

妊婦のスポーツ活動が胎児に及ぼす 直接的、短期的影響

筑波大学 目崎 登

(共同研究者) 同 佐々木 純一, 鍋島 雄一

同 本部 正樹, 浅野 勝己

Effects of Maternal Exercise on Fetal Heart Rate

by

Noboru Mesaki, Junichi Sasaki,

Yuichi Nabeshima and Masaki Motobu

Department of Obstetrics and Gynecology,

Institute of Clinical Medicine, University of Tsukuba

Katsumi Asano

Institute of Sports and Science,

University of Tsukuba

ABSTRACT

The number of women who continue to exercise during pregnancy is increasing. The effect of exercise during pregnancy on the mother and fetus, however has yet to be determined. For example, exercise may increase uterine activity and uterine contractions may reduce blood flow of the utero-placental units.

The purpose of this study is to examine the short term effect of maternal exercise on the fetus. Five pregnant women, who had no abnormal signs through the course of pregnancy, performed incremental exercise using a treadmill. During the exercise, maternal ECG and fetal heart rate (FHR) were monitored continuously.

There were no significant changes in FHRs during incremental exercise. However, after the exercise, FHRs increased slightly for 3 to 8 minutes. These data indicated that maternal exercise may induce

uterine contraction, thus reducing the blood flow of the utero-placental units. Due to these changes in the uterus during maternal exercise, slight fetal hypoxia may occur.

In conclusion, special programs of exercise for pregnant women should be prepared.

要 旨

妊娠期間中をより快適に、健康に過ごすためにとスポーツを行う妊婦が多くなってきている。

各種妊婦スポーツが実施され、妊娠・分娩経過および胎児発育などに及ぼす悪影響は報告されていない。しかし、その実施内容は経験的に行われており、運動負荷強度の適正度、安全性などの運動プログラムに関する検討は行われていない。

本研究では、妊婦に対しトレッドミル運動負荷試験を実施し、妊婦スポーツが胎児に及ぼす直接的影響として、胎児心拍数の変動を検討した。

妊婦の運動負荷試験における胎児心拍数は、母体運動負荷強度が大きい時に検出不可能となることもあるが、大きな変動は認められない。しかし、運動終了後に軽度頻脈を短時間ではあるが認めた。

以上の成績より、妊婦のスポーツ活動による軽度子宮収縮の結果として、子宮一胎盤循環量が減少することにより、運動後に一過性の胎児心拍数の増加をきたしている可能性が示唆される。

緒 言

近年の老若男女を問わない、国民的なスポーツブームの中で、多くの人々が日常的にスポーツに親しみ、日々の健康管理、増進を図る傾向にある。日常的なスポーツ活動により健康に留意するということは、極めて好ましい風潮である。この傾向は女性においてとくに顕著であり、健康管理

の一環としての水泳、ジョギング、テニスばかりでなく、美容と健康のためにとジャズダンスやエアロビクスダンスなどが流行している。

最近の女性の生活環境を見ると、洗濯機や掃除機などの電気製品の普及により家事労働は軽減化されている。さらに、自動車の普及に伴う歩行量の減少とも相俟って、日常の運動量が減少しており、以前と比べると絶対的な運動不足の日常生活を送っているのが現状である。

以前は妊婦がスポーツを行うということは、考えられないことであった。しかし、前述のような社会環境下において、女性にとって重要である、種の保存のための妊娠期間中においても、その妊娠期間を健康に、さらにより快適に過ごすために、積極的にスポーツを行う女性、妊婦が増加している^{1,2)}。

実際に、妊婦がスポーツを行った場合、産科的には特別な異常を惹起することもなく、健康で快適な妊娠期間を得ることが可能であり、また分娩経過においてもとくに異常は認められないことが明らかとなってきている³⁾。しかしながら、妊娠期間中のスポーツ活動の実際、運動プログラムは、経験に基づいて実施されているのが現状であるが、その目的からも流・早産、子宮内胎児発育遅延など、妊娠経過に異常をきたしてはならないので、妊娠以前と同様の運動を行うことは不可能である。すなわち、妊婦のための特別な運動プログラムが必要であるが、適正運動負荷強度などに関しての詳細な検討は、現在まで成されていない。

い^{4,5)}。さらに、妊婦スポーツ実施時に関する注意ばかりでなく、産科的定期検診においても十分な配慮(メディカルチェック)が重要である⁶⁻⁸⁾。

そこで、本研究では、妊婦にとって適切な運動負荷強度、すなわち運動プログラムを作成するための基本資料とするために、妊婦のスポーツ活動が胎児に及ぼす直接的、短期的影響として、妊婦に対し運動負荷試験を実施し、胎児心拍数に及ぼす影響を検討した。

研究方法

A 対象

定期的な妊婦検診において、妊娠経過に特別な異常が認められない妊婦を対象とし、本研究の目的、方法の詳細を説明し承諾の得られた妊婦を被検者とした。

B 方法

妊婦のスポーツ活動およびスポーツ活動時の母体心拍数、血圧、呼吸状態、子宮収縮および胎児心拍数の変動などについての検査は、以下の方法により実施した。

1. 妊婦のスポーツ活動

1) 歩行運動

妊婦のスポーツ活動時における胎児心拍数検出の予備研究として、テレメータ装置を有する分娩監視装置を用いて、屋内歩行(廊下歩行あるいは階段昇降)時の胎児心拍および子宮収縮の検出を試みた。

