

胎児の発達に対する重力の関与

三木 猛生¹、阿部詩織²、伊東千香²、浜 正子²、酒井百世²、上条かほり²、吉川文彦²、山崎将生³、挟間章博³、清水 強^{3,4}、根津八紘²

¹ 北里大学医学部衛生学公衆衛生学、² 諏訪マタニティークリニック、³ 福島県立医科大学医学部細胞統合生理学講座、⁴ 諏訪マタニティークリニック附属清水宇宙生理学研究所

A possible participation of gravity on the fetus development

TAKEO MIKI¹, SHIORI ABE², CHIKA ITO², MASAKO HAMA², MOMOYO SAKAI², KAORI KAMIJO², FUMIHIKO YOSHIKAWA², MASAO YAMASAKI³, AKIHIRO HAZAMA³, TSUYOSHI SHIMIZU^{3,4}, YAHIRO NETSU²

¹ Department of Preventive Medicine and Public Health, School of Medicine, Kitasato University, Kanagawa, Japan

² Suwa Maternity Clinic, Shimosuwa-machi, Nagano, Japan

³ Department of Physiology, Fukushima Medical University School of Medicine, Fukushima, Japan

⁴ Shimizu Institute of Space Physiology, Suwa Maternity Clinic, Shimosuwa-machi, Nagano, Japan

Abstract: We have studied the effect of gravity on the intrauterine fetus development as the first step for investigating reproduction process of the human being in the space environment. In this experiment, we developed a method for measuring quantitatively the relation of movement of the mother to the posture of her fetus to estimate the effect of gravity on the fetus on the ground. As subjects we selected healthy pregnant 5 women and their fetuses in good condition, of 12-15 weeks along in their gestation period. We used an ultrasonic with which we can observe simultaneously movements of the fetus in three dimensions and a software for computing, with which we can analyze two dimensional movements, and established a method to demonstrate quantitatively a trend graph of change in posture of the fetus against the uterine wall axis of the mother. We found the possible motion of the fetus to keep the same location in the uterus as to be stable against the gravity. This method that we developed for study of reproduction in space should also endow the field of obstetrics medicine on the ground with benefit as well.

Key words: fetus, gravity, space

【はじめに】我々は宇宙環境における生殖医療の分野におけるの第一歩として、子宮内胎児への重力の影響の研究を始めた。妊婦の協力を得て、母体の動きが胎児の姿勢にどのような影響を及ぼすかを観察し、両者の関係を数値化することで、胎児への重力の影響を検討する実験を試みた。

【方法】

被験者として、妊娠 12 から 15 週の母子ともに健康な妊婦に、ヘルシンキ宣言に則り、医師の説明のもと合意を得た上で実験に協力して頂いた。

実験は被験者を **fig.1** のようにレントゲン透視台で仰臥位とし、下腹部に 3D 超音波走査のプローブを胎児が良く観察できる位置に当てて、観察しながら透視台を立位から臥位、そして臥位から立位へ動かした。その様子をデジタル画像として保存し、2D 動画解析ソフトを用いて解析した。解析は胎児の 3 方向から行った。胎児の正面像と側面像からは胎児の長軸に沿った 2 点と子宮壁の任意の 2 点をプロットし、それぞれの 2 点間を直線で結んだ。それら 2 直線のなす角度の変位を時間経過とともに測定した (**fig.2,3,4**)。また、頭頂部からの像では、頭部の任意の 2 点(矢状方向と想定した 2 点)と子宮壁の任意の 2 点のそれぞれのなす角度の変位を同様に時間経過とともに測定した。

