

## 最終講義

# 産婦人科超音波—進歩の軌跡

昭和大学医学部産婦人科学講座

岡 井 崇

司会 それでは時間となりましたので、これから岡井崇教授の最終講義を始めたいと思います。最初に岡井崇先生のご略歴、ご経歴をご紹介させていただきたいと思います。私、産婦人科の関沢と申します。

岡井先生ですけれども、昭和41年に兵庫の灘高等学校を卒業されまして、同年東京大学医学部に入学されています。昭和48年に東京大学医学部を卒業されまして、東京大学医学部附属病院の産婦人科で研修を開始されています。昭和61年から1年に東京大学医学部産婦人科の講師に就任されまして、翌年、昭和62年にはアメリカのロマリンダ大学生理学教室周産期生物学部門に留学されています。その後帰国されまして、平成4年東京大学医学部産婦人科助教授副科長に就任されています。平成8年総合母子保健センター愛育病院の副院長産婦人科部長として赴任されています。そして、平成12年昭和大学医学部産婦人科学講座の教授として昭和大学のほうにいらしたということで、以来、13年間産婦人科学教室の主任教授としてわれわれをご指導いただいたということになります。

岡井先生は、多くの学会などで理事などの役を務められています。代表的なものを紹介しますと、日本医学会の監事を平成22年からされています。日本産婦人科学会ではずっと理事を務められておられて、平成23年からは副理事長を担当されています。日本超音波医学会では、平成16年から19年に副理事長を務められ、20年から21年には理事長をされています。また、日本周産期・新生児医学会では、平成20年から23年に副理事長をされ、現在は監事として活躍されています。

社会的な活動ですけれども、日本学術会議、日本学術振興会、文部科学省とか、厚労省、日本医師会などで、一覧だけで100以上になるような多くの委員会に参加され、活躍されているということです。

それから、東京都では、東京都周産期医療協議会

の会長を平成19年から務められておられて、岡井先生が指導されて、現在スーパー総合周産期医療センターというものに当院も指定されていますけれども、このシステムの構築などに貢献されたということです。このシステムのおかげで、都内の妊産婦死亡は激減したと。平成23年、毎年10件ぐらいずつ起こっていたということなんですけど、23年は0になったというようなことも、こういったシステムの成果ということで、岡井先生が手掛けられてきたことということになります。

あと、講演にも出てくると思うんですけれども、作家としても『ノーフォールト』、『デザイナーベイビー』を執筆されています。そもそも作家とされた契機は厚労省の班研究で、産科医師不足の原因分析にあたるなかで、産科医の過酷な労働条件と、それを敬遠する学生の気質、ならびに訴訟の多さというものに注目されて、このことを社会の中でどうやって理解してもらうかということ、いろいろ考えられた末に、小説『ノーフォールト』をまとめ、この問題を世に問うというような形を取ったというふうに聞いております。

さらに、こういった産婦人科を取り巻く訴訟の多さということを決する目的で、現在もうすでに行われています産科医療補償制度の確立にも先頭となって貢献されたということです。現在は産科医療補償制度の原因分析委員会委員長として、平成21年から多くの事例の原因分析を通じて、日本の産科医療の質の向上に貢献されているということであり

ます。先生のご専門は超音波診断、今日のタイトルのそのものなんですけども、診断治療ということで、社会的にも多くの功績を残されていますけれども、産婦人科の分野においても、この20、30年というのはすごく飛躍的な進歩があったと。そういったなかで超音波の果たす役割がすごく大きいわけですね

れども、そういったところで多大な功績をあげてこれられているということで、岡井先生が今日発表される内容というのは、産婦人科診断学とか、そういったものにおける進歩の歴史そのものになるというように感じではないかというふうに思います。

それでは、岡井先生、最終講義をお願いしたいと思います。よろしくお願いいたします。

本日は私の最終講義に、お忙しいところ足を運んでいただきましてありがとうございます。昨日の安本先生の講義に引き続いて連日ということになりますが、このように大勢の皆さんにご来場いただきまして、大変ありがたくうれしく思っております。

今日の講義の内容についてお話しいただきましたけれども、これまでの最終講義、私何人かの先輩の講義に出席させていただきましたが、だいたいがご自身がやってこられた過去の研究の紹介、それが9割くらいです。私も例にならって、そういう形でスライドを組んできました。若い先生方にはあまり勉強にはならないと思いますが、昔こんなことがあったのかというようなのをちょっと知るといような気持ちで聞いていただければと思います。早速始めさせていただきます。

超音波が医学に最初に応用されたのはAモードというこういう方法ですが、それはどういうものかちょっとご説明しますと、Aモードというのは超音波の振動子をまったく動かさないで、そこから超音波を発信して、パルスですから、反射が戻ってくるまで時間を測れば、どの距離からこの反射のシグナルが帰ってくるかわかるわけですね。一部返ってくる、一部透過していくということで、ある距離から何らかの信号が返ってくるんですが、信号の強さをこの山の大きさにする。アンプリチュードモードといい、これがAモードですね。で、Bモードというのは振動子を動かすわけですね。そうすると、ここから入ってくる反射があれば、次もうちょっとこっちいったところでまた別の反射が返ってくると。それを平面上に画像化したものがBモード、ブライツネスモードですね。こういうのが出てきたのが55年、実際に水の中にプローブを付けて、体の中を映しだそうかということをやり出しのは60年ごろで、それからコンタクトコンパウンドスキャ

ンって私が入局した時にはもうありまして、患者さんのお腹の中を見たりしてたんですが、これはプローブを自分の手で動かすわけですね。コンタクトというのは、患者さんのお腹に直接くっつけて動かすこと。何回もこするうちに一枚断層が得られるというわけですね。

それからの進歩の一つは、グレースケール表示といいます。今の超音波の画像に慣れている人は当たり前かもしれませんが、あとで見ますけど、昔はそのグレースケールがうまく出ないから、画像的にはとても硬い粗い画像だったですね。それからとっても大事なのは、1976年の電子走査型リアルタイムスキャナーの出現です。電子スキャンと言いますが、1976年にアメリカから日本に2台持ってきて、ADRという会社のセールスマンが持ってきて、売り込みのためのデモンストレーションをやったんですけども、東京と大阪に1台ずつきたんですが、東京は幸いなことに東大に持ってきてくれて、私が最初の出張病院に、愛育病院に行っていて帰ってきてすぐで、これ、岡井君見ると教授に言われて、私見せていただいた。だから、日本で一番最初に電子スキャンで胎児が動いているのを画像で見たのは私だと思うんです。それはものすごく大きな衝撃でしたね。

その時代のことを理解している人がどれくらいいらっしゃるかわかりませんが、とにかく胎児が生きているか死んでるか、なかなかわからなかった。こうやってトラウベをあてて音が聞こえないと思って、聞き方悪いんじゃないかということで、実際に亡くなっているんだと診断つくまで何日もかかる。それから、まず双子とか三つ子とか診断つかないですね。手で一生懸命さわって、骨盤位か頭位かというだけでもしょっちゅう間違えているような時代に、ポッと当てただけで胎児の動いているのが見えるわけですから、私はこれを見たとき、これで産科学というのが変わってしまうだろうと直感しました。そこから以降、実は他のテーマを教授から与えられていたんですが、これにとりつかれたと言いますか、超音波のほうの研究でエネルギーをほとんど使ってきたということになります。そのあと、カラーフローマッピングが出たり、三次元超音波が出たり、経腔走査って意外と遅いんですけど、こういうのも重要な進歩だと思います。

このスライド、一番最初のAモードです。ここに

も出てますけど、ここに小さな振動子をつけて、婦人科ですから内診するわけですが、指の先から超音波を発信して、こういうを取っているという、これが昔の教科書に出ているんですね。それから、さっき言ったBモードの初めは、こういうウォーターバッグをお腹の上に乗けて、振動子を水平に動かす機械です。これ、もんぺみたいです。相当古い話です。こういうところからスタートしたんですね。

