

機関番号：15501
 研究種目：基盤研究(C)
 研究期間：2008～2010
 課題番号：20500505
 研究課題名（和文） 痩身若年女性における各種ストレス時の循環応答及び動脈硬化度に関する検討
 研究課題名（英文） Cardiovascular responses to various stresses and arterial stiffness in lean young women.
 研究代表者
 曾根 涼子 (SONE RYOKO)
 山口大学・教育学部・教授
 研究者番号：50271078

研究成果の概要（和文）：一般若年女性において、手を冷水に浸けることによって急性の寒冷ストレスを負荷した場合の血圧上昇の大きさは、体脂肪率に依存して変化し、体脂肪率が26%付近を境にして、低体脂肪率と高体脂肪率のいずれにおいても増大する傾向があることが明らかになった。したがって、急性ストレスによる循環系に対する負担の面から、肥満者、および近年若年女性において増加している痩身者のいずれも問題であり、適正な体脂肪率に維持することが重要であると考えられた。

研究成果の概要（英文）：In young women, the magnitude of the pressor response to cold stress loaded by immersing their hand in iced water depended on the body fat ratio (%Fat), and had a tendency to increase at a lower and higher %Fat as a border of ~26%. Thus, it was supposed that, in respect of the load on the cardiovascular system added by the acute stress, both lean and obese physiques may be problematic, and the %Fat should be adequately maintained.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	2,600,000	780,000	3,380,000
2009年度	500,000	150,000	650,000
2010年度	600,000	180,000	780,000
年度	0	0	0
年度	0	0	0
総計	3,700,000	1,110,000	4,810,000

研究分野：運動生理学

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学・身体教育学

キーワード：痩せ、月経周期、女性ホルモン、血圧、動脈硬化、ストレス

1. 研究開始当初の背景

近年、特に若年女性の痩身化が著しい。日本肥満学会の基準ではボディ・マス・インデックス (BMI) が $18.5 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ 未満を痩せ (低体重) と判定する。この基準を適用すると、痩身者の割合は、全年代の男女の中で20歳代の女性において最も多く、2割を超え、この20年で約2倍になっている。

ところで、痩身化が進むにつれて、希発月経などの月経異常は増加する。そのような月

経異常を有する痩身の若年女性では、女性ホルモンの分泌が低下していることが考えられる。

女性ホルモンの一つであるエストロゲンは、運動や精神的ストレスに対する血圧の上昇 (循環系への負担) を抑えたり、動脈硬化の進行を防ぐように働くことなどが報告されている。動脈硬化度はストレス時の昇圧応答の大きさと関連するという。したがって、若年女性におけるストレス時の血圧応答や

動脈硬化度は体型や月経の状態によって異なる可能性があると考えられるが、そのような検討は行われていない。

女性ホルモンの分泌は月経周期の時期によって明らかに異なる。したがって、月経周期の時期がストレス時の昇圧応答や動脈硬化度に影響する可能性もあると考えられる。仮にそのような影響があるとすると、体型や月経の状態の影響は、全被検者について月経周期の時期を限定して調べるべきであろう。実際、月経周期の時期がストレス時の昇圧応答や動脈硬化度に及ぼす影響について検討した先行報告はあるが、統一的な見解は示されていない。その原因として、先行研究では、1被検者についての調査期間が短く、1月経周期中の調査回数が数回と少ない場合がほとんどであり、対象者の平均的な応答が得られていないことが挙げられるであろう。

これらのことから、体型や月経の状態がストレス時の昇圧応答および動脈硬化度に及ぼす影響について、まず、月経周期の影響を明らかにした後に検討することにした。

2. 研究の目的

(1) 正常月経の一般若年女性を対象として、月経周期が各種ストレス時の循環応答および動脈硬化度に及ぼす影響について検討することを目的とした。

(2) 一般若年女性を対象として、体型や月経の状態が各種ストレス時の循環応答および動脈硬化度に及ぼす影響について検討することを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 被検者は、非喫煙で健康な正常月経の一般若年女性 8 名とした。被検者は、3 月経周期以上にわたって 3 日に 1 回程度の頻度でストレステスト、血圧脈波検査および月経随伴症状の調査を行った。全実験は、各被検者について基本的には午前と同じ時間帯に行った。

ストレステストは椅座位で 3 つ、すなわち最大随意握力の 30% の力での静的掌握運動負荷テスト、メンタルストレステストの一つであるカラーワードテスト、および氷水 (2~3℃) への手の浸水による、いわゆる寒冷昇圧テストを休憩を挟んで各 2 分間行った。運動負荷テストの場合には、運動直後に運動を行った腕への動脈血流の遮断 (阻血) を 1 分間行った。また、運動負荷テストは右手で行い、寒冷昇圧テストは左手で行った。各ストレステスト時には血圧および心拍数を一拍毎に連続的に測定し、ストレスに対するそれ