測定した角変位を絶対値で示し、X 軸を時間、Y 軸を

変位角度とし、立位から臥位と臥位から立位の場合のそれぞれについて「正面」、「側面」および「頭部」の 3 方向からの計測結果を計 6 つのグラフに示した。

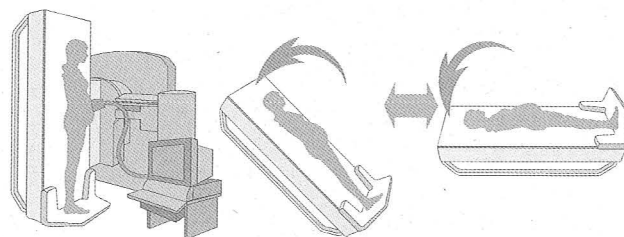


Fig.1

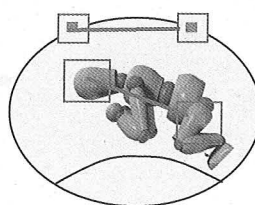


Fig.2

We let the computer recognize two points on each of both the fetus and uterine wall for 3D-images by using the pattern matching method of the 2D dynamic image analysis software (Move-tr/2D 7.0 ®).

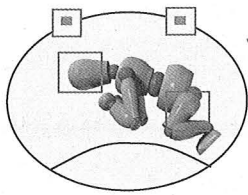


Fig.3

On the image, two points of each of the uterus side and the fetus side were connected by a line, and then the movements of the two axis are analyzed continuously at 0.5 sec /frame.

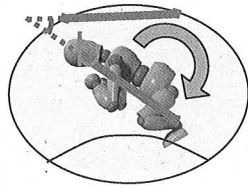


Fig.4

Relative angle of two lines and quantity of derangement were measured.

【結果】

5名の協力者にのべ26回の行程(立位から臥位もしくは臥位から立位を受動的体位変換)実験を実施し、うち7行程分の実験が画像解析可能であった。残りの19行程については、画面上から胎児がはみ出し、消えて追跡できなかったものや撮像時間が足りなかったものなどであり、これらは解析から除外した。なお、実験中に体調不良を訴えたものはいなかった。

Fig.5.は立位から臥位の行程4例で、胎児の正面から計測した胎児長軸と子宮壁(母体)とのなす角度変位の絶対値を、X軸を時間(秒)、Y軸を角度で示したものである。右軸(第2軸)は透視台の角度(図中*で示す)を示す。4例のうち2例は透視台が50度前後で大きく変位している。

Fig.6.は立位から臥位の行程4例で、胎児の側面から計測した胎児長軸と子宮壁(母体)とのなす角度変位の絶対値を同様に示したものである。正面からの像と異なり大きく変位をみることはないが、2例については時間経過とともに変位角度は増加している。

Fig.7.は立位から臥位の行程4例で、胎児の頭頂部から計測した胎児の矢状線と子宮壁(母体)とのなす角度変位の絶対値を同様に示したものである。1例のみ動作開始直後から大きく変位角度が増加している。2例は透視台が30度から40度前後で変位角度が5度から15度の変動が認められる。さらにこの2例は透視台が80度前後で再度20度前後の変動をしている。

Fig.8.は臥位から立位の行程3例で、胎児の側面から計測した胎児長軸と子宮壁(母体)とのなす角度変位の絶対値を同様に示したものである。3例中2例は透視台角度30度前後から、変位角度30度を越える大きな変動を認める。

Fig.9.は臥位から立位の行程3例で、胎児の側面から計測した胎児長軸と子宮壁(母体)とのなす角度変位の絶対値を同様に示したものである。3例とも透視台10度を越えたあたりから増加方向に変動し始め30度前後から減少方向に変動し50度前後から変位角度は少なくなる。また、70度を越えたあたりから再び2例は大きく増加方向に変動している。

