

動脈硬化

と

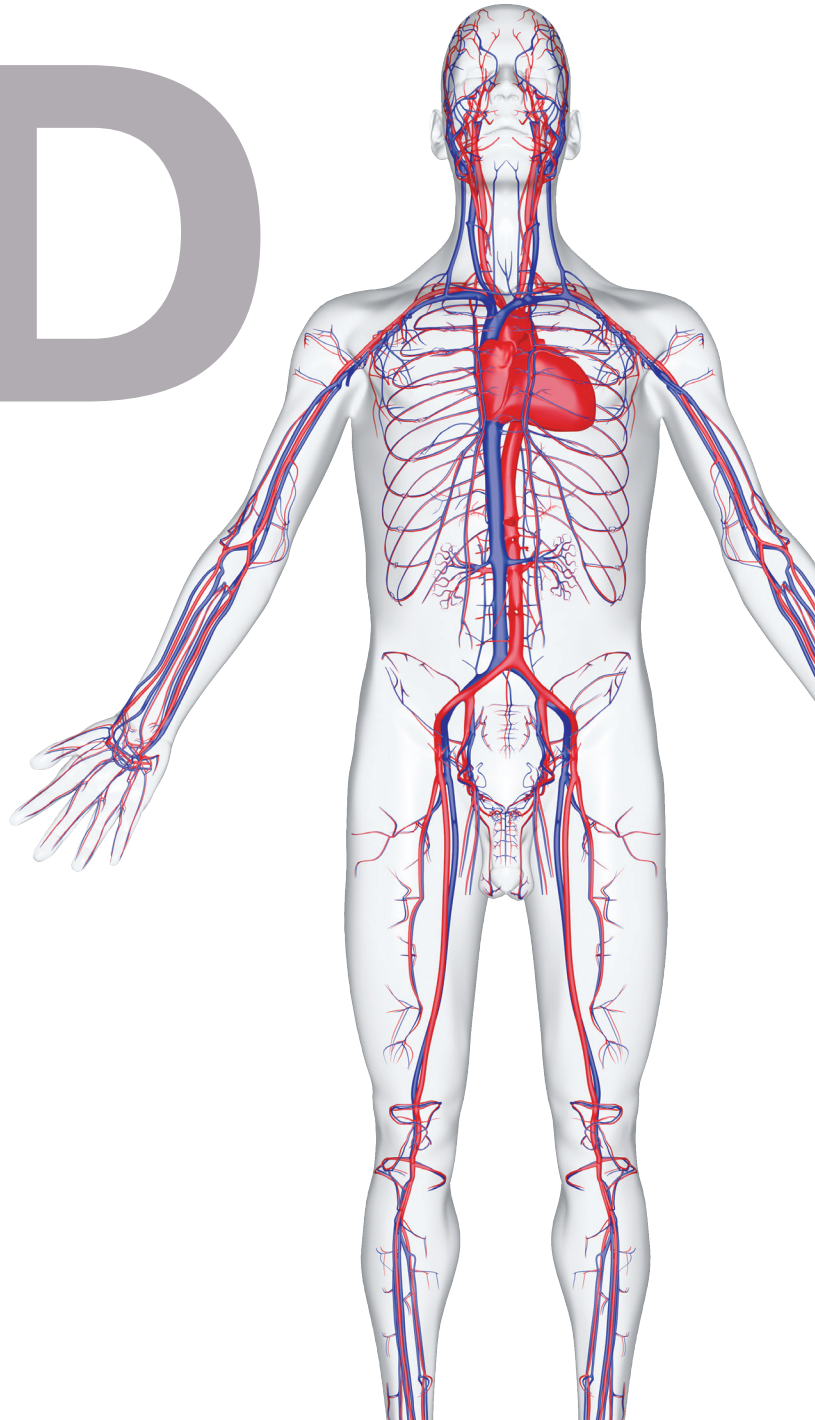
監修

広島大学

未来医療センター長 教授

東 幸仁

FMD



SARAYA

はじめに


近年、食生活の変化や運動不足によって多くの生活習慣病が引き起こされています。「ヒトは血管から老いる」と言われているように、日本人の死因の約1／4は血管の病気である動脈硬化性疾患によるもの(厚生労働省HPより)であり、血管は私達の健康にとって非常に大切な役割を担っています。血管の老化が進むと動脈硬化が始まり、動脈硬化が進展すると狭心症や心筋梗塞といった重大な病気が引き起こされます。

血管からはさまざまな生理活性物質が生成され、それらは血管機能の維持に重要な役割を担っています。最も重要な生理活性物質は血管内皮が産生する一酸化窒素(NO)であり、このNO産生能力を見ることによって血管内皮機能、すなわち「血管の健康度」の評価ができます。現在、この血管内皮機能の安全で簡便な評価法として、血流依存性血管拡張反応(FMD)測定が注目されています¹⁾。

このFMD測定を利用すれば動脈硬化の傾向を早期に知ることが可能となり、心筋梗塞など重篤な病気の進行度を把握することができます。すなわち外からは知ることができない動脈硬化の進行度を、血管内皮機能の測定により知ることができ、動脈硬化の予防、改善、および治療の評価に大変有効です。

この度、FMD測定をもっと身近にさせていただくためにこの小冊子が作成されました。ここでは、FMD測定の背景や問題点などについて分かりやすく紹介しています。日常の臨床検査にぜひ参考にしていただければと思います。

広島大学
未来医療センター長 教授
東 幸仁



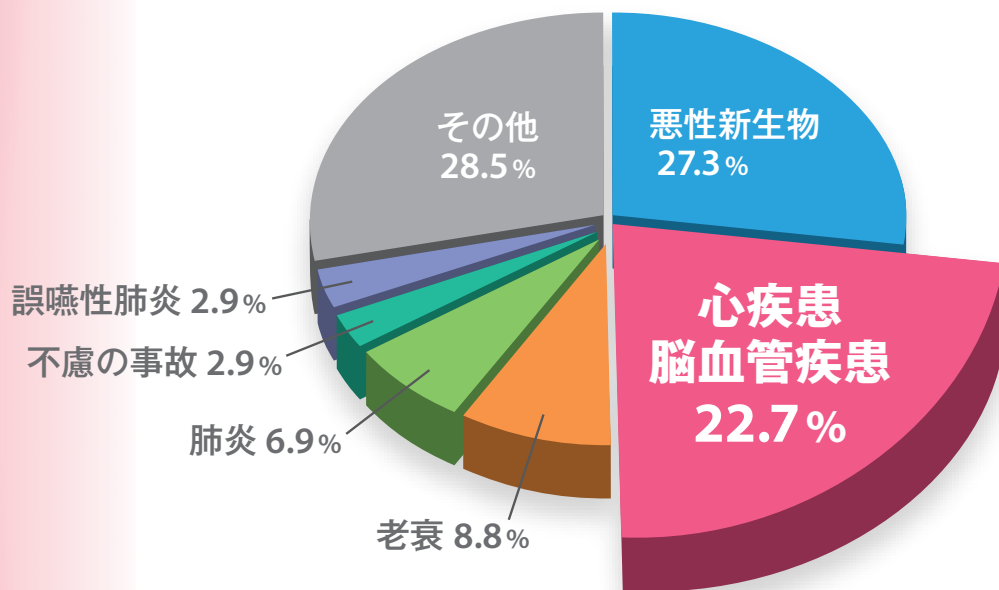
目次

恐ろしい動脈硬化	1
血管内皮細胞について	3
動脈硬化へのプロセス	5
【コラム】 FMD測定の間から 1	6
動脈硬化を見るためのさまざまな方法	7
FMD測定ガイドライン	9
【コラム】 FMD測定の間から 2	10
血管内皮機能測定／FMD測定のプロセス	11
より安定した測定のために	13
FMDに関する研究報告	14
おわりに	15
References (参考文献)	16

