

胸部 X 線検査のデジタル化は 学生健康診断の結果にどのように影響したか

How did the digitalization of the chest X-ray influence
the result of the student checkup?

森 正明* 澁谷麻由美* 西村 知泰*

慶應保健研究, 33(1), 065-070, 2015

要旨：大学における学生健康診断の胸部 X 線検査は、結核の集団感染を防止することを目的に、間接撮影で実施されてきたが、デジタル撮影機器への移行が必要になり、2014年度より X 線撮影用の検診車をデジタル撮影用に変更することになった。本研究では、学生健康診断の胸部 X 線検査を間接撮影からデジタル撮影に変更したことが、健康診断の結果にどのように影響したかを検討した。

2012年度に胸部 X 線間接撮影を受けた5830名中、72名（1.2%）の対象者に合計92件の所見が検出され、2013年度に間接撮影を受けた5765名では、72名（1.3%）に91件の所見が検出され、両年度では有意差を認めなかった。2014年度にデジタル撮影を受けた5691名では、101名（1.8%）に123件の所見が検出され、所見の検出率は有意（対2012年度 $p < 0.01$ 、対2013年度 $p < 0.05$ ）に高かった。2013年度に間接撮影を受け、2014年度にデジタル撮影を受けて、同一対象者で撮影法の違いだけによる所見の異同を評価できた3523名に関しては間接撮影では49名（1.4%）に57件の所見が検出されていたが、デジタル撮影では68名（1.9%）に80件の所見が検出され、後者が有意（ $p < 0.05$ ）に高かった。個々の所見では「肺嚢胞」が検出されやすくなる傾向があると思われ、喫煙やダイビングに関する注意などの生活指導を含め、事後措置の体制を強化する必要性が感じられた。

keywords：胸部 X 線、間接撮影、デジタル撮影、学校健康診断

Chest X-ray, Photofluorography, Digital Radiography, School health checkup

はじめに

大学における学生健康診断の胸部 X 線検査は、結核の集団感染を防止することを目的の1つとしている感染症法を背景に、学校保健安全法に基づいて、第1学年を対象に間接撮影で実施されてきたが、デジタル撮影機器の進歩ならびに間接撮影関連機器の製造販売が中止されて

いく時代の流れで、撮影方法の規定も変更された。慶應義塾では学生の健康診断における胸部 X 線検査に関しては、限られた期間に多数の学生を検査する必要があることから、結核検診を専門とする検診機関に委託し、健康診断会場に検診車を派遣する方法で対応してきたが、2014年度より X 線撮影用の検診車を、従来の

*慶應義塾大学保健管理センター

(著者連絡先) 森 正明 〒223-8521 神奈川県横浜市港北区日吉4-1-1

間接撮影用からデジタル撮影用に変更することになった。

本研究では、学生健康診断の胸部X線検査を間接撮影からデジタル撮影に変更したことが、健康診断の結果にどのように影響したかを検討した。

対象と方法

慶應義塾大学保健管理センターが実施している春の学生定期健康診断において、検診車で胸部X線撮影を受けた大学・大学院の新入生のうち、匿名化によるデータ利用に不同意でなかった者（2012年度5830名、2013年度5765名、2014年度5691名）を対象として、従来からの間接撮影で受検した2012年度と2013年度、デジタル撮影に切り替えた2014年度の胸部X線検査の結果を検討した。また、2014年度の健康診断において胸部X線検査を希望して受検した2年生3530名については2013年度の結果との対比も行い、撮影方法の違いが同一対象者の結果にどのように影響するかを検討した。

統計解析にはエクセル統計2015を使用し、間接撮影の年度とデジタル撮影の年度で所見が検出された人数に関して受検者数に対する比率の差を検定し、 $p < 0.05$ で統計学的に有意と判断した。

なお、学生の定期健康診断における胸部X線の読影に際しては、委託機関の専門医2名以上による二重読影を依頼している。委託先には氏名や既往歴などの情報は提供していないが、健康診断時の問診で2週間以上の咳嗽など呼吸器症状を訴えていた受検者（以下；有症状者）の胸部X線番号リストは提供し、読影に利用してもらっている。委託先の読影において何らかの所見を指摘された画像および有症状者の画像については、保健管理センターの呼吸器担当医師が確認し、必要に応じて本人に問い合わせた情報を参考に、事後措置を決定する体制にしている。