Fig.10.臥位から立位の行程3例で、胎児の頭頂部から計測した胎児の矢状線と子宮壁(母体)とのなす角度変位の絶対値を同様に示したものである。3例とも透視

台が20度以下で変動し始めるがその後大きく特徴的な変化は認めない。

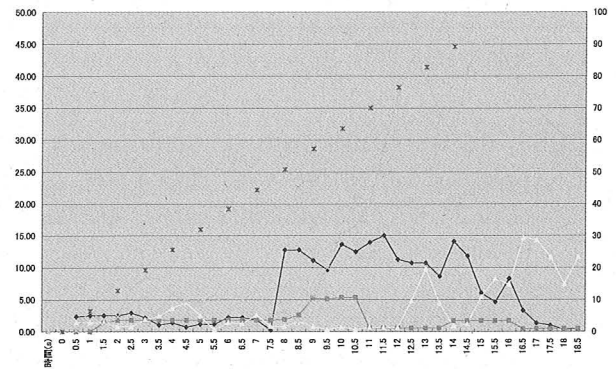


Fig.5 angle displacements (standing to supine position, front)

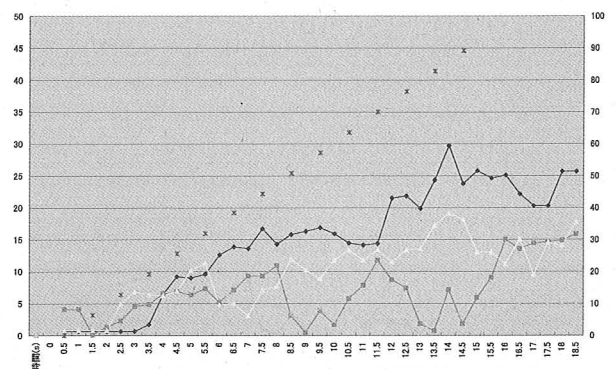


Fig.6 angle displacements (standing to supine position, side)

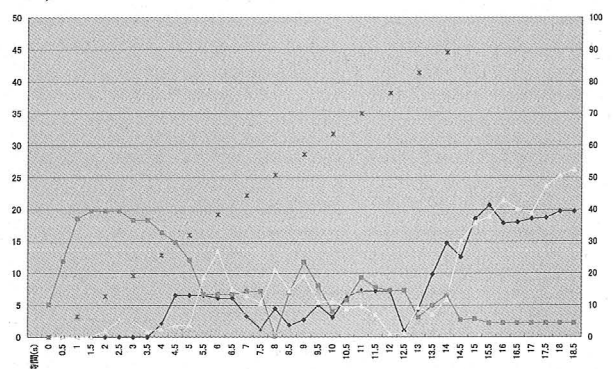


Fig.7 angle displacements (standing to supine position, head)

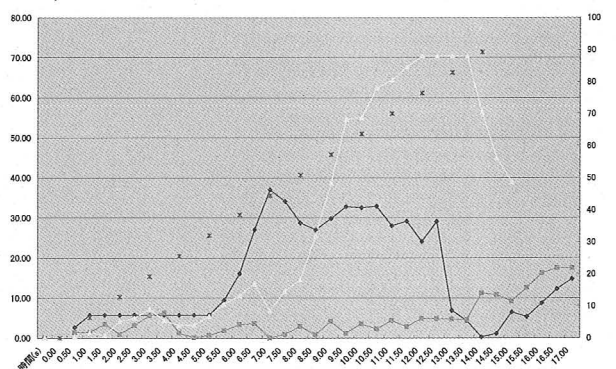


Fig.8 angle displacements (supine position to standing, front)

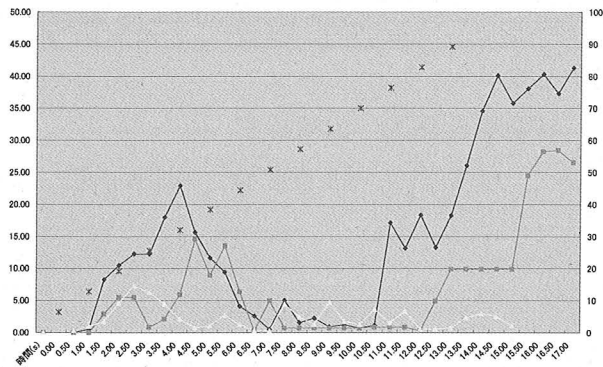


Fig.9 angle displacements (supine position to standing, side)

