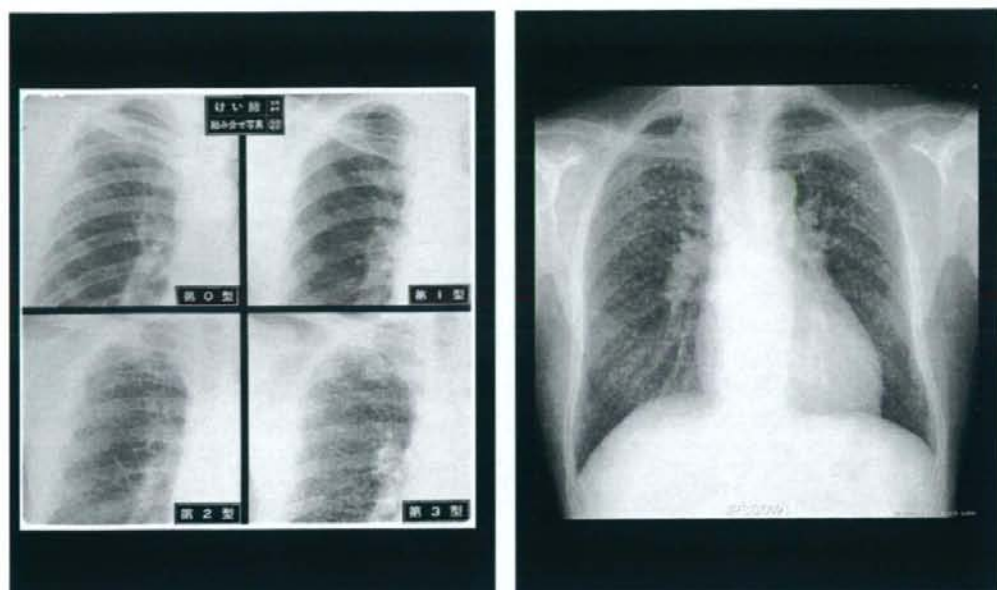


図1 読影実験環境

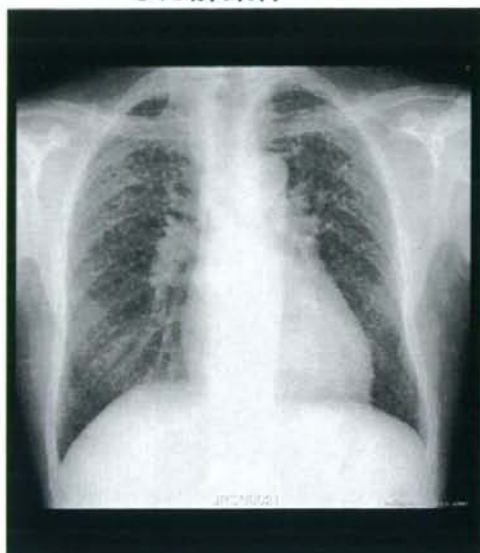


標準写真

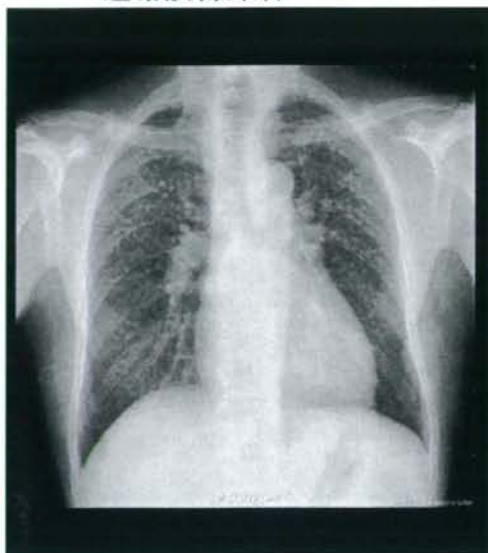
評価写真

図2 じん肺条件と通常胸部条件の違い

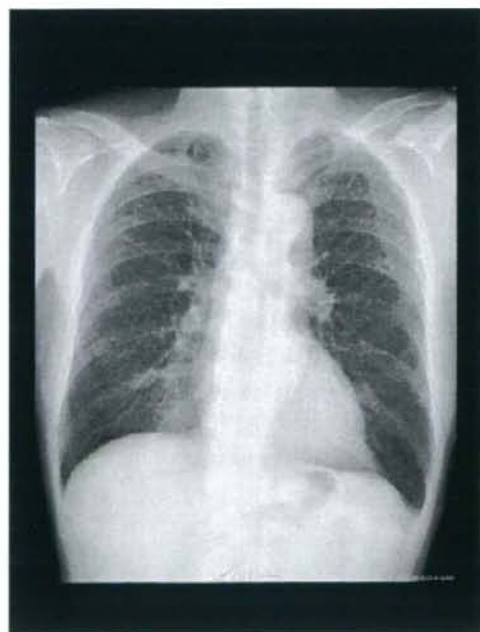
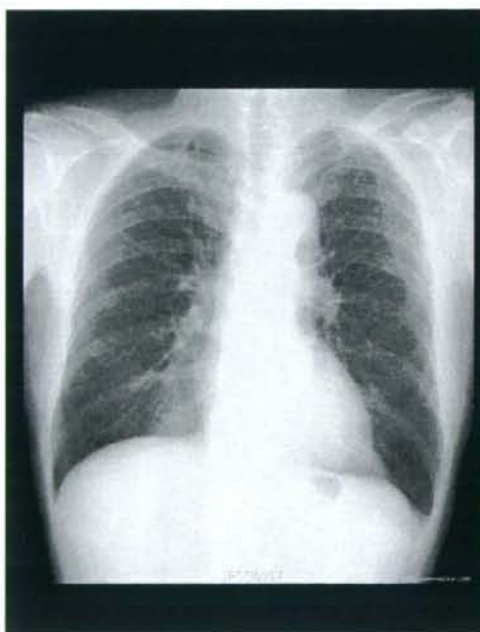
じん肺条件