胸部X線検査所見は1名につき肺・縦隔・骨に関して優先度の高いものから3件まで、心・

血管系に関しても同様に3件までの合計6件まで記録するようにしている。

結果

2012年度に胸部X線間接撮影を受けた5830名中、72名（1.2%）の対象者に合計92件の所見が検出された。2013年度に間接撮影を受けた5765名では、72名（1.3%）に91件の所見が検出され、ほぼ同様の結果であった。2014年度にデジタル撮影を受けた5691名では、101名（1.8%）に123件の所見が検出され、所見の検出率において間接撮影の年度と比べ、有意（対2012年度 $p < 0.01$ 、対2013年度 $p < 0.05$ ）に高かった。

件数の多かった主な所見の各年度の検出件数を図1に示した。個々の所見の検出率に関して、デジタル撮影を実施した2014年度で有意に多かったのは「術後変化（ほぼ全例、自然気胸の手術）」（対2012、2013年度とも $p < 0.01$ ）と「脊椎弯曲」（対2012年度 $p < 0.05$ 、対2013年度 $p < 0.01$ ）であった。

2013年度の新入生を対象とした間接撮影を受検し、2014年度に胸部X線検査を希望してデジタル撮影を受けた2年生3530名について、両年度の所見の対比を表1に示した。「異常所見を認めず」（以下：「異常所見なし」）の対象者3434名を含め、全体では3543件の所見があった。

1年以内の既往があつて所見が異なる理由が明確な6名（「術後変化」5名、「気胸」1名）と心エコー検査で異常がなく撮影のタイミングが影響したと判断された「心陰影の拡大」（以下：「心拡大」）1名を除いた3523名（総所見数は3536件）に関して、2013年度の間接撮影では49名（1.4%）に57件の所見が検出されていたが、2014年度のデジタル撮影では68名（1.9%）に80件の所見が検出され、有意（ $p < 0.05$ ）に高かった。