恐ろしい動脈硬化

● 日本人の死因別死亡率

厚生労働省 令和元年 人口動態統計 主な死因別死因数の割合



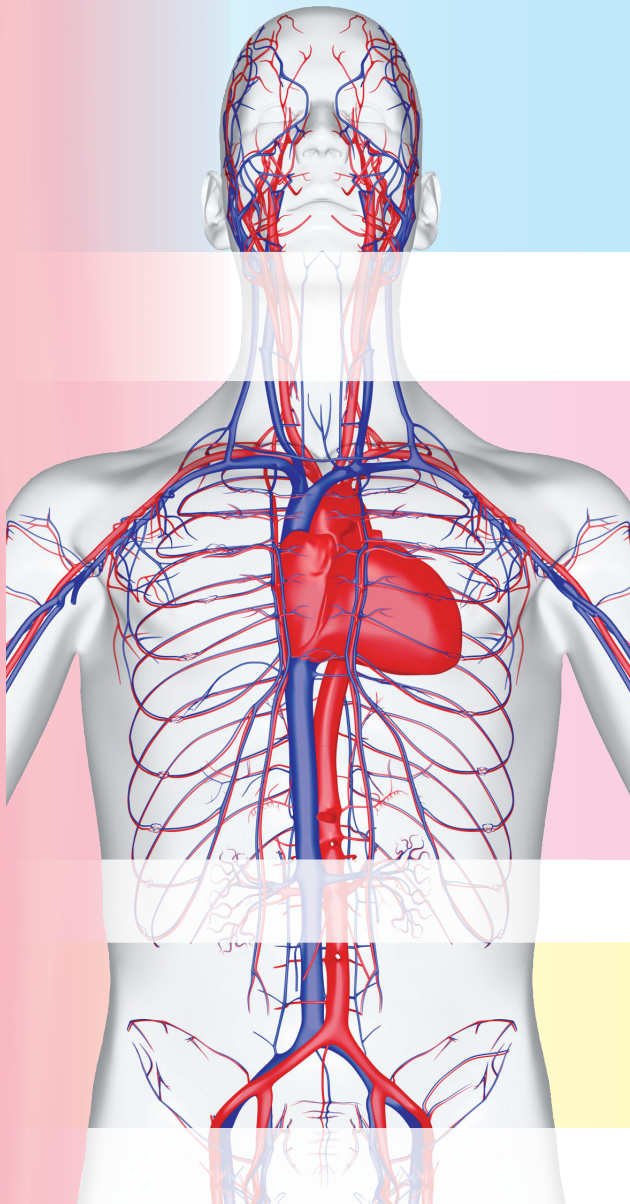
厚生労働省の令和元年人口動態統計における主な死因別死因数の割合（上図）によれば、悪性新生物と同様に、全体の約1/4の割合を占めているのは心疾患・脳血管疾患です。この心疾患・脳血管疾患は、心臓の周囲の血管や脳の血管の病気であるため、重篤な症状を起こすものも多く、予後に後遺症を残したり、死に至ることもあります。そして多くの場合「**動脈硬化**」が原因といわれています。

動脈硬化とは弾力性が失われ、硬くなった血管状態のことで、そのまま進行していくと生命に関わる心筋梗塞、脳卒中といった大きな病気を引き起こします。これらは突然、激しい胸痛や、手足のしびれ、意識不明などの症状を引き起こし、半身麻痺などの重い障害を残したり、最終的には死に至らしめることもあります。**気づいたときには動脈硬化が進行していて手遅れ**というケースが多く見られます。しかし、普段われわれが普通に生活している中では、体脂肪率やコレステロール値や血圧値といった

数値を知ることはできますが、血管の状態を知ることは容易ではありません。特に、初期の動脈硬化では自覚症状が出ないこともあり、私たちは動脈硬化の進行とその予防について十分な情報を入手することが困難です。

point! 生命にかかわる動脈硬化はあなたの知らない間に進行している!

【参考】 動脈硬化が原因の生命に関わる病気



【脳動脈で起きるトラブル】

- 脳梗塞
- 脳出血

【胸部大動脈で起きるトラブル】

- 胸部大動脈瘤破裂

【冠動脈で起きるトラブル】

- 狭心症
- 心筋梗塞

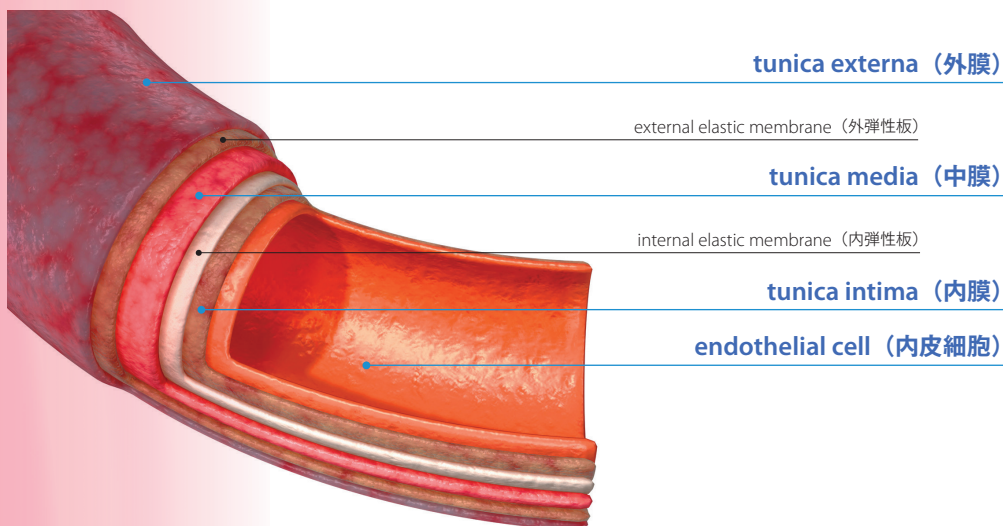
【腹部大動脈で起きるトラブル】

- 腹部大動脈瘤破裂

血管内皮細胞について

○ 血管の役割

私たちの体内には血管が隅々にまで行き渡っており、血液が体内を循環することによって生命を維持しています。血管には動脈と静脈の2種類があり、動脈は全身に酸素や栄養を運ぶ役割を、静脈は二酸化炭素や老廃物などを回収する役割を担っています。どちらも生命維持には欠かせない重要なものです。脳梗塞、脳出血、心筋梗塞といった重大な病気の多くは動脈に関係することからも動脈に異常が生じると生命に危険が及びます。

