

アレルギー原因食品を除去した保育園給食中の脂肪酸 およびコリンリン脂質由来コリン含量について

上 田 愛 子¹, 杉 山 寿 美¹, 石 永 正 隆^{*,1}

(2006年9月29日受付; 2007年1月10日受理)

要旨: 食物アレルギー児を対象として、卵・牛乳・大豆・小麦・青魚等多くの食品を除去した給食 (A 保育園) と卵・牛乳・大豆を除去した給食 (B 保育園) 中の脂肪酸およびコリンリン脂質由来のコリン量を測定した。分析の対象として、間食も加えた。総脂肪酸含量は平均でともに約 9.0 g で一般より少なく、魚を主菜にした給食では A 保育園で 5.2 g, B 保育園で 6.8 g, 肉を主菜にしたときの 10.8 g と 9.9 g に比べて低かった。一方, IPA, DPA や DHA 含量は, 魚を主菜にした給食では, A と B 保育園で, それぞれ 0.1 g と 0.6 g, 肉を主菜にした給食ではともに 0.05 g 未満であった。また, コリンリン脂質由来のコリン含量は, A と B 保育園で, それぞれ 29.8 mg と 23.5 mg であった。以上の結果から, 脂肪酸含量や IPA や DHA 含量は栄養給与目標値と比べるとかなり低値であるので, 保護者と栄養士が十分連絡を取り, 子どもの栄養指導にあたることが重要であることが認識された。

キーワード: 食物アレルギー, 乳幼児, 脂肪酸, IPA, コリン

わが国の大規模有病率調査から, 乳児期における食物アレルギーの有病率は 5-10% である¹⁾。幼児期は最も耐性が得られやすい時期であり, 加齢とともに有病率は乳児期の 5-10% から学童期の 1-2% へ向かって減少するものと考えられている²⁾。アレルゲンとして, 乳幼児期では鶏卵が圧倒的な頻度を占めるが, 池松らの報告によれば, 卵 72.3%, 牛乳 39.9%, 小麦 12.2%, 大豆 7.4% を占めていた³⁾。その他にもそば, えび, 魚介類などが増え, 加齢とともに抗原種類が多彩となる³⁾。食物アレルギーを発症しやすい乳幼児期は成長期でもあるため, 栄養面での配慮はきわめて重要である。症状発現回避のための食品除去を行う場合は, 除去する食品を最小限度にとどめるべきで, 場合によっては, 除去する食品の種類や数によって, 乳幼児の成長発達に障害を来すことがある⁴⁾⁵⁾。それゆえ, 給食を提供している園や学校は医療機関と協議しながらその対応に細心の注意を払っている⁶⁾。

一方, 保育所給食における食物アレルギー対応と除去食に関する報告は, 実施状況に関するものであり⁷⁾, 実際に食事を分析した例は見あたらない。

魚介類由来のイコサペンタエン酸 (IPA) やドコサヘキサエン酸 (DHA) は種々の生理機能をもち, かつ疾病予防にも必要だといわれている⁸⁾⁹⁾。また, 乳幼児期にはアラキドン酸や DHA の適切な摂取が精神発達上必要であると報告されている¹⁰⁾。したがって, 保育園の給食とい

えども, これらの脂肪酸あるいはリノール酸, α -リノレン酸や IPA を適度に含んでいる必要がある。

われわれは, コレステロール摂取の抑制はコリンの主要な供給源であるコリンリン脂質の摂取が制限されることを報告している¹¹⁾。コリンは神経伝達物質アセチルコリンの前駆体であり, 米国では 1997 年に微量栄養素として, 1 日摂取量が策定された¹²⁾。最近, ヒトの実験でコリン欠乏がリンパ球のアポトーシスや DNA の損傷を増大させることが報告されている¹³⁾。日本では微量栄養素としては策定されていない。おそらく, ベタインや遊離のコリンを含む魚介類や野菜類を摂取しているためだと思われる¹⁴⁾。しかしながら, 食物アレルギーの原因食として多くの食品が除去された場合は注意を要する。

そこで, 2 カ所の保育園において提供されている原因食を除去した給食中の脂肪酸, コレステロール, コリンリン脂質由来のコリン含量を陰膳方式にて 1 カ月分を分析した。

方 法

原因食を除去したアレルギー食を提供している広島県内の A 保育園 (2 歳児対象, 21 日分; 2004 年 1 月) および B 保育園 (3-5 歳児対象, 27 日分; 2004 年 2 月) から, 昼食と間食の献立に基づいて 5 人分を調理し, そのうちの 1 人分を試料 (昼食と間食を混合) とした。な

