

講演

画像診断の進歩とともに

昭和大学医学部放射線医学講座（放射線科学部門）

後 閑 武 彦

平成30年度昭和大学学士会特別講演会—医学部教授最終講義—

2019年3月16日 14:30～15:00 昭和大学病院入院棟地下臨床講堂

○司会 それでは次の講演に入らせていただきます。放射線医学講座放射線科学部門、後閑武彦教授より、「画像診断の進歩とともに」と題し、講演を賜ります。後閑先生、よろしくお願いいたします。

○後閑 はい、よろしくお願いいたします。

今日の私の話は「画像診断の進歩とともに」ということで、講演の内容ですけども、放射線診断学の簡単な歴史、それからCTの進歩について、放射線診断の過去から未来についてちょっとお話ししたいと思います。

私が卒業した頃は、ほとんど画像診断の主役は、この単純写真でしたけども、その後超音波、CT、MRIですね、それから核医学、PET、それからIVRが、すごい勢いで発展しまして、今の放射線診断学というものを作っているんですけども、これらは、一つ々々がすごく内容があるので、今日はその中で、代表として、CTのことについて、お話ししたいと思います。

内科学とか外科学っていうのは、非常に歴史が古くて、紀元前17世紀頃、医学書が出ていたということがパピルスに書かれてるんですね。それから、ヒポクラテスは、皆さん、もう誰でもご存じだと思いますけど、紀元前370年頃の方です。それに比べると、放射線医学の歴史って、非常に浅いです。

おそらく、ドイツのレントゲン博士がX線を発見したのが今から124年前なので、それから放射線診断学が起こってきたと言ってもいいんじゃないかと。これは有名な写真で、奥様の手の写真なんですよ、レントゲン博士の。その翌年には、遺体の中に造影剤を入れて、こういう血管造影っていうのを、もうやっているんです。1年経ったら、もう血管造影の基礎研究がスタートしており、すごいなと

思います。

そのレントゲン博士がX線を発見してから、日本初のX線写真が、翌年にはもう撮られてます。学会ができましたのが1933年です。それからしばらく経ちまして、1973年ですね、第1回の放射線科専門医試験というのが行われました。専門医の中では、日本の放射線科医の専門医の開始は他科と比べてちょっと早いと思います。

1972年に、CTで、英国でEMI社、これはビートルズでお金をたくさん稼いで、そのお金でCTを開発したという有名な話がありますけど、1972年です。日本初のCT検査が1975年です。私が卒業したのが1980年で、その少し前に昭和大学にも頭だけ撮れるCTが入ったと思うんです。1983年には日本製のMRIが開発されました。新しいモダリティの画像検査が出てきたということで、私は、その後の過渡期を放射線科医として働いてきたわけですよ。

MRI、超音波、IVRと全てがすごい勢いで発達してるんです。その中の一つしか今日はお話できませんので、CT装置の発展について、ちょっとお話ししたいと思います。

1980年、私が卒業した年ですけど、この年には全身用CT装置が昭和大学にも入ってました。で、それから10年経ちますと、今度はヘリカルCT、スパイラルCTっていうのが入ります。それからさらに10年経ちますと、今度はMDCTっていうのが入ります。で、さらに10年経ちますと、デュアルエナジーCTっていうのが入ります。で、2020年、今度、どんなCTが出てくるのか。もう既に新しいCTはかなり研究されてます。

これは、1985年、私が入局してから5年後ので

すけども、ある雑誌に誌上カンファレンスとして出た「腎静脈血栓症を合併したSLEの症例」という症例が誌上カンファレンスとして出ました。その時、まず、多量の血尿で来院したので、まずIVUが撮られたんですね。IVUっていうのは造影剤を注入して腎尿路系を見る検査なんですけど、今だったら、まずCTをやると思うんですけど、まずIVUをやって、IVUをやったあとに、今度は血管造影をやってるんですね。その次にCTに行っています。

CTは、その頃、最新のCTでした。スキャン時間っていうのは、一回転4秒で、次のスキャンまでに3秒かかる。全部で7秒で、1枚、やっと撮れるという。ただ、私が入った頃は、だいたい3分かかって1枚撮ってましたから、それに比べると、もう圧倒的な速さだったです。