私が医者になった頃にはコンパウンドスキャンというのがあったんです。これは懐かしい写真で、実は用意するのになかなか見つからなくて、一晩かかって昔のスライドから、これはどうしても出したいと思って探しだしたんですけども。これは、ここに胎囊という胎児の入った袋があって、ここに胎児が映っているんですね。で、Mモードというのは先ほど説明しませんでした、一方向に超音波を発信して、時間を横軸にとって画像表示するわけですね。胎児の心拍が動いているのが見えるのです。コンパウンドスキャンでもMモードも一緒にとって、ここに生きた胎児がいるのがわかるんです。

この画像が胞状奇胎という疾患の画像なんです。これ今の人が見てもわからないと思いますが、こういう画像でした。あれ、と思ってびっくりしたんですけど、胎児が生存していて胞状奇胎と共存しているという事例を超音波で診断したという初めての症例です。胞状奇胎って見たことない人、こういうつぶつぶが子宮の中につまっているんですね。これは昔の古い画像で見るとこういう見え方をする。さっきの画像の一部がこんな感じ。最近のはこういうふうに見えるんで、最近と言っても81年からこの様に見えているんですけども、これがグレースケールの進歩ですね。それからもちろん画質そのものが決定的に良くなって、焦点をしぼってとかですね、いろいろな工夫はしていますが、この画像を見ても、これだけ同じものの見え方が変わってきてるのが分かります。

で、先ほど申しました電子スキャンが出てくると、動態の描写ができると。心拍動とか、胎児行動とか、こういうことにまず気が向くわけですね。電子スキャンというのは、ご存じだと思いますが、先ほど言った振動子を手で動かすんじゃなくて、小さい振動子をいっぱい並べて電子的にスイッチで切り替えて、こっちから順番にシグナルを取っていくわ

けです。超音波というのは生体内では1秒間に1540メートル進みますので、せいぜい30センチぐらいのところだったら、これ計算してみればわかるんですけども、100本ぐらいシグナルを取っても、それでも1秒間に30枚とか絵が描けるわけですね。ですから1秒間に30枚、ビデオのシグナルのように撮れば動いているのが見える。そういう理屈ですね。それと同じくらい手で速く動かせばそれでも見えるんですけど、それは大変ですね。

最初はこういうところにみんな興味がいきます。

それで妊娠初期ですね、先ほど言いましたように、私が、入局した頃には相当週数の進んでいる胎児でも死亡しているのがなかなかわからないと言いましたが、初期はもっとわからなかったですね。これは初期の写真で、先ほど言ったMモードで撮れば、動いているのがわかる。あとは、ドプラーというのがあったんですね。それでだいたい進んできて、それでも12週ぐらいにならないと100%撮れない。電子スキャンが出ると8週ぐらいから、生存している胎児は心拍が検出できる。

当時は妊娠初期の流産というのは、母体のホルモン異常だということが一般的な考えで、これは昔の教科書からとってきたんですけども、切迫流産といって、妊娠初期に出血していると、そういうのはhCGの値は低いんだ。けども、正常な症例ではこう高くなるのに、低いから切迫流産の兆候が出て、ホルモンのほうが原因で流産するんだろうと、そういう考え方が強かったんですね。で、ここにありますけれども、hCGを投与するというのが当時はまだ行われていたんです。

そのことに疑問を持って、調べてみると、これはhCGですが、hCGの値を調べても低いのは胎児の心拍動が検出できない症例です。胎児が亡くなっていると考えるか、あるいは最初から発達していない胎児の場合にこういうhCGが低いのであって、切迫流産と言われるように出血している症例でも、胎児が生存していれば正常な症例と変わらない。プロゲステロンに関しては、最初は卵巣から産生されるホルモンがメインですので、あまり差が出ないんですが、産生が胎盤のほうに変わってくるとなくなって、やっぱり死んでいるというか、最初から発達していない症例でのみ低い値を示すと。で、出血している、してないでは変わらないということがわかつ



たんですね。

それから、そういう症例を追っかけてみました。あの当時は妊娠初期に出血というサインが見られれば、切迫流産となんでもかんでもそういう診断を付けていたんです。そういうのをフォローアップしてみると、胎児の心拍が見える症例と、見えない症例とがあると、見えない症例は当然この時期だと100%だめで流産してくる。しかし、心拍動が見える症例は、治療も何もしていませんが、ただ普通にフォローアップしているだけですが、流産する率は非常に少ない。

一方そういう出血とかの兆候がない症例も、超音波見るとハートビートのある症例とない症例と分かります。現在でも何も症状のない人を見てみても、胎児がまったく發育していない妊娠があります。そういうのはもちろんだめですが、心拍が確認されてまったく正常だと思われる症例の中でもある頻度で流産することはあります。この間に有意差はないということで、生きているか死んでるかということが、流産するかどうかの決定的な因子だというふうに思ったんですね。

染色体を調べてみると、絨毛の、こちらは自然流産の染色体ですが、60%ぐらいに異常が見付かる。こちらはそのコントロールとして、人工妊娠中絶の症例を見てみると6%。正常だと思っていても、染色体異常をもって、このあと流産するだろうと思える症例がある。一方流産した症例の中の60%が染色体異常ですが、胎児、胎芽の異常は、染色体異常だけじゃなくて、発生の過程で、さまざまな異常が生じるんです。そのうちの60%が染色体異常ということです。他にも理由はあるだろうと思いますが、それを論文に発表したんです。

今、述べましたことは、電子スキャンを手を持って、ちょっと興味を持って、妊娠初期の胎児を見ると、誰でも気が付くことがなんです、少し早く私たちが手掛けたので、それをメディアが取り上げてくれました。このスライドは私です。今よりは若いですが、昨日の安本先生ほどのインパクトはないです。これは恩師の坂元教授。英文でも取り上げてもらってですね、マザーズ・ドント・コーズ・ミスキャレジ・・・これまでお母さんが転んだから、無理をしたから流産するとかいう、そういう考え方が一般的だったんですが、それは間違いだと発表させ

ていただいたんですね。

それから、もう少し大きくなってからですが、胎児の行動を調べました。体を動かしたり、呼吸様運動と言いまして、お腹の中で羊水の中で胸郭の圧を上げたり下げたりして、羊水を気管中に入れる運動。あるいは、これは胎児の水晶体ですけれども、目を動かす、そういうような行動を調べていくと、ここにあるように中枢神経系の成熟過程を見ることができます。異常があれば、中枢神経系の異常を診断できる可能性がある、そういうようなことで一生懸命研究をしたんですね。こちらはある程度確立したものができてますが、実際に胎児の中枢神経系の異常をこういうやり方で診断するというのは、一般的ではないです。現在も、特殊な例で症例報告とかありますが、ただ研究としてはおもしろかったですね。

当時の研究の1つのデータですけれども、レムというのは、ラピッド・アイ・ムーブメントで、先ほどの水晶体が速くピッピッと動くのを見ているんですね。それから、ブリージング・ムーブメント。先ほど申しました胸郭の動き。その他の体動。これを3人の医師が別々の周波数のプローブを用いて見て、動いたらフットスイッチで記録していく。あとで解析したんですが、もちろん患者さんに同意を取って研究として1時間ぐらい見ていたんですけど、23週の頃はぼろぼろと動きが出ているんですね。ところが妊娠の末期のほうになってくると、まったく目を動かさない時期があって、その時は呼吸もしないし、胎動もない。これがノンレムスリープですね。こういう覚醒・睡眠のサイクルが、何週ぐらいからどれぐらい出てくるとか、そういうのを研究して発表しました。この研究の続きですけれども、呼吸様運動というのは妊娠の早い時期からどんどん多くなっていく。一方、躯幹の動きというのは少なくなっていくとか、水晶体の動きが多くなっていったら、呼吸様運動との相関はこういうふうに一時的に高まるけど、また下がるとか、こういうデータを当時発表しました。

一方、動きを見るのではなくても、電子スキャンが出たということで、自由な断面を即時に描写できる。これはとても重要なことで、1つの画像を取るのに、こうやって何回もこすって、そのうち胎児ちょっと動くとまたおかしくなってしまうので、しっかり