2) 運動負荷試験

15分以上の臥床あるいは座位安静状態における母体(妊婦)および胎児心拍数、さらに子宮収縮などの計測により、母児共に異常が認められないことを確認した後、トレッドミルを用いる漸増負荷法による運動負荷試験を実施した。

負荷方法は対象症例毎に多少異なるが、原則として歩行速度は2.0km/hとし、負荷強度はトレ

ッドミルの傾斜を加えることによった。傾斜角度の変動は、運動開始から3分間は傾斜角度0°でウォーミングアップとし、その後は3分毎に15°、20°、23°、25°と傾斜角度を漸次増加した。なお、最大運動負荷強度の基準は、母体心拍数160 beats/min(bpm)を最大目標値とした。運動負荷試験終了後は、傾斜角度0°でのクーリングダウンを3分間行い、その後母体心拍数が前値に復するまで(原則として10分間)、座位安静にて母児の心拍数および子宮収縮を計測した。なお、運動負荷試験中は、分娩監視装置による胎児心拍数と子宮収縮の検出とともに、妊婦については血圧、3極誘導の心電図による心拍数の管理および呼気ガスを採取して酸素摂取量を計測した。

2. 計測用機器

1) 母体管理

運動負荷試験にはトレッドミル Whispermill II (SPACELABS, USA) を使用した。酸素摂取量の検査は、マスク法により呼気ガスを採取し、心肺機能測定装置 Oxycon-4 (MIJNHARDT B.V., Holland) を用いた。また、母体循環器系機能検査には、自動血圧計として STBP-680 (日本コーリン) および心電計として Life Scope 10 (OEC-5201) (日本光電) を使用した。

なお、母体心拍数は、心電図により30秒毎に算出して表示した。

2) 胎児管理

胎児心拍数の計測および子宮収縮状態観察のために、テレメータ機構を有するトーイツ MT-810 B (分娩監視装置) および MT-271 (テレメータ受信機)、あるいはテルモ FHM-605 (分娩監視装置) を使用した。

なお、胎児心拍数は、分娩監視装置により得られた胎児心拍図より、30秒毎の平均心拍数として表示した。

研究結果

A 歩行運動

1. 妊婦中期妊婦歩行運動時の胎児心拍の検出

妊婦スポーツを行う機会が最も多いと考えられる妊娠中期の妊婦3名（妊娠24, 28, 30週）を対象として、テレメータ装置を用いて、屋内歩行時の胎児心拍数の検出を試みた。

安静時における胎児心拍数の計測は、当然の如く容易であった。しかし、起立時とくに歩行時においては、胎児の位置が大きく変化するためか、継続的な胎児心拍数の確実な観察は困難であった。

2. 妊娠第10月妊婦歩行運動時の胎児心拍の検出

妊娠37週0日（0回経産婦）および妊娠38週0日（0回経産婦）の妊婦を対象として、屋内歩行時の胎児心拍数の変動を検討した。

歩行速度に関する検討では、ゆっくりした歩行の場合には胎児心拍の検出は充分可能であった。しかし、速歩の場合においては、激しい身体動揺がある場合の雑音（とくに階段昇降時）、および足の着地の際に踵から強く着地する場合には歩行音を感知してしまい、胎児心拍の継続的、正確な検出は困難であった。

履物に関する検討では、歩行着地との関係からも、靴の下層が柔らかく、歩行時の衝撃を吸収できるクッションの役割を果たすような物が、胎児心拍の検出には有利であった。

なお、子宮収縮には、日常的な歩行程度であることから、大きな変化は認められなかった。

B 運動負荷試験

トレッドミルを用いる運動負荷試験を実施した妊婦の概要を表1に示す。妊婦1～3は妊娠経過中に特別なスポーツ活動は行っていなかったが、妊婦4および5は定期的に、週1回の頻度で妊婦水泳を実施していた。

1. 母体心拍数と酸素摂取量

表1 トレッドミル運動負荷試験対象妊婦

No.	症例	年齢	妊娠週数	経産回数	備考
1	T. I.	29	37週4日	1	
2	M. W.	24	39週1日	0	
3	Y. H.	30	39週4日	0	
4	I. I.	36	36週5日	2	妊婦水泳
5	M. H.	25	36週5日	0	妊婦水泳

トレッドミル運動負荷試験中の酸素摂取量に関する検討は、妊婦3, 4および5に対して実施した。図1～3に各妊婦の運動負荷試験中の心拍数と酸素摂取量の関係、および運動消費カロリーについて示す。推定最大酸素摂取量の算定は、220と年齢の差の値を最高心拍数とし、実測した運動負荷試験時の心拍数と酸素摂取量との回帰直線より求めた。妊婦3の推定最大酸素摂取量は28.61 ml/kg/minであり、妊婦4では27.15 ml/kg/min、妊婦5では28.75 ml/kg/minであった。なお、図中のシャド一部分は、推定最大酸素摂取量に対する50～70%の領域、適正運動負荷領域を示している。母体への最高運動負荷強度は、推定最大酸素摂取量（ $\dot{V}O_{2max}$ ）に対して、妊婦3では73.3%、妊婦4で72.9%、妊婦5では61.1%であった。

