

# 女子中学生の貧血罹患患者数増加の原因究明

高瀬 育子\*・池川 茂樹\*\*・直原 幹\*\*

(平成24年9月28日受付；平成24年11月5日受理)

## 要 旨

【目的】近年、日本では女子中学生の貧血罹患患者数が急増しているが、その原因はわかっていない。そこで我々は、この原因の一部を明らかにすることを目的とし、本研究を実施した。【方法】中学生282名（男子133名、女子149名）の座位安静時ヘモグロビン濃度を、近赤外分光画像計測法を用いて計測した。【結果】思春期発来体重に達している者（男子の場合 $\geq 55\text{kg}$ 、女子の場合 $\geq 47\text{kg}$ ）、そうでない者に関わらず、ヘモグロビン濃度は、女子に比べて男子の方が有意に高かった（共に $P < 0.001$ ）。また、男子においては、思春期発来体重に達している者はそうでない者に比べて、ヘモグロビン濃度は有意に高値を示したが（ $P = 0.021$ ）、女子においては、思春期発来体重に達している者とそうでない者の間に差は見られなかった（ $P = 0.302$ ）。さらに、思春期発来体重に達した女子の間でのみ、BMIとヘモグロビン濃度の間に正の相関がみられた（ $r = 0.342$ ,  $P = 0.012$ ）。【結論】この結果は、思春期発来後の女子中学生の中の痩せ型の生徒の割合が増加したことが、女子中学生の貧血罹患患者を増加させている可能性を示唆している。

## KEY WORDS

anemia 貧血, hemoglobin concentration ヘモグロビン濃度, puberty 思春期, BMI (body mass index)

## 1. はじめに

貧血とは、ヘモグロビン濃度が低下した状態のことと定義されており<sup>(1)</sup>、世界的にも高い頻度で見られる栄養欠乏症の1つである。例えば、18-44歳代のアメリカ人女性の3-5%が鉄欠乏性貧血に罹患しており、さらに11-13%が、鉄欠乏性貧血の予備軍である鉄欠乏状態であることが報告されている<sup>(2)</sup>。日本も例外ではなく、1981-1991年にかけて行われた調査では、女性の8.5%が鉄欠乏性貧血、33.4%が貯蔵鉄欠乏、8.4%が潜在性鉄欠乏であると報告されている<sup>(3)</sup>。特に近年、日本では、女子中学生の貧血罹患患者が急激に増加している。東京都予防医学協会は、1989年の東京都江東区の子供の貧血検査正常者の割合は95%前後であったのに対し、1994年前後からその割合が低下傾向を示し、2008年には85%程度にまで低下していることを報告している<sup>(4)</sup>。これは一般的に、鉄分摂取量の低下が原因であると説明されることが多い。事実、12-14歳の日本人女性に鉄分を1日当たり10mg（月経のある場合は14mg）摂取することを推奨されている<sup>(5)</sup>にも関わらず、実際に1日当たりに摂取されている鉄分は7mgに満たない<sup>(6)</sup>。しかし、これだけでは女子中学生の貧血罹患患者増加を、鉄分摂取量不足のみで説明できない。なぜなら、男子中学生の食生活においても、女子中学生同様、推奨されている鉄分摂取量を満たしていない<sup>(5,6)</sup>にも関わらず、1989年から2008年まで貧血検査正常者の割合にほとんど変化が見られないからである<sup>(4)</sup>。また、鉄分摂取と貧血の関係についての研究結果は様々であり、未だ貧血に対する鉄分摂取の影響ははっきりしていない。例えば、Hallらが、6-19歳の子供に毎週65mgの鉄分と0.25mgの葉酸を10週間与えることで、貧血が改善することを報告している<sup>(7)</sup>一方で、Klingshirnらは、若年女性に8週間の鉄分経口投与を行っても、ヘモグロビン濃度は上昇しないことを報告している<sup>(8)</sup>。以上のような理由から、近年の女子中学生の貧血罹患患者急増の原因は不明である。一方、学童期の子供に比べて、思春期の女性に鉄欠乏貧血が多いことが知られている<sup>(9)</sup>。このことは、性成熟がヘモグロビン濃度に影響を及ぼしている可能性があることを示唆している。また、ヘモグロビン濃度が思春期の男女で異なった動向を示す可能性があることは、前にも示した通りである<sup>(4)</sup>。こういったことから、我々は、「思春期発来前後のヘモグロビン濃度の変化は、男女間で異なった傾向を示す」という仮説を持つに至り、本研究を実施した。この仮説を検証することを通して、女子中学生の貧血罹患患者増加の原因の一部を明らかにすることが、本研究の目的である。

