患者の多くが肺炎像を有している⁹⁾。

また胸部CTの特徴的な所見として、すりガラス状陰影（Ground-Glass Opacity; GGO）と呼ばれる“気管支、肺血管辺縁を透見出来る程度の肺野濃度の上昇”が、肺内に多発する（図5）。多くは両側性

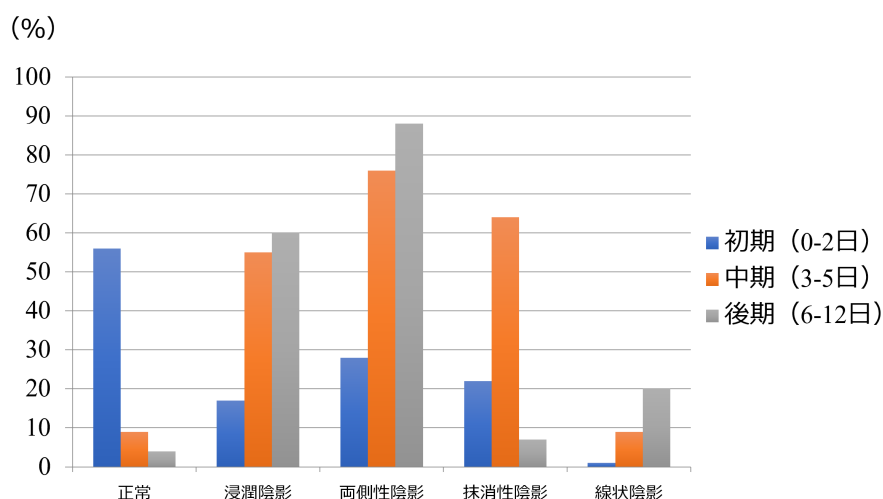


図4 時間経過に伴う CT 所見の変化 (文献9改変)

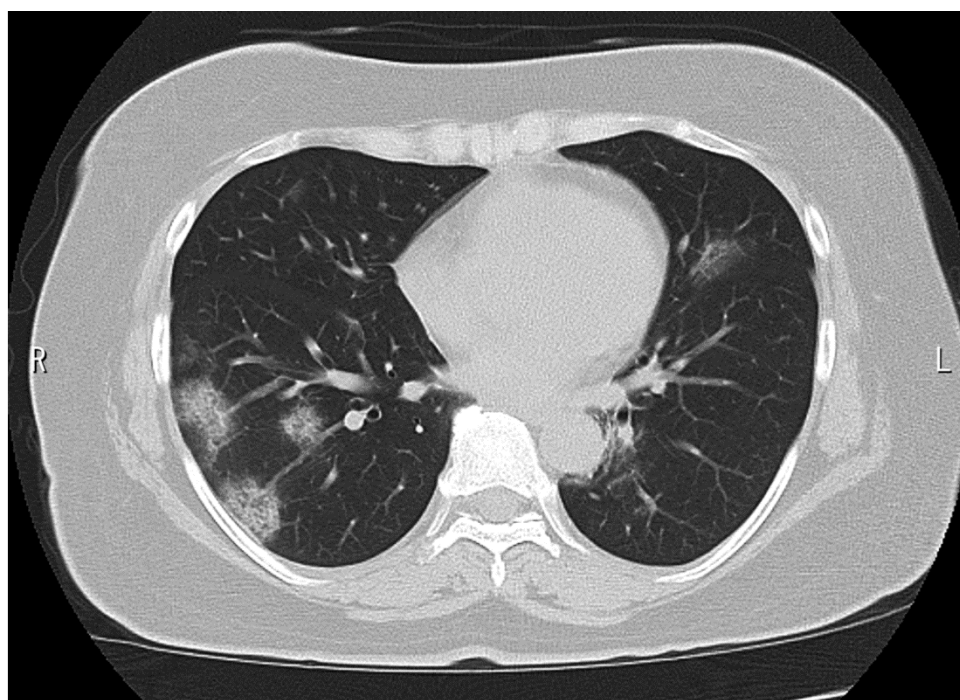


図5 CT 撮影による COVID-19肺炎像 (文献16より引用)

に存在し、その形状が円形であることや、肺の胸膜下末梢側に存在するなどの特徴がある。結核のように好発する肺葉や空洞形成はなく、上葉から下葉までどこにでも発症する¹⁶⁾。