すなわち妊婦3および4ではかなり強い運動負荷試験が行われたことを示しているが、妊婦5では軽度の運動負荷が加わったのみであった。

2. 母体および胎児心拍数の変動

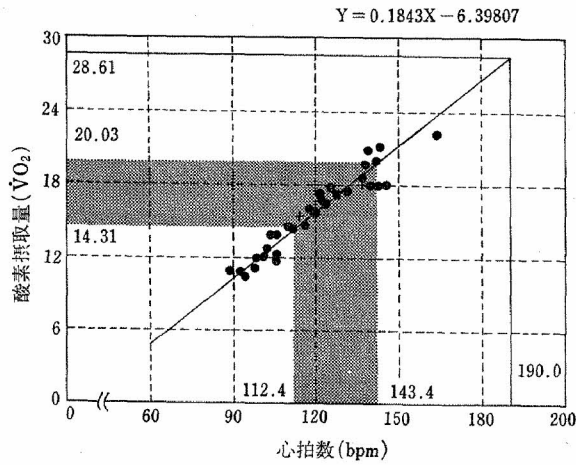
各妊婦毎の、トレッドミル運動負荷試験時の母体および胎児心拍数の変動を図4～8に示す。

1) 妊婦1 (T.I.)

本妊婦では、事前にトレッドミルによる歩行練習を行い、座位安静1時間後に運動負荷試験を実施したので、傾斜角度0°でのウォーミングアップは行わなかった。運動負荷試験は、歩行速度は2.0km/hに固定し、傾斜角度は15°で5分間、ついで20°で4分間とした。

運動負荷試験中の母体心拍数は、安静時85bpm

(Y.H., 30歳, 39週4日, 0回経産, 71.5kg)



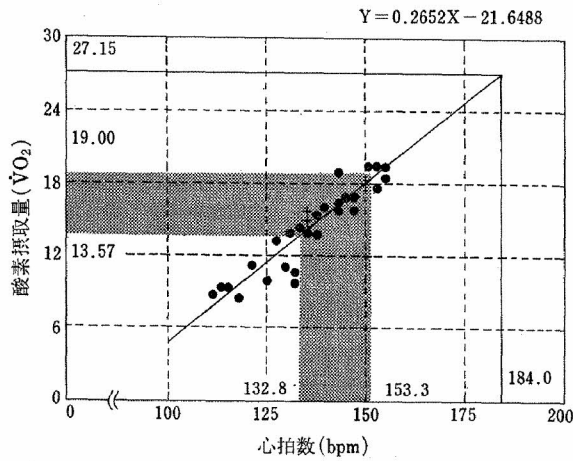
推定最大酸素摂取量
= (28.61) ml/kg/min

運動消費カロリー
Cal/min

Max = (10.23)
70% = (7.16)
50% = (5.11)

図1 トレッドミル運動負荷試験時の酸素摂取量と運動消費カロリー (妊婦3)

(I.I., 36歳, 36週5日, 2回経産, 66kg)



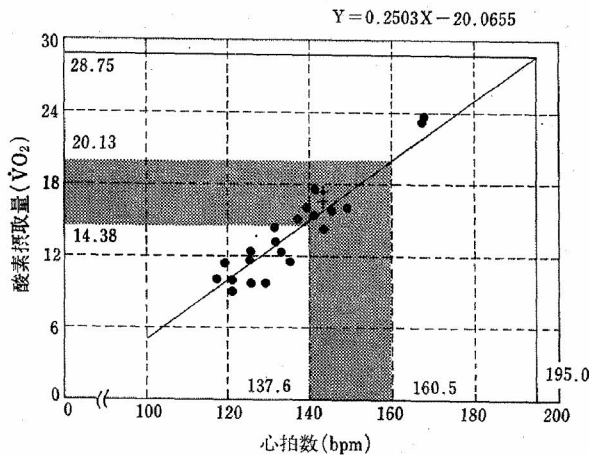
推定最大酸素摂取量
= (27.15) ml/kg/min

運動消費カロリー
Cal/min

Max = (8.96)
70% = (6.27)
50% = (4.48)

図2 トレッドミル運動負荷試験時の酸素摂取量と運動消費カロリー (妊婦4)

(M.H., 25歳, 36週5日, 0回経産, 70kg)



推定最大酸素摂取量
= (28.75) ml/kg/min

運動消費カロリー
Cal/min

Max = (10.06)
70% = (7.04)
50% = (5.03)

図3 トレッドミル運動負荷試験時の酸素摂取量と運動消費カロリー (妊婦5)

であったが、運動開始にともない直ちに著明に増加し最高 146bpm に達したが、運動負荷試験終了後は直ちに減少し前値に復した。母体運動負荷試験中の胎児心拍数の変動では、安静時における胎児基準心拍数は平均 158bpm であり、運動負荷試験中においても胎児心拍数は 150～158bpm の範囲での変動と安定しており、また運動負荷試験終了後の母体安静期間においても大きな変動は認められなかった (図 4)。

2) 妊婦 2 (M.W.)

