

【寄稿】

情熱ある先生との出会いを活かした半世紀

京都医療科学大学名誉教授 元 産業医科大学病院 小田紘弘(49 回生)

49 回卒の小田紘弘です。現在「ゴルフ競技と研究課題」の二刀流で楽しんでいます、その成果はイマイチです。学生時代は山田勝彦先生や西谷源展先生にご教授いただきました。西谷先生の情熱ある第一種放射線取扱主任者試験の講義のおかげで合格することができました。この主任者免状の恩恵は、福岡大学病院の就職を決め、4 年後に新設された産業医科大学病院の採用条件でも活かされました。その後、日本放射線技術学会から学術奨励賞、シカゴ大学カートロスマン放射線像研究所に短期留学、学術賞を受賞しました。社会人学生として山口大学大学院理工学研究科、知能情報システム工学専攻の博士課程を経て、2007 年に母校の京都医療科学大学に教員採用、現在名誉教授の称号をいただいています。

今年は第 81 回 JSRT 総会学術大会で宿題報告(Expert lecture)をいたします。テーマは「DR 胸部高圧撮影で早期がんをつかみ撮れ —40 年間 40 編を束ねた報告—」です。概要ですが、撮影頻度も高く皆様お馴染みの胸部 X 線撮影のため長文にいたしました。胸部 X 線撮影は増感紙/フィルム(S/F)システムの時代、一般的に管電圧が 120kV(実効エネルギー:40keV)の高圧撮影が行われていた。S/F システムのダイナミックレンジは 2 桁(102)以下と狭く、肺野、縦隔の X 線強度情報が失われないように被写体コントラストを調整する必要があった。管電圧を 70kV とした低圧撮影をした場合、肺野の写真濃度を 1.7 程度とすると縦隔部はフィルム特性曲線の脚部となり可視化できないが、120kV 撮影では特性曲線の脚部より高い濃度となり可視化できる。この管電圧によって被写体コントラストを調整する目的に X 線吸収の大きい骨と軟部組織の X 線吸収の比を Index として用いていた。しかし管電圧を 120kV とした撮影は肺血管や肺結節の被写体コントラストを低下させるというトレードオフをもたらす。一方デジタルシステムは 3 桁(103)以上のダイナミックレンジを有し、かつ画像コントラストと濃度(画素値)が自動的に最適化される。増感紙の蛍光体 CaWO_4 は光子エネルギー:70keV 付近に K 吸収端を持ち、70keV 以上で高吸収が得られるため管電圧 120kV で撮影することは X 線吸収特性からも適切であった。

他方、CR、FPD 検出器の蛍光体(CsI , BaFBr)は光子エネルギー:40keV 付近に K 吸収端を持ち、40~80keV 域で高吸収が得られるため管電圧を 90~100kV での撮影は適切であり、逆に 120kV では検出器を透過する X 線が多く DQE が低下する、我々は 1996 年に CR, FPD(CsI)を用いた管電圧 90~100kV、Cu フィルタを付加(実効エネルギー:50keV)した撮影によって、肺野と縦隔、骨と軟部組織の情報を損なうことなしに胸部画像の画質を改善することを報告した(2003 年、ICRU report 70 掲載)。DR においては 90~100kV 撮影が骨に重なる組織の識別に優れている。このことは胸部 DR 撮影の線質について世界で報告された多くの論文の研究結果と一致する。これらの論文では胸部 DR 撮影は管電圧 90~100kV を推奨している。我々はまた 100 名の同一検診者の 90kV、0.15mm Cu フィルタ付加撮影と 120kV 撮影での撮影画像の視覚評価を行い、前者の画像は 20%低線量にも関わらず優位に優れていることを報告した(日放技学誌,76(5))。さらに胸部ファントムモデルを用いたモンテカルロシミュレーションによって、物理的測定では計測困難なグリッド透過後受光体に入射する一次光子と散乱光子の量および受光体で吸収される一次光子、散乱光子の量を求めた(日放技学誌,78(2),79(2))。結果 CsI を用いた 120kV 撮影は一次光子が持つ肺組織の情報を損失させ、90kV、Cu フィルタ撮影に比べて胸部画像の質を低下させることを明確にした。またモンテカルロシミュレーションによって 90kV、Cu フィルタ撮影と 120kV 撮影での骨に重なる軟部組織のコントラストを計算し、両者がほとんど変わらないことを明らかにし、120kV 撮影の方が「骨に重なる結節の検出に優れる」という従来からの説を退けた(日放技学誌,79(2))。文献調査の結果、前述の定説は 1970 年の 70kV、グリッド無しの撮影と 120kV でグリッド有の写真を比較した報告(ICRU report 70 に掲載)から「骨に重なる結節の検出に優れる」という部分だけが切り取られた可能性がある。ほぼ同じ時期の ROC を用いた研究、視覚評価では両者に有意な差が見られないとの報告がある(ICRU report 70 に掲載)。今日胸部 X 線写真は CsI 検出器による FPD 撮影が主流となってきた。にもかかわらず多くの施設で S/F システムの時代に基準とされた撮影技術が継承されている。これは 1980 年から 2020 年代においても多くの成書の誤った記述が原因するように考える。そこでは低圧と高圧を 30keV、60keV の単一エネルギーの X 線を用い、検出器に入射した X 線は 100%吸収されるとする単純な数式モデルから骨と軟部組織の被写体コントラストを求めているため、真実とは大きく乖離した結果となっている。情熱ある先生との出会いを活かした半世紀の成果は、上述したすべてのエビデンスを備えた管電圧 90kV、Cu フィルタ撮影は管電圧 120kV 撮影に比べ、早期の肺がんを検出できることを語れることです。学友会の皆様から DR 胸部線質の標準化についての解説、研修会などご要望がありましたら学友会の小田にご連絡ください(oda@kyoto-msc.jp)。DR 胸部線質の標準化、胸部経時的差分画像についての詳細は「全国 X 線撮影技術読影研究会ホームページ(ntrtrad.wixsite.com)」をご覧ください。

最後に、FPD(CsI)検出器による DR 胸部撮影における最適線量(管電圧 90~100kV、0.15,0.2mmCu フィルタ)の

標準化が、肺がんの早期発見に貢献でき、診療放射線技師が国民の信頼の一助となれば幸いです。

堀尾重治先生（33 回生）と著者（元九州部会、論文化推進委員長）の一句

- 墓石の高さを競うより、本の高さを競え（堀尾先生）
- 論文は魂の一個分のエネルギーに相当する（著者）
- 査読論文は臨床応用のエビデンスになる。
- 臨床応用、撮影技術の実用化は世の中の役に立つ

＊写真の解説です。

テーマ:よく遊び、よく学べ初日は群馬県伊香保温泉近くの白水ゴルフ倶楽部でプレーを満喫、2 日目、3 日目は群馬県立県民健康科学大学キャンパスで「全国 X 線撮影技術読影研究会」を主催。遠藤先生、土井先生ともご聴講されました。



元群馬県立県民健康科学大学学長の土井邦雄先生と著者 元京都医療科学大学学長の遠藤啓吾先生と著者

以上

＊通巻 254 号 2025 年 1 月 10 日発行(2025—No.1)より