

血管造影に在るべく技師像について

- Evidence Based Medicine (EBM) を考慮して -

大阪市立大学医学部附属病院 中央放射線部 市田隆雄

緒言

近年の血管造影は技師の務めを如何に解釈するかに幾つかの方向性を認める。それは諸施設での部門運営の違いが作用しているのだが、装置操作や撮影技術の自動化、経営面を考慮する効率化等が深く関係していることも否定できない。各種の自動化は省力化の可能性を示しており、これを経営面へ寄与させると人的な技師削減へといとも簡単に連携する。もし医師、技師、おのおの職域での連携が曖昧であれば、技師配備の必要性を示す材料が無くなりかねない。また経営面への寄与が医師削減へと繋がれば、技師が装置近傍で清潔術着を纏って装置の直接的操作等、今まで以上の人的労力、期待を託される場合もある。昨今の背景は、技師の職域環境に変化を与えており、技師の職能が試されている時期と筆者は解釈する。

ここでは筆者独自の一考として“血管造影に在るべく技師像について”を記す。技師の仕事を定義することで、それに関連づけた自施設での取り組みを紹介し、技師の務めを全うするための方向性を示したい^{1,2)}。また記述の節々で Evidence Based Medicine (EBM)^{3,4)}の思考も取り入れ、高度な血管造影には必ずや技師の務めが求められ、その延長線上には活躍できる土壌が埋もれていることをお伝えする。

尚、本稿は第 49 回九州循環器撮影研究会にて発表し、その研究会記念誌への寄稿原稿を引用したものである。そのために一部のデータが、本誌の“FPDの被ばく低減についての検討”と重複することとなる。

1 技師の仕事

一般的に、より良い情報提供、および環境提供が技師業務と思われるが、筆者独自に定義の概念に沿い言及する。具体的な一言に付すと「如何に支援できるか」であり、それを有形的因子、無形的因子、創造因子の三点に分類定義してみる (Fig.1)²⁾。

有形的因子は、透視・撮影画像等、様々な提供を意味し、それらを機能させるための装置管理を含む。通常、技術に該当し、客観的評価としての科学的根拠を問い易く、EBMを確立させることが可能な領域である。通常、技師の仕事の全てがこれであると思われる。昨今は各種に自動化が図られてきており、人力に頼る部分が大幅に減りつつあるとの認識がある。ただ 3D 画像の作成、膨大な画像管理等の従来にはなかった新しい仕事が含まれつつある。

次に無形的因子は円滑な解釈は難しいかもしれない。最適性、即時性を指しており、数値としての表現が不可能な領域である。この因子は如何なるモダリティの仕事でも当然に要求される“当たり前”の事柄であるが、その“当たり前”に微々たる差があるだけで、血管造影の臨床では雲泥の差を生じさせる場合がある。それ故この因子がとりわけ重要と考えざるを得ない。筆者の考えでは、無形的因子が備わることで有形的因子がより機能を発揮し、逆に無形的因子が伴わない有形的因子は意味を

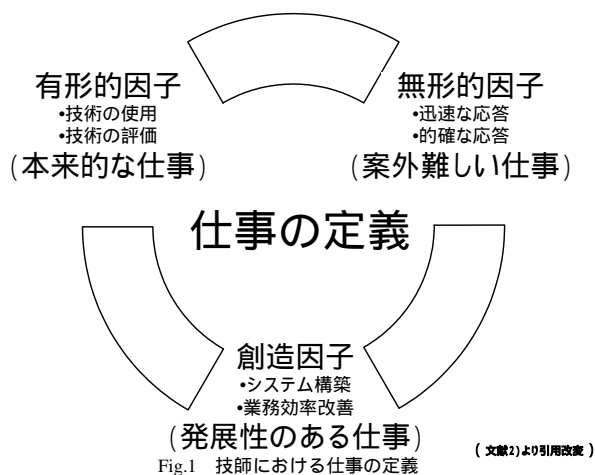


Fig.1 技師における仕事の定義

成さない場合がある。主観的評価が支配し EBM の対象には該当しない。ただし統計的に評価を重ねることでの EBM の可能性は見出せる。

最後に創造因子は、前述のおのこの因子が揃うことで相乗効果が起こり、より発展性を得ることでの“改良、発見、開発”等を意味する。これには医師、看護師、技師の連携⁵⁾が必要であり、円滑な意思疎通のもとでは存分な力が発揮される。創造因子が効果的にあれば、最終的には有形的因子に還元され、また無形的因子との関係を深める。これら三者の因子が互いに影響、そして作用を及ぼし、臨床に大きく役立つ結果となる。血管造影での技師は創造因子として幅広い活躍を求められていると解釈している。EBM については対象外であろう。