傾斜角度 0°, 歩行速度 2.0km/h で 3 分間のウォーミングアップ後に、歩行速度 3.0km/h, 傾斜角度 0° で運動負荷試験を開始し (2 分間), その後は歩行速度は変えずに傾斜角度 15° (3 分間), 20° (3 分間) の運動負荷試験とし、またクーリングダウンは歩行速度 3.0km/h, 傾斜角度 0° で 3 分間実施した。

運動負荷試験前の母体心拍数は、運動負荷試験に対する緊張のためか、変動が非常に大きかった

が、平均 88bpm 程度であった。運動負荷試験開始にともない母体心拍数は直ちに増加しており、最高 156bpm に達した。胎児心拍数では、母体安静時の胎児基準心拍数は平均 151bpm と安定していた。また、運動負荷試験中においても胎児心拍数には大きな変動は認められず、140～156bpm の範囲で安定していたが、母体運動負荷強度の増大にともない検出不可能となる時期が認められた。なお、胎児心拍数は、運動負荷試験終了後にやや増加する傾向が認められた (図 5)。

3) 妊婦 3 (Y.H.)

運動負荷試験は、歩行速度は 2.0km/h に固定し、傾斜角度を 0° (ウォーミングアップ) 3 分間の後、15°, 20°, 23° と増加する漸増法により実施し、その後傾斜角度 0° で 3 分間のクーリングダウンを行った。

安静時の母体心拍数は平均 64bpm, 胎児基準心拍数は平均 136bpm であった。運動負荷試験中の変動では、母体心拍数は運動にともない上昇

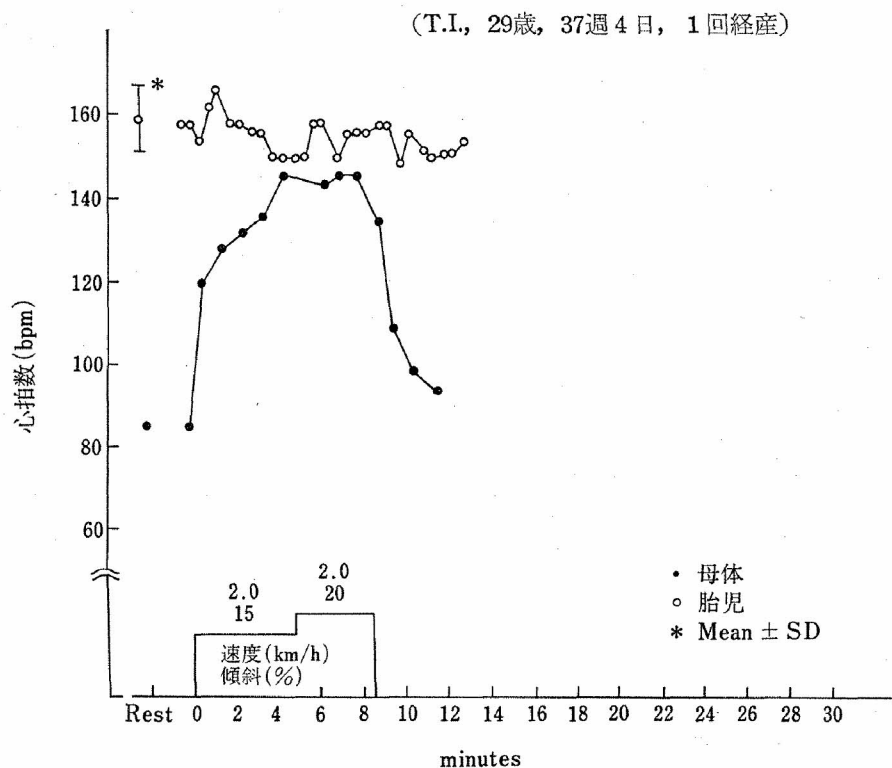


図 4 トレッドミル運動負荷試験時の母体および胎児心拍数の変動 (妊婦 1)