同一対象者について両年度で所見が一致した数は「異常所見なし」を含めると3459件（表1の太枠部分）で両年度の所見の一致率は

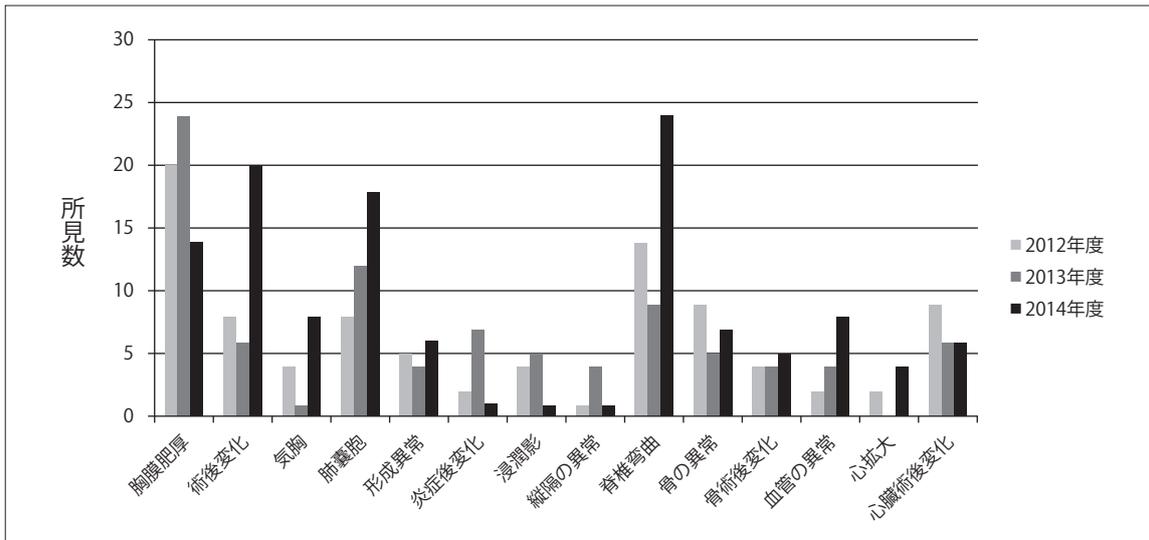


図1 主な所見の年度別検出数

表1 同一対象者の撮影方法による結果対比表

	2014年度のデジタル撮影所見																	合計		
	異常所見なし	胸膜肥厚	術後変化	気胸	肺嚢胞	形成異常	炎症後変化	気管支拡張	浸潤影	結節性陰影	線状影	粒状影	縦隔の異常	脊椎弯曲	骨の異常	骨術後変化	血管の異常		心拡大	心臓術後変化
2013年度の間接撮影所見	3434	12	8(4)	1(1)	15			1	2			2	1	2	6			(1)		3485(6)
異常所見なし	9	4	2		2															17
胸膜肥厚	1		3		1															5
術後変化																				0
気胸	2		1		5															8
肺嚢胞	1					3														4
形成異常	3						1		1											5
炎症後変化																				0
気管支拡張	2						1	1												4
浸潤影		1																		0
結節性陰影																				1
線状影												1								1
粒状影	1		1(1)										1							3(1)
縦隔の異常	1													1						2
脊椎弯曲	2														1					3
骨の異常																	1			0
骨術後変化																				1
血管の異常																			1(1)	1
心拡大																				3
心臓術後変化																				3
合計	3456	17	15(5)	1(1)	23	3	2	1	3	1	0	3	2	3	7	0	1	1(1)	4	3543(7)

() 内は1年以内に発症や手術歴等一致しない理由が確認されている対象者数

97.8%であったが、何らかの所見が検出された対象者に限定すると、その所見が一致した場合が25件に対して、一致しなかった場合が77件あり、一致率は24.5%であった。

2013年度は「異常所見なし」で、2014年度に

何らかの所見を指摘された対象者のうち、1年以内の既往が明らかな対象者を除いた所見数は45件で、「肺嚢胞」が15件で最も多く、「胸膜肥厚・癒着」（以下：「胸膜肥厚」）12件、肋骨癒合など「骨陰影の異常」（以下：「骨の異常」

6件、「術後変化」4件の順に多かった。「術後変化」の4件については入学以前の気胸の手術歴が確認され、2013年度の間接撮影時には検出されなかった所見と判断された。また、「浸潤影・斑状影」（以下：「浸潤影」）の2件や「粒状影」の2件は病院で精査したが、結核ではなかった。一方、「気管支拡張」と判定された1件については精査の結果、若年性の非結核性抗酸菌症の疑いと診断され、専門外来で経過観察になった。

2013年度に「胸膜肥厚」と判定された件数は17件であったが、2014年度に同じ判定になったのは4件と少なく、9件は「異常なし」、2件は「術後変化」で、入学以前の手術の既往があり、残りの2件は「肺嚢胞」と判定された。「胸膜肥厚」を含め、2013年度に何らかの異常所見があると判定されながら、2014年度には「異常なし」と判定された所見が22件存在した。

「形成異常・奇静脈葉等」（以下：「形成異常」）や右大動脈弓などの「血管走行等の異常」（以下：「血管の異常」）、「心臓術後変化」等は両年度で判定が一致しやすい所見であった。

デジタル撮影の2014年度を視点に個々の所見の増減をみると、「肺嚢胞」が最も増え（18増、3減）、「術後変化」（6増、1減）、「骨の異常」（6増、2減）と続いた。「胸膜肥厚」（12増、9減）と入れ替わりが多く、「炎症後変化」は減少（0増、3減）が目立った。

考察

学校健診における胸部X線検査は、感染源となる恐れがある活動性結核を検出して、学内の集団感染を防ぐことを主要な目的としている。そのために多数の画像を短期間で撮影して読影処理することが求められており、従来から間接撮影が用いられてきた。間接撮影は通常の医療機関で用いられてきた直接撮影と比べると撮影距離が短いため、像が拡大することによって生じる歪みや、カメラによる撮影のため周辺部の解像度が低下しやすいことに加え、被曝線量も