通常胸部条件



症例 1



症例 2

ソフトコピーによるじん肺健康診査におけるグレースケール 画像表示の一貫性確保

研究協力者： 西田省三（キャノンマーケティングジャパン株式会社）

主任研究者： 村田喜代史（滋賀医科大学医学部放射線医学）

研究要旨：

近年、胸部健康診断は医療分野におけるデジタル機器の急速な普及と共に、モニタ表示によるソフトコピー診断が主流となっている。一方、じん肺健康診査の管理区分の判定についてはアナログフィルムによる提出が義務付けられているが、フィルムレス化の急速な拡大を背景にソフトコピーによる画像の提出を検討する時期に来ている。そこで、ソフトコピー診断を行う場合に重要な画像表示の一貫性に関する問題点と解決法に関する検討を行った。現在みられる画像不整合の発生原因としては、①画像生成装置（CR、FPD）、②フィルム出力をするイメージャ、③画像の描画指示をするDICOMビューワ、④画像を表示する高精細モニタの4箇所、つまり画像生成から画像出力までの間に一貫性を確保する仕組みが十分に普及していないことがあげられる。そこで、IHEのCPI(Consistent Presentation of Image)プロファイルでも規定されているDICOM part14のGSDFカーブを採用することによって、各装置のキャリブレーションを行い、これらの装置に用いる画像データをP値とすることによって画像表示の一貫性を確保することが、じん肺モニター診断の前提として重要と考えられた。

A. 研究目的

労働安全衛生法などで義務付けられている胸部健康診断は、CR(Computed Radiography)やFPD(Flat Panel Detector)といったデジタル画像生成装置、高精細モニタとDICOMビューワといったデジタル画像表示装置の普及により、ソフトコピー診断が急速に拡大している。一方で、じん肺健康診査の管理区分は、中央労働災害防

止協会から配布されているアナログの「じん肺標準エックス線フィルム」が判定基準とされていることから、フィルムによるハードコピー診断で判定を行うことが規定されている。

近い将来、医療機関における一般診療のフィルムレス化の拡大による全ての画像診断のソフトコピーへの移行は不可避であることから、ハードコピーの前提となるシャウカ

ステンとアナログフィルムによる運用が出来なくなる可能性を考慮する必要もある。

そこで、じん肺健康診査をソフトコピーで行う際に問題となるグレースケール画像表示の一貫性確保における問題点を明らかにし、今後の方向性を検討した。

B. 研究方法

デジタル画像生成装置やモニタを製造する各社における現状を資料収集し、さらに、国内外の標準化に向けた取り組みについても検討を行い、課題抽出と解決法の検討を行った。

C. 研究結果

1. じん肺モニタ診断の問題点

アナログじん肺標準エックス線フィルムを用いて健診施設から提出されたアナログフィルムの管理区分判定を行う際には、フィルムの見え方の一貫性に影響する要素としては、読影に用いるシャウカステン自体の照度と環境照度の違いに限られる。ところが、これをソフトコピーで行う際には、画像生成から表示までのシステム構成が複雑であり、異なる表示装置（高精細モニタ、DICOMビューワ）による表示画像の見え方の不整合を解決する必要がある。つまり、少なくとも健診施設、地方じん肺診査医、中央じん肺診査医の3箇所においてソフトコピー画像の一貫性を確保しなければならない。

しかしながら、現時点では健診施設に限らず医療機関においてフィルム出力画像とモニタ表示画像の不整合や異なるモニタ表示画像の不整合が発生し大きな問題となっ

ている。

これらの画像不整合の発生原因としては、①画像生成装置（CR、FPD）、②フィルム出力をするイメージャ、③画像の描画指示をするDICOMビューワ、④画像を表示する高精細モニタの4箇所、つまり画像生成から画像出力までの間に一貫性を確保する仕組みが十分に普及していないことがあげられる。

また、白から黒までを濃度データで出力するフィルムと黒から白を輝度データで出力するモニタでは人間の視覚的な分解能が異なることから、画像生成装置から出力された濃度の画像データをそのまま高精細モニタに表示した際に、画像が“白とび”、“黒つぶれ”するなどの不整合が発生する。（図1）

また、画像生成装置から出力したデジタル画像が高精細モニタに表示されるまでには、出力画像だけではなくDICOMビューワと高精細モニタの表示機能の設定も関与しており、例えばDICOMビューワのウィンドレベルや高精細モニタのガンマ特性を変更した場合に画像の不整合が発生する。