## 2. 方法

### 2.1 研究実施期間

本研究は、2011年4－5月に実施した。

### 2.2 研究対象

本研究では、上越教育大学附属中学校の生徒282名（男子133名，女子149名）を対象とした。また，各対象およびその保護者から，インフォームドコンセントを得た上で本研究を実施した。対象の身体的特性は，表1に示した通りである。

### 2.3 測定

ヘモグロビン濃度：ヘモグロビン濃度は，末梢血管モニタリング装置（ASTRIM SU; sysmex社）を用いて，近赤外分光画像計測法<sup>(10)</sup>により測定した。測定は，午前中に，気温18－20℃，相対湿度50－60％に維持された室内で行い，測定前には最低10分間の安静をとるように指導を行った。測定時の姿勢は安静座位とし，測定直前に両手をこすり合わせて，手を温めるように指導した。

### 2.4 統計解析

男女共に精通，初潮が始まるとされる体重<sup>(11)</sup>を基準に群分けを行い，統計解析を行った。すなわち，男子の場合，体重が55kgに達している群とそうでない群に，女子の場合，体重が47kgに達している群とそうでない群に群分けをした（表1）。被験者特性の値は，平均値±標準偏差で示し（表1），その他の値に関しては，平均値±標準誤差で示した。被験者特性およびヘモグロビン濃度は，2元配置分散分析法を用いて検定を行った後，Tukey-Kramer法により，群間の差を検出した（表1，図1）。BMIとヘモグロビン濃度の関係については，ピアソンの相関関係を用いて相関の有無を検定した（図2）。本研究では， $P < 0.05$ となった場合，帰無仮説を棄却した。

表1．本研究対象者の身体的特性

	男子			女子		
	<55kg	≥55kg	全体	<47kg	≥47kg	全体
対象者(人)	102	31	133	96	53	149
年齢(歳)	11.8 ± 0.8 (範囲11-14)	12.5 ± 0.8* (範囲11-14)	12.0 ± 0.8 (範囲11-14)	11.9 ± 0.8 (範囲11-14)	12.3 ± 0.8* (範囲11-14)	12.0 ± 0.8 (範囲11-14)
身長(cm)	156.8 ± 8.3	169.0 ± 7.5*	159.6 ± 9.6	153.1 ± 4.8#	157.4 ± 5.1*#	154.6 ± 5.3#
体重(kg)	44.5 ± 6.4	61.9 ± 8.6*	48.5 ± 10.1	40.7 ± 3.8#	51.4 ± 4.8*#	44.5 ± 6.6#
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	18.0 ± 1.6	21.7 ± 2.6*	18.9 ± 2.4	17.4 ± 1.4#	20.8 ± 2.1*#	18.6 ± 2.4

値は，平均値±標準偏差で示している。\*は， $P < 0.05$  vs 思春期発来体重（男子の場合≥55kg，女子の場合≥47kg）に達していない群を表している。また，#は， $P < 0.05$  vs 男子を表している。