それで全身をCTに撮れるようになりましたけど、時間がかかり、手軽に検査することはできなかったです。この頃、当時の心臓血管外科の先生に「どんなことをご要望ですか？」って尋ねたら、「大動脈解離を疑ったら1週間以内に撮ってほしいよね」って言われて（会場笑）、今、そんな話したら、みんなビックリしちゃうと思うんですけど、「1週間ぐらいで撮ってほしいね」って。大動脈解離が来ると、まず血管造影をやってたんですね、その頃は、そのぐらいCTがなかなか撮れなかった時代です。

その頃、われわれが勉強してた教科書っていうと、このPaul & Juhlがあり、昔、内科学書で言えばハリソンみたいな感じで、これでみんな勉強してたんですね。卒業して5年ぐらいになると、こういう『臨床画像』とか『画像診断』ていうような、画像を勉強するような雑誌が日本でもだんだん出てきた。ただ、本当に放射線診断の教科書は海外のものが少しあるだけで、何をどう学んでいいかっていうの、分かんなくて、ただ、こういう、画像診断の雑誌も少しずつ出版され始めてきました。

その頃、欧米、特に米国の放射線診断っていうのはわれわれの憧れでした。人もたくさんいるし、どんどん活躍してるってということで、われわれの憧れだったわけです。で、そうですね、専門医、取ってから、こちらで、日本で、専門医、取ったんですけど、本場のアメリカで教えてもらいたいと思うようになりました。それから、自分の放射線専門医は日本では通用するけど、その能力はアメリカで通用す

るのかどうかっていうことを試したかったんです。

コネクションも何もなかったんで、アメリカの大学に50校ぐらい手紙を書いて、そうすると、まあ30通ぐらい返事が来て、アプリケーションフォームが来て、それも全部出したんです。今と違ってインターネットもないし、どこに応募したら、どういふふうに向こうで研修できるかって、全然分かんなかったんです。まず一つ、間違ってたのは、もう2年先のポジションが決まってたってことです。それから放射線科に入るためにはインターンをやらなきゃいけないと。インターンっていうのは外科か内科のインターンを1年やらなきゃいけないって。そうすると3年前からアプライしない限りは、アメリカで、研修、レジデントにはなれないっていうことが後でわかりました。

ただ、クリニカルフェローであれば日本の専門医を認めてくれれば、研修ができるっていう話を聞いたので、じゃあ、もう考えを変えてクリニカルフェローにしようかなと思って、その応募を出しました。クリニカルフェローっていうのは、研修医を終えて放射線専門医を取った人が、次にサブスペシャリティをもう少し詳しくやる研修なんです。

ところがクリニカルフェローも普通は前の年にもう決まってるわけで、その次の年からなりたいて言っても、なかなか病院がなかったんですけど、偶然、ロチェスター大学の放射線科では、一つポジションが空いたというのが、雇ってくれた理由みたいです。

面接に行きまして、向こうで1日ばかり、面接して、2つの病院、行ったんですけど、マイアミのほうの病院と、こっちの病院。ロチェスター大学のほうは、フレンドリーで、チェアマンが、僕が、1日、面接を終えて帰る時には「ベシカリー・アクセプティッド」って言ってくれたんで、ここに行けるのかなと思ってました。

次の夏からフェローシップに入ったんですけど、とにかく、私も英語を相当勉強したつもりだったんですけど、もう電話がかかってくると、緊急検査で何を言ってるのか分かんない。どう対処していいか分かんなくて、もう非常に恐ろしかったです。ただ、1年経つと、なんとなく英語が通じるようになりました。よく冗談で言うんですけど、私が英語を上手くなったんじゃなくて、向こうが私の英語を理

解するようになったんだっていうような、ことを言うんですけど、本当にそうかもしれないです。

で、なんとか仕事をこなせるようになってきて、で、日本に帰って来たわけですけど、この体験記は、『週刊医学界新聞』というのがあって、皆さんご存じだと思うんですけど、ここにちょっと載せていただきました。そこに、どんな勉強、渡米までどんな勉強をしたかとか。あと、一番末の子はまだ2歳になってなかったんですけど、家族5人で、もう誰も知り合いのいないところに行きまして暮らしたとか。