2. 画像表示一貫性確保の仕組み

医療用画像表示の一貫性確保を目的とした仕組みとして、次の2つの規格が提唱されている。

（1）IHEのCPIプロファイル

IHEは画像を含んだ医療情報の円滑な連携を可能とするために、DICOM、HL7といった世界標準規格の「使い方」を定めるガイドラインである。IHEの規格に準拠することにより、マルチベンダでのシステム構築を容易に行うことを目的としている。

IHEが患者情報の整合性の確保について

定義しているプロファイルの一つに画像表示整合性確保「CPI プロファイル」があり、画像の表示形式について、ハードコピーやモニタ表示において、複数の装置の間での一貫性を保つための仕組みを提供している⁽¹⁾。この CPI プロファイルの技術的な枠組みとして DICOM part14 の GSDF (grayscale standard display function)が使用されている。

(2) DICOM part14 の GSDF カーブ

DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine)は医用画像機器のための標準規格で、part14 の中でグレースケール画像の表示のための標準表示関数として GSDF カーブが定義されている⁽²⁾。

人間の視機能は、暗い領域よりも明るい領域で相対的に高い感度を示す特性を持ったため、平均的人間観察者が識別可能な最少輝度差を測定し輝度との相対値を JND(Just Noticeable Difference)インデックスとして規定している(図2)。この JND インデックスと輝度の関数が GSDF カーブとして定義され(図3)、各対象機器において表1の要求事項を満たすことで、メーカーや機種異なる組み合わせにおける画像表示の一貫性を確保することとしている⁽³⁾⁻⁽⁵⁾(図4、図5)。

DICOM part14 では、人間に感じられる輝度差がどの階調間でも等しく認識される階調特性(スケール)を GSDF カーブとして統一し、その階調特性に当てはめることで滑らかなグレースケール表示と共に画像表示の整合を実現している。

D. 考察

じん肺健康診査についても、読影に使用される機器が前述の GSDF カーブを用いた要求事項を満たすことでソフトコピー診断が可能になると考えられる。

画像生成装置(CR、FPD)から出力された P-Value 画像を、DICOM ビューワは一切変更せずに GSDF キャリブレーションを行われた高精細モニタに表示指示をすることによって画像表示の一貫性が確保される。従って、健診施設の読影医、地方じん肺診査医、中央じん肺診査医の全てがこの環境を構築することがモニタによるじん肺診査の前提となる。

また、現在アナログフィルムで配布されている「じん肺標準エックス線フィルム」に代わって GSDF カーブを適応したデジタルのじん肺標準エックス線画像と DICOM ビューワを CD-R などで配布することにより、高精細モニタを使用した画像比較で管理区分の判定を行うシステムが構築可能と思われる(図6)。

なお、現在販売されている画像生成装置(CR、FPD)、DICOM ビューワ、高精細モニタ、イメージャは GSDF カーブに対応しているが、過去に販売された多くの機種が未対応であることが現時点での大きな問題点となっている。従って、ソフトコピーによるじん肺健康診査が認められたとしても一定期間はハードコピーとの併用を考慮する必要があると思われる。

また GSDF カーブに適応していることに加えて、じん肺判定に使用される高精細モニ

タの適切な画素数と設定輝度については確立されたものが無いことから、今後ある程度の指針が必要になると考えられる。

最後に、現在デジタルの画像生成装置毎に規定されているじん肺健康診査のための画像処理パラメータは、低圧で撮影された「じん肺標準エックス線フィルム」の見え方に合わせたもので、現在メーカー各社が胸部健康診断用に推奨しているパラメータとは大きく異なっていることから、臨床現場で問題となっていることを付け加えておきたい。今後、じん肺以外の肺疾患の読影を考慮したじん肺パラメータの再検討が必要と考えられる。

E. 結論

デジタル撮影装置で一定の画像処理条件で得られた CR あるいは DR の画像データを DICOM part 14 で定義されるグレースケール標準表示関数に基づいた P 値として出力し、この規格に適合したモニターで観察する方向に今後進むと考えられる。

A. 参考文献

1. 吉村仁：IHE テクニカルフレームワーク 斜め読み：日本放射線技術学会雑誌 第 58 巻 第 10 号.
2. DICOM part14 Grayscale Standard Display Function
3. 小野陽一ほか：医用画像システムにおける Display Consistency の開発：KONICA MINOLTA TECHNOLOGY REPORT VOL.1(2004)
4. TOTOKU White Paper：求められるグレースケール精度とその実現方法