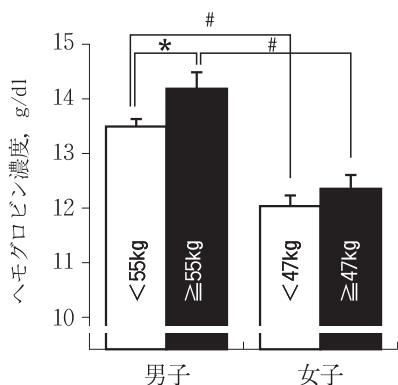


図1．思春期発来体重（男子の場合≥55kg，女子の場合≥47kg）に達した者とそうでない者とのヘモグロビン濃度の比較。

白抜きは思春期発来体重に達していない群，塗りつぶしは思春期発来体重に達した群のヘモグロビン量を表している。値は，平均値±標準誤差で示している。\*は， $P < 0.05$  vs 思春期発来体重（男子の場合≥55kg，女子の場合≥47kg）に達していない群を表している。また，#は， $P < 0.05$  vs 男子を表している。

### 3. 結果

図1は、中学生男女における、思春期が到来すると考えられる体重に達した者とそうでない者の、血中ヘモグロビン濃度を比較したものである。思春期到来体重に達している者（男子の場合 $\geq 55\text{kg}$ 、女子の場合 $\geq 47\text{kg}$ ）、そうでない者に関わらず、ヘモグロビン濃度は、女子に比べて男子の方が有意に高かった（共に $P < 0.001$ ）。また、男子においては、思春期到来体重に達している者はそうでない者に比べて、ヘモグロビン濃度は有意に高値を示した（ $P = 0.021$ ）。一方、女子においては、思春期到来体重に達している者とそうでない者の間に差は見られなかった（ $P = 0.302$ ）。

図2は、中学生男女における、BMIとヘモグロビン濃度の関係を表したグラフである。男子においては、思春期到来体重に達している者、そうでない者に関わらず、BMIとヘモグロビン濃度の間に相関は見られなかった（それぞれ $P = 0.740$ ,  $P = 0.073$ ）。ただし、思春期到来体重に達していない群に関しては、多少の有意傾向が見られた。一方、女子においては、思春期到来体重に達していない者では、BMIとヘモグロビン濃度の間に相関は見られなかったが（ $P = 0.348$ ）、思春期到来体重に達している者においては、BMIとヘモグロビン濃度の間に正の相関がみられた（ $r = 0.342$ ,  $P = 0.012$ ）。

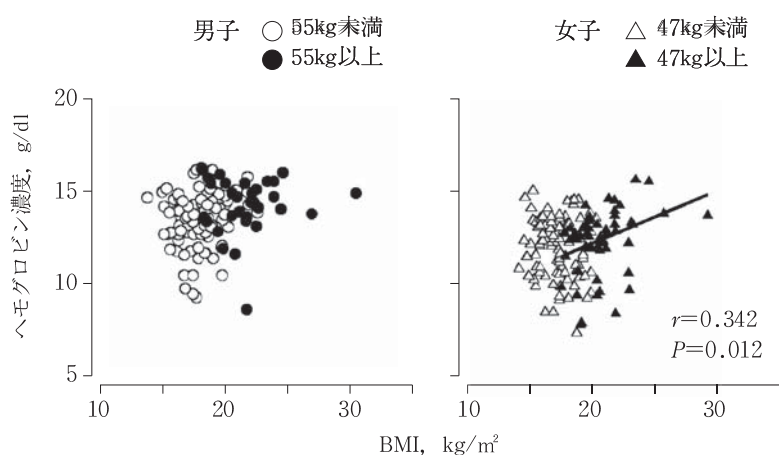


図2. BMIとヘモグロビン濃度の関係。

丸印は男子、三角印は女子を表している。また、白抜きは思春期到来体重に達していない群、塗りつぶしは思春期到来体重に達した群を表している。思春期到来体重に達した女子でのみ、BMIとヘモグロビン濃度の間に有意な相関を認めた（ $r = 0.342$ ,  $P = 0.012$ ）。

