

# 指尖容積脈波法を用いた妊婦血管刺激反応性に関する検討

三井 政子, 龍見 信哉\*, 松浦 俊平\*\*

## Examination of Blood Vessel Responsiveness to Electrical Stimulation in Gravida Using Finger Tip Photoelectro-Plethysmography

Masako MITSUI, Nobuya TATSUMI\* and Shunpei MATSUURA\*\*

**ABSTRACT:** To determine the change in the blood vessel responsiveness during pregnancy, the vasoconstriction response to an electrical stimulus applied to the tips finger was examined by finger tip photoelectro-plethysmography.

The change in the pulse wave amplitude and the elasticity rate of the arterioles were examined in 7 normal non-pregnant females, 42 gravida at various stages of pregnancy and 3 gravida with toxemia.

The mean wave height of the volume pulse wave was lowered by the electrical stimulation. Also, the responsiveness of the blood vessels decreased with the advance in the stage of pregnancy. The elasticity of the arterioles increased after the electrical stimulation.

Comparing the gravida of the third trimester of a normal pregnancy with the response to the same electrical stimulus, the gravida with toxemia had a markedly decreased pulse wave height, lower elasticity rate of the arterioles and slightly increased blood vessel tension.

This method is considered to be useful for evaluating the normal circulatory regulation during pregnancy in the management of the gravida.

**Key words:** pregnancy. blood vessel responsiveness. the finger tip photoelectro- plethysmography.

### はじめに

ヒトの妊娠末期には、循環血液量ならびに心

京都大学医療技術短期大学部  
Special Division of Science of Midwifery, College  
of Medical Technology, Kyoto University.

\* 醍醐渡辺病院 (京都府)  
DAIGO-WATANABE Hospital.

\*\* 愛媛大学医学部産科婦人科教室 (愛媛県)  
Department of Gynecology and Obstetrics, Faculty  
of Medicine, Ehime University.  
1986年7月22日受付

拍出量が約40%上昇するといわれている。而して血圧の上昇もなく妊娠時の正常な循環動態が保たれている。著者は、妊産婦及び非妊婦人の指尖容積脈波の採取と計測により、妊娠末期には末梢血管の拡張と血管抵抗の減弱が起って妊娠時の血行変動に対応していること、また分娩期の血圧上昇時の血管の収縮等について報告した<sup>1),2)</sup>。

近年、正常妊婦ではアンギオテンシンII、ノ

ルエピネフリンなど昇圧物質に対して反応性が低下することが知られ, これは妊娠時の正常な循環動態維持のための適応現象と考えられているが, 一方妊産婦死亡の重要な原因である妊娠中毒症妊婦では, これら昇圧物質への反応性の亢進が発症の数週間より現れることが知られている<sup>3)</sup>。今回血行動態が正常であるかどうかを評価する手段として, 指尖の電気刺激による血管収縮反応を指尖容積脈波を用いて観察し, 若干の知見を得たので報告する。

### 研究 方法

対象は, 京大病院に定期検診に訪れた妊婦のうち無作為に選んだ正常妊娠初期妊婦7例, 正常妊娠中期妊婦19例, 並びに正常妊娠後期妊婦16例, 妊娠中毒症高血圧を主徴とする妊娠中毒症軽症妊婦3例であった。年齢は22才から27才までのいずれも初妊婦であり, 京大病院の妊婦検診を受診し, 同院にて出産した事例であった。なお健康な正常非妊女性としては, 20才から23才までの医療技術短大部学生並びに京大職員の協力者7名であった。

脈波の記録・計測は, 左半側臥位にて10分間

の安静を保ち, 血圧の計測後モジュール式筋電計 MS 6 型ならびに環状指電極を用い左示指に 50 V, 0.1 msec interval 1 秒の方形波刺激を行ない, 刺激開始前後の指尖容積脈波をフクダ電子製 Model PT 703 にて連続的に3分間記録し, 脈波波高並びに細動脈弾性率を計算した。細動脈弾性率は, 脈圧を脈波波高で除して求めた。光電容積脈波のプロローグは, 電気刺激の環状電極プロローグを装着した後, 同じ指に電極間の距離が 1 cm となるよう装着した。