5. EIZO White Paper：医用画像診断用モニターに求められるグレースケール表示とは.

画像表示の不整合

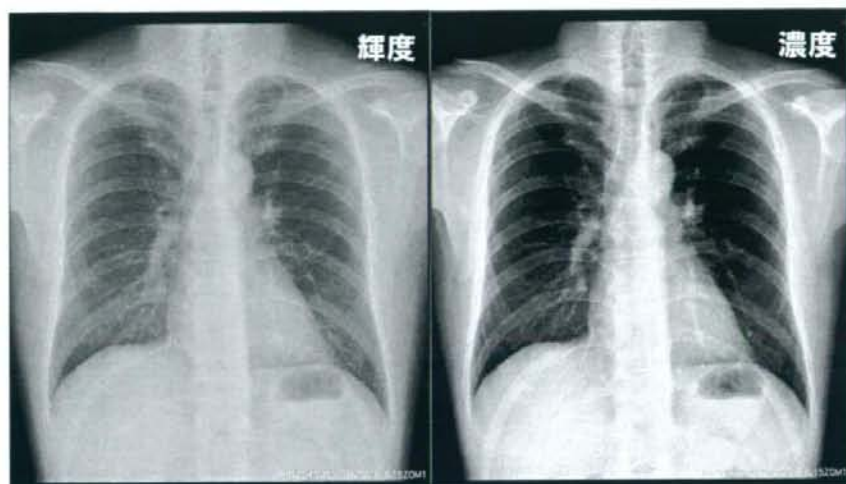
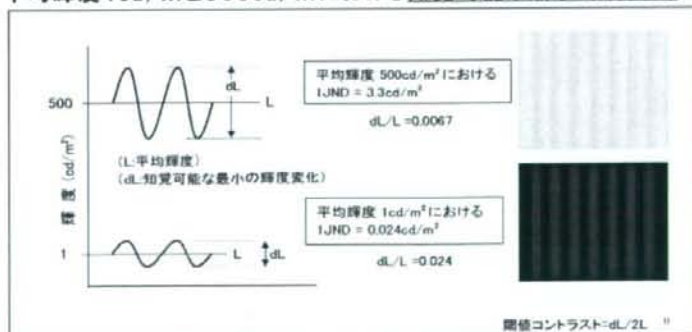


図1 画像表示の不整合

DICOMpart14で定義されているJNDインデックス 「輝度差における人間の視覚特性」

平均輝度 1cd/m^2 と 500cd/m^2 における知覚可能な最小輝度変調

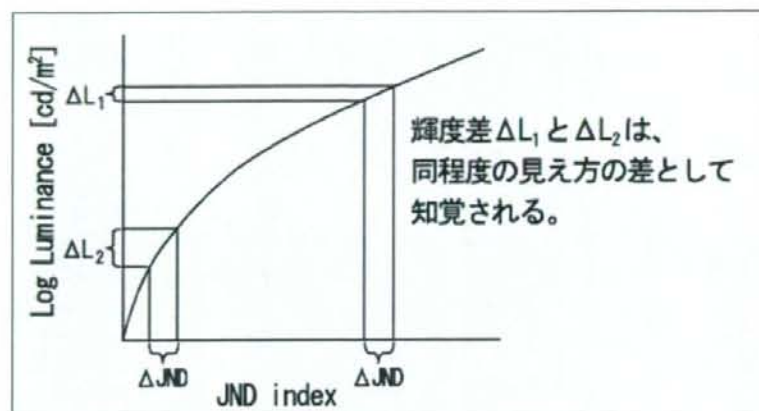


低輝度が2.4%、高輝度が0.67%の輝度変化率で知覚可能

資料提供: 東京特殊電線株式会社

図2 JND インデックス

DICOM part14で定義されている
GSDF(Grayscale Standard Display Function)



P-Valueの表示輝度や光学濃度値への変換に利用

資料提供: コニカミノルタエムジー株式会社

図3 GSDF カーブ

GSDFカーブの適用方法

画像生成装置の要求事項
D-Value ⇒ P-Value

イメージャの要求事項
P-Value ⇒ フィルム

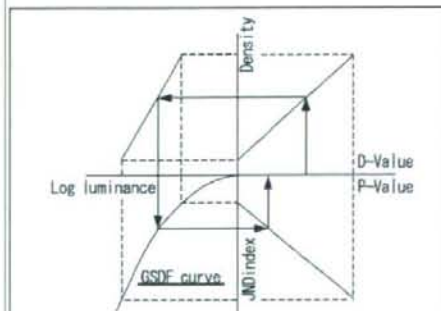


Fig.3 Conversion of D-Value to P-Value using GSDF for an image-acquisition device such as REGIUS.

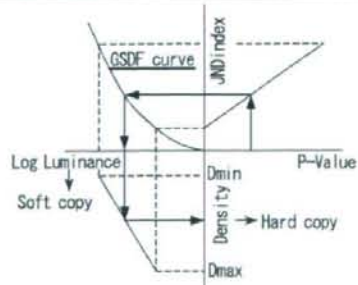


Fig.4 Conversion of P-Value to luminance and density using GSDF for an image-output device.