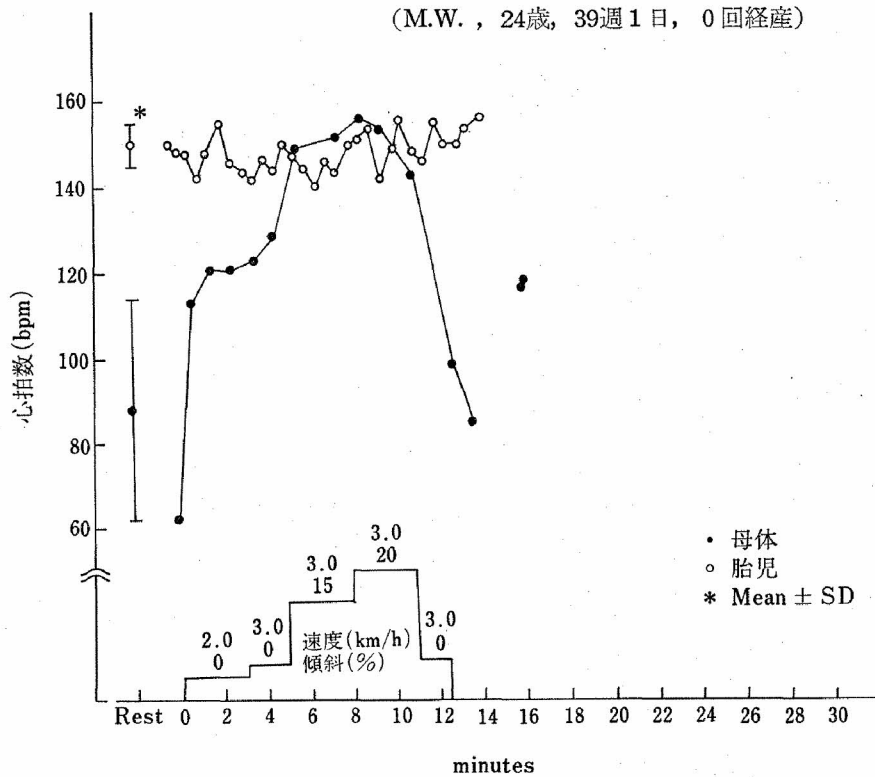


図5 トレッドミル運動負荷試験時の母体および胎児心拍数の変動 (妊婦2)

し、最高 144bpm に達したが、運動負荷試験終了にともない直ちに減少して前値に復した。これに対し、胎児心拍数は、運動負荷試験開始当初は 140bpm 前後で比較的安定していたが、母体心拍数が最高になる前頃から、運動負荷強度の増大による母体の身体動揺の増加により検出が不可能となった。なお、運動負荷終了直後のクーリングダウン中に検出された胎児心拍数は、短時間ではあるが、116bpm とやや下降（軽度徐脈）していた。しかし、運動負荷試験終了にともない胎児心拍数は上昇し、その後はリバウンド的に 150bpm 程度への上昇状態が約 5 分間持続した。しかし、その後の母体安静の継続により、胎児心拍数も前値に復した (図 6)。

4) 妊婦 4 (I.I.)

運動負荷試験は、歩行速度 2.0km/h で傾斜角度 0° のウォーミングアップ 3 分間の後、傾斜角度 15°, 20° とし、さらに歩行速度 2.5km/h で傾斜角度 20°, 23° で実施し、次いでクーリング

ダウンは歩行速度 2.0km/h、傾斜角度 0° で行った。

安静時の状態は、平均母体心拍数は 112bpm であり、胎児基準心拍数は 149bpm であった。母体心拍数の運動負荷試験中の変動は、運動負荷強度の増大にともない漸次増加し、最高 152bpm に達した。なお、運動負荷試験終了後の安静時においても、母体心拍数の変動が認められた。運動負荷試験中の胎児心拍数には大きな変動は認められなかった。しかし、母体運動負荷強度の増大により検出が困難となったが、運動負荷の終了にともない検出は可能となり、この時点においてもとくに異常は認められなかった。なお、クーリングダウンの時期より、胎児心拍数は増加し 160bpm 程度の軽度頻脈状態が持続したが、運動負荷試験終了 8 分後には前値に復した (図 7)。

5) 妊婦 5 (M.H.)

運動負荷試験は、歩行速度は 2.0km/h に固定し、傾斜角度 0° のウォーミングアップ 3 分間の

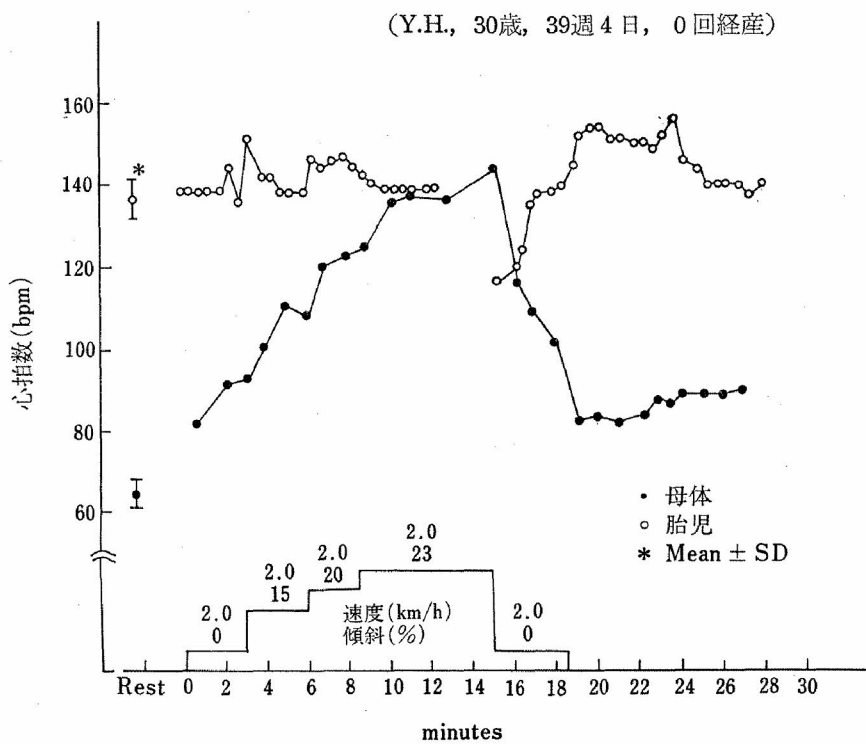


図6 トレッドミル運動負荷試験時の母体および胎児心拍数の変動 (妊婦3)