### 4. 考察

本研究では、①思春期到来体重に達している者（男子の場合 $\geq 55\text{kg}$ 、女子の場合 $\geq 47\text{kg}$ ）、そうでない者に関わらず、ヘモグロビン濃度は、女子に比べて男子の方が高いこと、②男子においては、思春期到来体重に達している者はそうでない者に比べて、ヘモグロビン濃度は高くなるが、女子においては、思春期到来体重に達している者とそうでない者の間に差は見られないこと、③思春期到来体重に達した女子の間でのみ、BMIとヘモグロビン濃度の間に正の相関がみられることがわかった。

#### 4.1 ヘモグロビン濃度の男女差について

本研究では、思春期到来体重に達しているかどうかに関わらず、ヘモグロビン濃度は、女子に比べて男子の方が高いという結果が得られた（図1）。一般的に男性の赤血球量は、女性に比べて多いことがよく知られている<sup>(12)</sup>。またHawkinsらは、この男女差が12歳ごろから生じる傾向があることを報告している<sup>(13)</sup>。本研究の結果は、これらの報告を裏付けるものであった。

#### 4.2 思春期到来体重がヘモグロビン濃度に与える影響について

本研究では、思春期到来体重とされる $55\text{kg}$ に達している男子のヘモグロビン濃度は、 $55\text{kg}$ に達していない者に比べて高値を示したが（図1）、これは思春期が到来した男子において、赤血球の増加因子として知られる<sup>(14,15)</sup>テストステロンの分泌量が大きく亢進する<sup>(16)</sup>ことが原因であると考えられる。一方、女子においては、男子と同様の傾向が見られなかったが、この原因としては、女性の血中テストステロン濃度は男性の1/10にも満たないということ<sup>(17)</sup>、思春期以降の女性で増加する性ホルモンであるエストロゲンやプロゲステロンは、赤血球の増加因子としては働かないこと<sup>(15)</sup>などが挙げられる。

#### 4.3 BMIとヘモグロビン濃度の関係性について

本研究では、思春期発来体重とされる47kgに達している女子でのみ、BMIとヘモグロビン濃度の間に正の相関が見られたが(図2右側)、これは脂肪細胞から分泌されるレプチンによる赤血球増加効果によるものと考えられる<sup>(18,19,20)</sup>。レプチンの分泌組織である脂肪細胞が増加するに従って、血中レプチン濃度は上昇する。特に女性の場合、思春期が発来すると、脂肪細胞からのレプチンの分泌速度が思春期前の約2倍に上昇するため<sup>(21)</sup>、思春期発来体重に達した女子において、レプチン濃度に影響を受けるヘモグロビン濃度とBMIの相関が高くなったことが予想される。一方、思春期発来体重に達した男子で同様の傾向が見られなかったことに関しては(図2左側)、脂肪細胞からのレプチン分泌速度の低下によって説明がつく。Horlickらは、男性の場合、思春期発来後にはレプチン分泌速度が思春期前の半分以下にまで低下することを報告している<sup>(21)</sup>。従って、思春期発来体重に達した男子のヘモグロビン濃度は、レプチンの影響をあまり受けず、その結果、思春期発来体重に達した男子のBMIとヘモグロビン濃度の間に有意な相関が見られなかったと考えられる。思春期発来体重に達していない男女において、BMIとヘモグロビン濃度に有意な相関が見られなかった理由としては、思春期前は男女とも、脂肪量も少なく、脂肪細胞からのレプチンの分泌速度も遅いことが考えられる。実際、血中レプチン濃度は思春期前の男女とも低い値を示すことがわかっており、それぞれ思春期発来後の女性の血中レプチン濃度の1/3(男性)、1/8(女性)程度であることが報告されている<sup>(21)</sup>。思春期発来体重に達していない男子において、BMIとヘモグロビン濃度の間に有意な相関が見られなかったものの、 $P=0.073$ と有意傾向が見られる。これに関しては、思春期前男子の血中レプチン濃度は、思春期発来後女性のそれに比べては低値であるものの、思春期発来後男性の血中レプチン濃度の約2.5倍と、ある程度高い値を示すという先行研究のデータ<sup>(21)</sup>により説明ができる。