胎児を見ていこうという気にはなれないんですが、電子スキャンでは置くだけで見えますから、胎児、胎盤、臍帯の形態描写が可能となりました。ある断面で胎児のある部分を計測しようとしたら、瞬時にその断面取れないとだめなので、電子スキャンができて始めてそういうことができるようになってきたのです。あと、婦人科のほうにも応用が効いてきます。

これは電子スキャンで撮った胎児の断面です。横顔の様に見えてますが、(矢状断)で撮った断面です。これが指、親指が口に近づいてますが、なめていのかどうかわかりませんけども、鼻も高くてなかなかかわいい子ですね。気に入っているんです。これは私の孫です。電子スキャンがないとこういう写真をなかなか撮る気にならないですね。

それで、いろんな胎児の形態異常が、超音波で診断できるようになってきました。最初のうちはお腹の上から見てますから、初期にはなかなかわからないので中期以降です。で、ちょっと細かくて申し訳ありませんが、そういう疾患を見落とさないようにきちっと見ていこうということでチェックリストを作って1つ1つチェックしていくわけですね。これは昔のリストですが、今、昭和大学でもほとんど同じリスト使っていると思います。

例を少しお見せしますと、例えば、頭部の異常、脳瘤ですね、パッと見てわかりますでしょうか。それから、こちらは脳室拡大。脳室が拡大して圧が上がってくると、脳室中の脈絡叢の像が見えなくなってくる。

それから、胸部のほうに行くと、例だけですけれども、まず食道閉鎖です。食道閉鎖というのは羊水過多を伴います。羊水を飲めませんので羊水過多になって、胃胞が描出されない。描出されるものもあるんですけども、これはそういうタイプです。

それから、これは肺の嚢胞性腺腫様奇形ですね。CCAMのタイプ2です。これは大きな嚢胞とか、もっと小さい嚢胞とかあるんです。比較的多い十二指腸閉鎖だと、こういうふうに腹部に大きな嚢胞が2つ見えると、1つは胃胞であり、1つは十二指腸上部の拡大ということなんです。

それから、これは誰でもわかります。臍帯ヘルニア、軽い症例ですね。ひどくなると肝臓まで出ますから、これはとっても軽症の例です。

一方、腹壁破裂というのは、基本的には袋がないんですね。腸が直接羊水の中に浮いている。

それから、プルンベリーは、尿道の閉鎖で起こるんですが、膀胱が巨大になって、これは腎盂も拡大している。生まれた赤ちゃんは皮膚がふにゃふにゃになっています。こういう例が典型的な例。

それから、これはお分かりになるかと思いますが、顔面もうまく断面選べば、口唇裂の診断ができる。昭和大学は小児外科の先生方が一生懸命やってくさるんで、症例があればご紹介をお願いします。形成外科の先生とタイアップして、妊娠中に患者に病気のことも説明し、生まれた後どういう手術をするのかということも形成外科の先生から説明していただくというチーム組んでやってますので、最近こういう症例を送ってもらうことが多くなりました。

さて、それで、胎児の形態異常をどれぐらい検出で来ているかというデータですが、これは教室の松岡先生のデータですけども、この辺りが意外とちゃんと診断できてるんですね。できないのは外表、青い線。それから心疾患。心疾患はあとでちょっとお見せしますが、まだまだこの辺は診断ができてないし、症例があるのでスクリーニングのやり方とか、改善する余地があると思います。

それから、計測ですが、これは私の恩師の坂元先生が書いてくれた絵です。いろんな断面を計測するのに、電子スキャンが出て一気にそういう取り組みが進んだんですけど、この様な断面で計測した値を用いて、体重が何グラムぐらいあるかということ推測します。胎児の体重を推定するというのも臨床管理上大事なんですけど、これは私たちがこういうやり方でやったら、実際の誤差が少ない式ができるんじゃないかと考えて作製したモデルですけども。

と申しますのは、当時外国からいくつか式が出ていたんですが、その式を作るやり方は、頭を測るとか、おなかの大きさ測るとか、足の長さ測るとか、いろんな所を計測するのですが、その数値にある係数をかけて、で、体重のもっとも推定誤差が少なくなるように、その係数を数学的に決めたんです。そうすると何が起こるかという、計測誤差の少ないところの係数が大きくなるんですね。それは頭になる。お腹というのは計測誤差が大きくなるので、かかる係数が小さくなってしまっ、お腹の発育が反映されにくくなります。胎児も同じで、太ってくる

とお腹が出てくるんですね。痩せるとおなかがへっ込む。その反映が上手にできないので、外国から出てきた式では、大きな子どもは小さめに推定されるし、小さい子供は大きめに推定されるという傾向があるんです。

それを解決するにはどうすればいいかというのを考えて、計測した値と体積と関係を調べました。頭は球だとすれば大横径の3乗、躯幹は丸くないので3つの方向を測った値と、体重との関係。手足はこの中に入れてますけどね。それに、比重をかかればできあがりになるんですね。で、やったのは、まず最初に生まれる前に測って、出た赤ちゃんの体積を測って、その関係を求めたんですが、実は、この式が今、日本の標準になっているんです。超音波の機械、輸入品でも日本で売られている機械を買って、この式が入っていて、必要な箇所を測れば体重が出る。その式は私たちの作った式なんですね。

その話なんですが、忘れられない思い出があります。これはお腹の中で頭の大きさを測っているんですね。それと頭の体積とどういう関係があるか。体積を測りたいんですが、躯幹の方は簡単です。バスに水面ぎりぎりまでお湯を張って静かに沈めて溢れ出たお湯の容積を測れば躯幹の体積になりますね。それと同じことを頭でやろうとしたですね。そのままつけるとかわいそうだから、薄いビニールをかぶせて逆さにして、同じように首まで漬ければ測れると言って、私はそういう計画を教授に出したんです。その時、教授は変わってまして、水野教授です。怒られましてね、「何を考えてるんだ、おまえは、患者さんのお母さん見たら怒るよ。」と言われて、それで次に考えたのはまわりをこういうふうに見紙で包んで型をとる。これに発泡スチロールの粒を入れて容積を測って体積にする。このやり方で測定して、その時にうちにコンピューターの得意なのがいまして、たくさん症例をコンピューターで処理をして、さっきの理論で式を作った。で、できた式を見てみると、小さいところも大きいところもあんまり差はなくて。これは一部のデータですが、実は8,000例のデータがあるんですね。重なっちゃって見えなくなるので、一部だけです示していますが、要するに、大きすぎる子も、ライトフォードの子もこのラインの上にちゃんと乗ってくるわけですね。

胎児の比重ですけども、比重は最終的には最小二乗法で計算するんですが、妊娠経過と共に増えてくる。しかし、一番比重が高いのは35週か、そのちょっと前ぐらい。これはなぜかわかりますよね。骨が段々しっかりしてくるんです。カルシウムがいっぱい蓄積する。低下するのは、脂肪が付いてくるからですね。胎児というか、生まれた赤ちゃん、脂肪が付いてきたこの頃はかわいいですけど、あまり脂肪が付いてないと顔もぷくとしてなくてあまりかわいくないですね。

それから、この8,000例というのは私たちの当時の東大の超音波研究グループがみんなで何年もかけて集めた症例ですけども、胎児の体重はこう増える。一日当たりどれぐらい増えるかということこの黄色い線ですね。1日当たり一番増えるのは35週前。1日30グラムぐらい増えるんです。もっと興味深いのは自分の体重当たり何%ぐらい体重増やしているかということです。増加率というのを計算してみますと、この頃が一番高くて、2%ぐらい増える。毎日、毎日2%ずつ体重を増やすのは大変なことですね。胎児も大変です、この頃はね。

おもしろいのはあとでちょっとお話ししますが、胎児の循環機能を研究している時のデータなんです。これ一回拍出量です。Aモードを使って、あとでお話ししますが、誤差はありますが計算できるんです。で、胎児の心拍数はあまり変わりませんから、これに心拍数かければ拍出量になりますが、それを体重で割ると、さっき体重が一番増えていた時期に心臓も一番頑張っているのが分かります。ぴったり一致するのです。そんなことを興味深く思ったスライドです。