ぞれの応答の大きさは、各ストレス時あるいは阻血時の平均値とストレス前の安静値との差 (Δ) で求めた。

血圧脈波検査では、仰臥位で、血圧脈波検査装置 (フクダ電子社、Vasara VS-1500) を用いて、動脈硬化度の指標である Cardio-ankle vascular index (CAVI) を自動測定した。すなわち、脈波伝播速度と血圧の測定によって、心臓から左右の足首まで、および心臓から左膝までについての各 CAVI 値を測定した。

月経随伴症状は、憂鬱、緊張などの精神症状、乳房痛等を含む 19 項目の各症状について、5 段階 (0~4 点) で評価するようにした質問紙を用いて調査し、合計点を求めた。

実験期間中の月経機能について調査するため、毎日基礎体温を測定し、各月経周期の基本的には黄体期中期において血中女性ホルモン (エストラジオールおよびプロゲステロン) 濃度を測定した。

月経周期は、黄体期を一般的な 14 日間とし、残りを卵胞期として、卵胞期、黄体期ともにそれぞれ初期 (それぞれ I および IV 期)、中期 (II および V 期) と後期 (III および VI 期) の 3 期に分けた。

ストレステストおよび血圧脈波検査の結果、基礎体温および月経随伴症状は、被検者毎に月経周期の時期毎に平均した。

(2) 被検者は、非喫煙で定期的な運動習慣のない 20 歳前後の若年女性 46 名 [体脂肪率、 27.5 ± 0.683 (SE) %、 $16.5 \sim 38.6$ % ; BMI、 20.7 ± 0.332 kg/m²、 $16.8 \sim 27.1$ kg/m²] であった。被検者には、事前に、これまでの月経について、月経周期日数、月経持続日数、月経血量などの詳細な調査を質問紙を用いて行った。

実験は、月経開始後 3~7 日の間の基本的に午前中に行った。被検者は、椅座位でストレステストを行った後、仰臥位で動脈硬化度の指標である CAVI 値 (フクダ電子社・VS-1500 による) の測定を行った。ストレステストは、最大随意握力の 30% の力での静的掌握運動負荷テストおよび氷水への手の浸水による寒冷昇圧テストを休憩を挟んで各 2 分間行った。運動負荷テストの場合には、運動直後に運動を行った腕への動脈血流の遮断 (阻血) を 1 分間行った。また、運動負荷テストは非利き手、寒冷昇圧テストは利き手で行った。各ストレステスト時には血圧および心拍数を一拍毎に連続的に測定し、方法 (1) の場合と同様にして、各ストレスあるいは阻血に対する応答の大きさ (Δ) を求めた。

月経周期の影響についての検討[方法(1)]は、カラーワードテストによってメンタルストレスを負荷した場合についても行ったが、予備的な実験の結果、メンタルストレステストの結果には体脂肪率やBMIの影響は明らかではなかった。そのため、本実験[方法(2)]では運動と寒冷ストレスの場合について調査した。

実験当日には、最初に、体脂肪率の測定(タニタ社、InnarScan BC-600による)、および血中女性ホルモン(エストラジオールおよびプロゲステロン)濃度の測定のための採血を行った。また、腹囲、腰囲および大腿囲を測定し、内臓脂肪レベルの指標として、腹囲/腰囲比、腹囲/大腿囲比、および腹囲/身長比を求めた。また、腹部皮下脂肪厚も測定した。

ストレステストおよびCAVIの測定とは異なる日に、20mシャトルランによって体力レベルの調査を行った。

4. 研究成果

(1) 月経周期日数、基礎体温や血中女性ホルモン濃度が正常な一般若年女性において、静的掌握運動負荷テストおよび寒冷昇圧テストにおける血圧および心拍数の応答、および動脈硬化度の指標、CAVI値は月経周期の影響を受けないことが明らかになった。

(2) カラーワードテストの場合には、血圧の応答に月経周期に伴う有意な変動が認められた($p < 0.05$)。すなわち、カラーワードテストによる血圧上昇は、黄体期・後期(VI期、月経開始直前)および卵胞期・初期(I期、月経期)が月経周期の他の時期に比べて大きかった(図1)。2名の被検者において、カラーワードテストにおける血圧の応答は月経随伴症状(合計点)の変化とよく対応した。また、血圧上昇の大きかった時期は、月経周期において、通常、エストロゲンの分泌が低い時期であった。低エストロゲン状態はストレスに対する血圧上昇を大きくすることが報告されている。これらのことから、メンタルストレスに対する血圧応答は月経周期の影響を受けること、およびその影響は月経随伴症状やエストロゲンレベルと関係することが推測された。