### 実 験 結 果

#### 1 容積脈波波高の変化について

電気刺激前の脈波波高の平均値(以下平均値±標準誤差)は, 図1に示すように非妊婦群では  $6.0 \pm 0.9 \text{ mV/V}$ , 正常妊娠初期妊婦群では  $12.8 \pm 1.3 \text{ mV/V}$ , 妊娠中期妊婦群では  $10.7 \pm 0.9 \text{ mV/V}$ , 妊娠後期妊婦群では  $10.6 \pm 1.1 \text{ mV/V}$  であり, 妊娠各期とも非妊時に比して有意に高値を示している。(P<0.05)

図2に電気刺激による脈波波高の変化を示したが, 非妊婦群の脈波波高は, 電気刺激により  $2.6 \pm 0.7 \text{ mV/V}$  となり, 刺激前に比し 56.7%

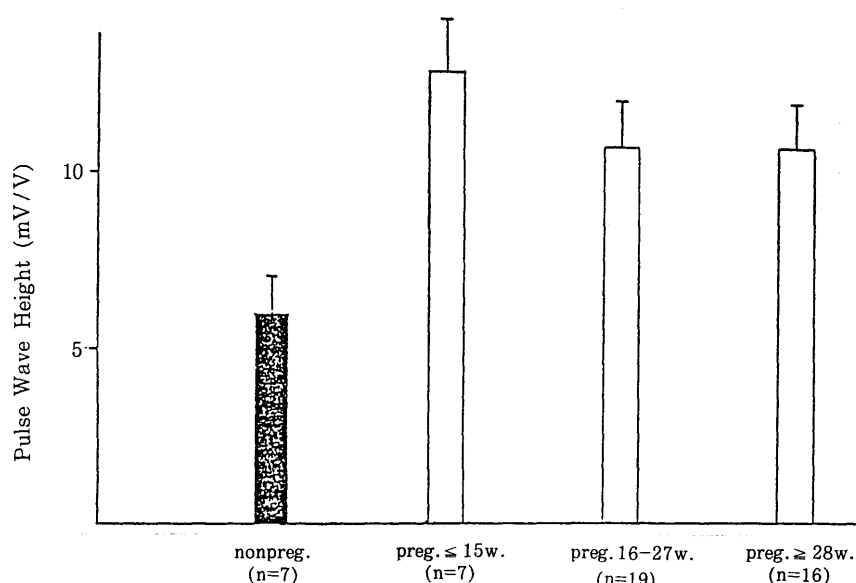


Fig. 1 Mean pulse wave height of plethysmogram in normal non-pregnant and pregnant women (MEAN+SEM)