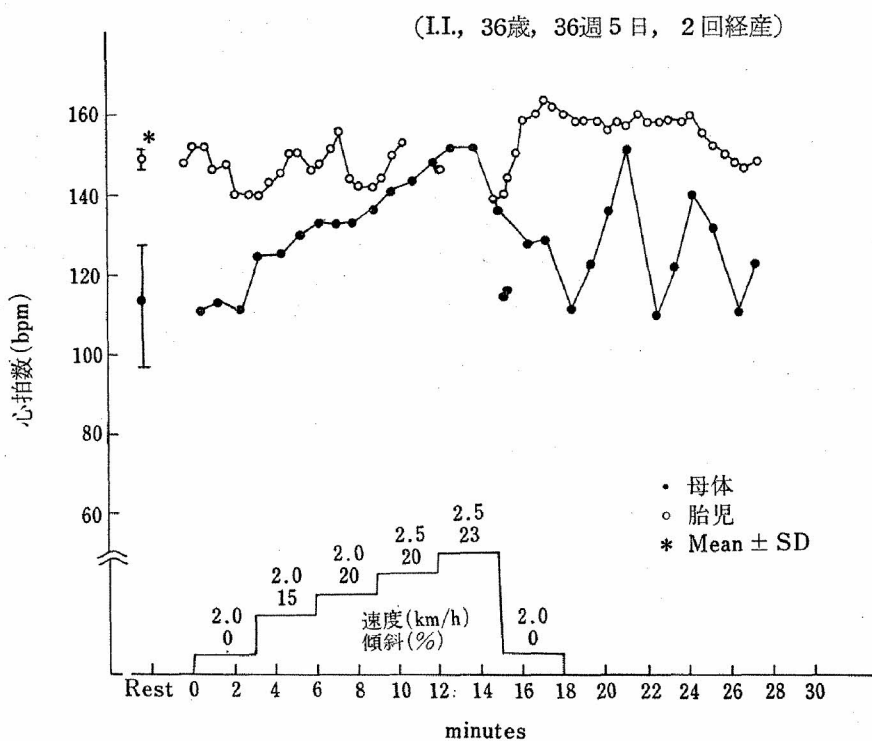


図7 トレッドミル運動負荷試験時の母体および胎児心拍数の変動 (妊婦4)

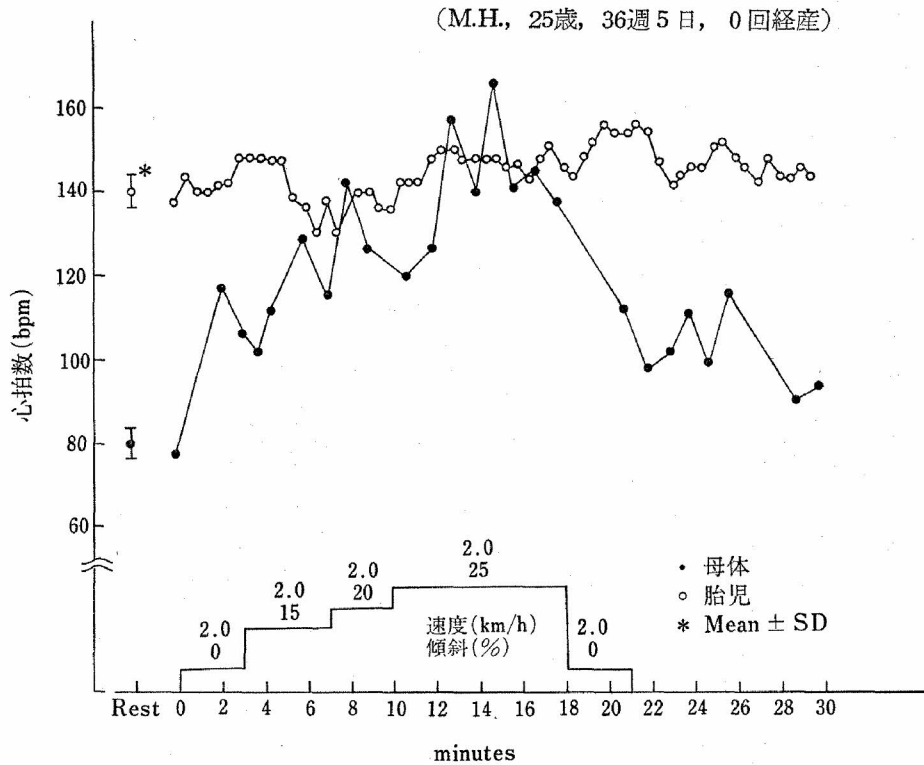


図8 トレッドミル運動負荷試験時の母体および胎児心拍数の変動 (妊婦5)

後、傾斜角度 15°, 20°, 25° とし、その後クーリングダウンを実施した。

安静時の平均母体心拍数は80bpm、胎児基準心拍数は141bpmであり、とくに異常は認められなかった。運動負荷試験中の母体心拍数は、運動負荷強度の増大にともない増加し、最高166bpmに達したが、運動終了後は直ちに減少した。母体運動負荷試験時の胎児心拍数の変動は、運動負荷開始にともない130~150bpmの範囲内での軽度の変動が認められるのみであった。しかし、運動負荷試験終了後には155bpmに達する軽度上昇状態が約3分間持続したが、母体の安静継続により、胎児心拍数は140bpm代まで減少した(図8)。