それから、体重を測るようになった、計算できるようになったので、今は当たり前ですけど発育してこない胎児はこの辺で出してあげるのがいいよというような、こういう考え方をするようになったんですね。胎児の体重を超音波で計測して推測することを臨床的に行って始めて、今の感覚になった。それまではそういう考え方はなかったですね。

それから、先ほど言いましたが、胎盤とか臍帯も電子スキャンが出て本格的に画像診断する対象になってきました。これは前置胎盤です。82年のデータ。このスライドは常位胎盤早期剥離で82年ですが、両方ともチャンピオンデータというか、わかり



やすいのでほんとに何回使ったかわからないぐらい使わせてもらいましたが、胎盤がここにあって、子宮の頸部がわかりやすい。でも、実際にはこの上に胎児の頭が乗っかってきたりとか、ぎりぎりの時にはなかなか診断が付かないですね。こちら、これは胎盤で、その後の後血腫の部分ですが、早期でも後血腫をよく描写できない胎盤がたくさんあったんですね。だけでも、こういうことに対して超音波診断が実際に使われたしたのも電子スキャンが出てからですね。

臍帯もそうです。この臍帯は過捻転でちょっと捻転が激しいですが、こういうのもあとでまたカラードプラーが出るようになってもっと詳しく調べてますが、超音波電子スキャンで見ることができるようになったのです。

それから、婦人科領域にも応用が効きました。これは子宮の大きい部分じゃなくて、ちょっと下のほうの横断面をとってますから、小さく映ってますが、子宮の隣に卵巣が映るよというのは、当時なかなか信用してもらえなかったんですね。超音波をあまりやってない人からは、そんなの嘘だろうと言われてたんですが、よく見えるんですね。それで最初に婦人科領域に手掛けたことというのは、卵巣腫瘍の鑑別診断ということになります。腫瘍というのはほんとの腫瘍じゃないのも入っているからですけども、私たちの研究室のみんなで集めたデータを分析して、どういう見え方するか、分類をして、並べ方は悪性の可能性が高い例を下に持ってきて、それから見え方も多少似てないとあんまりバラバラになっちゃいけないので、そのように並べて作ったんですね。分類を作ってみると、こちらのほうは悪性の確率が高くなって、こちらが良性だということになりました。これを使って、プロスペクティブにスタディをやってみると、感受性は93%。まあまあですね。最近ではMRIなど別の画像診断がありますからもっと高いかもしれませんが、で、フォルスポジティブが半分ぐらいというような、そういうデータですね。

それから、今の分類を基本にして、何年か利用していたんですが、当時は超音波の検査室に外来で診た先生が患者さんを送ってくるんです。伝票を書いて、それを私たち見るんですけども、見た時に、卵巣腫瘍の場合はこういう紙一枚を使って報告してい

ました。パターンがこうだったら、例えば、3のBだったら3のBだってここに丸つければ、デルモイドの確率が高く〇〇%となります。悪性の場合はこっちきますね。

このスライドはデルモイドですけども、パターンはこういうヘアーボールと呼ばれる髪の毛の塊が映る症例、これが3のAというふうに分類した画像です。アコースティックシャドウを引いているのと、シャドウ引いてない画像とありますが、どちらも、90何%の確率でデルモイドです。

それからヘアーそのものがスカッターで出てくるんですけども、こういう見え方をすると、ほとんどデルモイドですね。こういうふうにハイパーエコイックな特異なかつこしたものがあって、歯が映ったりとかですね、軟骨が映ったりしますので、そういうものが見えてきても80%ぐらいはデルモイドということで、卵巣腫瘍の診断に役立ててきました。

それから、不妊領域でもやっぱり超音波は威力を発揮しまして、排卵しているかどうかというのは基礎体温が上がっているというので診断できますが、実際に卵胞が破けたというのは超音波で見てできるようになったんですね。これが81年ぐらいです。この卵胞が次の日見るとよく見えなくなっているのが排卵の証拠ですね。さらに次の日見ると黄体が描写されている。しかしこれじゃおもしろくないので、排卵する瞬間をなんとか捕まえなれないかなと思って、あまり細かいこと話す時間もないんですが、思い出の研究なのでちょっと語らせていただきますと。

83年の話です。東京大学に助産師学校があって、20人学生が入学してきたんですね。その20人集めてこういう研究しているんだけど協力してくれないかと言って、10人に協力してもらったのです。基礎体温を付けてもらって、ときどきホルモン測らせてもらったりして、それからいよいよ排卵近そうになったら、一緒に僕と病棟に泊って、病棟に超音波検査室があって、そこで僕だけじゃないですよ、もう1人研究仲間がいたんです。それから向こうも1人じゃないです。何人かいて、ずっと超音波を見ていたのです。一晩中。昼間は他の業務がありますのでやれないです。

ずっとやってて、それでそのうち4人ですね、無事に排卵の瞬間をビデオに記録できました。ビデオ

もあるんですが、時間がかかるのもったいなので、時間止めた画像持ってきましたが、23時18分8秒、この時15ミリの卵胞が、これももっと大きかったですけど、23時37分09秒にはこんなに小さくなり8ミリに。ここに卵胞液がこぼれているんですね。それがなくなって全部こぼれたのが44分58秒。卵胞というのはパッと破けるんじゃなく少しずつ少しずつ液が出てて、卵管采みたいのが近くに映る時もあるんですけども、吸い取ったりしているんですね。そういうのを記録させてもらったり、今から思うと楽しい思い出ですね。

それから当時、今だと当たり前かもしれませんが、卵胞がLHサージの何日前からこういうふうに大きくなってくるとか、卵胞の大きさと、エストロゲンの濃度とはとってもよく相関するとか。あの当時はこれでもイエスですね、論文になったんです。

それから卵胞の大きさは排卵誘発剤に種類によって違うというようなデータも出しました。卵胞はクロミフェンサイトレートで一番でかくなる。hMGはあんまり大きくならないですが数がいっぱいできますね。そういうことも論文にさせてもらいました。

そのあとの進歩となると、カラードプラとかパワードプラとかいう話になりますが、これは電子スキンのあとだいぶ遅れているんですね。8年遅れです。1984年ぐらいに出ているんですが、この画像はパワードプラーです。流れの速さじゃなくて、シグナルの強さをカラーで出しているんですね。こっちがいわゆるカラードプラーで流れの方向とそれから流れの速さを色に変換しているんですけども、動脈で一番計り易いのは臍帯と、それから中大脳動脈でした。静脈を測るようになったのは比較的最近で、静脈管とか、それから下大静脈の波形を見るんですね。ごめんなさい。その前に心臓の話に行きます。

先ほど、飛ばしましたが、電子スキンが出たことによって、先天性の心疾患もある種類のものは診断できるようになった。これが四腔断面で、これが基本断面ですね。四腔断面とか、大動脈とか、左室の流出路とか・・・、こういう基本断面を丁寧に見ていくことによって、こういう疾患は診断できます。心室中隔欠損、心内膜床欠損、ファロー四徴症などです。左室と、右室と両方からの血流が大動脈に流れていく。これは大血管転位症、こっちがたぶ

ん大動脈だと思います。肺動脈と並んで平行して走っている。これはエピスタインで、こっちが右室ですけども、右室の弁の場所が、左室と比べると下がっているんですね。それで、心房が著しく大きくなって、色を付けてみると、ここから青いほうが入ってくるんですが、入って来るとすぐ出て行くという事ですね。そういうのも、カラードプラが出て来ると、こういう事までわかるようになります。

また話が戻るんですが、胎児の心機能とかを超音波を使って計測できるようになった頃に、最初にやられていたのはMモードです。フォーチャンバビューで、心室中隔が平行に出るようにしてここに当てて取るのです。エコーカリディオグラムと言って、循環器をやっていた人はよくわかると思いますが、大人の循環器でやった真似をして、胎児でも、測る事ができたんですね。それで、心臓の大きさからFS＝フラクショナルショートニングを測ったり、ストロークボリュームを計算したりとかしていました。