* 連絡者・別刷請求先 (E-mail: isinaga@pu-hiroshima.ac.jp)

¹ 県立広島大学健康科学科 (734-8558 広島市南区字品東 1-1-71)

ぜなら、1人分だけの調理では、使用する調理器具にもよるが、乳幼児ゆえに食材の分量が少量なので、料理の際に加える水分量や油分量に問題が生じるからである。一方、園児が持参した弁当（間食を含む）についての分析は除外した。

給食試料をミキサーで碎いた後、Bligh & Dyer 法にて脂質を抽出し、得られた粗脂質をクロロホルムに溶解し、分析するまで -80°C に保存した¹¹⁾¹⁵⁾。

コレステロールや脂肪酸の測定は従来の方法で測定した¹¹⁾。コリンリン脂質（レシチン、リゾレシチン、スフィンゴミエリン）由来のコリン量は新しく開発した方法を用いて測定した¹⁶⁾。すなわち、粗脂質をホスホリパーゼ D で処理し、遊離してきたコリンリン脂質由来のコリンを三ヨウ化物イオンと反応させ、生じたコリン-過ヨウ素酸塩を 365 nm の吸光度で測定し、コリン含量を求めた。いずれも測定は 2 ないし 3 連で行った。

統計処理は Stat View 5.0 (Windows 版, SAS Institute) を用いて行った。値は平均値 $\pm$ 標準偏差で表し、肉給食と魚給食間の有意差検定は Mann-Whitney U 検定で行い、統計的有意差水準は $p < 0.05$ とした。

結 果

1. 保育所における給食の分類

A, B 保育所から提供された献立を基に表 1 のように分類した。主菜に魚介類を用いた場合を魚給食、肉を用いた場合を肉給食とした。A 保育所の場合、青魚や鶏肉・牛肉が除去食品なので、魚給食は赤身や白身の魚を用い、肉給食の場合は豚肉を用いていた。A 保育園の場合は、原因食品が多種類の園児達に対応しているため除去食品がかなり多く、使用できる材料もかなり限定されていた。また、いずれの保育園でも、肉給食の場合でも献立には魚が使われているものもあった。

2. 脂肪酸の組成と含量

図 1 には A, B 保育園における 1 カ月間の給食中の総脂肪酸含量の推移を示している。総じて魚を主菜にした給食では 8 g/日以下で、特に青魚を除去食品としていた A 保育園では 4 g/日以下が 4 日間あった。いずれの保育園でも、肉料理が続くことがないように、魚料理を適宜取り入れて給食を組み立てていた。また、B 保育園の 20 日目の肉給食で、総脂肪酸量が 2.2 g と他の日より著しく低かったが、この日は動物性食品として、鶏もも肉が

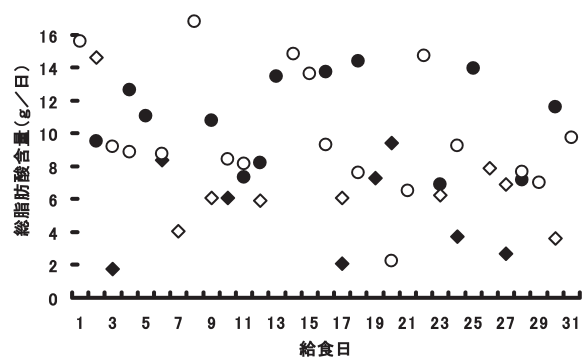


図 1 保育園における給食中の総脂肪酸含量
給食（昼食と間食）が提供された日にちごとに、給食中に含まれる総脂肪酸量を示す。●◆は A 保育園を示し、○◇は B 保育園を示す。○●は肉が主菜の給食を示し、◆◇は魚が主菜の給食を示す。