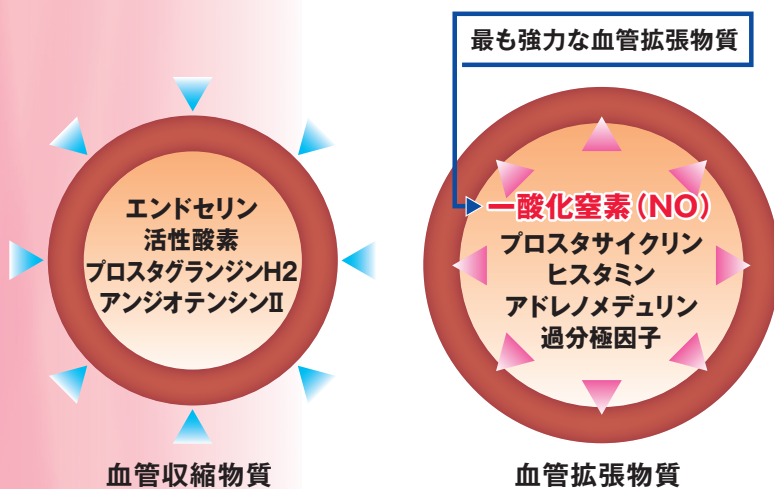


○ 動脈の構造

動脈を断面にして見ると、内側から内膜、中膜、外膜の三層構造になっており、これらを合わせて血管壁と呼んでいます。外膜は血管壁を外部から守ります。中膜は血管平滑筋とも呼ばれ、血管の筋肉の役割を担っています。心臓から血液が送られる時に加わる圧力に耐え、血液を円滑に送り出すことができるのは、この血管平滑筋に弾性としなやかさがあるからです。そして内膜は、一層の薄い血管内皮細胞によって、全て覆われています。

血管内皮細胞は血管を拡張させたり、逆に縮小させたりするさまざまな物質(=生理活性物質)を産生・分泌しています。これらのうちで一酸化窒素(NO)は最も強力に血管を拡張させる物質で、この一酸化窒素(NO)の産生を調べることによって血管内皮機能、すなわち動脈硬化の進行度を知ることができます。

● 血管内皮細胞から産生される生理活性物質

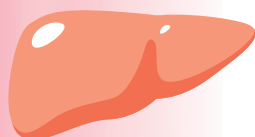


血管内皮細胞からは、血管を拡張する物質(一酸化窒素(NO)、プロスタサイクリン、ヒスタミン、アドレノメデュリン、過分極因子)と血管を収縮する物質(エンドセリン、活性酸素、プロスタグランジンH2、アンジオテンシンII)が数多く産生されています²⁻⁴⁾。すなわち血管内皮細胞はそれらの相反する因子がせめぎ合う動脈硬化に大変重要な場所なのです⁵⁾。

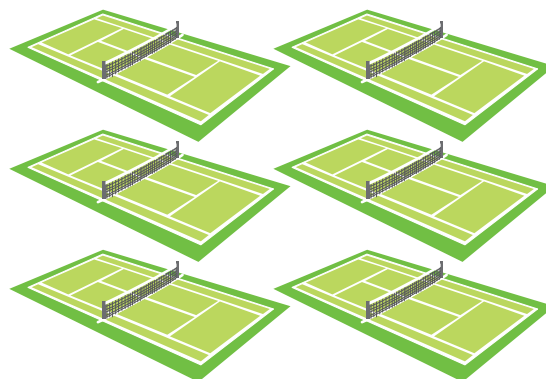
豆 知 識

ヒト最大の内分泌器官

血管内皮細胞の総重量は肝臓に匹敵する約1.2kg、総面積はテニスコート6面分にもなります。総延長は地球の約2.5周分で、このことより血管内皮はヒト最大の内分泌器官とも称せられています⁶⁾。



総重量は肝臓と同じ約1.2kg

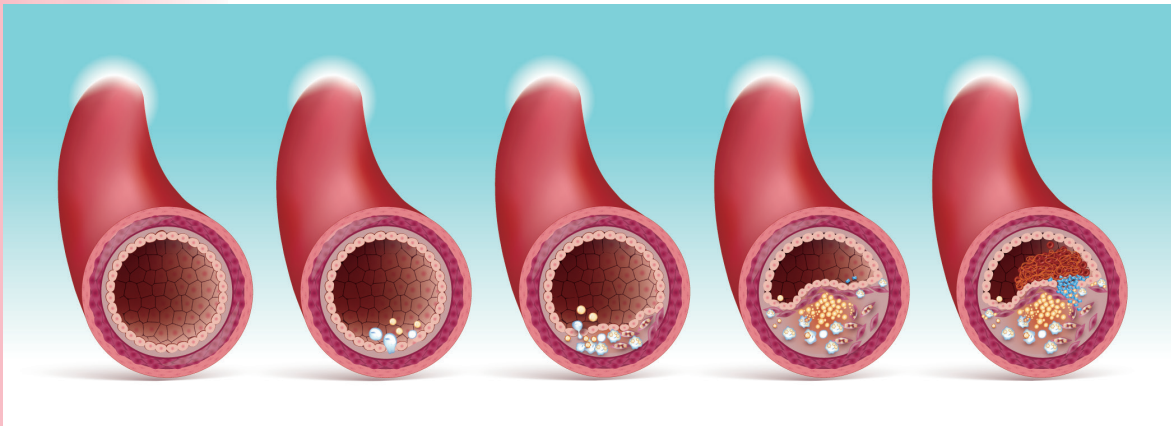


総面積はテニスコート6面分



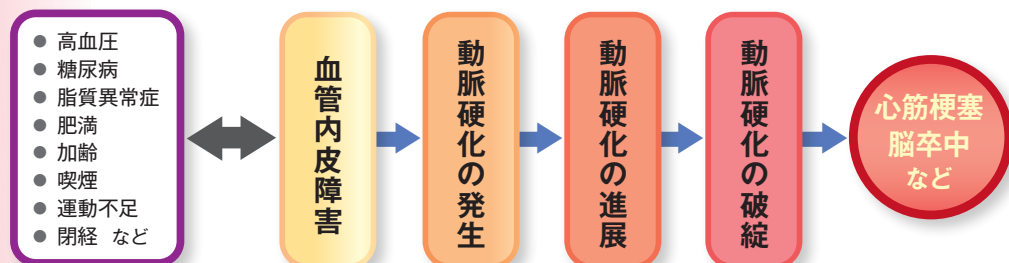
総延長は地球の赤道
約2.5周分

動脈硬化へのプロセス



動脈硬化のプロセスの第一歩は、高血圧⁷⁾、脂質異常症⁸⁾、糖尿病⁹⁻¹⁰⁾などの病気、肥満、加齢、喫煙¹¹⁾、運動不足¹²⁾、塩分の過剰摂取、閉経¹³⁾、ストレス¹⁴⁻¹⁵⁾などによって、血管内皮機能が障害されることにあります。

その障害を放置すると、上図のように動脈硬化が進展します¹⁶⁾。そして破綻すると、心筋梗塞、脳卒中などといった生命に関わる病気を発症します。



point! 動脈硬化の第一段階は血管内皮機能障害から始まる!