直接撮影よりも多くなる¹⁾という欠点があるものの、大量に排菌するほど進展した活動性結核を検出するという程度であれば画像に遜色はなく、検査の速度は1.5～2倍¹⁾、読影ともなると、ロール状のフィルムを10cm程度巻くだけで次の画像を見ることができる間接撮影と半切（35.6cm×43.2cm）や大角（35.6cm×35.6cm）のフィルムを1枚ずつシャーカステンに掛ける必要がある直接撮影では比較にならないほど手間の違いがあり、大人数の結核スクリーニングは間接撮影でないと困難であった。近年、飛躍的に発達したデジタル撮影では従来の撮影で用いられてきた増感紙フィルムよりも幅広いX線の線量領域で適切な濃度と階調の画像を得ることができ、撮影条件にバラツキがあっても、最適化処理によって安定した画像を作り出すことができる²⁾とされている。また、液晶ディスプレイ上の画像切り替えも集団健診に十分耐えられる速度になっている。さらに、ミラーカメラなど間接撮影関連機器の製造販売中止が相次ぎ、早晚、間接撮影用の検診車を派遣することも難しくなると思われたため、当センターでは数年前から準備を進め、2014年度にデジタル撮影に移行した。健康診断会場の撮影現場では待ち時間などに目立った違いはなく、読影結果の返却は間接撮影時代より2、3日程度多く時間がかかるようになったが、健康診断の事後措置全体では期間内に収まる範囲で、実施に関してはデジタル化の影響はなかった。その他の随伴する影響として、学校保健安全法では学生の健康診断の胸部X線画像自体の保管は義務付けられていないものの、質の高い読影を行うには画像の保管とそれを用いた比較が望ましく、デジタル撮影はそれを容易にする効果が大きい³⁾。委託費用については検診機関が新規の機器として導入する過程にあることから20%程度の値上げを求められることになったが、事後措置に関連する手間などの人件費を含めれば費用対効果において従来法を凌駕していくと思われる。

読影の結果に関しては、デジタル撮影を実施した2014年度は、間接撮影の2012年度および2013年度と比較して所見の検出率が有意に高く、デジタル撮影によって、より詳細な読影が行われるようになった可能性が考えられる。デジタル撮影の年で検出率が高かった所見としては、自然気胸で手術を受けた既往による「術後変化」と「脊椎弯曲」であった。「気胸」や「肺嚢胞」も比較する年によっては検出率に有意差があったが、有意差のない年もあり、デジタル化による効果か判断が難しいと思われた。

現在、日本の結核は都市部に偏在⁴⁾し、学生の生活圏の多くが含まれていること、以前の集団感染事例の経験も含め、新入生以外の胸部X線検査で結核が検出(検出率約1/2000~1/4000)されることが少なくないこと、学生の実習や就職に関連した利便性等を考慮し、慶應義塾では健康診断時に新入生以外の希望者に胸部X線検査を受検させている。その結果、2013年度の新入生のうち、2014年度に胸部X線検査を希望した3530名については同一対象者で間接撮影とデジタル撮影の結果を比較することができた。胸部X線検査を委託している医療機関には呼吸器症状のある対象者の検査番号を提供しているが、氏名等個人情報提供していないので、2013年度の結果、既往歴はもちろん、2014年度のどの画像に前年度の画像があるかも区別できない状態で読影されており、結果はほぼ無作為に画像のみで判定されていると言える。

同一対象者における撮影方法の違いによる比較では、大半(97.8%)は一致して、対象者を混乱させるような事態は招かず、円滑に移行できると判断された。所見が一致しなかった77件の特徴を検討すると、「肺嚢胞」はデジタル撮影によって明らかに検出されやすくなる所見と思われた。「術後変化」についても2013年度の入学以前の手術の既往であることが確認されており、縫合用のステイプラーなどを認識しやすくなったことが背景にあると思われた。「胸

膜肥厚」は両年度で最も一致しない所見であったが、撮影方法による見え方の違いによるものか、認識すること自体が不安定になりやすい所見であることによるか検討するには、デジタル撮影のデータの蓄積が必要と思われた。「炎症後変化」については、結核の陰影でないかを、慎重に検討する必要がある陰影であるため、間接撮影時代は「活動性がある炎症像とまでは言えないが、血管などの正常構造の陰影だけでも言い難い」というところで落ち着く所見と思われるが、デジタル画像では読影時に階調や白黒反転など条件を変えて検討できるので、決着しやすくなった可能性がある。「気管支拡張」所見が検出され非結核性抗酸菌症の疑いで経過観察になった事例などもデジタル撮影による読影効果と思われた。