それで、こんな、それで、そうですね、その、これが、クリニカルフェローで、IVRっていう非血管のIVRを半年、超音波を半年、CTを半年、MRIを半年っていうプログラムだったんですけど、これは超音波のアルトラスノグラファー達との写真です。超音波検査専門の技師さんがいて、で、これがレジデントですね、それからこれがヘッドです、この先生が。

確かに日本で学んだことは生かして、日本で学んだことは、そんなにレベルが低いことじゃなかったっていうことは分かりました。ただ、日本では放射線科のやってる仕事の範囲があまりにも少なく、CTとMRI中心しかやってないので、向こうは、もう全身、どの部門も放射線科医が関わっていました。

それから、あと、他科とのコンタクトが非常に良くて、確かに向こうは独立採算性なんで、例えば内科の先生から依頼が来たら、その人はお客さんなんで、依頼してくれたら、それがどんどん放射線科の収入になるんで、どんどん働いて、それでデパートメントもどんどん大きくなっていくっていう。日本の場合は社会主義ですから、病院は（会場笑）。働いても働かなくても、あんまり（会場笑）。あ、まあ、文句は言われますけど（会場笑）。働けば、どんどん収入が増えて、そのデパートメントが大きくなるというわけでは必ずしもない。まあ最近はどういうことも考慮してくれるようになってきたみたいですけど。

日本に帰って来ると、日本ではスパイラルCT、ヘリカルCTっていうのが入ってたんですね、10年後ですね。これはどういうCTかっていいますと、普通のCTは、グルンと一回転して、患者さんと寝台が動いて、またグルンと一回転するんですけど、ずーっと寝台が動いてるんですね。だから、そ

れで管球もずっと動きっぱなしで、その間、ずっと撮影してるってことで、今まで非常に時間がかかった検査が、すごく早くできるようになったのです。

ですね、今までの全身用CTでは寝台移動に時間がかかっていましたけど、スパイラルCTでは寝台が移動し続けるために、撮影時間が短縮して、だいたい呼吸停止下で上腹部から骨盤まで、一回の呼吸停止下での撮影が、厚いスライスだったら何とか可能になったということです。

そうすると何が可能になったかといいますと、造影剤を注入した時、大動脈とか動脈に、すごく高いデンシティーで出る。ほんのその20秒の間に上腹部を撮れるということになります。そうすると動脈相で肝臓とかを撮れると。動脈相で上腹部全体を撮影できるので、肝細胞がんとか腹部内臓の細かい動脈が見えるようになりました。

その頃、信澤先生がいたんですけど、信澤先生は、積極的に、このヘリカルCTの能力を生かした検査を推進していました。ある日、血管造影をやってる人は、もう気付いてたと思うんですけど、このところにポツッと何か見えるんですね。肝がんがあると、今までは動脈相で撮れなかったですから、「これ、何だ」っていうことが分かんなかったんですけど、これ、よく見ると、これは、下横隔動脈が見えてると。左に比べて全然太いと。

これは何でかっていうと、寄生動脈として肝癌を養ってるっていうことに気がきました。橋本先生は、今日も来てらっしゃると思うんですけど、IVRの大家で、詳細にCTを読影してIVRに臨むっていうのが先生のアプローチなんです。下横隔動脈の寄生動脈がCTで分かるというのは、これは論文にしました。

さらに、ほかの寄生動脈も、もちろん、いろんなとこの動脈が肝がんを養うわけですけど、それをちょっとまとめたのを、北米放射線学会っていう、だいたい6万人ぐらい参加する学会なんですけど、そこで発表しまして、運よく優秀賞をいただきました。これ、優秀賞で、この時、日本人で優秀賞を貰ったのは、日本人では二人だけだったので、多くの日本人の教授から褒めていただきました。