15 g 使用されているにすぎなかった。

表 2 に各保育園の給食中（昼食と間食）の脂肪酸のクラスごとの割合と含量を示した。

制限食品数が多い A 保育園において、肉給食の方が総脂肪酸量は 10.8 g で、魚給食の 5.2 g より 2 倍ほど高かった ($p < 0.05$)。いずれの保育園でも魚給食で総脂肪酸量が 2 g 前後というかなり低含量の給食があった。また、A 保育園では、肉給食と魚給食でモノ不飽和脂肪酸以外は、脂肪酸組成において有意な差がみられた ($p < 0.05$)。肉給食では飽和脂肪酸とモノ不飽和脂肪酸の割合が高く、両方で 80% 近くも占めていた。多価不飽和脂肪酸は魚給食の方が高く、いずれの保育園でも 40% ぐらいであった。n-6 系多価不飽和脂肪酸は 90% 以上がリノール酸で占められていた。n-3 系多価不飽和脂肪酸の割合は、魚給食の方が肉給食に比べて 3-4 倍高かったが、これは、IPA・ドコサペンタエン酸(DPA)・DHA の含量に依存していた。また、IPA・DPA・DHA の含量については、制限の厳しい A 保育園では、魚給食で 0.1 g であった。しかしながら、制限が緩やかな B 保育園の場合は、魚給食の場合、0.6 g の含量であった。いずれの保育園においても、肉給食の場合、IPA・DPA・DHA の割合は 0.01% 以下であり、含量は 0.05 g 未満であった。

一方、n-6/n-3 は、A および B 保育園で 5.5 と 3.3 であったが、いずれの保育園でも肉給食の場合は、7.1 と 6.6 と高かった。しかし、魚給食の場合は、魚の制限をしていない B 保育園では 1.4、魚の制限をしている A 保育園では 3.5 であった。

3. コレステロール含量

各保育園における給食（昼食と間食）中のコレステロール含量を表 3 に示した。

コレステロールの含量は A 保育園では 25.3 mg, B 保育園では 22.6 mg で、保育園間に有意差はなかった ($p > 0.05$)。A 保育園では、肉給食より魚給食の方が有意に高く 32.8 mg ($p < 0.05$) であった。B 保育園では 28.9 mg

表 1 保育園給食(昼食とおやつ)における除去食品名と給食の分類

保育園名	除去食品名	肉給食数	魚給食数	食数合計
A 保育園 (2 歳児)	卵・鶏肉, 牛肉・牛乳, 青魚, 小麦, 大豆, さといも, えび, いち	13 食	8 食	21 食
B 保育園 (3-5 歳児)	卵, 牛乳, 大豆	18 食	9 食	27 食

表 2 保育所給食（昼食とおやつ）中の脂肪酸組成と脂肪酸含量

			総脂肪酸量 (g)	脂肪酸の割合 (%)				
				IPA+DPA+DHA ¹	SATFA	MUFA	n-6PUFA	n-3PUFA
A 保育園	全体	(21 食)	8.7±4.0 ²	1.2±2.2	23.2±7.8	47.2±9.4	24.7±9.6	4.9±3.8
	肉給食	(13 食)	10.8±2.8	0.0±0.1	27.1±6.5	50.0±5.3	20.2±5.6	2.7±1.7
	魚給食	(8 食)	5.2±3.0*	3.1±2.7*	16.9±5.5*	42.8±13.0	31.9±10.8*	8.4±3.5*
B 保育園	全体	(27 食)	8.9±3.8	2.7±5.9	25.9±7.0	45.8±7.7	21.6±9.3	6.7±6.6
	肉給食	(18 食)	9.9±3.7	0.0±0.0	27.5±5.5	49.1±5.3	20.4±8.5	3.0±1.9
	魚給食	(8 食)	6.8±3.5*	8.2±7.9*	22.8±9.0	39.2±7.5*	24.1±10.6	13.9±6.8*

			脂肪酸含量 (g)/給食					n-6PUFA(g)
			IPA+DPA+DHA	SATFA	MUFA	n-6PUFA	n-3PUFA	n-3PUFA(g)
A 保育園	全体	(21 食)	0.1±0.1	2.1±1.2	4.3±2.3	1.9±0.8	0.4±0.3	5.5±3.3
	肉給食	(13 食)	0.0±0.0	2.8±0.6	5.5±1.7	2.2±0.8	0.3±0.2	7.1±3.5
	魚給食	(8 食)	0.1±0.2	0.8±0.6*	2.5±1.8*	1.4±0.6	0.4±0.3	3.5±2.3
B 保育園	全体	(27 食)	0.2±0.5	2.4±1.4	4.2±2.2	1.7±0.7	0.5±0.6	3.3±1.2
	肉給食	(18 食)	0.0±0.0	2.8±1.4	5.0±2.1	1.8±0.8	0.3±0.2	6.6±3.9
	魚給食	(9 食)	0.6±0.7*	1.7±1.3*	2.6±1.3*	1.5±0.4	1.0±0.8*	1.4±0.5