こうした所見の違いは見落としや誤診といった誤解を招きやすいものであり、読影する医師数と時間を増やせば、その数は減ると予想されるが、そのために感染源となる結核患者の発見に時間がかかり、集団感染を招くとすれば本末転倒に他ならない。仮に目標を定め、時間をかけて読影しても、胸部単純X線撮影によって得られる情報は限られており、低線量CTによる肺がん検診は死亡率を低下させる⁵⁾が、単純X線撮影による肺がん検診は効果がない⁶⁾という報告からすれば、予後に影響する段階での早期発見は期待できないと思われることや、肺がんに限らず、米国の放射線科医師の読影所見が病理所見と一致しない比率は30%という報告⁷⁾、結核でさえ結核研究所が作成した30枚のテストフィルムを国内外の高名な専門医を含む53名の医師が読影した結果、異常所見なしを含め結核活動性評価の一致率は低い上に、数か月して再読影してもらおうと前回と異なる所見になる医師が少なくなかったという報告⁸⁾もあるように、単純撮影による診断自体の不安定な実態を十分認識して、結果説明などの事後措置を行っていく必要があると思われる。このような状況であるため、品質保証の範囲外ともい

うべき（活動性）結核以外の所見にまで言及しようとする、診断書としての正確性を損ねるという考えから、胸部X線検査の欄に結核の有無のみを記載する厳格な書式も珍しくはない。しかし、検出された所見が結核でないという理由で言及しないということは不作為的であり、多くの場合、課題を残したまま、そのように見えたということと言及している状況である。

今回の検討から、今後、間接撮影からデジタル撮影への移行が進む過程で、（自然気胸の治療による）「術後変化」や「肺嚢胞」の検出数の増加が予想される。「術後変化」は本人に認識があり、気胸に関する注意事項などの説明を受けていると思われるが、「肺嚢胞」については指摘されるまで認識はないと想定される。体育を含め通常のカリキュラムにおいては配慮を要する所見ではないが、近年、気軽に試みることができるようになったレジャーダイビングにおける潜水事故の背景⁹⁾になる懸念があることや喫煙による肺がんのリスク¹⁰⁾など、健康管理を担当する部署として生活指導の強化を求められてくることが予想される。

結語

学生健康診断の胸部X線検査が間接撮影からデジタル撮影に変更されたことが、結果にどのような影響を及ぼすか検討した。胸部X線検査の主要目的である活動性結核の検出率については検討できる結果を得られなかったが、その他の所見については検出率の向上や間接撮影時代には検出に至らなかった患者の発見などもあり、検査の質が向上したと思われた。これに伴って、事後措置の体制を強化する必要性が感じられた。

本研究は慶應義塾研究倫理委員会において承認（申請時受理番号12-008）された研究の一環である。本研究における利益相反はない。

文献

- 1) 中野静男. 胸部直接・間接撮影の違いと特徴. <http://www.jata.or.jp/rit/rj/nakap.htm>
- 2) 松尾 悟. 胸部単純 X 線写真システム. In: 新胸部画像診断の勘ドコロ. メジカルビュー社; 東京: 2014. p. 4-5.
- 3) 櫛橋民生, 武中泰樹, 藤澤英文, 他: 画像のデジタル化とフィルムレス診断. 日胸 2004; 63: 527-539.
- 4) 石川信克. 世界, 日本の結核の疫学と課題. 日本公衛誌 2008; 11: 791-994.
- 5) The National Lung Screening Trial Research Team. Reduced Lung-Cancer Mortality with Low-Dose Computed Tomographic Screening. N Engl J Med 2011; 365: 395-409.
- 6) Oken MM, Hocking WG, Kvale PA, et al. Screening by Chest Radiograph and Lung Cancer Mortality: The Prostate, Lung, Colorectal, and Ovarian (PLCO) Randomized Trial FREE. JAMA 2011; 306: 1865-1873.
- 7) Berlin L. Does the "missed" radiographic diagnosis constitute malpractice? Radiology 1977; 123: 523-527.
- 8) 青木正和. X 線診断の見落とし, 誤診. In: 日常診療・業務に役立つ結核病学. 克誠堂出版; 東京: 2002. p. 55-57.
- 9) Russi EW. Diving and the risk of barotrauma. Thorax 1998; 53 (Suppl 2): 520-524.
- 10) Stoloff IL, Kanofsky P, Magilner L. The risk of lung cancer in males with bullous disease of the lung. Arch Environ Health 1971; 22: 163-167.