加齢ならびに高血圧症の部位別 脈波伝達速度に及ぼす影響

嵯峨 孝* 原 重樹** 平丸義武**
竹越 襄** 村上暎二** 竹田亮祐*

《要約》 動脈の機能的ならびに器質の状態を推定するために、頸動脈波と指尖脈波、橈骨動脈波、上腕動脈波、趾尖脈波、足背動脈波および、膝窩動脈波を同時記録し、脈波伝達速度（以下PWVと略す）を算出し、臨床的有用性について検討した。対象は、正常者群35例、高血圧者群19例、陳旧性心筋硬塞者群9例、脳卒中者群7例であり、noninvasive plethysmographic technique (Pulsorette S 2200) を使用して、頸動脈波と脈波を記録した部位との2点間の距離、および、両脈波の立ち上がり時間差からPWVを算出して、次の結果を得た。

正常者群において、PWVは加齢と共に増加した。また、PWVの加齢との相関は、A. carotis～A. poplitea 間において最も密接であり、末梢にいくほどくずれる傾向を示した。高血圧者群では、正常者群に比しPWVは増加しており、また、両群におけるPWVの差は、A. carotis～A. poplitea 間で最も大きく、末梢にいくほど減少するようであった。この高血圧者群におけるPWVの増加は、末梢血管抵抗増大、すなわち、血管の硬化あるいは、攣縮を反映しているものと思われた。陳旧性心筋硬塞者群および、脳卒中者群では、正常者群との間に明らかなPWVの差は認められなかった。

従来、血管収縮ならびに硬化の程度を簡単に評価する方法の1つとして、指尖脈波などを用いた脈波伝達速度（以下PWVと略す）の測定が利用されてきた。しかし心臓から指尖までには大動脈、鎖骨下動脈、上腕動脈、橈骨動脈、尺骨動脈、ならびに指動脈などの大中小の動脈を含み、それらのPWVは必ずしも一様な変化を示すとは限らないと考えられる¹⁾。著者らは頸動脈波、指尖脈波、橈骨動脈波、上腕動脈波、趾尖脈波、足背動脈波、および膝窩動脈波を記録し、各部位のPWVを算出し、動脈の機能的ならびに器質の状態を推定する一指標としての臨床的有用性について検討したので報告する。

対象例および方法

対象例は次の4群に分類した。

- 1) 正常者群：循環器系に異常の認められない、血圧正常な男子22例および女子13例の合計35例である。
- 2) 高血圧者群：収縮期血圧150mmHg以上、拡張期血圧90mmHg以上のどちらかあるいは、両方を満足する男子14例および女子5例の合計19例である。
- 3) 陳旧性心筋硬塞者群：臨床ならびに心電図上明ら

かな硬塞所見を有するもので、全例共に正常血圧を示す男子9例である。

4) 脳卒中者群：血圧正常であり、明らかな脳血管障害症状を有し、文部省研究班脳血管障害分類の診断規準で脳血栓症に該当する男子6例および女子1例の合計7例である。PWVの測定は、被験者を仰臥位にて安静をとらせ、第Ⅱ誘導心電図、第4肋間胸骨左縁心音図および各部位の脈波をPulsorette S 2200 (ROSE・KG・BMT) を用い同時記録し、頸動脈波と脈波を記録した部位との2点間の距離および両脈波の立ち上がり時間差からPWVを算出した（図1）。紙送り速度は100mm/secであり、記録器はフクダ電子社製 multiple research recorder MRR 150を使用した。また同時に血圧を測定した。

成 績

1) A. carotis～Aa. digitales manus:

正常者群で、PWVと加齢とは、一定の傾向は認められなかった。また、全体として他の疾患群との差も認められなかった（図2）。

2) A. carotis～A. radialis:

正常者群では、PWVは加齢により漸次増加し、有意な相関が認められた（ $P<0.01$ ）。高血圧者群では、PWVは正常者に比し増加しており、脳卒中者群及び陳旧性心筋硬塞者群では、一定の傾向はみられなかった（図3）