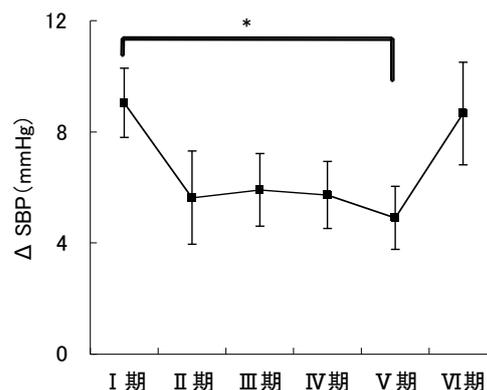


図1. カラーワードテストにおける収縮期血圧(SBP)の応答への月経周期の影響

(3) 本研究の成果(1)および(2)を踏まえると、閉経前女性を対象として、比較的短時間のメンタルストレスを負荷して循環応答を調査する場合には、調査時点の月経周期の時期を同じにする必要があると考えられた。一方、運動や寒冷ストレスに対する循環応答の調査や脈波伝播機能から動脈硬化度の判定を行うような場合には、月経周期の時期についての考慮は必要ないであろうと考えられた。

(4) 健康な一般若年女性において、BMIと体脂肪率との間には直線関係があることが確認された(図2)。この関係から、BMIが 22.2 kg/m^2 を超えると体脂肪率が30%を超えることが分かり、体格(BMI)からすると体脂肪率が高い傾向があることが認められた。BMIが 18.5 kg/m^2 未満であり、低体重域に入る場合でも、体脂肪率が低値である者は少なく、体格と月経異常との関係は明らかではなかった。

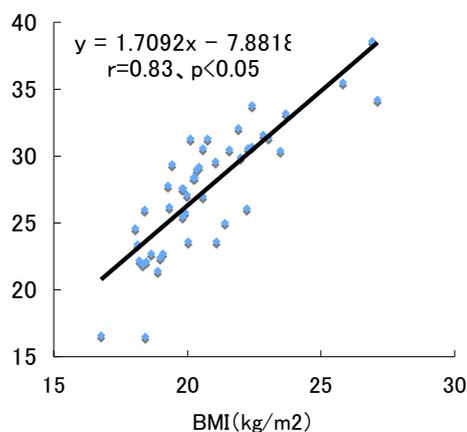


図2. BMIと体脂肪率との関係

(5) 寒冷昇圧テストにおける血圧上昇の大

きさは、体脂肪率が約 26.2%において最も小さく、体脂肪率がそれより低くても高くても大きくなる傾向があること[図 3、平均血圧 (MBP) について見た場合]、および BMI や体脂肪分布指標との間には明らかな関係はないことが示された。ただし、体脂肪率との関係については、データの分布に偏りがないように被検者数を増やして結論する必要があると考えられた。

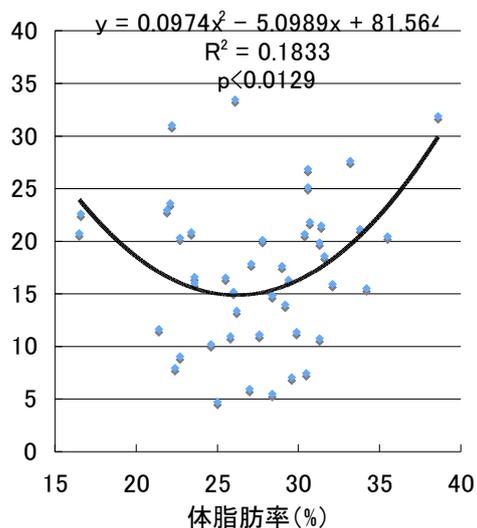


図 3. 寒冷昇圧テストにおける平均血圧 (MBP) の応答への体脂肪率の影響

(6) 寒冷昇圧テストにおける心拍応答、静的掌握運動負荷テストにおける循環応答および CAVI 値には、いずれについても体脂肪率、BMI、および体脂肪分布指標との間に明らかな関係はないことが示された。

(7) 以上のことから、一般若年女性において、寒冷ストレスに対する昇圧応答の大きさは、体脂肪率と密接に関係しており、低体脂肪率と高体脂肪率のいずれにおいても増大する傾向があることが明らかになった。したがって、体脂肪率を適正範囲に維持することは、一般に言われるような肥満との関係だけでなく、ストレス負荷時の循環器系に対する負担の面からも、重要であると考えられた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者および連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 0 件)

[学会発表] (計 3 件)

①Ryoko Sone, The effects of menstrual cycle on cardiovascular response to

mental stress and arterial stiffness. Experimental biology 2010, 2010.4.25, California, USA

- ②Ryoko Sone, The effects of menstrual cycle on cardiovascular responses to exercise, cold and mental stresses and spontaneous baroreflex sensitivity. International Sports Science Network Forum in Nagano 2009, 2009.8.2, 長野県, 軽井沢プリンスホテル
- ③積山由佳, 一般若年女性の月経周期がメンタルストレス時の循環応答および動脈硬化度に及ぼす影響. 山口県体育学会第 53 回大会, 2008.12.13, 山口県, 山口大学

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

ホームページ等 なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

曾根 涼子 (SONE RYOKO)
山口大学・教育学部・教授
研究者番号: 50271078

(2) 研究分担者

丹 信介 (TAN NOBUSUKE)
山口大学・教育学部・教授
研究者番号: 00179920

(3) 連携研究者

山崎 文夫 (YAMAZAKI FUMIO)
産業医科大学・産業保健学部・准教授
研究者番号: 80269050