

## 第23回 講演 (2)

## 血管検査を知ろう

女子栄養大学 准教授 木村 雅子

【山田座長】「血管検査を知ろう」です。女子栄養大学総合生理学の木村雅子先生にお話をいただきたいと思っております。恒例に従い、若干のご略歴をお話したいと思っております。

木村先生は、平成9年に東京慈恵会医科大学医学部医学科をご卒業になり、平成11年から東京慈恵医科大学放射線科医学講座で医員、その後、博士課程、博士をお取りになり、平成19年から同大学分子生理学講座助教を経て平成24年から女子栄養大学の准教授として、学生の教育あるいは研究に携わっておられます。どうぞ、よろしくお願いいたします。

【木村講師】皆さん、こんにちは。女子栄養大学統合生理学研究室におります木村と申します。いまご紹介いただきましたように、医学部卒業後はしばらく放射線医学講座に所属し画像検査を専門にしておりましたが、大学院で生理学に携わった後は生理学の基礎研究をしておりました。そのご縁から女子栄養大学で管理栄養士コースの解剖生理学を、臨床検査技師コースで心電図、脳波などの生理機能学、画像検査学を担当しております。

## 1. 最初に

臨床検査技師コースの実習を充実させる一環として、昨年、大学に血圧脈波装置を買っていただき、今年の2月から実習を開始しております。その関係で、今回、私が皆様にこのようなお話をする機会を与えていただきました。

本日の講演内容は普段学生に講義をしている時と同じような組み立てとなっておりますので、もしかしたら、「ちょっと簡単だな」と思われる個所もあるかもしれませんが、次第に核心に迫ってまいりますので辛抱して聞いてください。

まずはお手元の資料をご覧ください。最初に示す「本日の目標」に講義の全体像を示しています。まず最初に、香川先生のお話にも出てきました血圧脈波装置について、次に超音波検査について、最後にFMD、血管内皮検査の解説をする予定です。

## 2. 血圧脈波装置

血圧脈波検査では「ABI」、「PWV」、「AI」などという略語が出てまいります。これらについて順に解説します。

香川靖雄先生のお話の中でも出てまいりましたが、PWVは脈波伝播速度「pulse wave velocity」の略です。心臓がドクンと一回収縮をすると、約70mLの血液が大動脈にブンと押し出されます。すると押し出された血液が血管の壁をギュッと押しつけて脈波という波をつくります。プールの片端でバタ足をしたときに生じた波がプールの逆端まで伝わっていく様子をイメージしてください。心臓がギュッと一回収縮したというのは心臓の出口でバタ足を一回したのと同じで、その波が体の隅々まで伝わっていくのです。この波の伝わる速さがPWVです。波が伝わる速度(PWV)は実際に血液が流れる速度とは異なることにご注意下さい。プールの片端で生じた波はあつという間に25メートル先の逆端まで届きますが、バタ足をした足元にある水分子たちが25メートル先まで一気に移動したわけではありませんね。波が伝わっただけなのです。PWVとは血液の流れる速度ではなく、波が伝わる速さのことです。

では、PWVを測定するとどのようなメリットがあるのでしょうか。血管の一番内側には内皮細胞と呼ばれる一層の細胞があって、その下に少し膨らみが出てきていますが、こういうところにコレステロールがだんだん溜まっていきます。これは脂肪ですからジュークジュークしたお粥みたいな柔らかいもので、熟腫などと呼ばれますが、その塊のために血管が次第に狭くなってきます。さらに、何らかのきっかけでそれがプチンと弾けて壁に穴が空いてしまうこともあります。するとその弾けたところを急いで修復しなければと「かさぶた」ができて、更に「かさぶた」ができたせいでますます血管が狭くなっていく。このようにして動脈硬化が進行するわけです。

動脈硬化というのは、名前のとおり血管が硬くなってしまいます。それに関しては、先ほど香川先生の最後のほうのスライドでエラスチンとの関係でお話が出ておりました。動脈が硬くなってしまふ様子をPWVで数値化しようというわけです。

動脈が硬い人と硬くない人がいるわけですが、心臓がギュッと収縮して波がつくられると、軟らかい血管を持っている人なら、その波を周りの血管がブワッと膨らむことである程度吸収してくれて波の伝わるスピードを弱めてくれますが、この血管が土管のように硬くなってくると、周りが脈波を吸収してくれないので、あっという間に波が体の隅々の血管まで伝わります。このように、硬い血管は脈波の伝播速度が速くなります。これは、血管に限らず、例えば、鉄筋でも木でも何でもそういう物理的な現象一般に言えることですが、それを血管にも当てはめて考えています。