(2) すりガラス陰影

胸部 X 線画像や CT 画像で見られる淡いすりガラスのような陰影をすりガラス陰影といい、間質性とも呼ばれる (図6)。肺には、気管支が枝分かれをしてその先に肺胞と呼ばれる血液中のガス交換をする場所がある。この気管支や肺胞といった空気がある場所を間質と呼ぶ。ここに炎症が起きると淡いすりガラスのような影が見られる。この間質に炎症を起こす疾患を間質性疾患とよぶ。発症する原因としては、ウイルスやマイコプラズマなどの病原体による肺炎や、吸い込んだ物質によるアレルギーにより生じる過敏性肺炎、またこのほかにも薬剤性肺炎、膠原病に伴う肺炎、放射線治療による放射線肺炎、サルコイドーシス、肺胞たんぱく症、じん肺などがある。

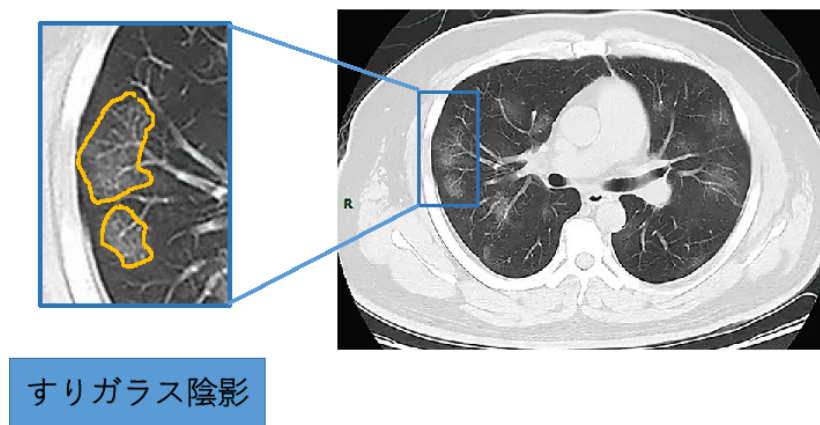


図6 CT 画像におけるすりガラス陰影像

3.3 AI による自動診断システムの開発

胸部 X 線画像からの COVID-19 の診断は難しい場合が多いとされるが、機械学習によって胸部 X 線画像から判定を行うソフトウェアが研究開発されはじめており、その中の一つ『COVID-Net』がオープンソースで公開されているものの、まだ未完成となっている¹⁷⁾。

また、米国立衛生研究所（NIH）は COVID-19 の拡大をきわめて深刻な危機として捉え、差し迫る医療崩壊の回避を念頭に、将来的な新規感染症のパンデミックにも技術的に備えることと併せ、COVID-19 と AI 研究・開発に対して大規模な助成を進めており、早期の診断システムの確立が期待されている。

4. 放射線治療と COVID-19

2020年4月ごろ、乳がん手術後に放射線治療を行っていた患者（芸能人）が新型コロナウイルスに罹患し、その後、亡くなったことで、一部で放射線治療により免疫力が低下し、それが原因で劇症化したのではないかという意見が散見された。

放射線治療によって重症化したのではないかという誤解が生じ、現在放射線治療を受けている患者や放射線治療を予定している患者、すでに治療が終わっている患者から不安な声が上がった。このことについては公益社団法人日本放射線腫瘍学会のホームページでも「早期乳がん手術後に行われる放射線治療は、体への侵襲が少なく、免疫機能の低下はほとんどありません」とのコメントが出されている¹⁸⁾。

4.1 新型コロナウイルス感染予防時期における放射線治療

早期の乳がんであれば、乳房温存手術治療を受けた後に、再発予防として術後放射線治療が行われるのが一般的である。この治療では手術後、乳房全体へ放射線治療を実施する。その際には、肺への影響をさけるように斜め前からと斜め後ろから乳房を挟み込むように放射線治療が実施される。この治療では肺はわずかにかすめる程度であり、照射範囲に含まれる組織のほとんどが乳腺組織と脂肪組織となる（図7）。