この動脈硬化の初期段階である血管内皮機能障害は、元に戻らないものではなく、薬物治療、補充療法、生活習慣の修正などにより改善します¹⁷⁾。すなわち手遅れとなる粥腫破綻を迎える前の、なるべく早い時期から血管の傾向を把握することができれば、血管状態を改善すべく行動を起こすことができ、生命を脅かす心筋梗塞、脳卒中などの病気を回避することができます。血管内皮機能に障害が起き始めている初期病変の段階で自分の血管の把握ができれば、これら恐ろしい病気の予防ができるといえます。

コラム FMD測定の現場から 1

加藤 仁志

**FMDガイドによる
「血管を守る」診療をめざして**

～ 血管不全の概念から生活習慣病を見直す ～

対象となる方のほとんどは、健康診断や人間ドックを受けられています。しかし、一部の患者さんは“自覚症状の無い”生活習慣病を放置したままで、十分な健康管理が行われていません。その結果、高度に動脈硬化が進行し、もはや内科的治療効果はほとんど期待できない症例も経験します。

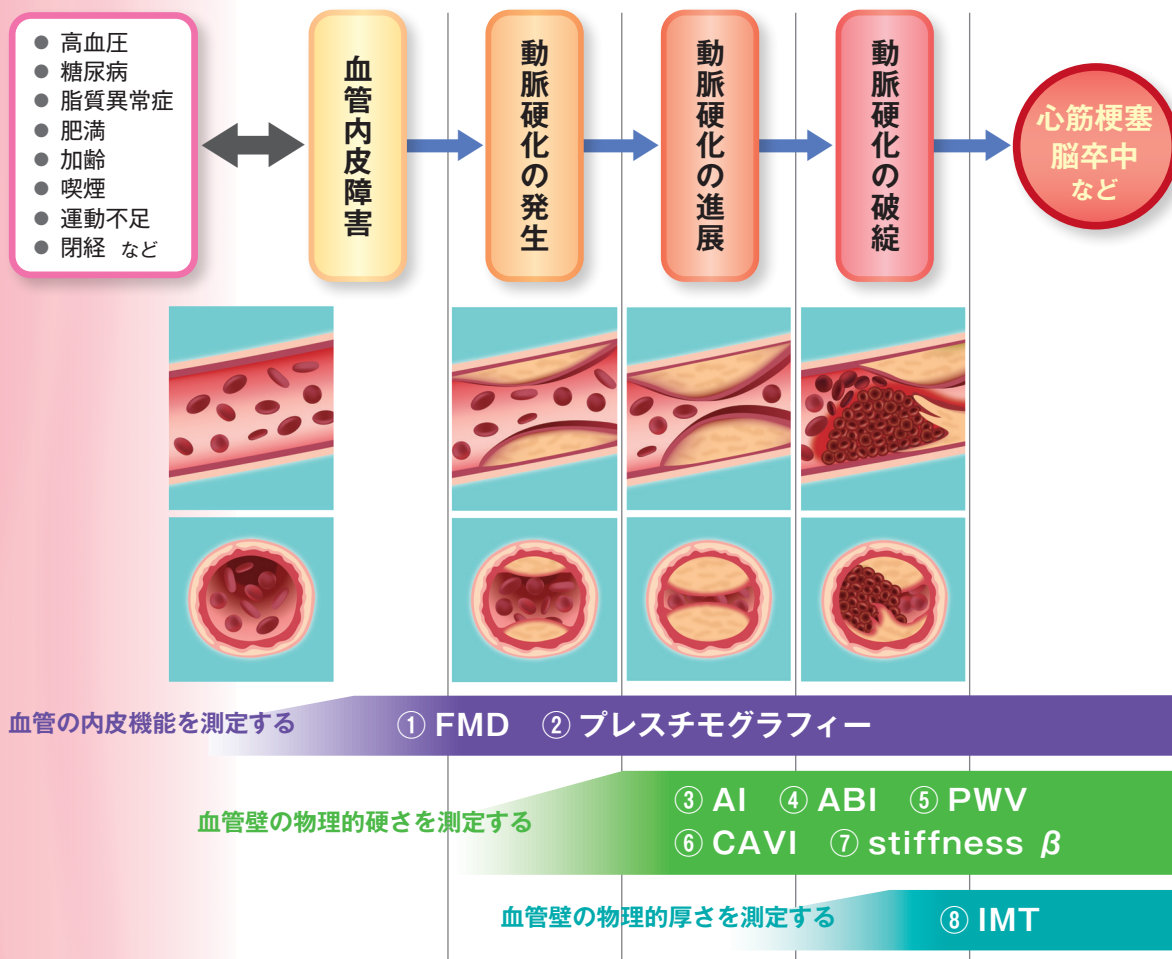
わが国では、各分野の診療ガイドラインが整備されてきましたが、リスクの層別化は十分とはいえません。生活習慣病の管理・治療では、患者さんにもっとも近い医療現場で、より早期の動脈硬化性病変が評価されるべきと感じております。FMDは高血圧治療ガイドライン2009でも取り上げられました。

そこで当クリニックでは、生活習慣病の患者さんには、従来の検査に加えて、可能な限り上腕動脈のFMDを測定し、血管内皮機能を評価しています。患者さんに、血管の3層構造模型を示して「血管年齢(PWV・CAVI)は、〇〇歳と年齢相応ですが、血管の一番内側(内皮=動脈硬化の始まる場所)の機能は年齢より数値が低下し△△%ですので、動脈硬化が進みそうです。原因はタバコだと思います。内皮機能低下は改善することが期待できるので、禁煙しましょう。」というように説明します。患者さんは、ようやく生活習慣病管理の目標は動脈硬化予防であることを理解されます。健常者と思われた症例の中に%FMDの低下を認めることもあり、生活習慣見直しのきっかけとなります。まだ少数例ですが、服薬前後(6～12か月)で薬剤効果判定も試みています。

このたび、サラヤ(株)からプローブ固定器、加圧装置、といった簡便な測定サポートシステムが発売され、血管内皮機能検査はより身近なものとなりました。心血管病の予防をターゲットとした実地診療は「先ずFMD測定から」という時代を迎えたと思います。

私どもの地域では、2010年に「城南FMD講演会」を発足いたしました。地域には、基礎、臨床各分野の専門の先生方がおられ、最新の情報を教えて頂く機会になると期待しています。実地医家の先生方と情報を共有して、これからも地域医療に貢献したいと存じます。

動脈硬化を見るためのさまざまな方法



● 血管の内皮機能を測定する

① 【FMD】

Flow-Mediated Dilation / 血流依存性血管拡張反応

血管内皮より産出される一酸化窒素 (NO) によって変化する血管径を超音波診断装置で測定し、その拡張率を数値化します。血管内皮機能を把握することができるため、動脈硬化の初期段階である血管内皮障害を知ることができます。(P9以降参照)

② 【プレスチモグラフィー】

一酸化窒素 (NO) をはじめとした血管拡張物質による血流量変化を測定します。直接、動脈内に血管拡張物質を投与して血流量の変化を測定する方法が最も標準的な測定法ですが、侵襲的であるため被験者への負担は大きくなります。

● 血管壁の物理的硬さを測定する

③ 【AI】 Augmentation Index / 脈波増大係数

心臓の収縮とともに発生する「駆出波」とその「反射波」の割合を求めます。あらゆる太さの血管の硬化を判定することができます。数値が大きいほど動脈が硬く、心臓への負荷が大きいことがわかります。年齢が高くなるほどAI値が高くなる傾向にあります。