2 技師の仕事と EBM の関係

医療では EBM が確立されつつあるが放射線技術学では遅滞している。診断のために画像観察する行為が、人の主観に頼る部分があるため EBM の構築が難しいためだが、画質の物理評価（客観的評価）ができて、臨床目的の閾値に転用することが困難であることも多分に作用する。現実的に画像観察のための様々な X 線機器が薬事承認を請ける過程で、精細な画質特性を検討して合否を定める方法は採用されていない。つまり画質を限局的に定めて、臨床配備されていないのが現状である。しかしながら検査、治療については一定の結果を導く必要があることから、昨今は基準、標準化といった思考が定着してきており、その延長線上では X 線装置の動作、操作性能、撮影・透視線量、画質、被ばく量等、様々での EBM に可能性がある。

放射線技術学における EBM は、医療同様の確立の術を辿ることが必要と考える。EBM は曖昧に経験的に成立している技師の仕事を、根拠に則り示すことを可能にする。技師の仕事を定量的に推し量る指標となり、その仕事の必要性を表現できることにも繋がる。仕事の正当化を果たす目標とも考えられ、当然ながら仕事の品質保持、向上に効果がある。EBM を有用に活用すれば、それはより説得力ある技師を明示できる手段になるに違いない。

ただ私達技師にとっての EBM はまだまだ未開であり、その構築には極めての困難を認める。現状は対象領域での論文数の不足を認めており、血管造影に関する放射線技術学の多数の研究が求められる。

3 EBM 構築のための一案

現状の血管造影では EBM に早急に及ぶには不可能であり、かつその構築が極めて難しい点も考慮し、われわれの場合は EBM に準拠できるような思考を備えるべきかもしれない。経験的尺度が広く認知され当然のように確立されている技術は容認するべきで、根拠としての証明はされていないが根拠同然と扱う判断が必要かとも思われる。これを前提にすると、装置線量、被ばく、画質についての EBM が比較的に近道のように思われる。それらは関係深いので連携して考えることが臨床上の得策であろう (Fig.2)。構築方法は学会等が関与して医学会との連携を図ることが、より機能する EBM になると思われる。

3 - 1 被ばく

医療被ばくには制限がないため、基準を定めることができない。少なければ少ない程良いとされるが、多くとも成果が適切にあれば同じく良いとされる。そこで現状での様々な報告を基準として考えることを根拠同然の前提とすることを推奨したい。

臨床現場では、装置の違いでの線量率差が示されており⁶⁾、線量率を可変させるような機構⁷⁾の使用も加えて、全国の施設間の透視、撮影線量に大きな違いがあることが分かっている^{8,9)}。これを逆手に利用して、臨床現場で求められようとしている基準¹⁰⁾を鑑み「臨床に適する装置線量」を定めるのは如何であろう。臨床での被ばく線量値¹¹⁾についても、装置線量と連携させ、臨床での上限を

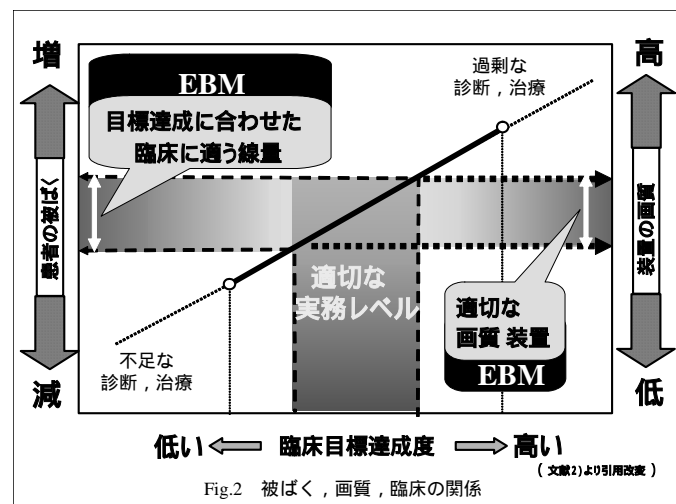


Fig.2 被ばく、画質、臨床の関係

勧告するような「臨床で容認できる被ばく線量」を定めるのは如何であろう。

3-2 画質

血管造影の画質はその能力差で違うが、薬事法認可が臨床使用を認めている現状、画質についてのEBMは事実上作成できないし、仮にできてもしっかり機能することが期待できない。そこで、現行、臨床使用している全機種 of 客観的評価を行うことを求めたい。具体方法は、学会等が先導して、全国の施設に協力要請をし、ランダムに機器選択する。そして一定数の同機種 of 物理評価をし、同機種 of データ解析をおこなう。これを各メーカーの市場展開する機種すべてでおこなうことが理想である (Fig.3)。それにより「臨床に適する画質」、「臨床に適する装置性能」といった指針ができる。

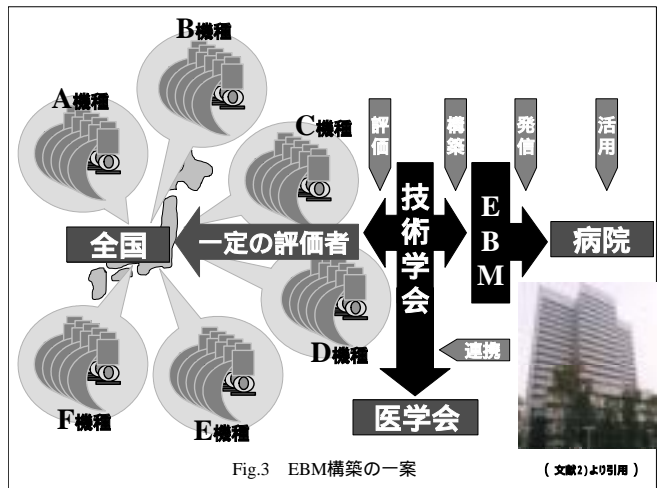


Fig.3 EBM構築の一案

(文献2より引用)