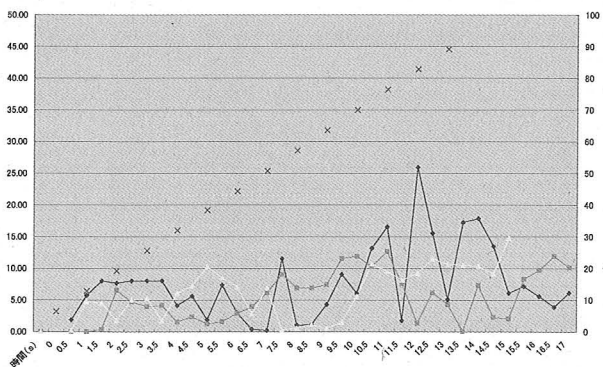


Fig.10 angle displacements (supine position to standing, head)

【考察】

立位から臥位、臥位から立位の 2 つの行程で胎児正面からの像では **fig.1** と **fig.2** が示すように透視台がある角度 (30 度～50 度) を超えると胎児軸が子宮壁 (母体) に対して変位しているように認められるが、これは母体の変化に対してある角度をもって胎児が追従を停止し重力に対して一定の方向を保持している可能性もある。このことは、実験開始時の胎児の子宮に対する位置の問題、胎児と子宮壁との摩擦、羊水量や粘度などの関係を考慮するなど、検討の余地があるが、通説である「妊娠 20 週までは、胎児が子宮内を遊泳している状態」とは異なり、胎児はある程度母体の動きに追従するが、母体の急激な動きは緩衝され胎児に与える衝撃を和らげており、同時に胎児の急激な能動運動も母体へ直接伝わらないようになっているとも考えられる。

側面像からの解析結果では立位から臥位、臥位から立位の両行程で比較的経過時間の初期から変位を示しており正面像からの解析とは異なる。しかし、臥位から立位 (**fig.7**) では最初に変動が見られた後、いったん変位量は減少し再び透視台が 80 度から 90 度直前になって大きな変動を見せている。この現象は先の正面像の結果と異なり立位から臥位では見られていない。この違いは子宮内での実験開始時の位置の違いが関与しているのかもしれない。今回の実験では比較的胎児長軸が子宮後壁に平行に近い形から実験が開始されることが他の形からの行程より多く、変動に偏りを作っている可能性もあり、今後胎児の子宮に対する位置をより詳細に分類することも検討しなくてはならない。

今回我々は、解析症例数から統計学的に有意な所見を得ることはできなかったが、重力により、胎児の母体姿勢変化への追従が停止され胎児が一定の姿勢を保持する可能性を認めた。今後、実験開始時の胎児の子宮 (母体) に対する位置関係に留意し、症例数を増やすことで新たな知見が得られることが期待できる。

【REFERENCE】

1. Shiori A., et al. An observation method to study the effect of gravity on the fetus Space Utiliz. Res. vol.22, 244-247, 2006.
2. Shimizu, T., Netsu, Y. et al. Prospects for reproductive medicine in space. Space Utiliz Res.20, 15-18, 2004.
3. Shimizu, T., Netsu, Y. et al. A proposal on a contribution of space biological sciences to sexual health in the human space life. Biological Science in Space 18, 169-170, 2004.
4. Shimizu, T., Netsu, Y. et al. The importance of sexuality for establishing a happy and peaceful space human society, IAC-05-A.P01, 2005, Fukuoka
5. Sekulic SR., Lukac DD, Naumovic NM The fetus cannot exercise like on astronaut Med Hypotheses.64(2); 221-8, 2005.
6. Miki, T., Abe, S., Netsu, Y., Yoshikawa, F., Kamijo, K., Hama, M., Yamasaki, M., Hazama, A., Shimizu, T. A trial for studying effects of gravity on the fetus. The 27th Annual Gravitational Physiology Meeting Journal of Gravitational Physiology 13(1):175-6, 2006