④ 【ABI】 Ankle-Brachial Index / 上腕と足首の血圧比

足首で測定した血圧を、腕で測定した血圧で割った数字によって判定します。血管の狭窄の度合がわかります。

⑤ 【PWV】 Pulse Wave Velocity / 脈波伝播速度測定

心拍が血管を通じて手や足に届くまでの脈波伝播速度を測定します。動脈の弾力がない(硬い)と、脈波伝播速度は速くなります。

⑥ 【CAVI】 Cardio Ankle Vascular Index / 血管硬化度

PWVを改良した心臓～足首間の血管係数です。血圧に影響されず血管固有の硬さを表します。動脈硬化が進行するほど高い値となります。

⑦ 【stiffness β 】 血管の弾性係数

血圧と血管内径の相対的变化を見ることにより血管壁の硬さを見ます。大きいほど動脈硬化が進展しています。

● 血管壁の物理的厚さを測定する

⑧ 【IMT】

Intima Media Thickness / 頸動脈の血管壁の厚み

頸動脈の血管壁の厚みを超音波測定装置にて物理的に測定します。厚いほど動脈硬化が進んでいます。頸動脈の画像を見ることができ、血管の傷み具合を直接知ることができます。

FMD測定ガイドライン

古典的なFMD測定法¹⁸⁾に代わり、2002年、2005年に欧米でガイドライン¹⁹⁻²⁰⁾が発表されました。日本では2007年にガイドライン²¹⁾が発表され、FMDの測定に関する方法が細かく定められています。

● FMD測定ガイドライン(日本版 一部改変)

測定条件：

朝空腹時。たばこ・カフェイン飲料は6時間以上休止する。検査室は静かで薄暗く室温23～26℃。閉経前の女性の場合は月経周期を考慮する²²⁾。検査前、10分間安静臥床後、血圧測定を行い低血圧や徐脈が無いことを確認する。

測定機材：

7～12MHzプローブを装着した高解像度2Dドップラー超音波診断装置を使用する。

プローブ保持機材と上腕支持装置を用いて測定時のぶれを最小限にする。

- ※ ECG (=心電図) が付いていること (R波同期が可能であること)。
- ※ リニア型超音波プローブであること。

測定血管：

仰臥位にて肘窩 (肘の折り曲げる内側) より近位の上腕動脈の長軸像の径を少なくとも3ポイント測定し平均をとる。

血流依存性(内皮依存性)血管拡張反応 (FMD)：

カフを巻くのは前腕か上腕肘窩上。収縮期血圧+30mmHg～+50mmHgにて5分間圧迫する。解放後、前値に回復するまで連続的に動脈径を記録する。ドップラー流速もベースライン時と解放直後の2ポイントで計測する。

ニトログリセリン誘発内皮非依存性血管拡張反応 (NMD)：

FMD測定から前値に回復後、ニトログリセリン25 μ g又はニトログリセリン舌下錠 (ニトロペン) 4分の1錠舌下、連続的に動脈径を拡張 (一般に3～5分程度で最大径) から基礎値に戻るまで記録する。ベースラインと最大拡張時のドップラー流速を計測する。

計測：

心電図R波に同期させた拡張末期イメージで血管前壁後壁間の“m line”（中膜外膜境界）を計測する。

Edge tracking system による自動計測が望ましい。計測ポイントとしては連続記録時の最大拡張ポイントをとる。

再現性：

検査に関わる技師は、実地計測に先立ち最低6ヶ月のトレーニングと少なくとも100回以上の supervised scan が必要である。

多施設研究を行う際はワークショップで整合性を維持する。

ベースラインのFMDとして5%以下の再現性は必須である。

point!

安定したFMD測定には、プローブと上腕の固定、及びカフ圧の維持を同時に行う必要があります。

コラム FMD測定の現場から 2

東北大学病院 生理検査センター 部門長 **三木 俊**

FMD測定の活用

血流依存性血管拡張反応

(% Flow-Mediated Dilation : %FMD)



FMD測定は血管内皮機能を評価する方法の一つであり、早期の動脈硬化診断が可能とされているため、当院では検診や人間ドックなどに積極的に取り入れています。

FMD測定は前腕（上腕）の駆血前後にて、上腕動脈の血管径を超音波診断装置を用いて測定する単純な検査ですが、3~5mm程度の血管を描出し、同時相・同部位にて計測することは容易ではありません。さらに血管拡張は0.01~0.1mmレベルの計測であるため、プローブ保持は重要なポイントです。これまでのFMD測定は検者の手技に左右される場合が多く、プローブ保持器などを用いて正確性・再現性の良い検査が求められておりました。

先端的なFMD測定が身近になった現在、動脈硬化の早期診断~予防、および治療効果の確認が行いやすくなり、当院では患者様への生活習慣病指導に役立てております。

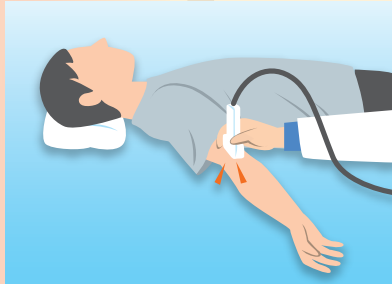
また、さまざまな療法による効果を早期に確認できることも、FMD測定の有用性のひとつであると思います。