考 察

現代社会における、老若男女を問わない、国民的なスポーツブーム、さらにスポーツによる健康管理に対する意識の高揚は極めて好ましい現象である。しかし、誤ったトレーニング方法や過度の

トレーニングにより逆に健康を害するとすれば本末転倒であり、大きな問題となる。

以前は妊婦がスポーツを行うということは考えられないことであったが、現在の社会的なスポーツブームの中で、妊娠期間を健康に、またより快適に過ごすためにと妊婦がスポーツを行う機会が増えてきている^{1,2)}。たとえ妊娠以前に行っていたスポーツ種目であっても、妊婦が妊娠以前と同じ運動プログラムで実施することは困難である。しかし、現状は、妊婦スポーツの適正な運動負荷強度に関する検討は成されておらず、経験に基づいて実施されており、とくに問題が提起されていないのが実状である³⁾。すなわち、妊婦スポーツにおける適正運動負荷強度、運動プログラムの作成が急務であり^{4,5)}、今後の詳細な検討が重要である。

妊婦がスポーツを行う場合に問題となるのは、妊娠に関係のない偶発合併症の増悪などは別問題として、それまで正常であったとしても、その後

の妊娠経過あるいは胎児発育などに何らかの異常をきたすことである。それらの予防、早期発見のためには、産科医による妊婦の健康管理および胎児発育状態などに対する細心の注意と十分な配慮を重点とした定期的な検診(メディカルチェック)が必要である⁶⁻⁸⁾。

妊婦のスポーツ活動にともない最も注意しなければならないのは、激しい動作や長時間の立位のスポーツによる子宮収縮の誘発、さらに子宮口の開大、ひいては流・早産発症の問題であるが、一般にスポーツを行ったからといって強い子宮収縮は惹起されないとされている⁹⁾。しかし、現実には、妊娠末期では、日常の体動においても軽度の子宮収縮が起きることからも、十分な注意が必要であろう。子宮収縮は流・早産に至らないとしても、収縮そのものの影響として子宮一胎盤循環障害をきたし、その結果として胎児に低酸素状態を起し、ひいては胎児仮死を惹起する可能性があることである¹⁰⁾。もし、この様な状態が持続するならば、胎児発育に対して大きな影響を及ぼし、胎児発育遅延を招来することになるであろう。

胎児の健康状態を示す指標として、胎児の呼吸様運動の有無、回数の観察がある¹¹⁾。しかし、胎児の健康状態を最も良く反映するのは胎児心拍数である。胎児心拍の検出は、最近ではドップラー法により正確な検出が可能となり、日常臨床においても、胎児の現状における well being を示す指標として、胎児心拍数の計測は繁用されている。さて、胎児心拍数には beat to beat の変動があることが生理的であり、成人とは異なり一定ではない。妊娠末期における胎児心拍数の正常変動範囲は120~160bpmであり、この範囲を逸脱した場合には、程度の差こそあれ、胎児の異常状態、とくに低酸素状態を示すことになる。

妊婦のスポーツ活動にともなう胎児心拍数の変動に関する検討は、胎児心拍を検出するセンサーの精度、感度などの面から、必ずしも正確な検査

結果が報告されている訳ではない。当初は、妊婦の運動による影響を検索する目的で、運動負荷試験前後の胎児心拍数の計測が行われた。運動負荷試験としては、マスター試験¹²⁾、トレッドミル試験¹³⁾および自転車エルゴメータ試験¹⁴⁾などが行われた。その結果、大部分の妊婦ではとくに問題となる胎児心拍数の変動は認められなかったが、一部の妊婦において運動直後の軽度頻脈あるいは徐脈などが認められたと報告されている。このような胎児心拍数の異常が認められた妊婦は、妊娠42週以降の過期妊娠、あるいは妊娠末期において胎児一胎盤系機能異常がある妊婦であったとしている。すなわち、正常妊娠経過をとる妊婦では、スポーツ活動はとくに問題はないと考えられた。実際の妊婦のスポーツ活動中の胎児心拍数の変動に関する検討は、先に述べたごとく、胎児心拍を検出するセンサーの感度などのため、困難を極めていたのがこれまでの経過であり、運動時の母体歩行音あるいは体動音などが胎児心拍と混同して記録されてしまっていた¹⁵⁾。

我々はトレッドミルを用いた運動負荷試験に際し、その走行速度を2.0km/hとゆっくりした歩行速度程度とすることにより、母体の歩行音の検出を回避し、胎児心拍数を正確に検出することに成功した。さて、トレッドミル運動負荷試験時における胎児心拍数の変動は、大部分の妊婦では大きな変動は認められなかった。しかし、一部の妊婦で、明らかな子宮収縮を認めなかったにもかかわらず、運動負荷試験が終了する頃、すなわち母体に対する運動負荷強度が強くなった場合には、胎児心拍数は軽度ではあるものの頻脈状態を示していた。この事実は、明らかな陣痛様の強い子宮収縮は認められなかったものの、母体の運動により軽度の子宮収縮が起こり、胎児に軽度の低酸素状態を招来し、その結果としてリバウンド現象的に胎児の頻脈が認められたものと考えられる。