4 創造因子の軌跡

自施設では予てより能動的に臨床に役立つ仕事姿勢のもと、DSA装置の開発^{1,2)}、デバイスの開発¹³⁾等、取り組みを重ねてきた。本稿前述はそうした環境のもと自然かつ必然的に成り立ちを得た思考であるが、それに従い筆者が経験した創造因子の3事例、“IVRでの観察モニターの構築”、“Angio-CTシステムの開発”、“血管像の高画質への探求”を記述する。

4-1 IVRでの観察モニターの構築

1998年より小型 liquid crystal display (LCD) の試用を始め¹⁴⁾、その利便性に着目し、transjugular intra hepatic portosystemic shunt (TIPS) の臨床に限ったコンパクトモニターを構築した (Fig.4、5、6)。その後、I.I. 周囲敷設のモニター (Fig.7、8) 天井懸架式モニターを構築した (Fig.9、10)^{15、16)}。臨床使用において画質に関する検討、LCD の機種変更等の改良を重ね、2002年には全ての装置の観察モニターを cathode ray tube (CRT) から LCD へ変更した (Fig.11)^{17、18)}。

4-1-1 創造因子としての成り立ち

有形的因子として術者の観察モニターが存在するが、様々な臨床で無形的因子を効果的に機能できない状況を経験した。つまり快適な術者の観察環境が成り立たない状況であったため、臨機応変の使用を目的に、観察方向および距離の微調整、室内照度を適宜に変える等を技師が図ってきた。しかしながら観察環境の不良は避けられず、創意工夫を図ることでの創造因子としてモニター構築に進展した。つまり有形的因子と無形的因子の積み上げで、創造因子が生み出された。