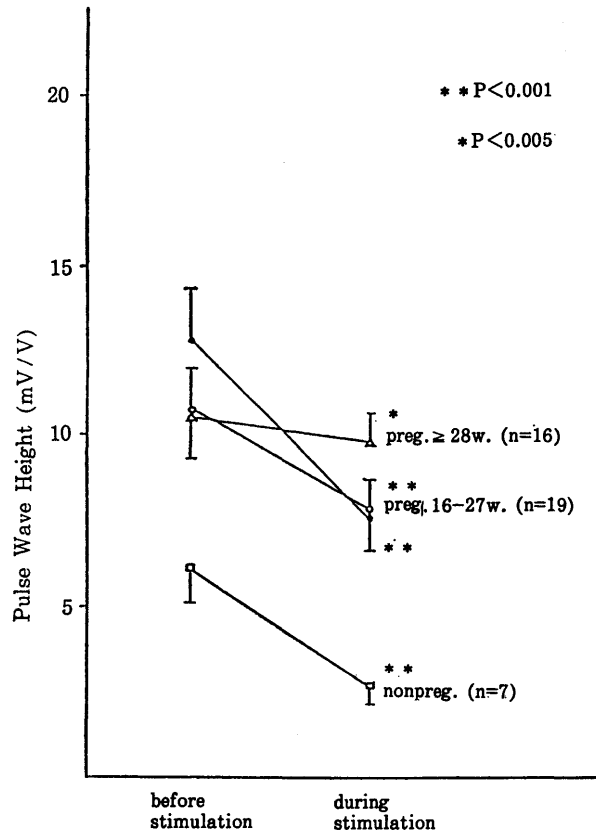


Fig. 2 Changes of mean pulse wave height by the electronic stimulation in normal non-pregnant and pregnant women (MEAN+SEM)

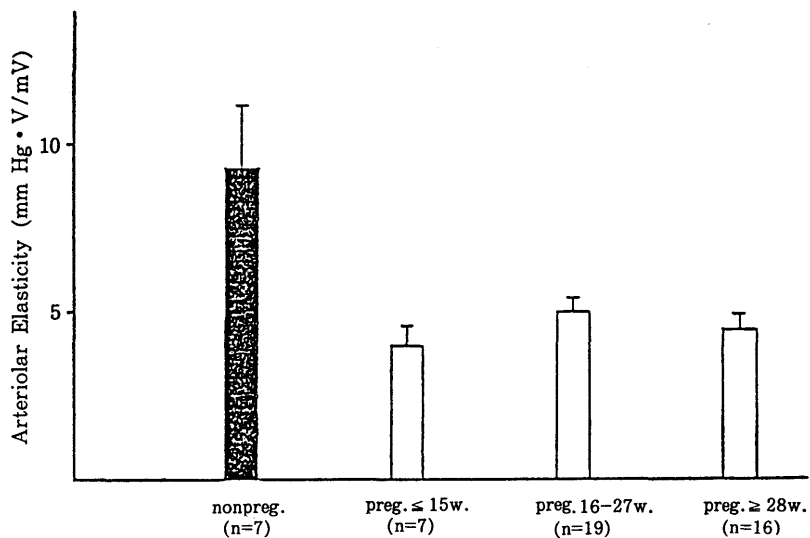


Fig. 3 Mean arterial elasticity of plethysmogram in normal non-pregnant and pregnant women (MEAN+SEM)

減少しており, また妊娠初期妊婦群では  $7.6 \pm 0.7 \text{ mV/V}$  へと40.6%, 妊娠中期群では  $7.9 \pm 0.7 \text{ mV/V}$  へと26.2%, 妊娠後期群では  $9.8 \pm 0.8 \text{ mV/V}$  へと12.3%の減少を示した。その減少率は, 非妊婦・妊娠初期群に比し妊娠末期群は低く妊娠初期群の約4分の1の減少であったが, その電気刺激前との間には, 各群とも有意の減少であった。

## 2 細動脈弾性率の変化について

細動脈弾性率は, 前述のように脈圧を脈波波高で除して求めたが, 電気刺激前では健康非妊

群  $9.3 \pm 2.2 \text{ mmHg} \cdot \text{V/mV}$ , 正常妊娠初期群  $3.9 \pm 0.6 \text{ mmHg} \cdot \text{V/mV}$ , 妊娠中期群  $4.9 \pm 0.5 \text{ mmHg} \cdot \text{V/mV}$  で, 妊娠時には非妊時に比し有意に低く ( $P < 0.001$ ) 妊娠時の血管の弾性の亢進を示している。電気刺激による細動脈弾性率の変化は, 図4に示すように非妊群では刺激中  $24.5 \pm 6.6 \text{ mmHg} \cdot \text{V/mV}$  となり163.4%の著しい上昇を示した。又正常妊娠初期妊婦群でも  $6.9 \pm 1.0 \text{ mmHg} \cdot \text{V/mV}$  と76.9%の上昇を示すが, 正常妊娠中期妊婦群では  $6.6 \pm 0.3 \text{ mmHg} \cdot \text{V/mV}$  となり34.7%, 正常妊娠後期妊婦群では  $5.5 \pm 0.4 \text{ mmHg} \cdot \text{V/mV}$  となり22.2%とその上