血管内皮機能測定 / FMD 測定のプロセス

FMD 測定の方法

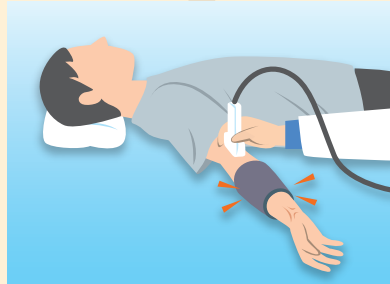
1

超音波診断装置で
安静時の上腕動脈の血管径を
計測します。



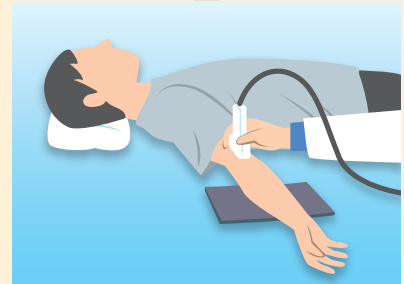
2

5分間前腕を駆血します。

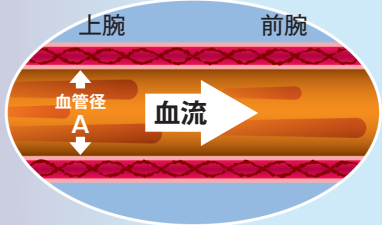


3

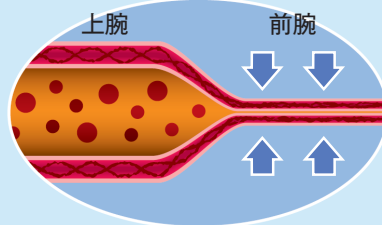
5分後に駆血解除します。



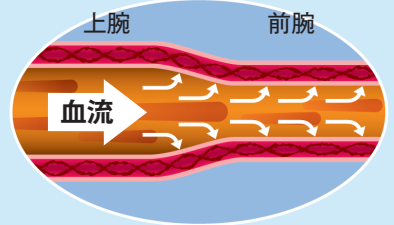
FMD 測定時の動脈



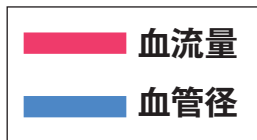
血液が流れています。



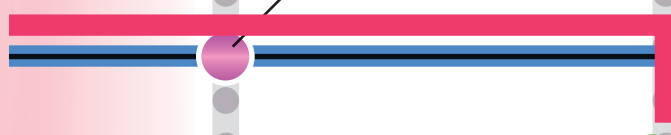
血流が止まります。



血流が再開することによって血管内皮細胞は、血流に引きずられる力(ずり応力)を受けます。



血管径 A



安 静

駆血5分間

血流量が急増
NOが産生される

4

超音波診断装置で
上腕動脈の血管を確認します。



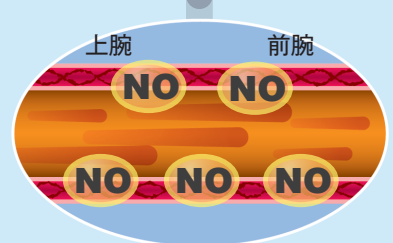
5

最も血管が広がったタイミングで
血管径を計測します。

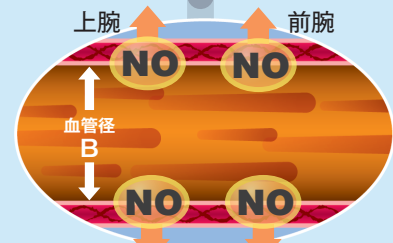


6

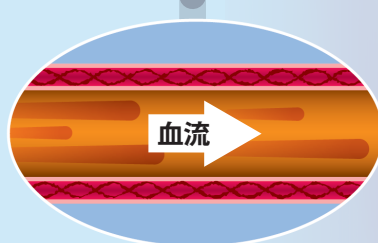
安静時の血管径(A)と
最大拡張期の血管径(B)を比較し
拡張率(%FMD)を算出します。
 $\%FMD = (B - A) / A \times 100$



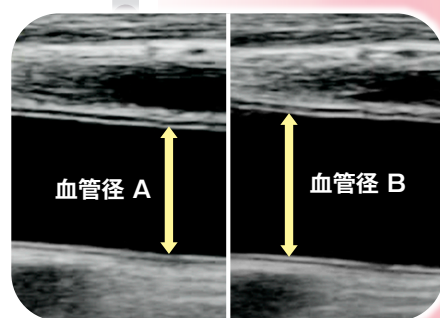
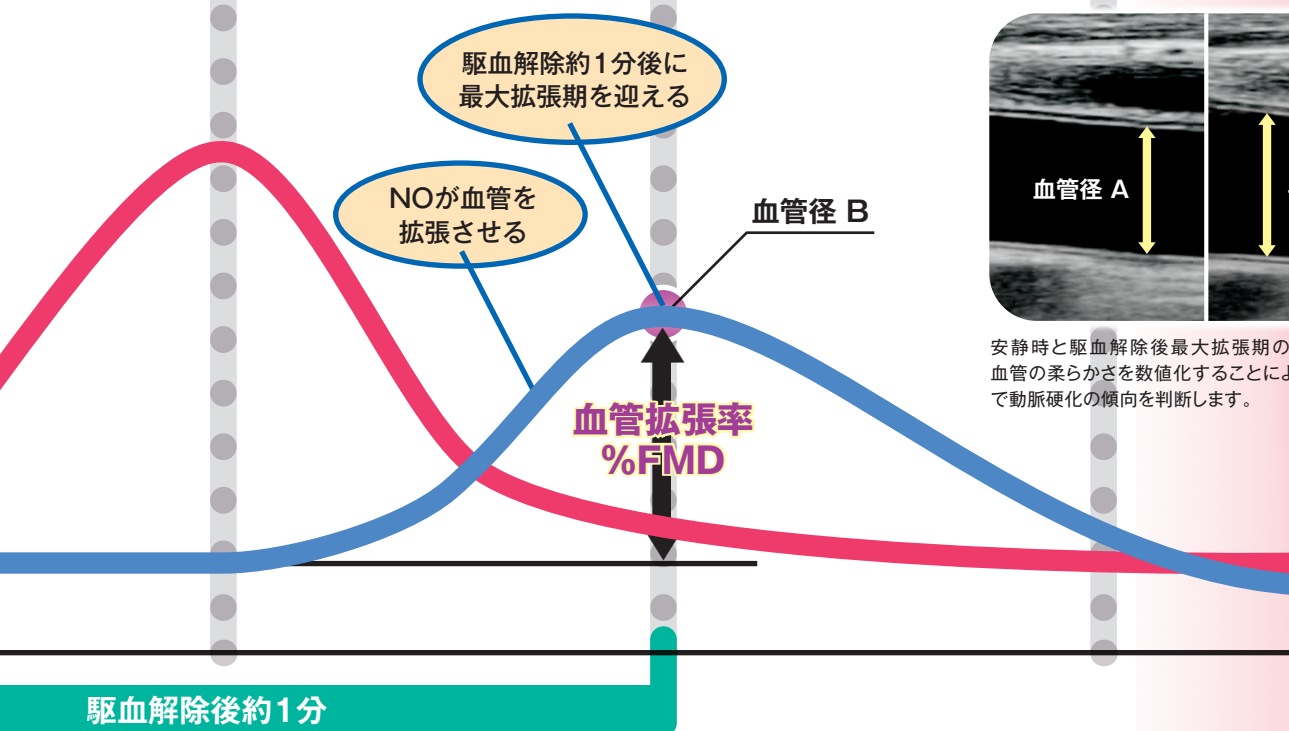
血流に引きずられる力(ずり応力)を
受けることによって、血管内皮細胞から一酸化窒素(NO)が産生されます。



そのNOが血管の筋肉(平滑筋)に
働きかけ血管を拡張させます。
およそ1分後に最大拡張期を迎えます。

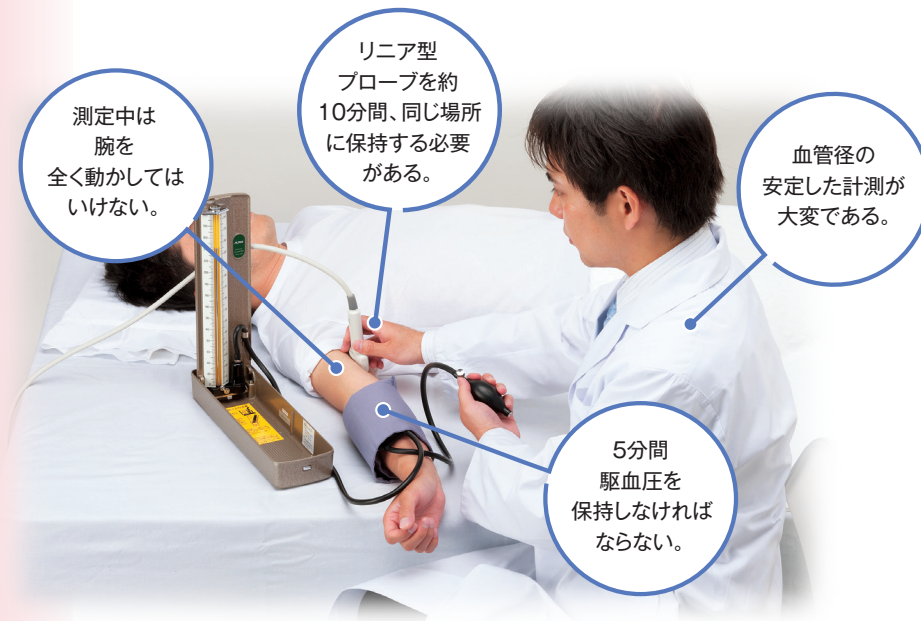


最大拡張期を迎えた血管は徐々に
元の血管径に戻っていきます。



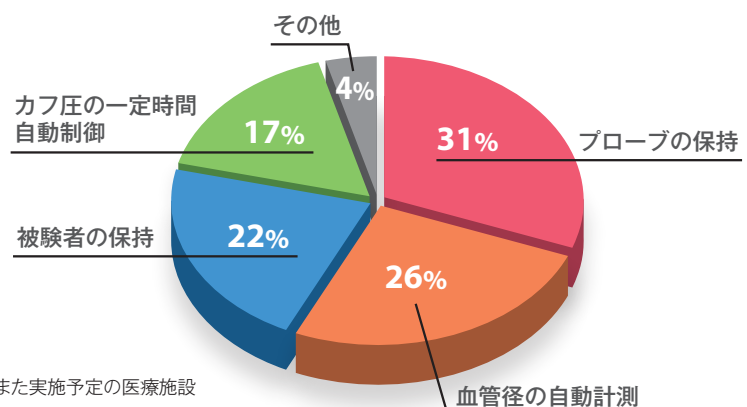
安静時と駆血解除後最大拡張期の血管径を測り、
血管の柔らかさを数値化することによって、早い段階
で動脈硬化の傾向を判断します。

