

高精度超音波ドプラ法による頸動脈壁弾性値と動脈硬化危険因子の関係

小岩喜郎 本田英行 鎌田英一 千釜尚朗 白土邦男
佐々木毅 長谷川英之 金井浩 中鉢憲賢

動脈硬化病変は、壁厚増加や粥腫形成とともに血管の弾性特性“硬さ”の変化で表現されてきた。しかし、これまで血管の硬さとして臨床の場で測定されてきたものは、脈波伝播速度、あるいは stiffness parameter (β) などの血管長軸方向や横断面での平均的で、かつ壁厚・内径比によっても影響される指標に限られていた¹⁾。すなわち壁厚値の正確な計測が困難であったことから、局所の壁自体の単位当りの弾性値については把握できなかったといえよう。これに対して著者らが最近開発したドプラ計測法は、心臓、血管壁の内部数百 μm の層ごとの瞬時的な厚み変化速度を高精度に計測する方法であり、壁にかかる圧を考慮することでその層別の弾性値を把握しうるものである^{2,3)}。

本研究においては“これまで考えられてきた壁厚増加ではなく⁴⁾、血管壁の弾性変化こそが臨床的に把握しうる動脈硬化のもっとも早期の変化である”との仮説をたててこれを検討した。

対象と方法

動脈系に有意病変を認めず下記頸動脈壁厚に増加を認めなかった某企業男性社員 50 例 (年齢 45 ± 16 歳, mean \pm SD) を対象とし、安静仰臥位で左総頸動脈をドプラ周波数 7.5 MHz, 繰返し周波数 9 kHz, サンプリング 1 MHz の超音波ドプラを用いて動脈壁厚変化の計測を行った。動脈壁の厚さ (Th) は血管壁エコーの内膜中膜複合体の厚さとし、その瞬時的な変化は内膜中膜複合体の内外側の 2 点でのビーム方向速度成分の時間積分による位置変化の差から算出した。この場合の厚み変化の測定下限は $0.1 \mu\text{m}$ である²⁾。壁弾性値 (E) については、 $E = (\text{上腕動脈血圧脈圧値}) / (\Delta\text{Th} / \text{Th})$ として計測した。各対象における危険因子を総合的に表現するため、本年度の定期健康診断データより、年齢、性、喫煙歴、心肥大、総コレステロール/HDL、糖尿病、高血圧を独立変数とした Framingham Study の関係式⁵⁾から 10 年間の虚血性心疾患発症確率 (%)

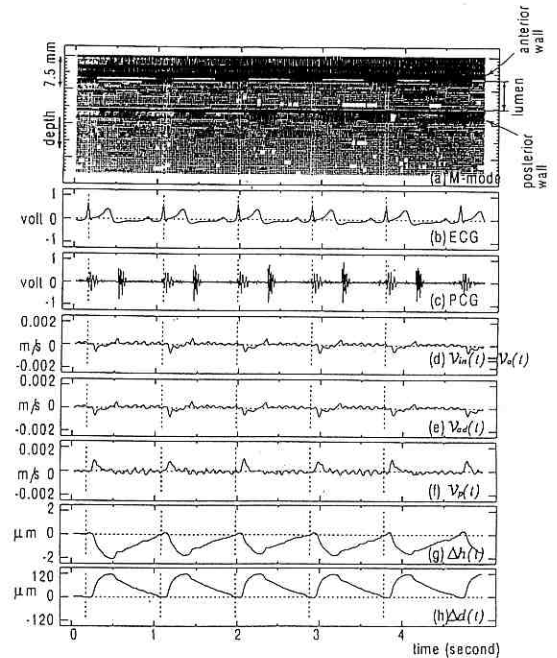


図1 55歳、リスク率3.6%での左頸動脈壁厚の変化

上より頸動脈 M モード像 (M-mode)、心電図 (ECG)、心音図 (PCG)、血管前壁内腔面での微小振動 v_{in} 、血管中膜外膜境界面での微小振動 v_{ad} 、血管後壁内腔面での微小振動 v_p 、壁厚変化 $\Delta h(t)$ 、そして血管内腔の変化 $\Delta d(t)$ を示す。最大壁厚変化は約 $2 \mu\text{m}$ である。上腕血圧は 135/80 mmHg。

を求めた (危険率)。すべての検診データが正常の者 8 名を正常群、なんらかの異常値を示した者 42 名をリスク群とした。

結果

健康人およびリスク群間には、血圧、脈圧に有意差はなかった (それぞれの血圧は mean \pm SD として

Elastic property of carotid arterial wall by novel high-sensitivity ultrasonic doppler method and risk factors for ischemic heart disease