* T. Saga, R. Takeda: 金沢大学第2内科

**S. Hara, Y. Hiramaru, N. Takekoshi, E. Murakami: 金沢医科大学内科

受付：1974年3月27日

図1 脈波伝達速度の測定

$$PWV = \text{Length} / a$$

a: 脈波伝達時間

Length: 脈波記録2点間の距離

図2 頸動脈から指尖までの脈波伝達速度

図3 頸動脈から橈骨動脈までの脈波伝達速度

3) A. carotis ~ A. brachialis:

正常者群では、PWV は加齢により漸次増加し、有意な相関を示した ($P < 0.01$)。高血圧者群では、PWV は正常者群に比し増加を示した。陳旧性心筋硬塞者群では7例中3例に増加、2例が低下しており、脳卒中者群では、7例中3例が増加、1例が低下を示して、いずれも一定の傾向はみられなかった (図4)。

4) A. carotis ~ Aa. digitales pedis:

図4 頸動脈から上腕動脈までの脈波伝達速度

図5 頸動脈から趾尖動脈までの脈波伝達速度

図6 頸動脈から足背動脈までの脈波伝達速度

正常者群では、加齢により PWV は漸次増加し、有意な相関であった ($P < 0.01$)。高血圧者群では、正常者群に比し増加を示した。陳旧性心筋硬塞者群および脳卒中者群では、いずれも一定の傾向はみられなかった (図5)。

5) A. carotis ~ A. dorsalis pedis:

正常者群では、加齢により PWV は漸次増加し、有意な相関であった ($P < 0.01$)。高血圧者群では、正常者群に比し増加がみられた。陳旧性心筋硬塞者群では、7例中2例に PWV の増加、1例に低下がみられた。脳卒中者群では、7例中2例に PWV の増加、3例にPWVの低下がみられた (図6)。

6) A. carotis ~ A. poplitea:

図10 正常者群および陳旧性心筋硬塞群の各部位間脈波伝達速度

考 案

PWV は、血管壁の弾性および厚さが増せば増加し、血液の比重および血管の直径が増せば減少することが知られている²⁾。すなわち、PWV は、血管の伸展性の函数として表現することができ、臨床的な動脈硬化の指標となるものと思える。著者らの得た結果について、まず正常者群においてみると、A. carotis～A. poplitea 間のPWV が最も年齢とよく相関しており、末梢にいく程、この相関はくずれるようであった。すなわち、動脈硬化の指標としてPWV を用いる時は、A. carotis～A. poplitea 間を利用するのが最適と思われる。

次に、血圧のPWV に及ぼす影響については、従来より肯定的な報告^{3)～7)}と否定的な報告^{8)～10)}があるが、年齢因子をできるだけ除外するため、同年代の対照、高血圧群間で比較した著者らの成績では、高血圧者群のPWV は、いずれの部位でも有意に増加するのが認められた。平均値としては、A. carotis～A. brachialis, A. carotis～A. radialis ならびに A. carotis～A. poplitea で、正常血圧者群と高血圧者群との差が大きく、A. carotis～Aa. digitales manus や A. carotis～Aa. digitales pedis では、その差が小さくなるのが認められた。したがって、高血圧者群におけるPWV は、太い動脈で著明に増加するものと考えられる。しかし高血圧者群の太い動脈でのPWV はバラツキがかなり大きく、正常血圧者群と最も明らかな測定値の分離を示す部位は A. carotis～A. poplitea であった。一回拍出量の変化により血圧の変化する心房細動例において、心拍毎の

PWV はほとんど変化しないことが知られており¹¹⁾、また、血圧は心拍出量と末梢血管抵抗の積であるので、われわれが選んだ症例が中年以上のヒトが多いことを考えると、PWV は末梢血管抵抗の増大、すなわち血管の硬化あるいは攣縮を反映しているものと考えられる。

次に陳旧性心筋硬塞者および脳卒中者群ではいずれの部位でも正常者群に比し、有意なPWV の増加が認められなかった。これは動脈硬化が、全身の血管に等しく起こるものでないことを示唆しているものと思われる。