4-1-2 今日の臨床現場では

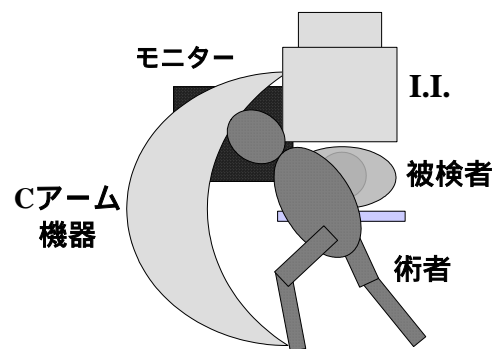


Fig.4 TIPSでの苦痛な術者姿勢

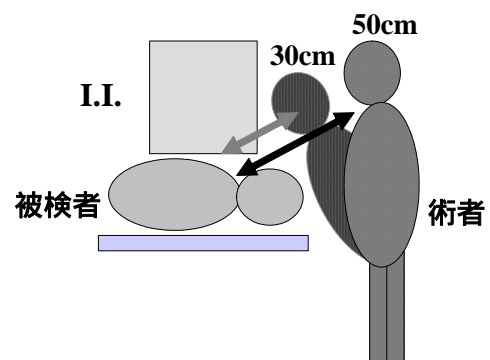


Fig.5 TIPSでの術者被ばく

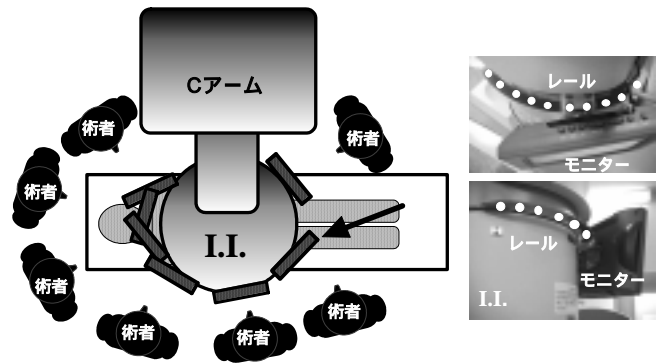


Fig.7 I.I.外周モニターの概要



Fig.8 I.I.外周モニターの使用風景

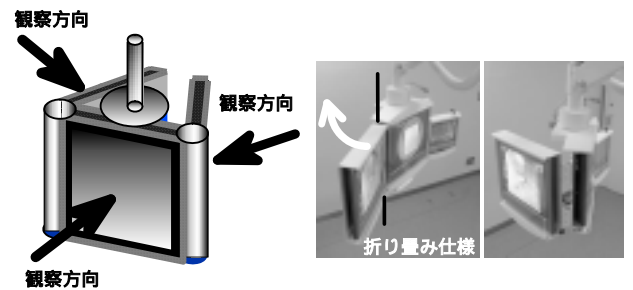


Fig.9 初期の折り畳み式3面モニター



Fig.10 intra venous digital subtraction angiography (IVDSA)での使用風景



Fig.11 新しい折り畳み式3面モニター，5面モニター

X線機器メーカーより先駆けて取り組んできた試みであった。当初の画質では明らかに劣る民生用LCDの活用は、術者の手技環境の向上に視点をあわせたものであった。その後、液晶業界の発展に伴い、CT、MR等の診断領域でLCDを使用する方向性が示されつつ推移したが、血管造影への採択は阻まれた。透視画像を観察する適性、高品質LCDの高価格が作用したためと思われる。しかし技術進歩と価格の整合がとられつつある時期になり、われわれに新たなLCD機種の手入が可能となった。その経験を、臨床評価し、CRTからLCDへの変更が可能であることを判断した。全国的な市場では2004年から供与が始まっている。

4 - 2 Angio-CTシステムの開発

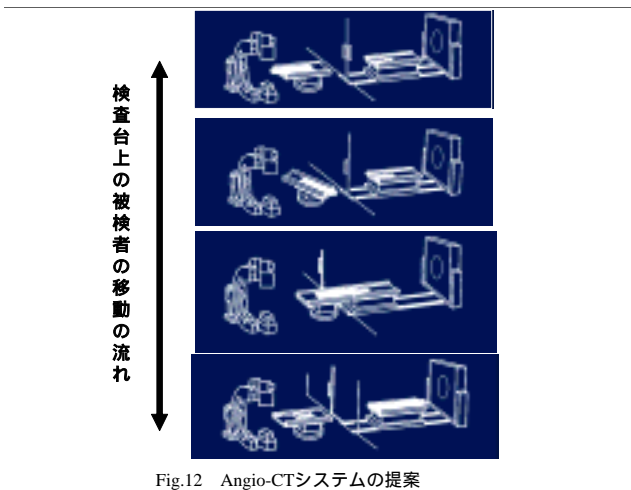


Fig.12 Angio-CTシステムの提案

1991年に新しい撮像方式であるヘリカルCTが登場し、格段の撮像時間短縮が計れたことに由縁する。新しい撮像方式の登場で、計画立案、メーカーへの提案に至ったものである (Fig.12)。1994年にAngio-CTシステムの開発に辿りついたが^{19,20)}。高価なCTを独立操作できるというコストパフォーマンスに優れる結果を生んだ。

4 - 2 - 1 創造因子としての成り立ち

有形的因子として当時のアキシャルCTでの対応のもと、随時に臨床結果を知り、撮像方式等での検討を重ねてきた。この経過には1980年代、血管造影では診断不能な臨床症を経験し、その診断のためにCT施行が求められるが、別部門CT室へ搬送する繁忙性、その間のカテーテル脱落

の可能性等の支障があった。無形的因子としては即時的なCT対応であるが、現実的にそれは不可能であった。創造因子への展開は、医師との連携で臨床を理解して、ヘリカルCTの技術を引用するアイデアが一番の起因である。ただ当時は、現行の確固たる有用性には確信がなく、救急医療でのCT対応が必須になりつつある時代背景、血管造影とCTとを関係づけた救急医療を踏まえた開発方針が助けを呼び、結果、既存にないシステム構成の発案が現実化した。

4 - 2 - 2 今日の臨床現場では

開発当初、別施設では血管造影とCTとを同室型にて、メーカーと同様装置を共同開発しており²¹⁾、CT arterial portography (CTAP)、CT arteriography (CTA)の施行が始まっていた。確固たる手技としては二番手の施設として臨床使用を開始した。開始早々、有用性が認められ直ぐさまルーチンワークとなった。関西圏は血管造影でのinterventional radiology (IVR)が盛んな時代であり、早々に有用な手技として認知されることになったと記憶される。全国的な展開はやや遅れたようだが、数年後の医学放射線学会では衛星中継でのライブワーキングが開催されていた²²⁾。濃度分解能に優れるCTAP、CTA、そして高精細な昨今の撮影画像の組み合わせは小肝腫瘍の存在診断に極めて力を発揮している²³⁾。

4 - 3 血管像の高画質への探求

旧来からX線TVシステムにおいて画質向上が求められてきた。腹部領域の血管造影で淡い腫瘍濃染の描出に限界があり、診断能の向上が求められてきた。その折、自施設ではI.I.の二次蛍光面、ヨウ化セシウムの結晶状態、収束電極を改良した装置使用が始まり²⁴⁾、その二次蛍光面を拡大化した特殊I.I.²⁵⁾についての評価に臨んだ^{26,27)}。その後、他メーカーも同様のI.I.を開発し^{28,29)}、自施設でも評価に携わることとなる³⁰⁾。この時期、必要に応じた画質を提供することの重要性を学んだ。他方、TVカメラとして撮像管からCCDの応用が始まったのもこの時期で、画質向上についての評価がされていた³¹⁾。その後、FPDの技術紹介が公表され、血管造影への展開が示唆された。自施設では静止画系のFPDについての治験経験を重ね³²⁾、動画系のFPDを使用してのシステム開発に携わる機会を得た³³⁾。物理評価³⁴⁾、臨床評価³⁵⁾を重ねて現在に至る^{36,37,38)}。