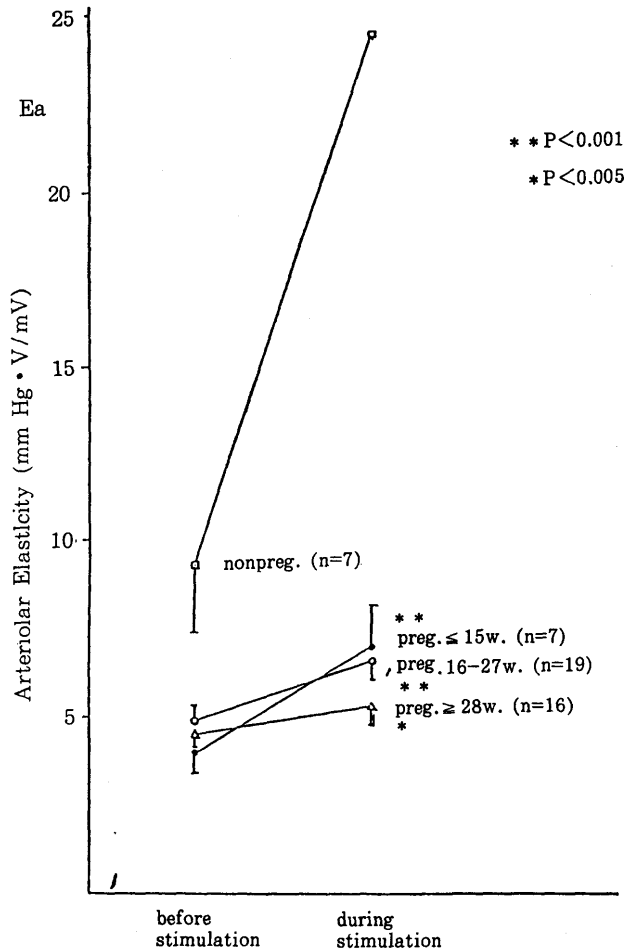


Fig. 4 Changes of arteriolar elasticity by the electronic stimulation in normal non-pregnant and pregnant women (MEAN+SEM)

昇率は軽微であった。

### 3 妊娠中毒症妊婦の脈波波高及び細動脈弾性率の変化について

妊末後期の妊娠中毒症妊婦3例の脈波波高と正常妊娠後期妊婦の波高平均値を比較すると9.4mV/V, 6.8mV/V, 6.6mV/Vと正常妊婦群平均値より低い傾向がみられた。電気刺激後は、それぞれ6.1mV/V, 3.5mV/V, 4.4mV/Vへとそれぞれ35.1%, 48.5%, 33.3%と正常妊娠末期の12.1%に比し著しい減少率の増加を示した。

妊娠中毒症症例の細動脈弾性率は、各々5.5mmHg·V/mV, 7.8mmHg·V/mV, 8.1mmHg·V/mVと高値を示し、電気刺激後は、それぞれ7.4mmHg·V/mV, 14.3mmHg·V/mV, 12.5mmHg·V/mVで、正常妊娠後期の上昇が22.2%であるのに比べ、妊娠中毒症妊婦例ではそれぞれ34.5%, 83.3%, 54.3%と著しい上昇が認められた。