#### 4.4 女子中学生の貧血罹患患者急増の原因について

本研究では、思春期発来体重に達した女子の間でのみ、BMIとヘモグロビン濃度の間に有意な正の相関が見られたが(図2右側)、この結果は、思春期発来後の女子に関しては、痩せすぎが貧血の原因となり得ることを示唆している。実際に、13歳女子の内、痩せ型の子の割合を見てみると、1989年には2.83%であったものが、中学生女子の貧血罹患患者が急増し始めた1994年には3.22%、さらに2005年には4.23%にまで増加している<sup>(22)</sup>。この女子中学生の中の痩せ型の生徒の割合の変化は、貧血検査正常者の割合の変化<sup>(4)</sup>と類似している。このことから、思春期発来後の女子中学生の中の痩せ型の生徒の割合の増加が、女子中学生の貧血罹患患者増加の原因となっている可能性があると考えられる。

### 5. 結論

以上をまとめると、①思春期発来体重に達している者(男子の場合 $\geq 55$ kg, 女子の場合 $\geq 47$ kg)、そうでない者に関わらず、ヘモグロビン濃度は、女子に比べて男子の方が高いこと、②男子においては、思春期発来体重に達している者はそうでない者に比べて、ヘモグロビン濃度は高くなるが、女子においては、思春期発来体重に達している者とそうでない者の間に差は見られないこと、③思春期発来体重に達した女子の間でのみ、BMIとヘモグロビン濃度の間に正の相関がみられることがわかった。

この結果は、思春期発来後の女子中学生の中の痩せ型の生徒の割合が増加したことが、女子中学生の貧血罹患患者を増加させている可能性を示唆している。

### 参考文献

- (1) Beutler AJ. Clinical manifestations and classification of erythrocyte disorders. In: *Williams Hematology* (6<sup>th</sup> ed). New York: MacGraw-Hill, pp.369, 2001.
- (2) Looker AC, Dallman PR, Carroll MD, Gunter EW, Johnson CL. Prevalence of iron deficiency in the United States. *JAMA* 277: 973-976, 1997.
- (3) 内田立身, 河内康憲, 坂本幸裕, 小笠原望, 刈米重夫: 日本人女性における鉄欠乏の頻度と成因にかんする研究—1981年~1991年の福島・香川両県での成績; *臨床血液* 33: pp1661-1665: 1992.
- (4) 前田美穂: 貧血検査の実施成績; *東京都予防医学協会年報* 39: pp53-58: 2010.
- (5) 厚生労働省: 日本人の食事摂取基準2010年版; 医歯薬出版: 2009.
- (6) 厚生労働省: 平成22年度国民健康・栄養調査結果の概要: 2010.