4 - 3 - 1 創造因子としての成り立ち

有形的因子として従前から画質向上には重要なX線検出器について客観的評価をしていた。その能力を最大に発揮する技術の把握、そのもとの臨床像の検討に臨んでいた。常日頃より画質向上に影響を与える機器の評価、技術吸収を図り、無形的因子として医師との円滑な連携において臨床に要求される画質レベルを捉えていた。双方因子の合致で、創造因子としてメーカーへの働きかけ、そして具体事象に発展したことと考える。その延長線上、メーカーとの信頼関係が成立し、様々な共同開発も発し、その後のFPDの研究にも及ぶことにもなった。

4 - 3 - 2 今日の臨床現場では

静止画の撮影についてのFPDは早くから市場提供されたが、動画については遅れた。X線透視に該当する低線量での良好な画像形成、連続撮影でのサブトラクションが難しく、ラインノイズ等の支障もあり、当初のメーカー予想より大幅に遅れた。しかしながら各メーカーが数年来の改良を経て、現

血管造影に在るべく技師像について
 在は全メーカーから FPD 供与が可能となっている。I.I.から FPD への転換は、画質向上に大きく寄与している (Fig.13)。最近の自施設の研究過程で、intra arterial digital subtraction angiography (IADSA)での腹腔動脈撮影を対象とした撮影線量の調査で (Fig.14) FPD 使用が表面入射線量を低減させている結果 (Fig.15) そして FPD の設定改良した低線量モード型 FPD を試用して、撮影線量がより低下できる可能性を認めている (Fig.16,17)。

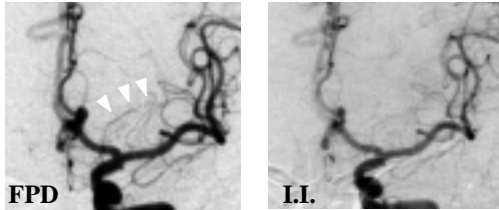
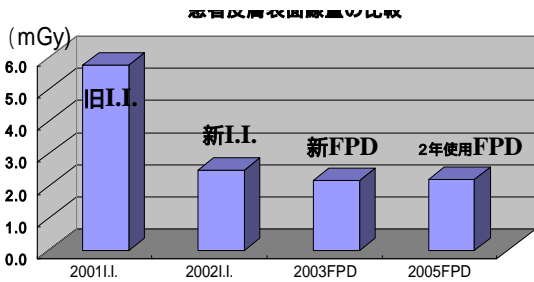


Fig.13 内頸動脈刺通枝のFPDとI.I.での描出能の違い

DFA100	DFA200	Partire	Partire
旧I.I	新I.I	新FPD	2年使用FPD
2001.1.15 ~ 2001.7.23	2002.4.1 ~ 2002.12.26	2003.1.14 ~ 2003.8.22	2005.1.6 ~ 2005.8.22
100例	88例	100例	100例

Fig.14 IADSAでの腹腔動脈撮影，照射録での追跡調査期間と件数



DFA100	DFA200	Partire	Partire
5.75 mGy	2.49 mGy	2.18 mGy	2.21 mGy

Fig.15 NDD法からの表面入射線量の比較

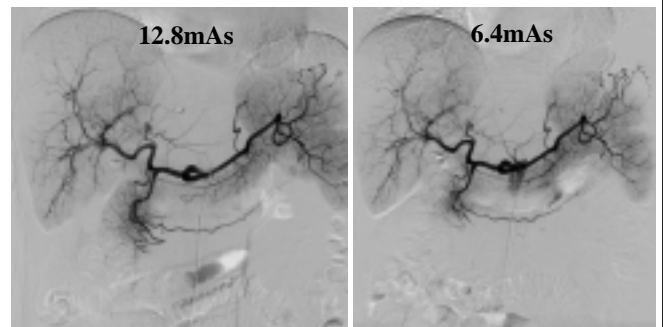


Fig.16 IADSAでの腹腔動脈撮影について通常FPD，低線量モード型FPDの比較

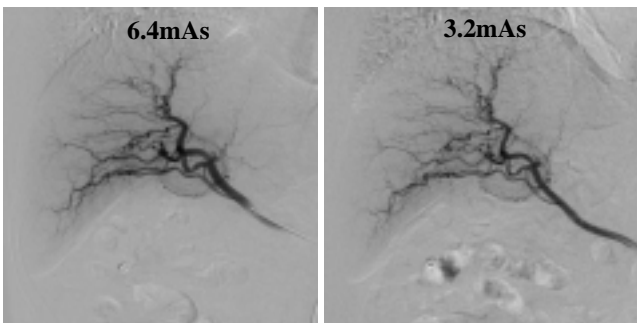


Fig.17 IADSAでの右肝動脈撮影について通常FPD，低線量モード型FPDの比較

5 結語

本稿4-2での余談であるが、本邦におけるAngio-CTシステム開発後の翌年、外資系メーカーが直ぐさま同様システムを完成させた。その極めて俊敏な展開に感嘆した。なぜならC型ウイルスによる肝臓病変はアジア圏に限られており、欧米では認知されていない病変であったためである(その後、米国では1960年代のアジア圏での戦争、輸血に起因し広く認知されたが)。つまり自国ではニーズのない技術を、日本でのニーズの急速な高まり(全国では一部に過ぎなかったが)を見逃さず、製品化してきた姿勢、俊敏な結果に感嘆したのであった。私には今もその際の驚きが刻まれている。「何かを感じたら、感じるだけで終わるのでなく、その何かに、何ができるかを考え、判断し、結論づけて、行動を起こす」、この実践を忘れてはならないことをお伝えしたい。この考えはどんな些細な事柄にも通じる。