## 考 察

妊娠時には、循環血液量並びに心拍出量の平均40%という増加が起るにかかわらず、血圧上昇をみることなく母体の循環が円滑に行なわれている。このことからみても妊婦では非妊時と異なる循環調節機序<sup>3)</sup>の支配下にあることが推察される。その調節機序の一つとして、妊娠時の末梢血管の拡張並びに外因性昇圧物質に対する反応性の低下があげられている<sup>3)</sup>。一方妊娠中毒症の場合では、非妊時に相当する昇圧反応性が発症の数週間も前から亢進していることが知られている<sup>4)</sup>。妊娠中毒症患者では、このように妊娠時の生理的な調節機序に障害を来し、外因性に投与したアンギオテンシンIIまたはノルエピネフィリンに対する血管収縮反応性の亢進をみるものと考えられている<sup>3)</sup>。

妊娠中毒症が母体死亡の最も大きな原因としてあげられ、児の予後にも重大な影響を及ぼすことが知られている今日、このような妊娠時の生理的な循環動態特に末梢血管の収縮反応性の低下が異常なく維持されているかを調べ検討す

ることは有意義と思われ、血管反応性の正常な状態を確認して行くことは、妊産婦指導上の一助ともなり得ると思う。

よって我々は、被検者に不快な刺激を与えない程度の電気刺激を指尖に与え、同部の血管がどのように反応するかを指尖脈波計を用いて観察し、検討した。

健康非妊婦群では、刺激開始前の脈波波高平均6.0mV/Vから刺激後では2.6mV/Vへと、56.7%という著しい低下を示し、血管の強い収縮反応が認められた。この血管収縮反応がどのような機序で発生するかは、直接血管の平滑筋に作用して脱分極を起こす場合刺激頻度は1分間に70~80回という高頻度の電気刺激によらなければならないことから、今回観察された血管の収縮反応は、直接的なものと考えにくく、末梢交感神経を刺激し、血管壁に豊富に分布する交感神経末端からのノルエピネフィリンの放出によって生ずる血管収縮反応と推察することができる。

正常妊娠時の脈波波高の著明な増加は、前述のように末梢血管の拡張に伴い、末梢循環血液量が非妊婦に比して大であることを示唆するものと考えられる。

電気刺激による脈波波高の低下率は、正常妊娠初期群の健康非妊婦群の56.7%に比し40.6%と殆んど差がなく、正常妊娠中期群では26%と減少率は小となり、正常妊娠末期群となる12.3%とその減少率は更に小さく、妊娠時には血管拡張が起った状態であるとともに妊娠中期以後は電気刺激に対しても反応性が著しく低下していることが示されている。

血管の弾力性の指標である細動脈弾性率は、健康非妊婦群が9.3mmHg·V/mVであるのに対し、正常妊娠初期群では3.9mmHg·V/mV、正常妊娠中期群4.9mmHg·V/mV、正常妊娠後期群4.5mmHg·V/mVと減少し、血管の緊張が低下し容量変化に対し拡張しやすい状態にあることを伺い知ることができる。

電気刺激による細動脈弾性率の変化は、健康非妊婦群では9.3から刺激後には24.5mmHg·V

/mVとなり, 上昇率は163.5%と著明に上昇し, 血管の強い収縮反応を反映している。妊娠時にはこの変化率が妊娠の進行にしたがい低下し, 妊娠初期・中期・後期群は各々76.9%, 34.7%, 22.2%と刺激による血管の緊張性が鈍化していることがわかる。

以上の如く電気刺激を加えて指尖容積脈波を観察するという方法で, 妊娠時に起る循環動態の調節機序のうちの末梢循環の刺激に対する反応性の低下を容易にしかも計量的に観察することができた。

このような正常状態の血管の弛緩並びに刺激反応性の低下が起る原因については不明ではあるが, 松浦ら<sup>4)</sup>は卵巣摘出をした非妊動物にてエストロジェンを投与した場合にも, このような末梢血管の収縮の低下を認めていることから妊娠時に大量に血中に増加するエストロジェンもその原因となっていることが示唆される。<sup>6)</sup>