結 論

正常者および高血圧、陳旧性心筋硬塞、脳卒中(脳血栓症)の各疾患群について、PWV を検討して次の結果を得た。

- 1) 正常者群においては、PWV は 加齢と共に増加する。
- 2) PWV の加齢との相関は、A. carotis～A. poplitea 間において最も密接であり、末梢にいく程くずれる傾向を示した。
- 3) 高血圧者群では、正常者群と比し、PWV は増加しており、これは末梢血管抵抗増大すなわち血管の硬化あるいは、攣縮を反映しているものと思われた。また、両群におけるPWV の差は、A. carotis～A. poplitea 間で最も大きく、末梢にいくほど減少するようであった。
- 4) 陳旧性心筋硬塞および脳卒中者群では、正常者群との間に、明らかなPWV の差は認められなかった。

§ 文 献

- 1) 増田善昭, 稲垣義明 : 動脈波と指尖脈波の関係, 脈波, 2: 209, 1972.
- 2) Moens, A.L. : Die Pulskurve, Leiden. Brill 1878.
- 3) Haynes, F.W., Ellis, L.B. and Weiss, S. : Pulse wave velocity and arterial elasticity in arterial hypertension, arteriosclerosis, and related conditions, Amer. Heart J., 11: 385, 1936.
- 4) Simonson, E., et al. : Contour of the toe pulse, reactive hyperemia, and pulse transmission velocity: Group and repeat variability, effect of age, exercise and disease, Amer. Heart J., 50: 260, 1955.
- 5) Nielsen, B.L., et al. : Carotid-femoral Pulse wave velocity, J. Amer. Geriatr. Soc., 16: 658, 1968.
- 6) Carlborg, U. : Studies of circulating disturbances, pulse wave velocity and pressure pulses in larger arteries in cases of pseudoxanthoma elasticum and angioid streaks, contribution to knowledge of function of elastic tissue and smooth muscles in larger arteries, Acta. Med. Scand. suppl 15: 1. 1944.
- 7) Steele, J.M. : Interpretation of arterial elasticity from measurements of pulse wave velocities, Amer. Heart J., 14: 452, 1937.
- 8) Turner, R.H. and Herrmann, G. : pulse wave velocity under varying conditions in normal and abnormal human cardiovascular system, J. Clin. Invest., 4: 930, 1927.
- 9) McLean, C. E., Clason, W. P. C., and Stoughton, P.V. : The peripheral Pulse as a diagnostic tool, Angiology 15: 221, 1964.
- 10) Gunn, G.C, et al. : Studies on pulse wave velocity in potential diabetic subjects, Diabetes 14: 489, 1965.
- 11) Marcel Eliakim, Dan sapoznikow, and Joseph Weinman. : pulse wave velocity in healthy subjects and in patients with various disease states. Amer. Heart J., 82: 448, 1971

Abstract

Influences of Aging and Hypertension on Pulse Wave Velocity (PWV) in Various Sites of the Blood Vessels.

Takashi Saga, * Shigeki Hara, ** Yoshitake Hiramaru, **
Noboru Takekoshi** Eiji Murakami** and Ryoyu Takeda*

Pulse wave velocity (PWV) was determined in 35 healthy subjects and 35 patients with hypertension, myocardial infarction and cerebral thrombosis using a noninvasive plethysmographic technique (Pulsorett 2200). Time period was measured between the feet of the pulse waves of the carotid artery and those of the finger-top, radial, brachial, toe-top, dorsal and popliteal arteries.

PWV was found to significantly increase with age in healthy subjects, most significantly between carotid and

popliteal artery, but the increase was not significant between carotid and more peripheral artery.

Hypertension was accompanied by increased PWV and a statistically significant increase was observed between carotid and popliteal artery. This is suspected of affecting increased peripheral resistance due to stiffness and tortuosity of the vessel wall.

PWV of the patients suffering from old myocardial infarction and cerebral thrombosis showed no significant changes.

*The 2nd Department of Internal Medicine, Faculty of Medicine, Kanazawa University

**The Department of Internal Medicine, Kanazawa Medical University