資料提供: コニカミノルタエムジー株式会社

図4 GSDF の適用方法

表 1

対象機器	要求事項
画像生成装置 (CR、FPD)	GSDF に対応した画像出力(P-Value)
DICOM ビューワ	画像生成装置から出力されたデジタル値を表示指示
高精細モニタ	GSDF を用いたキャリブレーション
イメージャ	GSDF を用いて輝度データを濃度データに変換したフィルム出力

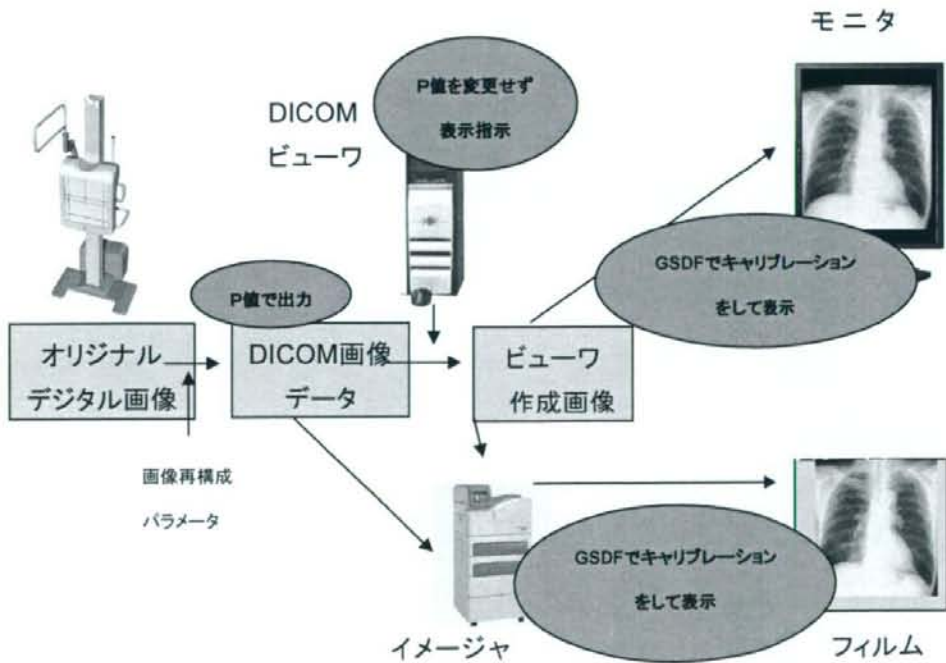


図 5

デジタルのじん肺標準エックス線画像の配布についての提案



【じん肺標準写真のCD-ROMの構成】

- CPIプロフィールに適合した簡易DICOMビューワ(CD-ROM起動)
- モダリティからP-Valueで出力された標準写真

このCD-ROMをGSDFキャリブレーションされた医療用モニターで表示

診断医の環境



【診断医の判定】

診断医が地方じん肺診査医に提出する写真は、じん肺標準写真同様に画像の一貫性を確保する必要がある

図6 デジタルのじん肺標準エックス線画像の配布についての提案

デジタルじん肺画像活用の国際的動向に関する調査研究

- 分担研究者： 日下幸則（福井大学医学部 環境保健学）
分担研究者： 志田寿夫（アドバイザー）
分担研究者： 坂谷光則（近畿中央胸部疾患センター）
分担協力者： 審良正則（近畿中央胸部疾患センター）
分担協力者： 荒川浩明（独協医科大学 放射線科）
分担協力者： 菅沼成文（高知大学医学部 環境医学）
分担協力者： 田村太朗（福井大学医学部 環境保健学）

研究要旨：

デジタルじん肺画像が国家的スクリーニングや学術的教育研究の場で活用されている状況を調査した。ILOは2008年版デジタル標準画像を公刊する予定で、その案を現時点のもので概括した。その最大ユーザーである米国厚生省安全衛生研究所がじん肺スクリーニングにデジタル画像を用いる方向で種々の検討を始めているが、その詳細を述べた。わが国のじん肺デジタル画像パラメータに関する勧告もその対象になっている。学会領域では医師の読影研修やスクリーニングではアナログ写真も混在しており、読影スキル向上に考慮されている。

A. 研究目的

デジタルじん肺画像の活用は臨床診断、行政施策としてのスクリーニング・サーベイランス、教育研究目的など種々である。欧米先進国ではPACSの一環として臨床の場で胸部疾患一般にデジタル画像が用いられている。特にわが国では診療報酬として臨床のデジタル化が急速に促されている。

ILO2000年版国際じん肺レントゲン写真分類（以下、ILO分類）が国際的標準として多くの国で同時に、国家的法規制に用いられ

ている。これまでアナログ写真ないしそのデジタル・スキャン・コピーが標準写真として用いられてきている。しかし前記の動向を受けて、ILOは2008年末を目標に標準デジタル画像ならびにそのガイドライン（ブックレットの第六章に挿入予定）を公刊予定（仮称2008年版）した。その標準画像はILO1970年版標準写真以来の「ものさし」（小陰影の密度、カテゴリー）を重視して、1980年版、2000年版標準写真の多くをそのまま用いている。

アメリカ合衆国厚生省労働安全衛生研究所（以下、米 NIOSH とする）はこれまでアナログ写真しか“Black Lung”（同国が法的に炭鉱作業者に提供している炭鉱夫肺のためのレントゲン写真スクリーニング）適用していなかった。しかし ILO2008 年版の公刊予定を受けて、デジタル画像の活用に向けた NIOSH・ILO・ACR 合同ワークショップ（2008 年 3 月）を皮切りに、その応用の調査研究を始めた。その結果待ちで ILO2008 年版は公刊延期されている。