すなわち、妊婦スポーツにおける運動負荷強度

は、現状では必ずしも明確な根拠を示すことは出来ないが、今回の運動負荷試験の結果から類推すると、主観的な運動強度としては「ややきつい」程度、最大酸素摂取量（最大運動負荷強度）の60%程度を越さないことが必要であろうと考えられる。

妊婦に対する適正運動負荷強度、運動プログラムの決定のためには、妊婦のスポーツ活動にともなう胎児心拍数の変動とともに、子宮収縮に関する今後の詳細な検討も必要である。

結 論

妊婦スポーツが妊娠・分娩経過に及ぼす影響は、これまでに経験的に行われていた運動プログラムにおいては、とくに重大な問題点は指摘されていない。しかし、妊婦のスポーツ活動が胎児に及ぼす影響に関するこれまでの検討は、出生時の新生児体重に関する事項が主要な内容である。すなわち、妊婦のスポーツ活動が胎児に及ぼす直接的、短期的影響としての、スポーツ活動期間中の胎児心拍数の変動に関する詳細な検討、報告は未だ少ない。

今回、妊娠36週以降の妊婦を対象として、トレッドミルを用いる漸増負荷法による運動負荷試験を実施して母児の心拍数の変動を検討し、以下の結論を得た。

1. 運動負荷方法として、ゆっくりとした歩行速度(2.0km/h)で行うことにより、胎児心拍を正確に検出、記録することが出来た。

2. 妊婦の運動にともなう胎児心拍数の変動は、明らかに問題となるような変動は認められなかったが、母体に対する運動負荷強度が強い場合には、運動終了前後において軽度頻脈を呈する妊婦があった。

3. 妊婦に対する適正運動負荷強度としては、主観的な運動強度としては「ややきつい」程度、最大酸素摂取量の60%を超えない範囲が良いと思

われる。

妊婦に対する適正運動負荷強度、運動プログラムの決定には、スポーツ活動にともなう胎児心拍数の変動とともに、子宮収縮に関する詳細な検討も、今後の重要な課題である。

謝 辞

本研究実施に際し、終始懇切なご協力を頂いた、東一工業株式会社開発課齊藤武男氏、ならびにジョイフル・アスレチック・クラブ糸山直文氏、安達幸夫氏、高橋美智代嬢、松崎輝美嬢、根本幸枝嬢に深謝致します。

文 献

- 1) 目崎 登; 妊婦と運動, *Medical Way*, **2**: 47—50 (1985)
- 2) 田中泰博; 妊婦とスポーツ—マタニティビクス—, *臨床スポーツ医学*, **5**: 331—338 (1988)
- 3) 越野立夫, 諏訪善宣; 妊娠とスポーツ—妊婦水泳—, *産婦人科の実際*, **37**: 723—728 (1988)
- 4) 目崎 登, 佐々木純一; 妊産婦の運動メニュー, *からだの科学*, **137**: 90—94 (1987)
- 5) 伊藤博之; マタニティエクササイズの現状と展望, *ペリネイタルケア*, **6**: 1341—1345 (1987)
- 6) 目崎 登, 本部正樹, 鍋島雄一, 佐々木純一; 妊婦とスポーツ—基本的な考え方と原則論—, *周産期医学*, **18**: 187—189 (1988)
- 7) 目崎 登; メディカルチェック—女性の場合—, *日経スポーツメディスン*, *日経メディカル編集*, 60—62, 日経BP社 (1988)
- 8) 目崎 登, 鍋島雄一; スポーツと臨床応用—妊産婦—, *最新医学*, **43**: 2264—2268 (1988)
- 9) Veille, J., Hohimer, A.R., Burry, K. and Speroff, L.; The effect of exercise on uterine activity in the last eight weeks of pregnancy, *Am. J. Obstet. Gynecol.*, **151**: 727—730 (1985)
- 10) Soiva, K., Salmi, A., Gronroos, M. and Peltonen, T.; Physical working capacity during pregnancy and effect of physical work tests on foetal heart rate, *Ann. Chir. Gynaecol.*, **5**: 187—196 (1964)
- 11) Boddy, K. and Dawes, G.S.; Fetal breathing, *Br. Med. Bull.*, **31**: 3—7 (1975)

- 12) Hon, E.H. and Wohlgemuth, R.; The electronic evaluation of fetal heart rate IV, The effect of maternal exercise, *Am. J. Obstet. Gynecol.*, **81** : 361—371 (1961)
- 13) Clapp, J.F. III; Fetal heart rate response to running in midpregnancy and late pregnancy, *Am. J. Obstet. Gynecol.*, **153** : 251—252 (1985)
- 14) Dressendorfer, R.H. and Goodlin, R.C.; Fetal heart rate response to maternal exercise testing, *Phys. Sportsmed.*, **8** : 91—94 (1980)
- 15) Paolone, A.M., Shangold, M., Paul, D., Minnitti, J. and Weiner, S.; Fetal heart rate measurement during maternal exercise -avoidance of artifact-, *Med. Sci. Sports Exerc.*, **19** : 605—609 (1987)