より安定した測定のために



5分間駆血後に全く同じ場所の血管径を計測する必要があることから、リニア型超音波プローブを保持固定する必要があります。被験者の腕も固定する必要があります。また同時に駆血圧の保持も重要です。これらの要素がFMD測定を難易度の高いものになっています。

【アンケート】FMD測定にはどのような改善点が必要だと思われますか？



回答数：8施設

対象：FMD測定を実施中または実施予定の医療施設

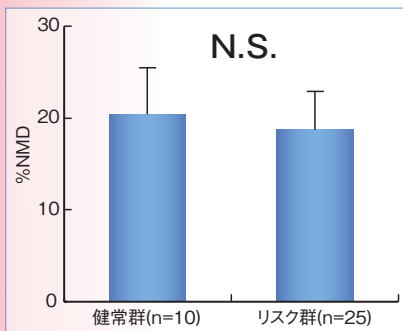
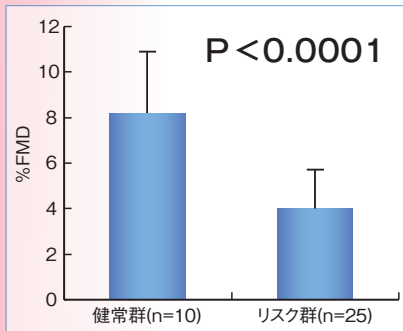
FMD測定には

point!

- 腕やプローブを簡単に固定できる器具があると便利
- 5分間、一定の圧をかけて血流を止めてくれる器具があると便利

FMDに関する研究報告

(1) 健常者と冠危険因子を有する患者における %FMD及び%NMDの比較²³⁾



2001年、今村、鄭ら(鹿児島大学医学部)は、冠危険因子である高血圧、喫煙、脂質異常、糖尿病などを有する患者と危険因子を有しない健常な男性の%FMD及び%NMDを比較した。

【対象】

健常群：冠危険因子を有しない成人男性10名(35 ± 8歳)

リスク群：糖尿病：空腹時血糖 ≥ 126mg/dl

高血圧：収縮期血圧 ≥ 140または、拡張期血圧 ≥ 90 mmHg

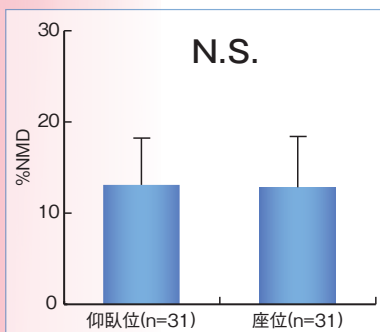
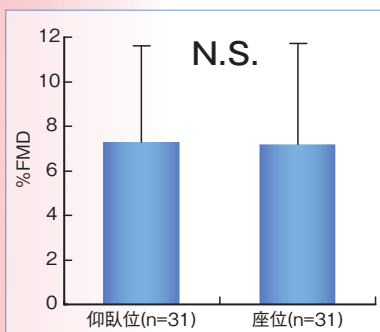
脂質異常症：総コレステロール値 ≥ 220mg/dl

喫煙者：1日喫煙本数20本以上などいずれかを有する成人男性25名(38 ± 7歳)

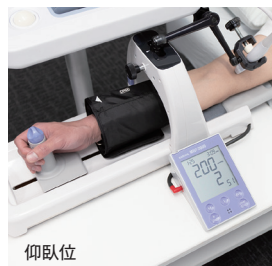
%FMDは健常群 8.2 ± 2.7%に比べ、リスク群は 4.0 ± 1.7%と有意に低下していた。%NMDは健常者 20.4 ± 5.1%、リスク群 18.7 ± 4.2%と、有意差は認められなかった。

23) Imamura, M et al : Repeated thermal therapy improves impaired vascular endothelial function in patients with coronary risk factors. J Am Coll Cardiol 2001, 38 : 1083-1088 より引用

(2) 環境にあわせた測定²⁴⁾



通常、FMD測定は仰臥位で行われるが、2007年、曾我、東ら(広島大学医学部)から、FMD測定の姿勢が座位でも有効であるとの報告がなされた。



仰臥位



座位

【対象】

健常者16名を含む計31名(41 ± 14歳)

%FMDは座位 7.2 ± 4.5%、仰臥位 7.3 ± 4.3%であった。

%NMDは座位 12.8 ± 5.6%、仰臥位 13.1 ± 5.1%であった。

いずれにおいても有意差は認められなかった。

測定環境にあわせて、FMD測定が可能である。

24) Soga, J et al : Measurement of flow-mediated vasodilation of the brachial artery - A comparison of measurements in the seated and supine positions-. Circ J 2007, 71 : 736-740 より引用

おわりに

広島大学
未来医療センター長 教授

東 幸仁



血管内皮機能障害は動脈硬化の第一段階であり、動脈硬化の発症・維持・進展に重要な役割をはたしています。また、病態の理解、動脈硬化進展への関与、治療方針の決定など多くの局面において血管内皮機能の臨床的意義が明らかとなってきました。従って、ヒトにおける血管内皮機能を正確に測定することは重要です。

臨床において様々な血管内皮機能評価が行われていますが、現在、最も汎用されているのは超音波診断装置を用いたFlow-Mediated Dilation (FMD) 測定です。FMDは非常に簡便で非侵襲的に血管内皮機能を評価できる方法のひとつです。FMDを用いた病態の解明、治療効果の評価、サロゲートエンドポイントとしての利用の可能性を示した臨床データも蓄積されてきています。それだけに、FMDの正確な測定法、測定限界、再現性の問題等々メリット・デメリットを理解して、ピットフォールに陥ることなく有効に利用したいものです。

FMD測定において、注意すべき点がいくつかありますが、基本的に測定部位である上腕の固定が非常に重要です。駆血解放時に腕が動くことが、FMD測定での最も大きなリミテーションとなります。腕をリラクゼーションしたままで、腕の動きを制限する工夫は重要です。最近、上腕固定用の新たなデバイスも開発されており、大いに活

用したいものです。また、プローブをホルダーのようなものに固定して測定部位からずらさないようにすることも測定誤差を少なくする助けとなります。FMDを測定することは非常に大きな可能性を秘めています。