血流速度は臍帯よりも最初はこの下行大動脈だったんですね。これ、一番測りやすいのです。真っ直ぐ走っているし、描出しやすい。ドップラーのプロブは電子スキンのプロブとは別に、こっちにくっ付いてましてね。ここからこう当てて、速度を測ったりしたんですね。その時にも、これも私たち、早くからやっていたので、胎児の貧血は、今は中大脳動脈の血流速度を測りますが、僕らは、さっきのアオルタの速度から、そういう診断を付けて、発表して、これもメディアに取り上げてもらったんです。

しばらく後に、胎児の貧血は、実際に臍帯に針を刺して、胎児から採血して診断するという方法が出て来ましたが、それももちろん、超音波がなければ刺せませんので、電子スキンが出て来た1つの進歩ではあります。

それから、この辺になってくると、最近の診断とも関係してきますが、胎児の状態が悪いというのを、胎児機能不全と言いますが、その診断をするのに、波形の異常から見ていこうという見方もあります。臍帯動脈と中大脳動脈の波形でみるのですが、臍帯動脈のRIが高いという事で見ると、陽性適中率は45%。当時の東大のデータですね。中大脳動脈だと39%。両方異常だというと76%になると。こういうようなデーターも発表しました。昔のデー



ターですね。

それから、先ほど示しましたように目の動きに注目して、non-REM ステートと REM ステートで、臍帯動脈の血流波形が違うんじゃないかというような事も注目して、調べてみると、REM ステートのほうが少し高いというような事もありました。

それから、これは研究グループの1人がやったんですが、とても面白いので紹介したいのは、産婦人科でない先生にはちょっとわかりにくいかもしれませんが、分娩時に胎児心拍数を記録すると、一過性に徐脈が出るんですね。その一過性徐脈のパターンを分類してみると、アーリー・ディセラレーションというパターンは、児頭の圧迫で出ると言われているんですが、それが出た時に臍帯の血流波形を見てみると、ディセラレーションがない時とこう下がっていくこの時にあんまり差がないのです。

一方、バリアブル・ディセラレーションっていうのは、臍帯圧迫で出ると言われているパターンですが、このパターンの時は、心拍数が低下しているその時の RI が高い。RI が高いというのは、抵抗が強いというふうに解釈してもらえば、この分類は、昔から言われていた分類だけど、こういうふうに見てみると、満更間違っではないのかなという、そういう事の傍証になるようなデータで、僕がすごく気に入っているデータです。

それから、臍帯も色を付けるようになって、よりよくわかるようになってきます。今のは胎盤の端っこにくっ付いている辺縁付着っていう症例ですね。これ、胎盤の恰好もおかしいんで、周郭胎盤もあるんですが、辺縁に付着している。やっぱり胎盤の真ん中のほうについているほうがいいんですね、臍帯っていうのは。

もっと酷くなると、これはウチの長谷川先生のデータを借りてきたんですが、臍帯は卵膜に付いて、胎盤まで別々に、2本の動脈と1本の静脈が分かれて走っていくんですね。そこの部分っていうのは、臍帯を保護してくれるワルトンゼリーという、血管を保護してくれる組織がないので、こういう所がもしも胎児の頭とかに圧迫されると、すぐに血流が悪くなるのです。ですから、臍帯の卵膜付着というのはとてもハイリスクであるという訳ですね。

臍帯の研究に関しては、長谷川先生がたくさんデータ出していますが、その1つですね。VCI っ

ていうのはベラメンタス・コード・インサージョンの略で、卵膜付着っていう事です。臍帯が卵膜付着している症例とコントロールを比べると、分娩の第一期すでに、こういう異常がある例では、先ほど言った臍帯が圧迫されているようなパターンがよく出ているのです。

カラドップラーが出て、先ほどの血流というような所に注目していたら、今度は経腔走査が出たのです。これがまた、それよりも遅れているんですけども、なんでこんなと思うかもしれないんですが、何て言うかな、下から超音波で見るともっとよく見えるんじゃないかっていう発想の転換は、強い気持ちがないと出て来ないんですね。

残念ながら、これは東大で始めた訳じゃないんですが、機械を開発する段階ではわれわれも協力しました。このプローブは松下技研で開発して、製造は松下通信工業ですが、開発した人、私、友だちで、しょっちゅう大学へ来て、これでどうだと言うと、大き過ぎるとか、ノイズが多いとか、いろいろ文句を言って、エンジニアががんばっていい機械を作ってくれたんですね。

やってみると、お腹の上から見るのとは、全然違うきれいな像が得られるんですね。こういう妊娠初期に経腔を使い出すと、もう、お腹の上から見る気がなくなるぐらい、よく見えます。

これ、異所性妊娠ですけど、異所性妊娠っていうのは昔の子宮外妊娠ですね。これは卵管の妊娠ですが、卵管に妊娠していて、ここに胎囊がある。ちょっと余談になりますが、私が産婦人科の医師になった頃、いわゆる子宮外妊娠で亡くなっていた患者さんっていうのは、毎年500数十人、日本にいたんですね。これが、こう、破ける訳です。お腹の中に大出血するんです。で、超音波が出て、お腹の上から見る機械はどこの病院でも超音波を持っているよ、ぐらいになった時に、死亡率は1/10ぐらいに減りました。

で、この経腔が出て、私、この経腔が出てしばらく経った時に、学会でそういう発表をさせてもらったんですが、その年は、異所性妊娠による死亡は5例でした。今はもう、ほとんどゼロだと思いますけど、1例か2例、あるかもしれませんが、経腔が出た事で、それだけ異所性妊娠の診断が速くなったし、確実になったという事です。

これ、卵管でしょ。で、これは頸管妊娠ですね。産婦人科の先生は見ればわかると思いますけど、こちらが頸部で、これ、内膜ですね。これは、ここに内膜があって、間質部ですね。これは胎嚢ではなくて、出血している血腫だと思いますが、間質部の妊娠です。それから面白いのは、帝切創部妊娠。こっちが子宮の体部ですから、こちらのほうに胎児がいるんですが、こっち見てもらうと、ここが頸部で、頸管腺があって、この前の帝王切開した創のほうに膨らんでいて、放っておくと、こっちにどんどん膨らんでいて、いつ破けるかわからないという、そういう異所性妊娠になります。

それから、妊娠初期の画像は、経腔走査が出たので、すごく早くからきれいに見えるようになりました。妊娠4週末というのは、受精してから3週間足らずですね。2週間ちょっと経ったら、もう胎のうが見えてくるんですね。4週半ばぐらいで見えます。それから5週末になると、胎児の心臓が動いているのがわかります。こっちは卵胞嚢で、ゴミみたいなこっちが胎芽ですね。で、これ、6週、お魚みたいな恰好して。まあ、この辺になると、胎児らしく、かわいくなってきますが。

それで、電子スキャンですから、もちろん動くのが見えます。これ心臓ですね。9週です。9週でもかわいいですね、足とか動かしてるんですね。産婦人科の先生はしょっちゅう見ている画像でしょうけど。

経腔超音波が出て、早い時期から胎児が見れるようになると、発達に関しても、相当進んできて、例えばですけども、側脳室、脈絡叢、大脳・・・って9週から見えるんですね。それから、心臓の四腔断面も12週になると、だいたい見れる。早い例では10週ぐらいから、だいたいわかるんですね。胃とか膀胱も、こういう早い時期にわかります。

そうすると、異常も早くわかるようになってくる訳ですね。最初にお見せした、お腹の上からだけだった時は、中期っていうのが、胎児の形態異常を診断する時期だったんですが、今はもう、初期に見えるようになってきました。種類によっては、早い時期は見え難いものもありますが。

その例をあげますと、これが無頭蓋症です。無脳児になる訳ですけども、頭蓋骨が無いんですね。無脳児は、昔は結構気が付かないで、僕らは入局した

時は、生まれてから初めてわかるっていう時代だったんですが、最近は早い時期に診断されます。無脳児は生まれてから生きていけないですから、気が付かないで大きくなってしまうと、患者さん側からは、大変不満が出るんですね。