Yoshiro KOIWA¹, Hideyuki HONDA¹, Hidekazu KAMADA¹, Hisao CHIKAMA¹, Kunio SHIRATO¹, Takeshi SASAKI², Hideyuki HASEGAWA³, Hiroshi KANAI³ and Noriyoshi CHUBACHI⁴: 東北大学医学部第一内科¹, 同臨床検査診断学講座², 同大学院工学研究科電気・通信専攻³, 東北学院大学工学部⁴
連絡先: 小岩喜郎 (東北大 〒980-8575 仙台市青葉区星陵町 1-1)

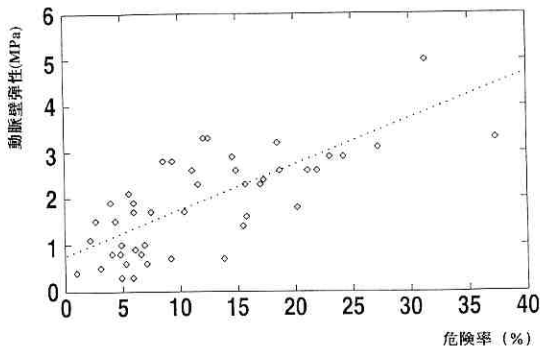


図2 動脈壁弾性と危険率(%)の関係
縦軸に壁弾性(MPa), 横軸に虚血性心疾患発症確率(危険率)を示す。

129.6/83.1±8.4/10.1, 131.7/83.5±12.9/3.2 mmHg). 図1にリスク群の一例(55歳, 危険率3.6%)での頸動脈壁厚変化を含めた実測データを示す。壁厚自体については両群間に有意差はなかったが(正常群1.5±0.1, リスク群1.6±0.1 mm), 血管壁弾性と年齢の関係では, 正常群 $E(\text{MPa}) = -0.9 + 0.05 \times \text{年齢}$ ($r = 0.78, p < 0.05$), リスク群で $E = -1.5 + 0.08 \times \text{年齢}$ ($r = 0.89, p < 0.01$)とリスク群で勾配が大であり, 60歳では約2倍に達していた。さらに, 血管壁弾性と危険率の関係をみると図2のように正の相関が認められた ($E = 0.99 \times \text{危険率} + 8.2, r = 0.74, p < 0.01$)。

考察

本研究では冠動脈病変と相関があるとされる頸動脈壁⁶⁾について, 壁固有の弾性を高精度計測法で測定し, 虚血性心疾患発症確率との定量的関係を検討した。本法が頸動脈粥腫内各微小層での弾性測定に有用であり, 粥腫の内部組成が推定しうることはすでに述べた

が³⁾, 動脈壁の厚さに差をみない subclinical な状態の社員を対象とした本研究においては危険率に相関した壁弾性の増大が認められた。臨床的に把握しうるもっとも早期の変化は壁厚変化ではなく血管壁の物性変化であるという仮説を立証したといえよう。病態生理学的にみると, 動脈硬化は左室機能および心内膜下冠灌流に影響する⁷⁾とともに, 頸動脈洞を介する高圧受容体反射異常にも関与すると実験的には主張されているが, 臨床的な立証は今後の課題であろう。日常臨床の立場からは subclinical であっても危険因子の程度に応じて血管変化が壁弾性異常として生じており, 生活習慣を含めての危険因子に対する教育・指導が大切であることが示されたといえよう。さらに, 高血圧や高脂血症など危険因子の是正は動脈硬化病変の早期段階からは始めるべきであり, 本法によりその早期変化を外来レベルで反復して非観血的に測定しうることは治療の有効性を評価するうえでも有用であると考えられる。

まとめ

臨床的に把握可能なもっとも早期の動脈硬化病変は壁弾性値の異常であり, 動脈硬化危険因子は加齢とともに壁弾性の増加に大きく関与する。

- 1) Hansen, F. et al.: *Ultrasound Med. Biol.*, **21**: 1-9, 1995.
- 2) Kanai, H. et al.: *IEEE Trans. UFFC*, **44**: 752-768, 1997.
- 3) 長谷川英之・他: *J. Med. Ultrasonics*, **24**: 851-860, 1997.
- 4) Glagov, S. et al.: *N. Engl. J. Med.*, **316**: 1371-1375, 1987.
- 5) Keaven, M. et al.: *Circulation*, **83**: 356-362, 1991.
- 6) Crouse, J. R. et al.: *Circulation*, **92**: 1141-1147, 1995.
- 7) Ohtsuka, S. et al.: *J. Am. Coll. Cardiol.*, **24**: 1406-1414, 1994.

(受理日 1998年8月26日)

* * *