その速度を求めるときにはどういうふうにするかというと、皆さんご存知のように何も難しい話ではなくて、どれぐらいの距離を何秒かけて走ったかという計算です。出発点とゴール点の距離、つまり、速度を求めるに当たって心臓が出発点、腕や足などゴール点として、その距離と、心臓を出てからそこの手足までにかかった時間がわかればよいというだけの話です。しかし実際には心臓から波が出た瞬間を非観血的に、侵襲なく測ることは難しいでしょう。そこでどうするかといいますと、心臓から腕までの距離と心臓から足までの距離を身長から算出したものの距離の差を、心臓から足まで波が伝わる時間と心臓から腕まで波が伝わる時間の差で割ることで簡便に脈波伝搬速度を算出することにしたのです。

さらに血圧脈波装置では腕にしても、足にしても、血圧を測るときのように手足にマンシェットを巻くことで簡便に脈波を検出できるので、非常に簡便に脈波伝搬速度を検出できるようになったわけです。

いま腕と脚にマンシェットを巻いて測定する方法をご紹介しましたが、どの2点で測るのが良いのかは議論が分かれます。代表的な測定方法は、cfPWVとbaPWVの2つです。cfのcはcervical（頸動脈）、Fはfemur（大腿動脈）、足の付け根です。その2カ所、心臓から首に届くまでの時間、心臓から大腿動脈まで届くまでの時間、この2カ所で測るとというのが非常に有名な手法です。

もう1つ有名なのは、心臓から上腕、brachial上腕までかかる時間と心臓からankle足首までかかる時間、この2点で測る手法は日本では特に普及しています。

最初に紹介した頸動脈と大腿動脈を使って測るcfPWVが実はゴールドスタンダードと言われていますが、これは海外で非常に広く行なわれている方法です。しかしながら、日本ではあまり普及しませんでした。なぜかといいますと、cfPWVでは脈波を正しく計測するのに技術が必要だからです。正しく頸動脈と大腿動脈に狙いを定めて脈波を検出できなければ測定値に信頼性がなくなる。日本で普及したbaPWV、上腕、足首間の2点で測る方法では、血圧を測定するように、カフ、マンシェットを巻けば、自動で脈波を検出してくれる非常に優れたもので、多少のコツはありますが、cfPWVに比べればずっと簡単に技術を必要とせず測定できるのです。

どんなふうに脈波を検出しているかという、上腕と

か足首に巻いたカフを血圧を測るときよりは低圧で膨らませます。そのときカフの中に圧を感じるセンサーがあり、血管の容積の変化を記録して脈波を検出しています。両側の上腕・両側の足首の4カ所で、同時に血圧脈波を検出しているわけです。先ほども言いましたが、心臓から手までの距離、心臓から足までの距離は身長から計算しています。

この簡単なbaPWVは手技が難しいcfPWVと全く同じように考えていいのかという点と少し違います。なぜなら測定している動脈の範囲が異なるからです。当たり前ですが、足首まで測っているのと、足の付け根の大腿動脈まで測るので範囲が異なっています。範囲が異なると何がいけないのかといいますと、動脈は場所によって壁の構造が少し異なってくるので伝播速度が変化する可能性があるわけです。

動脈の構造の詳細を解剖生理の本から取ってきたものを見てみると、動脈は3層構造をしている事がわかります。一番内側には内皮と呼ばれるものがあって、その外には弾性組織や、軟らかさ、先ほどエラスチンという話が出ましたが、そういう軟らかさを担う中膜というものがあって一番外側に外膜がある。この構造が血管の基本です。内側から内膜、中膜、外膜。中膜に血管の柔らかさの由来がある。

心臓から出た血管は胸部の大動脈、腹部大動脈と進んで、左右の総腸骨動脈と分岐していますが、弾性を担う層、軟らかさの由来になるものの層の厚みが末梢にいくにつれ薄くなっていきます。

末梢にいくほど弾性成分が減少するという事は、末梢ほど血管が硬めだろうと推測できます。つまり、PWV、伝播速度も速くなるはずなんです。ということは、どの2点で測ったかで伝播速度の正常値は異なってくるはずなんです。