ところで、諸外国では本邦ほど技師が臨床現場に関わる構造を有しない。これは技師の職業的な位置付けがやや違うためだが、本邦では高度な血管造影を要求するために技師の務めが、必然的に強く求められた要因が現行を生んでいる。この経過があるが、昨今の技術革新と社会背景が、徐々に冒頭に述べた諸施設での微妙な違いに表れている。本邦故に特別に築かれた財産は、「医師と接して、臨床を知り、より良い放射線技術の実践(仕事)が求められている」環境である。この活躍できる土壌を見逃さず、ぜひとも能動的な姿勢、意識高揚を忘れない技師³⁹⁾であって頂きたい。

血管造影での技師は「部門のコーディネーター的な存在として仕事をおこない得る」ことが、筆者においては理想像と考えている。

- 1) 市田隆雄, 横山貢治, 小川隆由, 他: 日常診療のコツ+工夫, IVRの基本. Radiology Frontier, 4(3), 222-228, (2001).
- 2) 市田隆雄: 教育講座-EBM手法に基づく放射線技術-, 血管撮影のEvidence Based Medicine(EBM)を考えてみる. 日放技学誌, 61(3), 335-343, (2005).
- 3) Sackett DL, Rosenberg W, Gray J, et al.: Evidence based medicine: what it is and what it isn't. BMJ, 312, 71-72, (1996).
- 4) 福井次矢: EBMの歴史的背景と意義. EBM実践ガイド. pp.1-6, 医学書院, (1999).
- 5) 市田隆雄, 工藤弘明, 奥山和夫, 他: 三位一体のIVR-最善のIVRのための私達の思考-. IVR学会雑誌, 16(4), 321-326, (2001).
- 6) 宮崎茂, 阿部真治, 加藤洋, 他: IVR用X線装置の被検者入射線量率評価. 日放技学誌, 59(7), 839-847, (2003).
- 7) Kudoh H, Masai N, Ichida T: Development of Variable Dose X-ray Fluoroscopic System. -Aimed at Reduction of X-ray Exposure during Interventional Radiologic Procedure-. Radiation Medicine, 16(3), 229-232, (1998).
- 8) 江口陽一, 木村均, 土佐鉄雄, 他: 血管撮影での被検者の皮膚線量調査. 日放技学誌, 54(7), 900-907, (1998).
- 9) 水谷宏, 梅津芳幸, 江口陽一, 他: IVRにおける患者被ばく線量の測定と防護に関する研究班報告. 日放技学誌, 59(3), 369-381, (2003).
- 10) ICRP: Avoidance of radiation injuries from medical intervention procedure. Publication 85, Annals of the ICRP, 30(2), (2000).
- 11) 石口恒男: 放射線診療における被ばく IVRの被ばくとその対策. 日医放会誌, 62(7), 356-361, (2002).
- 12) 工藤弘明, 奥山和夫, 中塚春樹, 他: 血管造影用画像処理装置Angio-Imagerの開発とその各種臨床応用. 映像情報, 13, 1027-1035, (1981).
- 13) 山田龍作, 工藤弘明, 奥山和夫, 他: われわれが考案したスーパーセレクトティブワイヤーの各種血管カテーテル術への応用. 日本脈管学会雑誌, 21, 55-62, (1981).
- 14) 市田隆雄, 工藤弘明, 小川隆由, 他: 血管撮影時における液晶モニター利用の試み. 日本放射線技術学会第55回総会学術大会一般研究発表後抄録, 389, (1999).
- 15) 市田隆雄, 工藤弘明, 奥山和夫: IVRでの液晶モニターの採用. 新医療, 333, 128-131, (2002).