それから、これは、システィック・ハイグローム・コリーで頸部に滑液腫っていうのがあって、これはおわかりですね。臍帯ヘルニアですね。それから膀胱が大きい尿道閉鎖と。こういうものが、妊娠の早い時期にわかるようになってきました。それから、今話題のNT＝ヌッカルトランスルーセンサーですけども、こういうのが話題になったのも、経腔走査が出てからですが、この話は、今日はいたしません。

妊娠中期は子宮の頸部の辺りとか、そこから少し上の子宮下節という辺りは、お腹の上から一番見え難い所だったんですね。けども、経腔が出てそういう所がよく見えるようになりました。経腔超音波が出てから、早産を予知するという目的で、大変重要になってきて、今、当たり前になられてますが、頸管長の計測が始まったのです。頸管長っていうのは、頸管の長さですけども、本来この辺までであるのが、この症例では開いて来ているんですね。この部分をファネリングっていうんですが、こちらはこういう恰好で入っている。

これウチの早産グループのデーターですけども、36週、40週で、この辺が40cmと、この辺がまあ、平均的な長さなんですけども、頸管長が短くなってくると、早産のリスクも上がるし、早い時期の早産のリスクも高くなってくる。そういうデーターです。ですから、この様な所見を妊娠中に見ていて、リスクの高い人をなんとか上手に管理して、早産を減らしていこうという事を考える訳です。

これは、もう、相当進んじゃって、ああいう時期を通り越して、胎胞が見えて、下手すると破水して胎児が出てきちゃうっていうぐらい、リスクのある状況になっているんです。こんなふうに関わっているんですね。で、こちらの画像に縛った後の糸が映っている。症例違うんですけどもね。こんなふうに関わっているという事です。

それから、頸管と、それからそのちょっと上の子宮下節という辺りですね、ここがちょっと曲者で、

これ見ると、ここまで頸管みたいに見えちゃうんですけど、ほんとにここまでで、ここは子宮下節なんです。その違いをしっかりとさせないと、前置胎盤のギリギリの症例では誤診をしてしまうことになります。もうおわかりだと思いますが、子宮頸管っていうのは、頸管腺組織があるここまでは、一見、内子宮口のように見えることは、解剖学的内子宮口で、これは前置胎盤じゃないんですね。前置胎盤では胎盤がここをカバーしなくちゃいけないんだけど、プレッシャーテストって言って、ちょっと力入れたりすると、羊水がここまで入ってくるんですね。それで、本当の組織学的内子宮口から胎盤の辺縁までは、だいぶ離れていることが分かります。こういう話は経膣が出て、初めてできるようになったんですね。

そういう事で、妊娠の中期に頸管を見るというのが、一般的になってきたんですね。その時に、これは、私、愛育病院にいた時に、初めて見てびっくりしたんですが、この血管みたいに見える所ですが、測ってみたら、血流があって、それで、ドップラーで計測してみると、胎児の拍動と一致していると。

これは大変だという訳でこの患者さんは入院となったのですが、前置血管という病気は、さっきお話した臍帯が卵膜に付いて、裸の血管が胎盤まで走っていくんですが、この血管が子宮口の所にあるんですね、その近くに。そうしますと、子宮口が開いてきたりすると、ここが破けて、胎児から出血します。胎児から出血するような状況になってしまうと、これはもう、なかなか助けられない。そういう疾患なんです。早く見つけたので、ずっと入院してもらって、お腹が張るとか、破水するとまずいので、そういうリスクが高まった時に、帝王切開してうまく出せたと言う訳です。

前置血管の診断も、経膣超音波がなければ、ほとんどできない訳ですが、今は妊娠中に診断付けておかななくちゃいけないと言う時代になっていると思います。

これは昔の症例ですけど、臍帯の横断像なんです。これ、静脈と動脈2つ。フラフラ、浮いているので、ここに血管がくっついて走っている前置血管とは違う。臍帯下垂という症例ですね。これが頸管、こっちが子宮頸部ですから。分娩の時はここがだんだん開いて、児頭が下がってくる。そうする

と、これが圧迫される、もちろんこのままでも圧迫されますが、破水をすると臍帯がよろっと下に出てくるんですね。

そうすると、これは大変で、分娩の時に胎児に危機が迫る。最も速く対応しなければ、赤ちゃんの命がないというのが、この臍帯脱出なんです。こちらは昭和大学に来てからの症例ですが、これが、臍帯脱出の症例です。ここまで元気なんです。胎児、胎児心拍数を記録しているんですが元気で、何ともないと思った途端に、ストーンと落ちて、心拍が取れない。

私どもの教室ではこういう特別な症例は、普通の手順を踏んで帝王切開していたら時間が掛かって間に合わないの、グレードA帝切と言って、大急ぎでやる手順を決めて、特別なやり方をしてます。これがそうですが・・・。

(VTR)

〇〇 ちょっと診察させてください。

〇〇 ストレッチャー入ります。

〇〇 力抜いてください。

〇岡井 これ、ドップラー、本物の音です。

(VTR)

〇〇 ちょっと赤ちゃん苦しそうなので、帝王切開で出してあげたほうがいいと思います。

〇〇 お願いします。

〇〇 カイザーグレードA。

〇〇 ・・・

〇〇 3時10分です。

〇〇 はい。

〇〇 ・・・ます。・・・ます。

〇〇 開腹鉤。こっちも今手が離せないから。・・・先生に・・・

これは、スタジオなんです。よみうりテレビの生田スタジオ。これも、スタジオに作ってあるんですね。このエレベーターはニセモノで、ここだけです。だから、ここ、4つて変わりますが、ただ、中は動いてません。実は、いろいろな所でロケやっているんですが、これはね、昭和大学じゃないんです。

これは芝浦工大なんです。で、次、ここは昭和です。いろいろな所で撮っているんですけど、芝浦工大



が、昭和大学の2階の通路に似ているっていうんで、使われたのです。ここは昭和大学ですよ、みなさん見覚えあると思いますけど、この人が亡くなる徳本さんですね。ここ本物ですよ。さっきと似ているけど、ちょっと違うでしょ。それで、6階に来て、ここも大学のオペ室ですね。

ここでちょっと考えてもらおう。これはオペ室ですね、でもスタジオのほうなんですね。なぜ、こんな手の込んだ事をやっているかという事を、終わりまでに考えてください。これは、スタジオです。これも、だから、患者さんはボランティアです。で、これ、藤原紀香さんがちゃんと切るんですけど、人形ですよ、もちろん。こういうのはあんまり関係ないんですけど、このお母さん同志は双子なのに、赤ちゃんはこんな元気な子と、こっちは帝王切開で死ぬかって大騒ぎしているという、まあ、そんなような対照で出したんです。

あ、ここから、ここから。胎児を出すんです。はい。出ました。おぎゃあっと泣いてます。よかったなと。臍帯を切ってますね。それで運んでいって、はい、ここに来るんですが。これは芝浦工大です。

で、さっき、なぜ、ああいうややこしい事を、やったのかというと、赤ちゃんが生まれて直ぐ泣くシーンに出てきたでしょ。あれは本物でほんの一瞬なんですけど。おぎゃあって泣いた、あの瞬間だけが本物の赤ちゃんで。それは、昭和大学で10例ぐらい帝王切開のシーンを撮っていった、その内の1つを使ったのです。あの数秒。で、その前後は全部人形です。人形だけでやると、リアリティがないので、泣かせたいと。そうすると、泣かすには本物の赤ちゃん入れたいと。そのシーンのバックが、あのブルーの大学のオペ室のバックなので、それに合わせるために、生田スタジオを、昭和大学と全く同じように作ったという訳ですね。

ちなみに、さっき、帝切決定から児の娩出まで12分って出ましたが、あの12分っていうのは、昭和大学の、このドラマできた2009年のグレードAカイザーでの、胎児が娩出するまでの平均時間ですね、12分って。