しかしながら調べてみると、心臓から足に向かって脈波伝播速度は速くなるのと同じように、心臓から頸に向かって脈波伝播速度は速くなるのです。cfPWVとbaPWV、どちらの指標もリニアに比例するという事です。弾性成分の多い、心臓を出たすぐ後の上行大動脈辺りの血管の弾性がより動脈硬化を考える上では大切ですから、あまり足首などの末梢まで評価に入れるのはいかがなものかという考えもありますが、比例している様子からは、これらは全く同じ指標ではもちろんないけれども、動脈硬化の指標として信用してよさそうだなと思えます。baPWVは日本で特に普及しているわけですからこれからますますデータが集まってくるでしょうし、その指標の意義は明確になっていくだろうと考えられます。

というわけで、実際の測定をこの辺りで見てもらおうかと思えます。被検者は、私の母校の3年生の男子学生さんに寝ていただきます。女子栄養大学なので女子学生はたくさんいますが、心音を付けたりするので、さすがに女子に頼むわけにもいかないと思い、男子学生さんに

来てもらいました。

いま、IDを入れていて性別を入れますが、性別、生年月日、身長は重要です。なぜかという、身長をちゃんと入れないと身長をもとに心臓から腕までの距離、心臓から足首までの距離を自動で計算するものですから、身長はごまかさずに入れないければいけません。あと、年齢もごまかしてはいけません。通常は病院で行うのでごまかす方はいないと思いますが、年齢によって正常値が変わってきますからちゃんと入れます。

では、両手両足にタグを巻きます。これは、私のように日常的に検査に携わっているわけでもないヒトでも間違わないように、右足用、左足用とちゃんと書いてあります。書いてあるとおりに進めるとよいわけです。腕に巻くときは、薄いシャツでしたら、血圧測定と同じでそのまま巻いて大丈夫です。

次は、心電図を測るための電極を付けます。左足、左手、ちゃんと色で、右はオレンジ、左は青というふうに表示してくれていて、間違えないようになっています。

この後は、心音です。心音というのは心臓の音で、ドクン、ドクンという音です。

この画面を見ていただいて、一番上に映っているのが心電図になります。2番目に映っている黄色っぽいのが心音図。ドクン、ドクンというふうな心臓の音を胸に貼った心音計で拾っていく。これで、安定しているので、「では、取りましようか」というわけでスタートボタンを押すわけです。

そうすると、右側に数字が出ていますね。上2つは上腕の右腕と左腕にかかっている圧。下2つが、足にかかっている圧をいま表示しています。いま両手・両足がギュッと締まっています。いま数字がどんどん下がってきているので、両腕、両足にかかる圧を次第に緩めながら血圧を測っているわけです。と同時に、マンシエットの部分で拾っている脈波がこのように検出されています。これで、1回目の測定が終わりました。いま解析中です。

結果が上に出ています、それぞれの4ヵ所の最高血圧、平均血圧、最低血圧が表示されています。これをもう一度繰り返します。「10秒後に9, 8」という数字が出ましたが、あと何秒後にもう一回締まるかがわかります。

見ていただいてわかるように、腕よりも足のほうが血圧は高いのが通常です。この脈波を見ると胸よりも下2つ、足のほうがちょっと伝わってくるタイミングが遅いです。足のほうが伝わってくるのに時間がかかっているからです。心臓からの距離が長いですからね。これで、2回目が終わりました。

さて、解析結果が出てきました。このように、測定にかかる時間はせいぜい5分程度の簡単な検査です。

それでは、スライドに戻ります。

皆さんの冊子に1枚に結果が出ていると思いますが、それは先日測定した彼のデータです。これはどういうふうに見るかという、一番上は患者情報で年齢、身長、体重などが入っています。その次に載っているのが心電