一方、他の国では法的スクリーニング・サーベイランスのみならず、臨床診断、医師の教育・研究において、じん肺デジタル画像の活用は様々である。国際労働衛生学会・呼吸器疾患科学委員会（以下、ICOH-RD とする）は ILO/WHO との連携、協力を掲げて、その実態調査を行いつつ、その活用も研究の対象とし、かつ画像を共通財産として学会員に提供しつつある。

以上の動向をさらに具体的に調査研究したので、ここに結果を報告することとする。

B. 研究方法

ILO2008 年版（仮称）案に関する情報、米 NIOSH ならびに ICOH-RD のこの分野での活動を、ワークショップへの参加、ホームページの閲覧、文献渉猟により調査した。

C. 研究結果

1. ILO2008 年版（案）の概要（平成 20 年 3 月時点）

（1）概要

既存のガイドライン（ILO2000 年分類）は

第五章まで有るが、専用のガイドライン部分を第六章として追加する予定である。肝心のデジタル標準画像は 1980 年標準写真をデジタル・スキャンしたもので、これにビューワソフトを付けて CD 収録し、モニター読影に供する。

（2）ガイドライン第六章（案）の概要

デジタル撮影システムとしては CR, DR がほぼ等価のものとして位置づけされている。AMFPI も追加された。この根拠としてアナログ、FCR、キャノン DR、HRCT の四つの異なる Modality による像を比較解析した高嶋論文¹⁾が脚注に示されている。

ILO 標準デジタル画像は一切いじってはならないとされ、これが一般臨床デジタル画像における場合とは異なる。ILO 分類用には少なくとも 2 面の高精細モニターをそろえて片面に標準画像を表示し、もう片面に症例画像を表示できるようにする。

デジタル画像の取り込み、表示並びに保存への言及もされている。DICOM 形式に対応した PACS による肺アルゴリズム、間質性肺疾患対応ソフトウェアとされる。画像モニター表示における原則として、ACR, EUR に準拠したモニター 3 メガ以上である。データ記録と保管への言及があるが、データ処理、保存は各国の法規に任せるともされている。

なお本章の巻末には語彙集も備えられている。

2. 米 NIOSH のワークショップ（平成 20 年 3 月）

（1）ホームページから収録²⁾

ILO, ACR との合同開催であったので、

各組織がそれぞれの見解を表明した。次いで、招聘された国際的エキスパートも加わって三つのグループに分かれてワーキングを行い、それぞれがワーキング成果を NIOSH への勧告として成文化した。

それは要約すると、撮像（画像取り込み）、画像モニター表示、ファイル処理と保持につき検討した結果に基づき、NIOSH に対してデジタル画像に踏み出せと促しており、ILO じん肺デジタル画像分類（2008 年予定）のみならず将来の本格的デジタル画像収集についても勧告している。

（2）アメリカ NIOSH のその後の動向

同・じん肺パネル（日本の中央じん肺審査医に相当）が Black Lung スクリーニングからじん肺デジタル画像（生データと呼ばずに、“For Processing” data と呼称）を収集して、画像処理や表示、保存の検討中である。同時に同パネルが ILO2000 年版デジタル標準画像を検討しつつ、収集症例との比較読影を実行中である。例えば、PACS は患者のデータを収集し、各ワークステーションに分配するシステムで、ILO 分類は PACS に盛り込むことは難しい点があることが議論されている。症例画像用には PACS とは別の専用ソフトウェアにより for processing data を処理して、分類に適した画像を用いて分類するなどである。2009 年のうちには結果が出る予定とされている。

3. 国際労働衛生学会・呼吸器病科学委員会の活動、研究成果

2009 年 3 月南アフリカ共和国ケープタウンにて同学会の総会が開かれ、中でも同委員

会により「デジタルじん肺画像のスクリーニングならびに教育における標準化」と題してのワークショップが ILO,NIOSH 合同参加で開催される。

ここでの発表は、

（1）南アとアメリカ合衆国の共同研究で DR がフィルムでもモニターでもその妥当性が示唆されていること

（2）南アではダイヤモンド鉱山のスクリーニングにおいて年二回モニターで用いられていること

（3）ドイツではデジタル画像が国家的スクリーニングで用いられているが、アスベスト肺について偽陰性が少ないこと（HRCT を黄金律として）

（4）ブラジルでは確立されたアナログ写真でも研修の効果を上げるには画質が問題になっていること

（5）タイでは AIR Pneumo（Asian Intensive Reader of Pneumoconiosis）が学会と厚生省の共催で開始され、そこでの講習や試験に DR,CR アナログが混在しているが、同時におのおのにつき正常コントロール写真を適切に挿入・配置するなどして工夫していること

（6）ILO パネル（諮問的な専門家集団）が将来の本格的なデジタル標準画像の確立に向けた提案を行う予定であることなど等が期待されている。

さらに各国研究者がデジタル画像を持ち寄り、カンファランス形式で検討したり、CD でコピーを共有したり、ホームページでダウンロードすることが検討課題になっている。

D. 考察

デジタル画像は先進国では趨勢であるが、アジアや南アメリカでは必ずしも普遍ではない。国際的な取り組みや多国間での共同研究や研修では、写真の打ち出し、プリントにも対応する必要があるだろう。

わが国ではじん肺法の枠内でデジタル胸部画像の標準化、モニター表示の検討が粛々と進んでいる。これが世界に発信されて引いては米国 NIOSH、ILO にも示唆を与えることになっており、かつ国際標準の中でも矛盾しないものになっているのは喜ばしいことと言えよう。

同時に国際的動向に今後も注目して、グローバル化に対応する必要がますます湧くだろうと思われる。この点でも村田班の役割が期待される。

E. 結論

世界各国におけるじん肺スクリーニングにおけるデジタル画像活用の現状や国際組織の動き等を概観した。

F. 参考文献

1. Flat-Panel Detector Digital Radiography and a Storage Phosphor Computed Radiography: Screening for Pneumoconioses. JOH, 2007;49(1):39-45.