一般的な乳がん術後放射線治療で免疫力が落ちるというようなことは基本的には考えられない。そのため放射線治療専門医からは、新型コロナウイルス感染症による重症肺炎に移行することを恐れ、放射線治療を中止するべきではないとコメントされている。ただし、放射線治療の多くは1～2か月ほどかけて連日治療を行う。そのため通院などで他者と接する機会が多く、感染の機会が増える恐れもあるとして、通常よりも短期間で放射線治療を実施する場合もある。特にこれまでに治療回数を変更しても治療

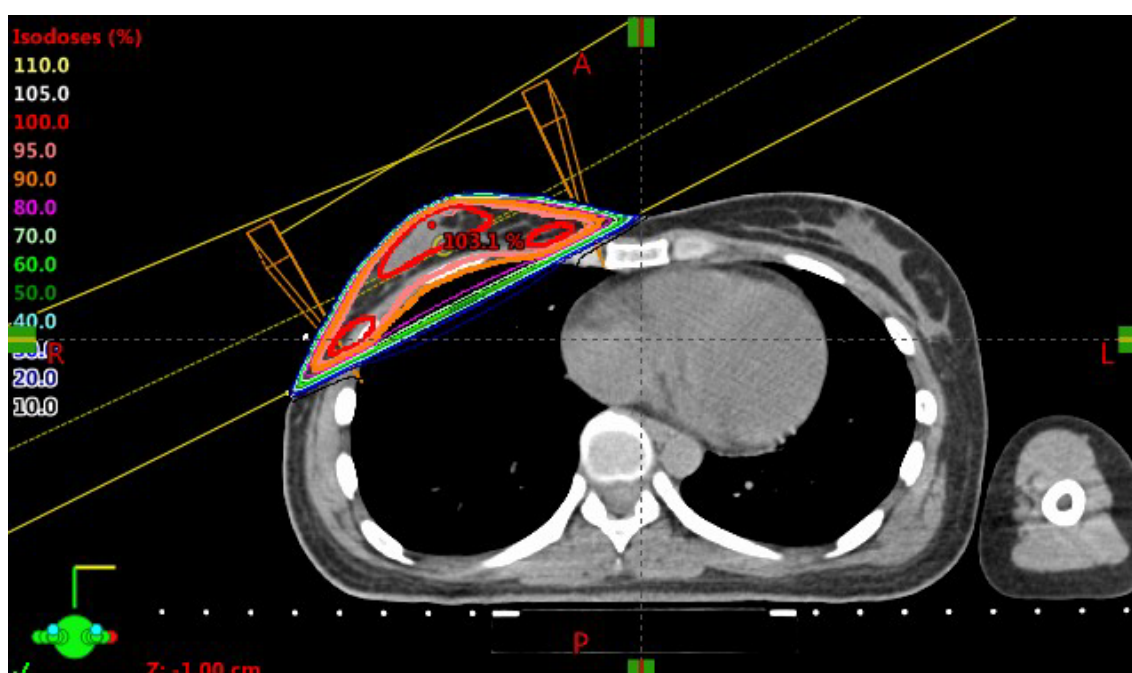


図7 右乳癌における放射線治療計画

効果は変わらないという明確なエビデンスがある疾患のみで実施される。今回の乳がん術後の再発予防放射線治療の中でも特に再発リスクがそれほど高くない患者の場合は、放射線治療を避ける、あるいは延期する場合もある。

まとめ

2019年12月に初めて報告された新型コロナウイルス感染症（COVID-19）は、多くの場合、無症状または発熱（37.5以上）やのどの痛み、咳、痰などの風邪のような症状で終わることが多い。しかし、場合によっては高熱、胸部不快感、呼吸困難などが出現し、肺炎へ進展、さらに重症患者の30%に危険な血栓などが起こり生命にかかわるケースも見られる。

感染経路はウイルスが付着した手で鼻や口を触る接触感染と咳やくしゃみによる飛沫感染、空気感染があり、潜伏期間は4-6日程度とみられている。

診断にはPCR検査のほかにX線検査や胸部CT検査がある。検査時の感染の標準予防策としてマスク、ガウン、手袋などの個人防護具（PPE）や手指衛生、環境整備などがある。

画像診断では極めて早期の肺炎は検出することは困難であるが、症状が進行してくると検出が可能となる。またCT検査では、PCR検査で確定できない場合や血中酸素飽和濃度が中程度以上の肺炎を疑われる場合で有用な場合がある。感染初期では胸膜直下や背側、下葉優位円形の多巣性すりガラス影が見られる。また進行するとコンソリデーションなどが増加する。