ちょっと脱線しましたが、経腔が出て、卵巣とか、まあ、元々こっちのほうをよく描出したいので、どうしても経腔を作ってくれって言った人が、私じゃない日本人で、他所の大学の人でいたんです

ね。それがきっかけなんですけど。それで見ると、子宮の形状、大きさ、それから子宮の内膜、それから頸管、ダグラス窩とか、卵巣とか、とってもよく見えるんですね。

子宮の内膜がこれで、こっちが頸管部ですけども、頸管先端はここ。こっちは妊娠しているんだと思います。こんなに頸管腺のリアルな像が映るので、それから、卵巣は当然、卵管も症例によっては映し出す事ができる。で、疾患で言えば、筋層内筋腫ですか、これは粘膜下筋腫。

それから、筋腫の核っていうのがハッキリしないのが、腺筋症なんですけど、経腔が出てすぐの時に出したデーターですが、腺筋症っていうのはなかなか診断が難しいんですね。で、筋腫核がうまく見えないと、腺筋症というふうに診断する事が多い、ただ子宮が大きいだけだと。その診断基準でやると、経腹だと、プレディクティブ・バリューがとっても低いんですが、経腔が出たんで、だいぶよくなりました。これは昔のデーターです。

あと、内膜もよく見えます。この2つ内膜が見えるのは双角子宮ですが、これとこれ、ずいぶんエコー輝度が違う。これはここを通ってくるまでの間で、減衰がたまたまこっちのほうが強いの事ですね。あと、ポリープもあります。

これは子宮内膜がんですが、これ見たら、がんだろうという事は思わなくちゃいけないんです。がんかどうかは、もちろん、組織を取って診断する訳ですが、画像から疑わなければなりません。

最近では、乳がんが増えてますので、乳がんに対して、エストロゲンのレセプターのモデュレーター使いますね。タモキシフェンとか。そうすると、子宮内膜が厚くなってきて、こんな変な像を呈します。これは、組織取ったら悪性ではなかったんですが、そういう症例は、内膜を超音波でフォローする必要があります。

それで内膜を精密に見れるようになったので、閉経後出血していると、昔は痛くて気の毒なんですけど、中の組織を無理やり取らないといけない、取らないとガンを見落とすって言っていたんですが、細かい事は省略しますが、そういう症例をうんと減らす事ができます。内膜を超音波で見れば。

経腔の超音波が出て卵巣腫瘍を見るようになった時に、1つ問題が起こったのは、こういう画像を、

東大時代ですけども、慌てて手術しちゃって、がんじゃないかと思ったんですね。診た先生は、で、手術して、開けてみると「なんだ」って、黄体から出血している、出血性黄体嚢胞ですね。これも、特徴的な画像があるんですけど、一番の特徴って、これ同じ症例なんですけど2週間違うと、こんな見え方違うのです。これも同じですね。そういうような事と、あと、しっかりフォローしていくと、その内になくなってしまいます。画像をいくつかのタイプに分けてフォローしました。このシリーズでは平均の大きさは5cm 近くあります。それから、最初に見た時から4週間ぐらいで消えてなくなる。そういうデーターですね。

それから、いよいよ、3次元が出てくるんですが、1986年、一緒に研究室にいた先生で、馬場先生ですけども、世界で初めて、胎児の超音波3次元画像を作ったんですね。彼は、この画像を作るのに、ミニコンを使って、24時間掛かったんです。この1枚の像を作るのにですね。でも、発表してそれなりのインパクトあったんですが、それから約10年ぐらい遅れて、本当の3次元が出て来たのです。

3次元というのは、3次元データーを全部ちゃんと処理できる状態で持っているという事が大事であって、だから、この断面を出すのも、隣の断面を出すのも、自由にいくらでも出せるのです。これは平行して出しますが、それに直行する三断面、斜めでも出せる。それが基本的な考え方なんです。私たち産婦人科だと、胎児の表面が見れると大変うれしいですね。これがその、ほぼ10年ぐらい経って、やっと、ほとんど、ほとんどですよ、リアルタイムに近く処理できるようになった時の画像です。これを作るのに、少し時間は掛かるんですが、24時間も掛からない。その場で作れるとって、商品化されてきた訳ですね。

私たちはラッキーな事に、エンジニアと付き合い濃かったので、私、開発後最も早く見させてもらって、世界超音波医学会で発表させてもらったんですけど、このやり方も今から考えると単純で、こういうボクセルごとのシグナルをずっと足していって、ここに投影しているだけなんです。あと、エッジの部分は少し細工してます。まあ、こういうのが出てから技術がどんどん進んで、計算処理が速くなり、数年後には、3次元が動いて見えるようになったの

です。

この辺のデータは市塚先生のを借りて来ているんですが、これ動いてますね。3次元のデーターが動くようになって。これを4次元っていう人がいるんですが、それは間違いです。これを4次元っていうと、2次元のリアルタイムが3次元になっちゃいますからね。話がややこしくなる。これは3次元で、動画で出ているということです。

で、どういう役に立つのかっていうと、これ、髄膜瘤ですけども、2次元でもわかるんですが、わかりやすくなる。こういう手足もわかりやすくなる。これ、オーバーラッピングフィンガー。これ、2次元の断層で、生まれた時こうなんですけど、この同じ症例を3次元で見ると、ここにちゃんとオーバーラップしている指が見えるという訳ですね。これ以外にも、3次元のデーターを、どういう役に立てていこうかって、今、研究会ができて、みんなで研究している所です。

時間があんまりないんですが、ちょっとだけ、最近の進歩した画像をお見せしたいんです。同じ3次元でも、これはHDライブっていう名前が付いているんですが、超音波で撮ったシグナルの強さを、光の透過を妨げる反射する強さというふうに転換して、こちらに光当てたらどう見えるかという形で画き直すと、こんなふうになる。こちらの画像は、向こうから光を当てたという形で、画き直している訳ですね。

それからこれは、スティックと言って、大事な事は、テンポラルにコレレーションしていると。すなわち、同じ拍動にしている訳ですね。同じ拍動で、同じ時間の別の断面を全部一緒に見ているという訳ですね。だから、循環器病を診断したりするには、大変有益だろうと考えられています。それから、自分が見て診断できない人でも、画像を取り込んで送れば、専門家が見て診断してくれる。こういうのが、先ほどの心疾患の精診率が悪いというのの解決に、つながるかもしれないですね。

それから、これは超音波学会では、大変うれしい事で、工学部の先生ですけども、文部科学大臣賞をもらったテクニックです。圧を掛けて、動きのない組織は硬いんだということを画像的に表示しているんです。これらが、一番最近の診断のほうの進歩です。

それから、もうちょっとだけ時間をもらって、治

療の話をしたいんです。もう時間ないので、どんどん飛ばしていきますが、基本は、超音波というのは、収束させて、一点にエネルギーを集める事ができるということです。透過してゆく部分は、あまり強いエネルギーが行かないので、何か物質があっても、悪い生体作性は起こさない。この一点でのみ熱を上げる事ができる。これを利用して、治療につなげようという訳です。

普通の診断のパワーというと、数  $\text{mW}/\text{cm}^2$  程度です。治療に使うのは数  $\text{kW}/\text{cm}^2$ 。100 万倍ぐらい強いですから、これは診断には使いませんが、そろそろ、臨床応用が可能となり、いろんな病気で使用されているんですね。

私たちが注目したのは、血管を HIFU で閉塞できないかということです。これができると、例えば子宮筋腫を HIFU で焼くんですが、1 mm ぐらいの箇所を焼いていくのでは、これぐらいの大きさだと相当時間が掛かる。で、血管閉塞できれば、数秒で済むだろうという事を考えたんです。ところが血管閉塞できるかどうかという事に関しては、未知数だったんです。血管って、中は血液が流れているので、それが、温度を下げちゃうんですね、クーリング作用で。だから、血管は焼けないで、周囲を焼いていっても、血管だけ残っちゃうというような事が、実際にあったのです。しかし、血管を閉鎖できれば、いろいろ役に立つだろうという事で、始めたんです。