2) NIOSH Application of the ILO International Classification of Radiographs of Pneumoconioses to Digital Chest Radiographic Images. A

NIOSH Scientific Workshop, Publication
No. 2008-139, July 2008.
<http://www.cdc.gov/niosh/docs/2008-139/>

*Application of the ILO International Classification of Radiographs of
Pneumoconioses to Digital Chest Radiographic Images*

A NIOSH Scientific Workshop
March 12-13, 2008
Washington DC, USA

Workshop Summary

On March 12–13, 2008, the National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) of the Centers for Disease Control and Prevention (CDC) hosted a workshop to address issues for classifying digital chest radiographs for patients with pneumoconioses. The international group of scientists in attendance heard from representatives of the International Labour Organization (ILO), the American College of Radiology (ACR), NIOSH, and academia. Expert presenters described current and future issues in digital radiography, especially as they relate to classification. The workshop participants broke into smaller groups to discuss (1) image acquisition, (2) image presentation, and (3) file interchange, and to develop recommendations for advancing digital classification for pneumoconioses.

DISCLAIMER: The findings and conclusions in these proceedings are those of the authors and do not necessarily represent the official position of the National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). Mention of any company or product does not constitute endorsement by NIOSH. In addition, citations to Web sites external to NIOSH do not constitute NIOSH endorsement of the sponsoring organizations or their programs or products. Furthermore, NIOSH is not responsible for the content of these Web sites.

Introduction

David Weissman, M.D., Director of NIOSH's Division of Respiratory Disease Studies, welcomed the workshop participants and emphasized the background of the meeting—that is, the transition of radiologic surveillance from film to digital methods. Gregory R. Wagner, M.D., NIOSH Senior Advisor, also welcomed the workshop participants and introduced the plenary speakers.

Organizational Perspectives

Igor A. Fedotov, M.D., Ph.D.; Edward L. Petsonk, M.D.; and Daniel Henry, M.D.

Dr. Igor Fedotov, of the International Labour Organization (ILO), reviewed advances in conventional chest radiography (film screen) during the past 20 years—for screening and health surveillance, clinical care, diagnosis, evaluation of response to treatment, and epidemiological research. Film screen radiography is easy to perform, cost-effective, and relatively specific for some conditions, including advanced coal-workers' pneumoconiosis. Chest radiography is the most commonly applied tool for the screening and surveillance of dust-exposed workers. It can indicate failure in dust control and can help establish exposure-response relationships. Yet there are limitations. For example, conventional radiography may miss some airway disorders and may not correlate with functional impairment.

Dr. Fedotov stated that new digital techniques for chest radiography produce better-quality images, allow easier manipulation, and afford easy access and storage. Digital methods can allow for teleradiology—transmitting images through network connections. They allow the use of Picture Archiving and Communication Systems (PACS). Two digital radiographic methods are in use—computed radiography (CR), which uses an imaging plate and scanner, and digital radiography (DR), which uses a flat-panel detector. Digital methods feature high equipment costs, and they lack standardization. Trials must be conducted to establish the comparability of the various digital imaging techniques with film-screen classifications, and the ILO must produce standard digital images for comparisons. Legal aspects have slowed the introduction of digital systems—for example, state and Federal laws and qualifications for compensation for

lung injury. Dr. Fedotov suggested a future medical-screening scheme featuring the use of digital subject films and standard digital images and the use of CT classification of pneumoconiosis as a supplementary method.

Dr. Fedotov presented the case for revising the ILO 2000 classification scheme, which has served to improve international comparisons of data on pneumoconiosis. The revision will feature increasing use of new soft (image) standards as opposed to hard copies. A draft text of the revision will be completed in 2008. It will address many technical issues, such as standardization of file formats, the use of different brands of equipment, and ensuring image quality for classification.

Dr. Edward Petsonk, of NIOSH's Division of Respiratory Disease Studies, provided background on the ILO classification, which was defined as "a means for describing and recording systematically the radiographic abnormalities in the chest provoked by the inhalation of dusts." He noted that incidence of pneumoconiosis in coal miners declined steadily in the 1970s and 1980s, yet has risen since the 1990s. Challenges for the ILO revision of classification include a need to ensure detailed and uniform images for classification and a need to merge science and practicality. Dr. Petsonk described the NIOSH perspective, based on surveillance programs, compensation and clinical evaluations, and epidemiological and clinical research. NIOSH requires the uniformity and integrity of digital images. Migration to digital imaging will require specifications for acquisition and formation of digital chest radiograph images, as well as procedures for classification of images based on the ILO system, local and disseminated systems for managing images, and a capacity to examine and approve B readers.