X線画像からの診断が難しい場合があるため、機械学習（AI）による診断補助の判定を試みられているが、現在は未完成であり、今後研究の発展が望まれる。

乳癌術後の放射線治療により免疫力が低下した患者が新型コロナウイルス感染症に感染し、劇症化するとの意見もあるが、肺へのダメージを極力、少なくなるよう治療計画時に十分な検討がなされ、放射線治療が実施されている。

- 1) 新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) とその原因となるウイルスの命名について. WHO (2020年5月7日) 2020年12月31日閲覧
https://extranet.who.int/kobe_centre/sites/default/files/20200507_JA_naming_Ver2.pdf2
- 2) 「新型コロナウイルス感染症 2020年5月現在」『病原微生物検出情報 (IASR)』第41巻第7号, 国立感染症研究所, 2020年7月, 103-105頁 2020年12月31日閲覧
<https://www.niid.go.jp/niid/ja/cholerae-m/cholerae-iasrtpc/9752-485t.html>
- 3) 「新型コロナウイルス感染症を指定感染症として定める等の政令」(令和二年政令第十一号) 厚生労働省 (官報2020年 (令和2年12月28日))
- 4) 新型コロナウイルス感染症について (厚生労働省)
https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000164708_00001.html
- 5) 新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) に関する情報: 一般社団法人 日本耳鼻咽喉科学会 (jibika.or.jp) 2020年12月31日閲覧
<http://www.jibika.or.jp/citizens/covid19/index.html>
- 6) COVID-19 に関する一般的な質問に対する現時点での文献的考 (感染症・結核学術部会) 2020年12月31日閲覧
<https://www.jrs.or.jp/uploads/uploads/files/information/20200325v1.220200323.pdf> p.16
- 7) 特集号: コロナウイルス (COVID-19): 重症管理に役立つコクランエビデンス (日本語). www.cochrane.org. 2020年12月31日閲覧
- 8) Interim Clinical Guidance for Management of Patients with Confirmed Coronavirus Disease (COVID-19). Centers for Disease Control and Prevention (2020年6月30日). 2020年12月31日閲覧
<https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/hcp/clinical-guidance-management-patients.html>
- 9) Adam Bernheim, Xueyan Mei, Mingqian Huang, et. al. Chest CT Findings in Coronavirus Disease 2019 (COVID-19): Relationship to Duration of Infection. *Radiology* 2020; 295: 685-691
- 10) 国立感染症研究所病原体検出マニュアル 2019n-CoV Ver2.7 (2月25日)
<https://www.niid.go.jp/niid/images/lab-manual/2019-nCoV20200225.pdf>
- 11) 新型コロナウイルス肺炎疑い症例での CT 撮像時の感染症対策紹介 (日本放射線科専門医会・医会) (2020年2月22日)
<https://jcr.or.jp/2020/02/22/01/>
- 12) COVID-19に対する胸部 CT 検査の指針_Ver.1.0_最終版20200423 (日本放射線科専門医会・医会) (2020/4/23)
https://jcr.or.jp/covid19_2020/0423_ct_ver_1-0/
- 13) 富田博信. COVID-19感染症に対する CT 室における感染防護の現状. 日本放射線技師会雑誌. Vol.67. No813. 34-39
- 14) 八巻 伸. 亀田総合病院における COVID-19患者に対する撮影対応. 日本放射線技師会雑誌. Vol.67. No812. 2-7
- 15) Michael Chung, et. al. CT Imaging features of 2019 novel coronavirus (2019-nCoV). *Radiology*. 2020; 295: 202-207
- 16) 長谷川 好規. 新型コロナウイルス感染症肺炎の臨床. 日本医師会有識者会議. <https://www.covid19-jma-medical-expert-meeting.jp/topic/2167>
- 17) Linda Wang, Zhong Qiu Lin, Alexander Wong; COVID-Net: A Tailored deep convolutional neural network design for detection of COVID-19 cases from chest X-ray images. *arXiv*: 2003. 09871v4 [eess. IV] 11 May 2020
<https://www.nature.com/articles/s41598-020-76550-z>
- 18) がんの放射線治療後の免疫力について (公益社団法人 日本放射線腫瘍学会) 2020年4月25日.
<https://www.jastro.or.jp/customer/news/20200425.pdf>