血管閉塞の実験を 10 年前からスタートしていたんです。最初は、こういう小さな動物で、ラットの大腿動脈を焼けるかっていうような事をやっていたんですね。あとは、周波数を変えるとどうなるか、とか、温度はどれぐらい上がるのかとか、そういう基礎的なデーターを取りながら実験を進めました。

最初の小さいプローブだと、血管に当てているつもりでも、外れてというのがいっぱいあって、当たらない。やっぱり、見えなくちゃいけないだったので、次はこういう、HIFU のプローブに、イメージングプローブをくっ付けたのを開発してもらって。このプローブ開発に関しては、今日もいらしているんですけども、東北大学の梅村先生が作ってくれたのです。一緒に研究させてもらっているお陰ですけど。

それ使うと、ラットの細い血管でも描出して、速

度も測れるのです。動脈に HIFU 当てると、弱い力だと、あんまり変化ないんですが、少し上げていくと、どんどん速度速くなるんですね。これは血管が収縮して、その通路だけ、そこだけ狭くなっている事だろうと思うんですが。

それでももう少し強くして、4 kW というパワーにすると、HIFU を照射した後、血流は全然流れない、速度が測れなくなります。閉塞しているんじゃないかという訳です。そういう事で、その後の血管の病理も調べて、これ、直後でも、空胞変成ができて閉塞してます。内皮も少しやられている。これ、別のラットです。こっちはすぐ切って、こっちは 1 週間生かして、また同じ所も見てみても、やはり潰れていて、これはもう、開通する心配はないですね。

こういうような実験を積み重ねて、それから、温度の上がり方もパワーで違うよとかのデータを出しました。実験動物としては、ラットから始めてラビットとか、犬とか、使ってます。犬の血管の太さに応じて、閉塞がどれぐらいできるかという研究で、速度と太さの関係を調べました。ちょっと、例数が少ないんですが速度は、そこそこ速くても閉塞はできる。ただし、血管が太くなってくると、ちょっと難しそうだなという結果でした。

さらに臨床応用に使えるようなプローブを開発してもらって、ラビットの実験で、その使い勝手とかテストしたのです。この時は、腎臓の葉間動脈を 1 つのターゲットにしてやったんですが、腎臓をターゲットにした理由は、後で分かります。腎臓にオプチゾンという造影剤を入れていくと、こんなふうにきれいに入っていくんですね。血流の流れをこうやって見る事ができます。ところが、これは、わかんと思いますが、HIFU でさっき血管を潰した腎臓には、こういうふうには、1 箇所欠損ができると。ここに血液が行っていないというのは、ドップラーで色が付かないじゃなくて、こういう形でも、証明する事ができるという事です。

いよいよ、これを臨床に応用することになります。が、どういう疾患をまず狙うか。最初は子宮筋腫の栄養血管を考えていたんですが、結構難しいのです。で、こちらを先に選んだんですね。これは、無心体って言って、心臓がない胎児ですけど、なんで生きているかっていうと、こちら側に正常、正常っていうか、必ずしも正常じゃないんですが、これを



養っているポンプ・フィータスっていう胎児がいるのです。この動脈から血液を胎盤に送って、静脈で酸素化された血液をもらうんですが、その血管は、無心体児のほうの臍帯動脈と繋がっていて、血液を送っているという訳ですね。だから、心臓のない胎児が生存できるのです。

それで、何が悪いんだというと、これが相当エネルギーを取る訳ですね。こちらの元気な子の心臓1個で、2人分養っているのに、無心体の方がどんどん大きくなるんですね。浮腫んできて、そうすると、正常胎児が大変になって、心不全になって亡くなってしまうというような疾患なので、これを治すのには、ここの血流を止めてしまう必要があるのです。

止めてしまうっていっても、HIFUを掛けた時に、臍帯血管だと出血するかもしれない恐れがあるので、胎内に当てようと考えました。照射血管が胎内なので、もし出血しても、そう大量に出ないし、無心体児は、生きていく事ができない訳ですから、影響がないという事で、それを狙ったんです。

それで準備をして、人の第1例ですね。この時は、無心体という診断が付くのがちょっと遅くて、26週です。その時に、無心体児が相当大きくて、さっき言いましたように、浮腫んでいるのですが、ここ、臍の流入の所で血液を止めてしまおうという事をやったんです。これ、その時の映像です。

これが血液の流れている流入血管ですが、HIFUは、ここからこう照射しているんです。こういうふうに超音波が行っているように見えますが、こっちから行っているんです。出力が強いので、こちらから見ていると、ほとんど見えなくなっちゃうんですが、見るほうと、送るほうと、時間ずらせば、見ながらやる事も出来る様になると思います。

ここ真っ白になっているのは、相当熱が上がって、組織変成しているんですが、残念ながら、この血管、勢いが弱ったりした事もあったんですが、何回かトライアルして、結局血流は止まらなかったのです。この子は残念ながら、血流が止まらないので、無心体児がどんどん大きくなって、早産で生まれてしまいました。

2例目は、早く診断がついて、それで、最初の照射は、ちょっと出力が弱かったんですね。もうちょっと上げようというので、出力を上げて、17週でやった時のがうまくいって、血流が流れていたのが、こん

なふうに完全に止める事ができたという訳ですね。この症例はNHKに取り上げてもらって、ニュースで報道してもらいました。

(VTR)

「生まれる前の胎児の思い病気を、流産などのリスクを避けながら治療できる、新たな医療技術が注目されています。昭和大学の医療チームが、母親の腹部に出力の強い超音波を当て、不要な血管を塞ぐ治療に、世界で初めて成功しました。

これが今回開発された、超音波治療に使われる装置です。昭和大学産婦人科の医療チームが開発しました。出力の強い超音波を母親の腹部に当て、子宮内で直径1mmに集め、熱を発生させる事ができます。胎児が胎盤で繋がった別の組織に血液を送り出し」

別の組織と言ってますが、無心体のつもりなんです。ちょっと絵が悪いんですけどね。

(VTR)

「心不全を起こす恐れがあるトラップ症候群という病気に応用した所、不要な血管を塞いで、血液の流れを止める事ができました。医療チームでは、母親の腹部に超音波を当てて胎児の治療に成功したのは、世界でも初めてだとしています」

この症例はうまく治療できたのですか。その後、ちょっと、具合の悪いことが生じて、今、もう1回動物実験に戻ってます。そこでもう少し実験を重ねて、また臨床試験を再開したいと思います。この無心体が最初の目標だったんですが、その他にも、頭の中で考えられるだけですけども、スライドに示すこれくらいの疾患、役に立つっていうか、治療の対象になる疾患はあると考えています。

TTTSの治療にまで行けば、最高なんですけど、相当高いハードルをいくつかクリアしなくちゃいけないと思っています。でも、今、内視鏡入れてレーザーで焼いているのを、外から超音波でできるようになればいいなというふうに考えてます。

昭和大学の産婦人科で、みなさんに協力してもらって、いろいろな分野の超音波に関する研究をやってきました。私はこれで退官しますが、ウチの研究グループには診断も治療も、世界のトップを走

り続けてもらう事を期待しています。共同研究者に東大時代の仲間の名前を挙げましたが、昭和大学ではほとんどの教室員、スライドに書き切れないぐらい多くの方々と、一緒に研究してきましたので、教室員とだけ記させて頂きました。共同で研究させてもらった事にお礼申し上げて、これで私の最終講義といたします。先生方、どうもありがとうございました。

司会 岡井先生、どうもありがとうございました。超音波の診断技術とか、そういった、今まで、ここ

30年ぐらいの歴史を語っていただいたという事だと思いますし、そういった、産婦人科における超音波診断、治療に対して、岡井先生が、今、教科書にも普通に書いてあるような事、いっぱいある訳ですけども、主体となって貢献されてきたという事が、よくわかる講演だったんじゃないかと思います。

それでは、改めまして、みなさまから拍手をいただいて、これで最終講義を終わりにさせていただきたいと思います。どうもありがとうございました。花束など、用意いただいた方おられましたら、順次、お願いできたらと思います。