- (7) Hall A, Roschnik N, Ouattara F, Touré I, Maiga F, Sacko M, Moestue H, Bendeck MA. A randomised trial in Mali of the effectiveness of weekly iron supplements given by teachers on the haemoglobin concentrations of schoolchildren. *Public Health Nutr* 5: 413-418, 2002.
- (8) Klingshirn LA, Pate RR, Bourque SP, Davis JM, Sargent RG. Effect of iron supplementation on endurance capacity in iron-depleted female runners. *Med Sci Sports Exerc* 24: 819-824, 1992.
- (9) Halterman JS, Kaczorowski JM, Aligne CA, Auinger P, Szilagyi PG. Iron deficiency and cognitive achievement among school-aged children and adolescents in the United States. *Pediatrics* 107: 1381-1386, 2001.
- (10) 小澤利行, 浅野薫, 沼田成弘, 蓮井康嗣, 高地泰浩, 石原 謙: 近赤外分光画像計測法による血中ヘモグロビン濃度の無侵襲測定: *生体医工学* 43: pp93-102: 2005.
- (11) 黒島晨汎: 性の発達—思春期 In: *標準生理学 第六版*, 生殖: 医学書院: pp948-951: 2005.
- (12) 小坂博昭: 赤血球 In: *標準生理学 第六版*, 血液: 医学書院: pp488-499: 2005.
- (13) Hawkins WW, Speck E, Leonard VG. Variation of the hemoglobin level with age and sex. *Blood* 9: 999-1007, 1954.
- (14) Krabbe S, Christensen T, Worm J, Christiansen C, Transbøl I. Relationship between haemoglobin and serum testosterone in normal children and adolescents and in boys with delayed puberty. *Acta Paediatr Scand* 67: 655-688, 1978.
- (15) Pequignot JM, Spielvogel H, Caceres E, Rodriguez A, Semporé B, Pequignot J, Favier R. Influence of gender and endogenous sex steroids on catecholaminergic structures involved in physiological adaptation to hypoxia. *Pflugers Arch* 433 (5): 580-586, 1997.
- (16) Andersson AM, Juul A, Petersen JH, Muller J, Groome NP, Skakkebaek NE. Serum inhibin B in healthy pubertal and adolescent boys: Relation to age, Stage of puberty, and follicle-stimulating hormone, luteinizing hormone, testosterone, and estradiol levels. *J Clin Endocrinol Metab* 82: 3976-3981, 1997.
- (17) Briggs M, Briggs M. Relationship between monoamine oxidase activity and sex hormone concentration in human blood plasma. *J Reprod Fert* 29: 447-450, 1972.
- (18) Cioffi JA, Shafer AW, Zupancic TJ, Smith-Gbur J, Mikhail A, Platika D, Snodgrass HR. Novel B219/OB receptor isoforms: Possible role of leptin in hematopoiesis and reproduction. *Nature Med* 2: 585-589, 1996.
- (19) Bennett BD, Solar GP, Yuan JQ, Mathias J, Thomas GR, Matthews W. A role for leptin and its cognate receptor in hematopoiesis. *Curr Biol* 6: 1170-1180, 1996.
- (20) Mikhail AA, Beck EX, Shafer A, Barut B, Smith-Gbur J, Zupancic TJ, Schweitzer AC, Cioffi JA, Lacaud G, Ouyang B, Keller G, Snodgrass HR. Leptin stimulates fetal and adult erythroid myeloid development. *Blood* 5: 1507-1512, 1997.
- (21) Horlick MB, Rosenbaum M, Nicolson M, Levine LS, Fedun B, Wang J, Pierson RN, JR, Leibel RL. Effect of puberty on the relationship between circulating leptin and body composition. *J Clin Endocrinol Metab* 85, 2509-2518, 2000.
- (22) 文部科学省: 学校保健統計調査: 年次統計: 2012.

# Investigation about the Cause of Increasing Junior High School Girls Suffering from Anemia.

Ikuko TAKASE\* · Shigeki Ikegawa\*\* · Kan JIKIHARA\*\*

## ABSTRACT

**OBJECTIVE:** We investigated the cause that the number of junior high school girls suffering from anemia has been increasing in Japan. **METHODS:** A total of 282 junior high school students (133 boys and 149 girls) examined hemoglobin concentration with using near-infrared spectrophotometry. **RESULTS:** Regardless of the students who were accomplished the puberty onset weight (55kg for boys, 47kg for girls), boys hemoglobin concentration was significantly higher than girls one ( $P < 0.001$ ). Hemoglobin concentration in boys accomplished the puberty onset weight was significantly higher than in boys who were short of the puberty onset weight ( $P < 0.021$ ), while there was no significant difference between hemoglobin concentration in girls accomplished the puberty onset weight and one in girls who were short of the puberty onset weight ( $P = 0.302$ ). Additionally, a significant positive correlation between body mass index and hemoglobin concentration in only girls accomplished the puberty onset weight ( $r = 0.342$ ,  $P = 0.012$ ). **CONCLUSION:** Our results indicate that increasing the number of junior high school girls suffering from anemia might be caused by increasing the number of lean junior high school girl during puberty.

---

\* University Attached Lower Secondary School    \*\* Music, Fine Arts and Physical Education