それで、ちょっと話は逸れますけど、10年後に、あれですね、うちの広瀬先生が、ここで、やっぱり、賞を貰って、それが何と、この『Radiographics』っ



ていう、これは全世界の放射線科医が読む本の表紙の画像として使われました。MR ダクトグラフィっていうのを開発していたんですけど、もう世界中の放射線科医が、一番、多分、読む雑誌じゃないかと思うんですけど、その表紙になったっていうことで、ちょっと話が逸れましたけど、非常に名誉な事でした。

このヘリカル CT の技術を利用した血管評価の論文が、次期教授の扇谷先生が、『Investigative Radiology』っていう、ちょっと格調高い雑誌にアクセプトされて、それが学位論文になったっていう思い出があります。

そうこうしているうちに、また 10 年経ちまして、今度は MDCT っていうのが出てきました。それで MDCT はどういうのかっていいますと、今までのシングルスライス、ガチャンと回って、動いて、ガチャン、回るんですけど、ヘリカル CT はグルグルグルってどんどん回って、寝台、動いてるんですけど、これが実はここに検出器は 1 列しかなかったんですね、検出器が。それが何列も検出器があれば、いっぺんにたくさん撮れます。1 列より、64 列あれば、64 倍、速く撮れるという理論になるんですけど、そういう CT が開発されました。

そうですね、そうすると、単純にシングルスライスの普通の今までの CT だと、1 秒で回転して、検出器が 1 秒で、あ、これ、寝台が 1 秒で動くと、2 秒、移動時間で、3 秒かかっちゃうんですけど、ヘリカル CT だと、それが 1 秒でできると。MDCT の場合は、これが何列あるかによって違うんですけど、管球の回転速度も速くなってきたので、今までだいたい 72 秒かかっていた、24 センチで 72 秒かかっていたところが、ヘリカル CT では、だいたい 24 秒。MDCT では 2.4 秒。それで、今、さらに、これは 4 列の MDCT ですから、今は 300 列を超えてる MDCT があるので、非常に薄いスライスで、腹部から骨盤まで、一番速いモードを使うと 1 秒かかんないです。そのぐらい速い速度で撮れるようになってきた。

それで、私は腹部領域が専門で、特に泌尿器を専門としてたんですけど、RSNA の北米放射線学会の教育講演の CTU っていうところから、改変したやつなんですけど、1985 年以前っていうのは、最初のモダリティの選択っていうのは、ほとんど IVU だった

んですね。それで、このところでボディ CT が出てきて、外傷とか腎腫瘍とか尿路感染は CT で撮ろう、で、次にスパイラル CT が普及してきて、尿路結石もスパイラル CT で撮れるんじゃないか、で、次には、今度は MDCT が普及してくると、非常に薄いスライスで全体を一呼吸で撮れるので、今度、血尿のスクリーニングにも CT が使われるようになった。だから最初のモダリティは、全部、CT になってきました。そのぐらい MDCT が普及するとこういうことが起こったわけですけど、それで、さらに 10 年後にデュアルエナジー CT っていうのが出てきたわけです。

で、CT ユログラフィーっていうのは、このように短時間の間にこのような画像をいっぺんに得ることができて、これは腎盂の腫瘍ですけど、で、これは下大静脈後尿管で、立体的に、これ、腎盂が拡張して、普通、こう、下大静脈の前を尿管は通るんですけど、後ろを通ってるのがよく分かる。こういうようなものが一瞬で出てくると、画像診断がどんどん変わってきてしまったと。

昭和大学の泌尿器科の先生は、非常にこれをアクセプトしてくれまして、CTU っていうのを「いいんじゃない」っていうことを言ってくれたんで、IVU がどんどん減っていった、で、CTU がどんどん増えていったっていうことがあります。

ただ、ほかの大学ではですね、やっぱり撮るのが面倒臭いとか、3D を作るのが面倒臭いとか言って、なかなか理解が得れなくて、普及は実はしてなかったんですね、ほかの大学では。われわれは神戸大学の先生とともに CTU を普及させるための研究会を作りまして、CTU を普及させるためにっていうことで、これを作りました。で、5 年ぐらいかけて、神戸大学の先生と、熊本大学、うちと、大阪医科大学、慶應の先生と、CTU 研究会を作って、これを広める努力をしました。