- 16) 市田隆雄, 工藤弘明, 奥山和夫, 他: 透視への液晶モニターの導入 (透視用液晶モニターシステムの試作と臨床評価). IVR 学会雑誌, 18 (1), 55-58, (2003).
- 17) 市田隆雄: 血管撮影に臨む私達の思考, そしてその実践方法 - より良い工夫を導くために -. 東北循環器撮影研究会誌, 14, 31-38, (2003).
- 18) 市田隆雄, 細貝実, 横山貢治, 他: IVR 室における新しいモニターの構築-CRT から LCD への切り換え-. 日放技学誌, 60 (9), 1308-1315, (2004).
- 19) 工藤弘明, 市田隆雄, 中村敦, 他: Sliding table を用いた新しい血管撮影-CT 連携システムの開発-. 臨床放射線, 40 (6), 749-752, (1995).
- 20) 工藤弘明, 山田龍作, 市田隆雄, 他: 血管撮影-CT 連携システムの開発. MEDIX, 26, 41-45, (1995).
- 21) 荒井保明, 堀田勝平, 内藤光利, 他: Intervental-CT system の開発とその有用性. 映像情報 Medical, 26 (1), 57-61, (1994).
- 22) Murakami T, Oi H, Hori M, et al.: Helical CT during arterial portography and hepatic arteriography for detecting hypervascular hepatocellular carcinoma. AJR, 169 (1), 131-135, (1997).
- 23) 市田隆雄: デジタルアンギオグラフィはここまで進んだ (現況報告, IVR 装置の画質, および HCC への IVR). アールティ, 9, 1-5, (2001).
- 24) 上野助義, 蒔田修, 土亀直俊, 他: 高精細デジタル I.I.-TV システムの臨床評価. 映像情報 Medical, 23 (15), 917-923, (1991).
- 25) 遠藤哲郎: 高解像度リアルタイム DR 対応 12 インチ高精細 X 線イメージインテンシファイア V3733P の開発. 映像情報 Medical, 23 (15), 854-858, (1991).
- 26) 市田隆雄, 工藤弘明, 奥山和夫, 他: 緊急対応型血管撮影装置 (ステレオ X 線管搭載) の開発. 日放技学誌, 49 (7), 265, (1993).
- 27) 工藤弘明, 水口和夫, 市田隆雄, 他: 高性能 X 線-TV 装置による血管撮影. IVR 学会雑誌, 10 (3), 349-351, (1995).
- 28) 齊藤啓一, 野地隆司, 友永慎二, 他: 高 MTF14 インチ X 線イメージインテンシファイアの開発. 日放技学誌, 53 (1), 222, (1997).
- 29) 小山博, 森一博, 平垣圭一, 他: 高精細 I.I.-CCD XTV を用いた DR 装置の最適設計によるトータル画質の向上. 日本放射線技術学会第 54 回総会学術大会一般研究発表後抄録, 26, (1998).
- 30) 庄垣雅史, 奥迫謙治, 市田隆雄, 他: DSA 装置における出力大口径 I.I. の評価. 日放技学誌, 53 (7), 859, (1997).
- 31) 江口陽一, 岡田明男, 加賀勇治, 他: 100 万画素 CCD カメラの画質評価. 日放技学誌, 52 (5), 741-746, (1996).
- 32) 畑川政勝, 岡村光英, 岸本健治, 他: フラットパネルディテクタを搭載した Digital Diagnost の使用経験. 映像情報 Medical, 33 (1), 27-31, (2001).
- 33) 中村健治, 田中佐織, 松岡利幸, 他: IVR 血管造影検査における FPD の臨床的有用性と将来展望. MEDIX, 36, 19-22, (2002).
- 34) 奥迫謙治, 庄垣雅史, 横山貢治, 他: FPD 搭載型血管造影装置の臨床検討. 医学物理, 22 (4), 255-263, (2002).
- 35) 庄垣雅史, 奥迫謙治, 市田隆雄, 他: 動画対応 FPD の血管造影への応用のポイント-矩形大視野 Flat Panel Detector 搭載 Interventional Radiology システムの臨床評価-. アールティ, 16, 1-5, (2002).
- 36) 田中佐織, 中村健治, 岡村光英, 他: Flat Panel Detector を搭載した DSA 装置の使用経験. 映像情報 Medical, 35 (2), 126-131, (2003).
- 37) 市田隆雄, 奥迫謙治, 横山貢治, 他: FPD 搭載血管造影装置における臨床画像の検討. 日放技学誌, 60 (8), 1143-1152, (2004).
- 38) 市田隆雄: ワークショップ「循環器・透視用フラットパネルディテクタ」, FPD の臨床経験, 全国循環器撮影研究会誌, 17, 45-51, (2005).
- 39) FDA, Public Health Advisory: Avoidance of serious X-ray induced skin injuries to patients during fluoroscopically-guided procedures. september 30, (1994).

図表の説明

Fig.1 技師における仕事の定義

技師の仕事は最善な技術力と迅速かつ的確な応答力と考える。一般的に有形的因子である前者が技師の仕事と理解されているが、無形的因子である後者が追従することが極めて望ましい。その両者が揃うと、創造因子として、様々な発展性を生む。そこに技師の活躍できる土壌が潜むと考える。

Fig.2 被ばく、画質、臨床の関係

撮影線量、透視線量と、得られる画像の画質は一定の相関性を有すると解釈できる。臨床での画像は高画質を必須としているのではなく、臨床目的に整合できる画質が要求される。つまり目的に応じた線量可変が可能であり、被ばくの増減の幅、画質の高低の幅を設けることができると思われる。被ばく、画質、そして臨床目標とを連携して考える必要がある。