Dr. Daniel Henry, of the Medical College of Virginia and Chair of the American College of Radiology Pneumoconiosis Committee, provided an ACR perspective, stressing the need to create an environment in which to view images. ACR's mission includes education and technical development and support. Dr. Henry reviewed the ACR's history in this field, including the development of guidelines and support for B readers. The ACR has incorporated the Digital Imaging and Communication in Medicine (DICOM) standard to promote the communication of images and support PACS. Dr. Henry stated the ACR's goal of moving away

from traditional viewboxes and creating a new logistical paradigm for image viewing. One trend today is the use of 3-D color rendering. Color LCD monitors may be more versatile for cross-sectional imaging and CR/DR. There is a need to integrate digital acquisition and display guidelines with elements of chest radiography. The ACR has constructed a new facility in Reston, Virginia, known as the ACR Education Center. The site likely will host future teaching seminars and B-reader testing. Dr. Henry described a plan to transition the ACR's Pneumoconiosis Committee into a task force that can move beyond issues of education to a role of working with NIOSH and ILO to support the transition to digital media.

Discussion

In response to a question, Dr. Henry noted that newer color monitors are cheaper and faster than the older black-and-white monitors. However, during a period of transition, we do not want to exclude people because of the PACS systems in place. Availability of technologies is a key. Dr. Michael Flynn stressed the importance of pixel size and field of view. Dr. Carl Ravin encouraged the group to consider converting from B readers to A+ readers, which might include computerized reading. It was noted, however, that attempts at computer automated readings a decade ago were less than successful. Dr. Henry suggested that a first step be the development of computer standards for opacity and profusion. Dr. David Clunie wondered whether CT would be a better imaging strategy because of its success with computer evaluation.

Plenary Presentations

Comparison of Digital Radiographs with Film-Screen Radiographs for Classification of Pneumoconiosis – Alfred Franzblau, M.D.

Dr. Alfred Franzblau, of the University of Michigan School of Public Health, described a study that assessed the impact of image format on the ILO classification as performed by experienced readers. The study compared the use of DR and film-screen radiograph (FSR) images. Study participants read both hard copy (printed out) and soft copy (on the monitor) DR images. The

images featured abnormalities of lung parenchyma and pleura resulting from inhalation of dust. Dr. Franzblau reviewed the study methods, including recruitment of subjects, capturing of images, reading of images, data cleaning, and statistical analyses. The cases included all major ILO small opacity profusion categories, with both rounded and irregular small opacities, large opacities and pleural abnormalities.

The investigators captured images from 107 subjects. Six B readers classified each image in random order based on the ILO 2000 system and ILO standard films and digitized images for comparison. Subsequent analyses compared inter-reader reliability, using the kappa statistic. The investigators also analyzed marginal rating differences across image formats. Dr. Franzblau presented the following conclusions from the study:

- There were few significant differences in reliability of image classifications across formats, and the differences were solely among classifications of image quality.
- Parameter estimates for image format in adjusted models were similar to results for unadjusted models, indicating that covariates (age, gender, etc.) were not acting as confounders of the effect of image format on prevalence of findings.
- For film quality, classifications for FSR and digital soft copy images did not differ significantly. Hard copy images tended to be classified as worse than FSR and soft copy images.
- For parenchymal abnormalities and small opacity profusion, classifications of FSR and digital soft copy images did not differ significantly. Classifications of digital hard copy images demonstrated significantly greater prevalence of parenchymal abnormalities and small opacity profusion.
- For large opacities, the three image formats differed significantly. (When “ax” were included, the difference between FSR and soft copy disappeared.)

- For the presence of pleural abnormalities, all three formats differed significantly.
- There were no significant differences among the formats with regard to costophrenic angle obliteration and diffuse pleural thickening, although the study power was low for these outcomes.

Dr. Franzblau cautioned that the study did not employ a gold standard. When there was a difference in prevalence by image format, one could not determine which was closer to the “truth.”

Discussion

In response to questioning by Dr. John Balmes, Dr. Franzblau concluded that there is little reason to read digital hard copies. He noted that readers of soft copies were allowed to manipulate the images on the screens. In the analyses, kappa values were not weighted. The workshop participants noted that, despite drawbacks, digital hard-copy reading likely will be used throughout the world. That might not matter for pleural disease, for which clinicians can use CT. The workshop participants wondered whether inter-reader variability might have played a role in the results. Dr. Franzblau noted that techniques (e.g., different times spent in reading different formats) might have led to differences. One key for future studies may be the optimizing of reader processing. Dr. David Lynch noted that the results do not rule out the possibility that both hard- and soft-copy DR may be more sensitive than film-screen.

Acquisition of Digital Chest Images for Pneumoconiosis Classification: Methods, Procedures, and Hardware – Ehsan Samei, Ph.D.

Dr. Ehsan Samei, of Duke University Medical Center, reviewed the conventional film-screen process and listed the benefits of digital radiography (improved dynamic range, post-processing for visualization, analytical capability, archiving). Digital radiography features analog image capture followed by digitization. It can suffer from x-ray scatter and requires pre- and post-processing of the image. Digital radiography systems can differ in detector technology, image