図、心音、右上腕・左上腕、右足首・左足首の脈波の結果が順番に出ています。

そして、それぞれの部位で、血圧が幾つだったか、伝播速度がどのくらいか、ABI、これも後で説明しますが、そういう数字が幾つか並んでいます。

最後には各年齢の平均値に比較して、得られた結果が高いか低いかが載っています。裏には一般的な内容が載っているので、お時間があったら見てください。

では次に少し詳しく内容を見てみましょう。一番上段が心電図です。皆さんは栄養士ですからそれほど心電図に親しくはないかと思ひ解説します。心電図の山や谷にはそれぞれ名前がついており、P、Q、R、S、Tと順番に出現します。心臓がドクンとするたびに、これらの一連の波が一つ観察されるわけです。P波は心房の興奮を表わしています。P波が出た後に右房と左房がギュッと収縮をする。その後のとんがっているR波は心室の興奮、ここが出てくると、その後、右室と左室がギュッと収縮をする。心室が収縮をすると、血液がギュッと大動脈に押し出される。その後、心室の再分極というのがT波で、それは心室の興奮が終了していく様子を表しています。

2段目は心音です。心臓の音はドクン、ドクンと聞こえるわけですが、1個目の波がドッ、というところで、2つ目の波がクンを反映しています。ドッのほうは僧帽弁が閉鎖するときの音。左心室がギュッと収縮すると左心室の血液が左心房に逆流しないように逆流しないように弁がバンと閉じるときの音です。左心室の収縮が始まり僧帽弁が収縮した後、左心室から大動脈に向かって血がザーと流れ出していきます。その後にドクンのクンのほうは大動脈弁が閉鎖する音です。左心室が収縮を止め弛緩していくと大動脈の圧が左心室の圧にうち勝つので、今度は大動脈弁が閉まって大動脈から心室に血液が逆流しないようになります。

この弁が閉じるときの音が基本的に聞こえているのです。そして「ドクン」のドッとクンの間で血液が押し出されているわけです。そう思って脈波を見てみると、「ドッ」の後にちょっと遅れて腕に脈波が届いています。「ドッ」のあと心室から大動脈に血液が送り出され、その時に生じた脈波が時間が遅れて遅れて腕に伝わっていつている。足首にはさらに遅れて脈波が伝わっている。このように時間軸に沿った変化が記録されています。

腕まで脈波が届く時間と、足首まで脈波が届く時間には少しの時間差があります。

あとは身長から心臓から腕、心臓から足首までの距離を計算します。中心から上腕までの距離が35.9cm、中心から足首までの距離が153cmと計算されています。ですから、上腕から足首までの距離は、その差を引いて117.1cmと計算で出てきます。先ほどの時間差と距離差を使って伝播速度を求めたところ、人のマークの両脇にある数字、右側が927、左側が951となるわけです。

向かって右側のほうが年齢に対する伝播速度のグラフ

です。彼は、21歳なのでグラフの左は時に辛うじて三角形でマークが出ています。赤線で示したものが平均的な値で、比較してみると彼の血管の伝播速度は平均よりも小さく、軟らかい血管であるということがわかります。

香川靖雄先生のお話でも出てきているように年齢に伴って伝播速度は速くなります。年齢の平均に対して自分はどれぐらいか。あるいは、自分が何歳相当の血管を持っているのか、という視点でグラフを眺める事が出来ます。

忘れそうになっていましたが、ここに血管の硬さのサンプルがあります。伝播速度が900の人、1,600の人、2,500の人を想定した硬さです。回しますのでぜひ手で触ってみて動脈硬化の変化を感じてください。

向かって左側のグラフのほうはどうなっているかという、横軸はABI、縦軸は伝播速度になります。彼の場合はこの白い範囲が正常値ですから右足も左足も正常値というわけです。

ABIというのは、足首と上腕で測定した血圧の比です。一般に足のほうが血圧は少し高いのですが、下肢の血管の狭窄などがあると、足の関節の血圧が低下してABIの数字がどんどん下がっていきます。ですから、ABIの値が低い場合は末梢動脈が狭くなる病気かなと疑うわけです。

いま申しあげましたようにABIが低いということは動脈が狭くなっている事を考えます。ABIが高いということは、カフで圧迫できていない動脈の石灰化を考えます。

このように、四肢のカフを4ヵ所巻くことでABIと、伝播速度と同時に測定できる素晴らしい装置なわけです。

ここで、きょうの目標に戻って上2つは終わりましたが、その次のAIの説明を簡単にいたします。

これも靖雄先生のお話の繰り返しにはなりますが、心臓から出てきた脈波が、例えば、円筒状になっているところは腕に巻いたカフだと思ってください。そうすると、腕で脈波を測定するわけですが、腕を通過した脈波は本当は血管中を末梢まで伝わり、大動脈分岐部で反射を起こして跳ね返ってきます。本当は血管の様々な部位で反射が起きているのですが、簡便のために大動脈分岐部で反射していると考えます。このように、心臓から直接出た前進波と、大動脈分岐部で反射した反射波、この2つの波が合成されて「脈波」というものがつくられてくるわけです。腕の脈波にしても足首の脈波も2つの波の合成です。そして、全体のピークの高さに対する反射波の高さの比率をAIと呼んでいて、この値がまたいろいろな健康の指標になるということがわかってきています。