Fig.3 EBM 構築の一案

学会等の活動を軸として、一定の評価者が、全国に展開されている装置の客観的評価に取り組むことが必要である。その評価データに対して医学会との連携で臨床との関連性を解析し、EBM を構築することが理想であろう。臨床目標を視野に入れての評価解析が病院実務において EBM が本質的に機能させられると思われる。

Fig.4 TIPS での苦痛な術者姿勢

従来の TIPS 時では前方に位置する I.I. が視界を遮り、I.I. と C アームの間隙からモニターを観察する必要があった。術者姿勢は腰を屈める不自然な姿勢が強いられていた。

Fig.5 TIPS での術者被ばく

TIPS 時、術者姿勢は腰を屈めるため通常に比べて、術者の水晶体、頸部がアイソセンターに近づく。術者被ばくの増加が懸念される。

Fig.6 コンパクトモニターによる TIPS の使用風景

左はモニター全景、右は臨床使用例である。TIPS の術者目前へのモニター配備（白矢印）が可能となり、円滑な姿勢でモニター画面（白丸印）の観察が可能である。

Fig.7 I.I. 外周モニターの概要

昨今の血管造影では術者が被検者の周囲いたる位置で手技施行の場合がある。そこで I.I. 外周にレールを敷設し、そのレールに沿いモニター位置が可動できる仕様を考案した。左は手技の通常位置でのモニター（黒矢印）が、術者の位置に応じて被検者周囲を移動し、円滑なモニターの観察環境が用意できる模式図（真上から眺めた概要）。右は実際の I.I. 外周のレールおよびモニター。

Fig.8 I.I. 外周モニターの使用風景

左は通常位置での観察の様子、右は半立位での手技の臨床使用例である。半立位ではモニターを回転させ術者の目前で良好な観察環境が用意できている（白矢印）。これは従前、ナットクラッカー症候群の診断目的のために半立位での手技施行した臨床使用例。

Fig.9 初期の折り畳み式 3 面モニター

3 面の LCD の接続部を回転仕様として任意の観察方向を可能とした。左は様々な方向から観察（黒矢印）を可能とする模式図。右は初期のモニターで、民生用 LCD を使用しており、観察方向の調整、または収納目的のために折り畳み（白矢印）が可能。

Fig.10 intra venous digital subtraction angiography (IVDSA) での使用風景

折り畳んだモニター（白矢印）を挟み、一方では術者が手技をしており（左図）、他方では技師が

装置操作をしている（右図）。

Fig.11 新しい折り畳み式3面モニター、5面モニター

LCDの機種変更等を施した、新しい3面モニター（左図）と5面モニター（右図）の概観。

Fig.12 Angio-CTシステムの提案

隣接する検査室で、血管造影とCTを設定することを前提とする。その隣接部に扉を配置し、双方の検査室で、おのこの検査台を移動させることを考案した。図を上から下へと解説する。血管造影装置に検査台があり、血管造影の対応を受けている。CT必要時に血管造影の寝台機器が180度回転する。扉が開けられ、180度回転させた血管造影寝台機器と、CTガントリー側から移動（床面にレール設置）したCT寝台機器をドッキングする。ドッキングした寝台機器上を検査台がスライド移動する。CT寝台機器に検査台をセットし、CT検査の所定位置までCT寝台機器をスライド移動する。CT対応を受ける。

Fig.13 内頸動脈刺通枝のFPDとI.I.での描出能の違い

脳動静脈奇形のintra arterial digital subtraction angiography (IADSA)像で、被検者、撮影条件、造影条件等を同一としたFPDとI.I.の比較画像である。左がFPD、右がI.I.での撮影像である。刺通枝（白矢頭）がFPDでは良好に観察できるが、I.I.では不良である。また同量の造影剤注入にもかかわらず全体としての造影効果にも差異があり、FPDが明らかに優れる。

Fig.14 IADSAでの腹腔動脈撮影、照射録での追跡調査期間と件数

腹腔動脈撮影の撮影条件について、X線検出器が旧I.I.、新I.I.、新FPD、使用2年経過のFPDの4種類を調査した。図はその期間を示しており、おのこの期間の照射録から100例ずつ追跡調査をおこなった。新I.I.は症例数に限りがあり88例であった。このように同一装置でのX線検出器が変更された理由は、画質評価を可能にするためであった。

Fig.15 NDD法からの表面入射線量の比較

IADSAでの腹腔動脈撮影の撮影条件について、おのこの調査期間におけるX線検出器の違いでNDD法から算出される表面入射線量の平均を示す。FPDに比べて旧I.I.は72%、新I.I.は12%低減しており、2年間のFPD使用前後は線量に殆ど差異を認めなかった。

Fig.16 IADSAでの腹腔動脈撮影について通常FPD、低線量モード型FPDの比較

同一患者における通常FPDと低線量モード型FPDで、IADSAによる腹腔動脈撮影像を示す。左Gain1が通常型、右Gain2が低線量モード型である。撮影は幾何学的条件、電圧値、撮影時間を同一とし、電流値を変化させ撮影線量を1/2に低減させた。この試用ではmAs値を1/2にしたにもかかわらず双方で有意と思われる差異はなく、更なる被ばく低減の可能性を認めた。