それで、だんだん広まってきたんですけど、初期の目的を達したので、この研究会は、JSURT という、泌尿器科の小川教授と共に幹事をやらせていただきましたけど、この学会っていうか、研究会に移行しました、この研究会は。

デュアルエナジー CT っていうのが、今、出てきて、うちでもデュアルエナジー CT が一つあるんですけど、どんな CT なんだろうかっていうことなん

ですけど、デュアルエネルギー CT っていうのは、2 種類の X 線エネルギーのデータを取得して画像化する CT です。

通常の CT は、1 種類の X 線エネルギーのデータから画像を作成してるんですね。で、1 種類のエネルギー、データって、エネルギーっていっても、使ってるのは多色 X 線でいいまして、120 KV っていうと、こう、こういうエネルギーの分布の X 線を使って CT を撮ってるんですね。この多色 X 線じゃなくて、単色 X 線で言うんですけど、これを使って撮ると、物質の、これ、質力減弱係数って書いてありますけど、物質の CT 値っていうのが全然違うんです。そのエネルギーによって。だから、この高いエネルギーと低いエネルギーで撮ると、物質を質的診断することができるっていう CT です。

うちに入ってるのは 2 管球方式っていう方式で、こっちから高電圧、こっちから低電圧を出して、データを得てやります。

それで、じゃあ、どんなことができるかっていうと、これ、仮想単色エネルギーで、どんなに画像が変わってくるかっていうことなんですけど、これが低エネルギーですね、こっちは高エネルギーになりますと、低エネルギーだと非常にヨードが強調されてきて、高エネルギーだと、だんだんヨードが強調されなくなってきました、高エネルギーになりますと。ただ、こっちになりますと金属のアーチファクトが減るとか、そういういことがあるんですけど、こっちは高エネルギーで、こっちは低エネルギーですから、低エネルギーになると、これがヨードなんですけど、ヨードっていうのは非常に低エネルギーになるとハイデンシティーになりますので、こういう画像になるということです。

で、これは通常の 70 KeV なんですけど、これは通常の CT に近い撮像なんです。で、これを、低エネルギーの 40 KeV で撮りますと、このように胆嚢結石が見えてくるんですね。これが胆汁の CT 値なんですけど、低いエネルギーにすると胆石は低吸収に見えて、高いエネルギーにすると胆石は高吸収に見えてきます。

ただ、通常、われわれが見てる画像は、これで、長い間、これで撮ってきましたので、これ、見慣れた画像です。論文としてインビジブルがビジブルになったというような論文が出てましたけど、そうい

うこともできるようになった。

それから、あと、もちろんヨードを取り除くこともできますから、こういうように仮想単純 CT っていうのが出てきまして、もできます。これは仮想の画像なんですけど、ここに石灰化があるんですけど、ヨードだけ、これを消すことができる、そうすると石灰化が見えてくると。

これは、やっぱり凝血塊が中にあるんですけど、ヨードって言って、ヨードを、今度はヨードのデンシティーですね、ヨードの分布を重ね合わせると、ここにエンハスされるものが出てきて、ここに腫瘍があるということが分かるんですけど、これだと、普通の造影 CT だと、区別、付かないんですけど。だから CTU も将来的には単純がいらなくなって、被曝が減るとか、そういうことができてくるんだと思います。

近未来の CT ですけど、もうこれはアメリカでは、かなり臨床が進んでるんですけど、これは普通の X 線を測定する今までのと違いまして、フォトン、一つ々々のフォトンを検出できるということで、高画質・高分解度の画像で、しかも被曝が圧倒的に少ないっていうのができます。これはもう、多分、もう数年で、かなり臨床に出てくるんじゃないかと思います。

そのように CT が非常に進歩してきました、診断も、昔は、CT で、「虫垂炎の人を、CT、撮る」って言ったら「なにバカなことを言ってんだ」って言われた時代ですけど、今は CT で、虫垂炎が来て CT を撮らないと、「何で撮らなかったの！」って上級医からしかられるような時代になってきましたから、適用とか、そういうものが、どんどん変わってきてちゃってる。