そもそも、それを考えるには血圧というのは何なのか、実はそこから考えなくてはいけなくなります。血圧とは、血管が壁を押す力の大きさです。血圧は上腕で測るのが基本ですね。心臓がドクン、ドクンと収縮するたびに腕に巻いたカフで検出する圧も波打ちます。上が収縮期血圧、下が拡張期血圧。そして、腕に巻いたカフで、

収縮期血圧より強く圧力をかけてやると動脈がべったんに潰れるので血流が流れなくなりますが、だんだんとカフの圧を緩めてやると潰れた血管の中に血液が流れるので、音が聞こえてきます。この音をコロトコフ音といいます。カフの圧が緩まり拡張期血圧より下がると、つぶれていない血管のなかをスムーズに血液が流れるので音が聞こえなくなる。腕や手首などで測定する血圧は「末梢血圧」と呼ばれるものです。実はこれとは別に「中心血圧」と呼ばれるものがあります。中心血圧とは心臓を出たところの大動脈の血圧のことです。末梢血圧はカフを巻くことで簡単に測定できますが中心血圧はカテーテル検査などでなければ測定できません。しかし、心臓が血液を送り出す時を考えると、中心血圧の高さが心臓の負担の大きさに直結するので、末梢血圧とは異なる大切さがあります。

中心血圧も末梢血圧も、脈波の波形は前進波とか駆出波とよばれる心臓から送り出されたことと呼ばれる波と末梢から跳ね返ってきた反射波の合成でできています。しかし、測定部位によって、脈波の形が異なります。なぜなら、脈波を構成する前進波と反射波の割合が異なるのです。上行大動脈と、橈骨動脈の波形を見比べてみると、上行大動脈は反射波のほうはずごく大きいというのが特徴です。

これは、どういうところに関わってくるかという、こんな実験をみるとわかります。上行大動脈の脈波をカテーテルを入れて測定してえられた圧変動を考えましょう。

上行大動脈の波形は、ニトログリセリンという血管を拡張する薬を入れると、反射波が小さくなります。つまりニトログリセリンにより上行大動脈の血圧が下がっていることがこのグラフからわかります。ところが、上腕動脈は反射波よりも前進波の方が大きいのが特徴なのです。ですからニトログリセリンを投与して反射波は低下しているのだけれども前進波が低下していないので、「血圧」だけを見ていると、ニトログリセリンを投与しても全く血圧が変化していないように見えます。

こんなふうにならニトログリセリンは反射波のほうを小さくするので、心臓から出たばかりの辺りで測ると血圧は下がっているはずなのに、通常血圧計ではその圧の変化を見ることができないというわけです。

この例からもわかるように、心臓の治療を考える上では、腕で測ったり、手首で測ったりする末梢血圧と同時に、中心血圧もしっかり考えなければならない、というわけなのです。中心血圧を直接測ることは簡単ではないので、前進波と反射波の比率を表すAIというパラメーターを利用して、そこにせまろうとしているわけです。

### 3. 超音波検査

少々駆け足で、超音波の解説をします。超音波検査では血管の形態を直接見ることができなのが特徴です。動脈硬化の初期の発見、動脈硬化の進行の経過観察、外科

手術の適応決定などに使われています。

超音波検査では頸動脈、頸の血管をよく見ます。頸の血管の部分は動脈硬化が非常に強く出やすいところなのでまずその部分を重点的に見るわけです。大動脈から総頸動脈が出て、内頸動脈、外頸動脈と分かれる、この〇で囲ってある部分、この〇の辺りを重点的に見ます。

超音波の原理が非常に簡単で、山に向かって「ヤッホー！」と叫ぶと、しばらくすると「ヤッホー ヤッホー ヤッホー」とやまびごが返ってくる。これは「ヤッホー」と叫んだ声に向こうの山に当たって跳ね返ってきたものです。「ヤッホー！」という声跳ね返ってくるまでの時間から、どれだけ山が遠いかがわかるわけです。