今後、さらなる知見の集積が待たれます。FMDの標準化を含めた血管機能測定の世界標準化や新たなデバイスの開発も望まれます。



広島大学大学院 医歯薬学総合研究科のある
広島大学 霞総合研究所

東 幸仁 Yukihiro Higashi プロフィール

1988年広島大学医学部 医学科卒業、広島大学大学院 医歯薬学総合研究科 心臓血管生理医学 准教授、再生医療部(血管機能・再生)部長(併任)を経て、現在 広島大学 未来医療センター長。博士(医学)。

- 専門分野：血管再生医学。血管機能・高血圧・循環器内科一般
- 医学研究テーマ：循環器疾患における血管内皮機能の役割および血管・心筋再生の臨床的、実験的研究を行っている。

References (参考文献)

- 1) 東 幸仁: 血管内皮機能計測の実際. 心エコー 2007, **8**: 634-643.
- 2) Lucher, TF: Imbalance of endothelium-derived relaxing and contracting factors. *Am J Hypertens* 1990, **3**: 317-330.
- 3) Furchgott, RF et al: The obligatory role of endothelial cells in the relaxation of arterial smooth muscle by acetylcholine. *Nature* 1980, **288**: 373-376.
- 4) Ignarro, LT et al: Endothelium-derived relaxing factors produced and released from artery and vein in nitric oxide. *Pro Natl Acad Sci USA* 1987, **84**: 9265-9269.
- 5) Vanhoute, PM: Endothelium and control of vascular function. *Hypertension* 1987, **13**: 658-667.
- 6) 東 幸仁ら: FMD, 血管不全フロンティア (野出孝一編、メディカルレビュー社) 2004, 179 頁 -187 頁.
- 7) Panza, JA et al: Abnormal endothelium-dependent vascular relaxation in patients with essential hypertension. *N Engl J Med* 1990, **323**: 22-27.
- 8) Steinberg, HO et al: Endothelial dysfunction is associated with cholesterol levels in the high normal range in humans. *Circulation* 1997, **96**: 3287-3293.
- 9) Benjamin, EJ et al: Clinical correlates and heritability of flow-mediated dilation in the community: The Framingham Heart Study. *Circulation* 2004, **109**: 613-619.
- 10) Hsueh, WA et al: Endothelium in insulin resistance and diabetes. *Diabetes Review* 1997, **5**: 343-352.
- 11) Celermajer, DS et al: Cigarette smoking is associated with dose-related and potentially reversible impairment of endothelium-dependent dilation in healthy young adults. *Circulation* 1993, **88**: 2149-2155.
- 12) Higashi, Y et al: Regular aerobic exercise augments endothelium-dependent vascular relaxation in normotensive as well as hypertensive subjects. Role of endothelium-derived nitric oxide. *Circulation* 1999, **100**: 1194-1202.
- 13) Sanada, M et al: Relationship between the angiotensin converting enzyme genotype and forearm vasodilator response to estrogen replacement therapy in postmenopausal. *J Am Coll Cardiol* 2001, **37**: 1529-1535.
- 14) Ghiadoni, L et al: Mental stress induces transient endothelial dysfunction in humans. *Circulation* 2000, **102**: 2473-2478.
- 15) Higashi, Y et al: Endothelial function and oxidative stress in renovascular hypertension. *N Engl J Med* 2002, **346**: 1954-1962.
- 16) Perticone, F et al: Prognostic significance of endothelial dysfunction in hypertensive patients. *Circulation* 2001, **104**: 191-196.
- 17) Anderson, TJ et al: Comparative study of ACE-inhibition, angiotensin II antagonism, and calcium channel blockade on flow mediated vasodilation in patients with coronary disease (BANFF study). *J Am Coll Cardiol* 2000, **35**: 60-66.
- 18) Sorensen, KE et al: Non-invasive measurement of human endothelium dependent arterial responses: accuracy and reproducibility. *Br Heart J* 1995, **74**: 245-253.
- 19) Corretti, MC et al: Guidelines for the ultrasound assessment of endothelium-dependent flow-mediated vasodilation of the brachial artery: A report of the International Brachial Artery Reactive Task Force. *J Am Coll Cardiol* 2002, **39**: 257-265.
- 20) Deanfield, J et al: Endothelial function and dysfunction. Part I: Methodological issues for assessment in the different vascular beds: A statement for the Working Group of Endothelin and Endothelial Factors of the European Society of Hypertension. *J Hypertens* 2005, **23**: 7-17.
- 21) 松岡秀洋ら: 心血管病サロゲートマーカーとしての flow-mediated vasodilation 測定とその標準化案. *臨床薬理* 2007, **38**: 305-309.
- 22) Williams, MRI et al: Variation in the endothelial function and arterial compliance during menstrual cycle. *J Clin Endocr Metab* 2001, **86**: 5389-5395.
- 23) Imamura, M et al: Repeated thermal therapy improves impaired vascular endothelial function in patients with coronary risk factors. *J Am Coll Cardiol* 2001, **38**: 1083-1088
- 24) Soga, J et al: Measurement of flow-mediated vasodilation of the brachial artery -A comparison of measurements in the seated and supine positions-. *Circ J* 2007, **71**: 736-740



腕部・器具ホルダー

MIST-100H

超音波測定検査などにおいて

測定者と被験者の負担を軽減する補助器具です。

- 被験者の腕と超音波プローブなどを簡単に固定できます。
- 被験者や測定環境に合わせて、フレキシブルに対応できます。
- さまざまなメーカーのリニア型超音波プローブを装着することができます。



医用電子血圧計

MIST-2000

医療機器認証番号 303AGBZX00011000

医療機器クラス分類 クラスⅡ

モード設定で圧力・時間を調節できる血圧計です。

- ワンタッチ全自動で血圧測定できます。
- 必要以上に圧を加えないので被験者に負担をかけません。
- 血圧測定データを保存できます。
- 腕帯Mサイズ、ACアダプター付。



医用画像解析ソフトウェア

MISTPILOT

医療機器認証番号 303AGBZX00090000

医療機器クラス分類 クラスⅡ

測定者の負担を軽減し

測定結果の精度を高める解析ソフトです。

- 超音波診断装置と接続し、リアルタイムにFMD測定の解析ができます。
- 画像とともに解析データに保存ができます。

FMD測定に関する情報をインターネットでお届けします。

サラヤFMD情報専用サイト

- ・ FMD 測定の概要
- ・ FMD 測定に関する情報
- ・ 測定サービスの紹介
- ・ 展示会情報 e t c...

<https://www.saraya-fmd.com/>

FMD測定に関する製品、情報についてのご質問にお答えします。

資料請求・お問い合わせ先

- 「FMD 測定について知りたい」「現状の測定内容で困っている」
- 「このカタログの内容について質問したい」 e t c...

tel.0800-100-3800



安全にご使用いただくために

- ご使用の前には同梱の各種説明書や製品表示をよくお読みのうえ、正しくご使用ください。
- その他、製品に関する資料等のご請求についてはお問い合わせください。

■製品は改良のため、予告なく変更する場合がありますので、ご了承ください。 ■写真及び印刷の仕上がり上、現品と色合いが若干異なることがあります。 ■記載内容は2021年11月現在のものです。

サラヤ株式会社

〒546-0013 大阪市東住吉区湯里2-2-8
TEL.06-6797-2525 <https://www.saraya.com/>

資料請求・お問い合わせ先

サラヤ株式会社 FMD専用ダイヤル
TEL.0800-100-3800 (受付時間：平日 9:00~18:00)