一方, 高血圧を主徴とした妊娠中毒症の3例では, 脈波波高の低下傾向をみとめ, 正常妊婦にみられる血管の生理的拡張状態が保たれていないことが推察された。さらに電気刺激に対する反応では脈波波高の低下率も細動脈弾性率の上昇率も正常妊婦よりも明らかに大きく, 小数例であるが刺激反応性の亢進をうかがうことができた。

Gantら<sup>4)</sup>がいう如く妊娠中毒症を発生する患者では, それより数週前より正常妊婦にみられる昇圧反応性が観察できるということから考えると, 今回の方法が発症予知にも使用しうる可能性が示唆され, 今後検討すべき課題とも思われる。

以上の如く, 末梢血管の刺激に対する血管の反応性の低下が正常妊婦の本来の循環動態維持に重要な役割を果すことが推察でき, これが妊婦の生理的循環動態維持のため血管に現れる特異的な性質と考えられる。またこれに障害をうけることが, 妊娠中毒症発症につながっていることも推察され, このような簡易な方法で血管の状態を観察し, 妊婦管理の指標として活用できるものと考ええる。

## ま と め

妊産婦循環動態の調節機序の特性を検討し正常妊婦管理の指標とする目的で, 健康非妊婦・正常妊娠各期の妊婦並びに妊娠中毒症患者の指尖に50V, 0.1msec, interval 1秒の軽い電気刺激を加えた際の指尖容積脈波を記録し, 刺激前後での脈波波高並びに細動脈弾性率を算出して比較検討し, 次の結果を得た。

1. 電気刺激による脈波波高の減少率は, 非妊婦時では56.7%であったが, 妊娠初期妊婦群40.6%, 妊娠中期妊婦群26.2%, 妊娠後期妊婦群12.3%と妊娠時期の進行と共に血管の収縮反応性の低下がみとめられた。
2. 電気刺激による細動脈弾性率の増加率は, 非妊婦群163.4%, 妊娠初期妊婦群76.9%, 妊娠中期妊婦群34.7%, 妊娠後期妊婦群22.2%で非妊婦時に比べ, 妊娠時では妊娠時期の進行とともに小となり, 血管の緊張反応の明らかな低下が観察された。
3. 妊娠中毒症症例では, 正常妊娠後期妊婦に比し, 脈波波高の低下があり, 細動脈弾性率も低下して血管の緊張傾向が認められた。電気刺激に対する収縮反応性も大であった。

以上により, 妊娠時に発現する生理的調節機序の一つである末梢血管の刺激反応性の低減を容易に計測することができた。また妊娠中毒症症例では, この血管の反応性の亢進を示唆する資料が得られ, 妊婦管理の上で, 正常な循環調節が維持されているかどうかを評価する一つの指標となると考えられる。

## 文 献

- 1) 三井政子: 循環動態からみた妊産婦の安楽体位の検討, 京大医短紀要1; 62-67, 1981.
- 2) 三井政子; 指尖容積脈波による母体循環からみた分娩時の安楽体位, 京大医短紀要3; 64-69, 1983.
- 3) Chesley, L. C. Talledo, E., Bohler, C. S. and Zuspan, F. P.: Vascular reactivity to angiotensin 1 and norepinephrine in pregnant and

- non-pregnant women, *Am. J. Obstet. Gynecol.* 91; 837-842, 1965.
- 4) Gant, N. F., Daley, G. L., Chand, S., Whalley, p. J. and MacDonald, P. C.; A study of angiotensin I pressor response throughout primigravida pregnancy. *J. Clin. Invest.* 2; 2682-2689, 1973.
- 5) 松浦俊平：妊娠固体に於ける循環調節機序，*日産婦*，32；1204～1213，1980.
- 6) 王井恒夫，松浦俊平，久保嘉次郎，佐川典正，布谷隆明，竜見信哉：昇圧物質に関するステロイドホルモンの影響について，*産婦進歩*，34；175～184，1982.