超音波検査では探触子と呼ばれる超音波を発振する部分から「ヤッホー ヤッホー」と超音波が出され、体の中の構造物に当たって「ヤッホー ヤッホー ヤッホー」と戻ってくる。戻ってくるまでの時間から、体表からどれぐらいの距離に腫瘍があるか、跳ね返ってきた音の量から腫瘍の性質がわかるわけです。

更に超音波で何がわかるかという、血流がどちらに流れているか。どのぐらいの速さで流れているかがわかります。その原理も簡単で、救急車のサイレンが近づくときは高いけれども、遠ざかるとちょっと音が下という現象があります。ピーポーピーポー～というのが、ピーポーピーポーと少し音が下る。ドップラー効果というのですけれども、超音波もそれと同じで近づいたり遠ざかったりする血液で超音波が跳ね返ると音の高さが変化するので。これを利用して血流の向きと速さを計算するわけです。では少し動画を見ていただきたいと思います。

実際の検査の様子です。まずゼリーを塗ります。ゼリーはほとんどお水なので毒ではありませんので安心してください。ゼリーを塗って探触子を首に当て、その奥にある血管を見ていくわけです。

ここの丸いのが総頸動脈、いま内外に分かれて、また一個になりました。こっちに太く見えているのが静脈、次にカラードップラーとして血流に色をつけている様子です。血管に色がつくと「あっ、ちゃんと血液が流れている」とわかります。血管の中に血栓があれば色がつかないので区別できるわけです。総頸動脈、内頸動脈、外頸動脈の分岐のあたりを念入りに見ます。このあたりが動脈硬化が出やすいので大事なんですね。

次は、総頸動脈を長軸で見えています。黒いところが内腔ですが、その内側に一層ちょっとグレーっぽい色合いの場所があります。そこの厚みを測ろうとしています。この厚みは、血管の内膜と中膜を合わせたものの厚みと

考えられていて、それが1mmを超えると、「動脈硬化かも」と考えます。一カ所だけではなくて3カ所程測り、一番厚い数字を採用します。

次に血流速度を測ろうとしています。パルスドップラー法をつかいます。動脈の狭窄があると波形が変わってきますので。さらに念入りに内頸動脈の血流も測り、更に椎骨動脈も測っています。脳に行く血管は、内頸動脈と椎骨動脈です。椎骨動脈は脳の後ろ側を栄養します。

今回の被検者は若くてすらっとしている男性なのでとても測定しやすいのですが、実際に病院で動脈硬化を疑われて検査に来る患者さんは割と首が太くて短くてという方が多いので、これほどきれいには検査できません。専門の超音波検査師の方でも、多分苦労されていると思います。

#### 4. FMD

私はFMDは得意な分野ではありませんし、時間もないので今回は省略させていただこうかと思っています。一言言うと、いままでに比べると機能的変化を見ることができなのが特徴です。靖雄先生が出されたのと同様の絵ですが、腕にカフを巻いてギューと圧迫してから、パッとそれを開放すると血管がこんなふうに広がります。どれだけ広がるかを数字で表すと、6%以上血管が広がると正常といわれます。先ほど靖雄先生は7パーセントでしたか、素晴らしいお若い血管だと感動しました。

#### 5. まとめ

最後に一言でまとめると、ABIは下肢動脈の閉塞の程度を表しますし、PWV・伝播速度は全身の血管を反映した動脈硬化の指標となります。AIは、心臓の負担を表す指標である中心血圧を押し量るものです。超音波検査は形態から動脈硬化を見るものです。FMDは内皮細胞の障害から、ごくごく早期の動脈硬化を見るものです。最初にFMDで変化が出るということになります。

最後のほうは私の段取り不足でかなりの駆け足になってしまいましたが、こんなところで講演を終わりにしたいと思います。ご清聴ありがとうございました。(拍手)

【山田座長】木村先生、ありがとうございました。ただいまのお話で、動脈硬化というものの形と機能という形で、段階に分けて動脈硬化の度合いを正確に測って、それをどのようにコントロールすれば悪くなる、あるいはよくなるということを科学的に示していただいた講演だったと思います。どうも、ありがとうございました。

【司会】これから、15分間の休憩に入りたいと思います。