1980 年ぐらいから現在まで、とにかく画像診断機器が著しく進歩しまして、IVR の技術とかデバイスも著しく進歩しました。それで、撮像画像の著しい増加、これはもう本当に、それで PACS が普及しまして、もう、ものすごい数の画像になってまして、もう、どこの施設でも、放射線科診断医は、もうヒイヒイ言って、あまりにも仕事が多過ぎる。

昔は、このようにフィルムを運搬して、それをシャーカッセンに並べて、それで手書きで報告書を書いて、依頼書も何だか読めないですけど（会場笑）、われわれの書いてる手書きの報告書も、多分、

皆さん、読めなかったんじゃないかと、それが今はモニターで読影して、それをタイプされた報告書になってますから、何が書いてあるか、ちゃんと分かっちゃうんで（笑）、あとで、ここに書いてあるということを言われちゃうんですね。

ただ、そういう感じで、画像がどんどん増えてきましたから、あと1枚で、スライド、終わりですけど、最近、AIっていう、人工知能で画像診断をやるっていうので、実はアメリカで、もう数年前にそういう発表がされて、放射線科の研修医の数が一時的にちょっと減ったんです。ところが、それは、やっぱり、そんなことはできないっていうことが分かりまして、少なくとも3、40年は、それで、3、40年ていうのは、多分、画像が、もう、例えばMRIを撮って画像を出さないで、そのデータのみから診断するっていう、画像が出ない時代になったら、多分、いらなくなるかもしれないんで、でも、その頃は、もう医者もいらなくなるかもしれないですよ、そんなことができるんだったら（会場笑）。

それで、仕事量もどんどん増えてるんですけど、だから逆にわれわれはAIを使わないと生き残れないっていう時代になってくると思います。

それで、これは、バレンツっていう有名な先生がいるんですけども、この人が日本に来た時に、まあ、これ、学会場で質問したわけじゃなくて、夕食をとりながら質問したんですけど、「AIはRadiologistのEnemyか、Friendか？」って質問したんですね。そうしたら、もう、「バカ言ってるんじゃないよ」っていうような顔で、「Neither! Slaveだよ!」（会場笑）。「奴隷にしなければダメでしょう。日本人は何考えてる。奴隷にして利用して、みんながより良いものを作らなきゃダメでしょう。敵とか味方って言ってるのは、ちょっと日本人の考えは、ちょっとダメだな」って言われ、もう日本人は、多分、み

んな、AIか敵か味方かっていうようなことを言ってますけど、RSNAっていう北米放射線学会でも言われましたけど、AIを使用する放射線科医は、AIを使用しない放射線科医に取って代わるになっていることは、これは、多分、事実だと思います。

だから、ほかの科の先生も、多分、画像診断に特化して、かなりやってる科は、AIをかなり駆使しないと、読影っていうか、できなくなるんじゃないかとは、僕は考えてます。だから放射線科医は、もちろん、それに遅れると、ダメなんで、AIを積極的に取り入れて行かないといけないと思います。

昭和大学の皆様、特に放射線科に関わりのあった技師さん、看護師さん、医療事務、それから医局の皆様には、ほんと、お世話になりました。この場を借りて深謝いたします。どうもありがとうございます。

○司会 ありがとうございます。記念の楯を、小川医学部長より贈呈、お願いいたします。小川医学部長、贈呈とともに、後閑先生へ一言、お願いいたします。

○小川 後閑先生、本当にありがとうございました。教授の先輩として、そして泌尿器科領域の画像診断は、先生のご専門でございました。私たちの教室があるのは、前任の宗近先生の時代から後閑先生へと継いでいただきまして、泌尿器科画像診断学を教えていただき、レベルアップさせていただいたおかげと深く感謝いたしております。本当にいろいろお世話になっております。後閑教授は教授としてもすごく温厚であり、教授会運営や入試を含めた多くの業務で大変お世話になっております。

先生の今後のますますのご発展をお祈りします。どうもありがとうございました。

○司会 続いて教室より花束の贈呈をお願いいたします。