¹ IPA, icosapentaenoic acid (20:5); DPA, docosapentaenoic acid (22:5); DHA, docosahexaenoic acid (22:6); SATFA, saturated fatty acid (14:0, 16:0, 18:0, 20:0); MUFA, monounsaturated fatty acid (14:1, 16:1, 18:1, 20:1, 魚給食の場合は 22:1 も含む); n-6PUFA, n-6polyunsaturated fatty acid (18:2, 20:2, 20:4); n-3PUFA, n-3polyunsaturated fatty acid (18:3, 22:5, 22:6, 魚給食の場合は 18:4, 20:5 も含む)。² 平均値±標準偏差。* $p < 0.05$ 。

表 3 保育所給食（昼食とおやつ）におけるコレステロールおよびコリンリン脂質由来コリンの含量

施設		含量 (mg/給食)	
		コレステロール	コリンリン脂質コリン
A 保育園	全体	(21 食) 25.3±9.4 ¹	29.8±11.2
	肉給食	(13 食) 20.7±5.1	28.4±7.3
	魚給食	(8 食) 32.8±10.1*	32.2±16.1
B 保育園	全体	(27 食) 22.6±13.3	23.5±9.8
	肉給食	(18 食) 19.4±11.4	20.9±8.1
	魚給食	(9 食) 28.9±15.0	28.7±11.3

¹ 平均値±標準偏差。* $p < 0.05$ 。

と高かったが有意な差ではなかった ($p > 0.05$)。

4. コリンリン脂質由来のコリン含量

ホスホリパーゼ D 処理によりコリンリン脂質, つまりレシチン, リゾレシチン, スフィンゴミエリンから遊離してくるコリンを新しく開発した方法で測定した¹⁶⁾。一般的に, 生体組織ではリン脂質の 30-40%はレシチンであるので, 食事中的コリンリン脂質の主要なものはレシチンである¹⁴⁾¹⁶⁾。各保育所給食のコリンリン脂質由来のコリン量を表 3 に示した。A 保育園では全体の平均が 29.8 mg, B 保育園では全体の平均が 23.5 mg であり, いずれの保育園でも, 肉給食よりも魚給食の方が高い傾向にあった ($p > 0.05$)。

考 察

A 保育園の場合, 1 種類あるいは 2 種類以上のアレルギーを有する園児達全てに対応していたので, 除去食品が著しく多かった。以下に述べるように, 不足する栄養

成分もあるので, それを補うような代替の食品を提供できるように保護者とともに考える必要がある。また, 今後は, 持参した弁当や間食についても調べる必要がある。

図 1 からわかるように, 魚が主菜の給食ではほとんどの場合総脂肪酸量は 7 g/日以下で, 特に青魚を除去している A 保育園では 4 g/日以下である。このことは魚を使った給食の場合, 脂肪量を高く維持するにはかなり困難であることを示し, 魚料理を給食で提供することの難しさを示している。魚料理の工夫が求められる。

平成 13 年厚労省の通知によれば 1-2 歳児および 3-5 歳児の脂肪の栄養給与目標はそれぞれ 31-37 g, 39-47 g/日となっており, 保育所におけるそれは, 共に 16-19 g/日となっている¹⁷⁾。脂肪の 90%以上が脂肪酸量として換算できるが, A, B 保育園ともに脂肪量として 10 g 程度なので給与目標値の 70%程度である。n-6 系脂肪酸や n-3 系脂肪酸の摂取基準について, 平成 15 年の献立表を平成 17 年に制定された新しい摂取基準¹⁸⁾を適用することはできないが, n-6 系脂肪酸が 1.7-1.9 g/給食, n-3 系脂肪酸が 0.4-0.5 g/給食というのはやや低いと考えられる。この原因としては, 一般によく利用される卵, 牛乳および大豆などの加工食品の除去によって, かなり献立が立てにくいことがあげられる。一方, 多様な生理機能を有する IPA・DPA・DHA⁸⁾⁹⁾は, 乳幼児期の正常な認知行動発達に関して, アラキドン酸とともに適度に摂取することが必要である¹⁰⁾。除去食の厳しい A 保育園の肉給食では IPA・DPA・DHA の含量は 0.0 g, 魚給食では 0.1 g だったが, 魚の摂取を制限していない B 保育園の魚給食では 0.6 g であった。しかし, B 保育園の肉給食では 0.1

gにも満たなかった。大人の場合はIPA・DPA・DHAの含量は0.45 g/日と推定されているので¹⁹⁾、乳幼児の場合もなるべく多く摂取できるように、保育園や家庭の献立を考える必要がある。

平成15年度国民健康・栄養調査報告書によれば、コレステロールの1日摂取量は1-2歳女児では172.1 mg、3-5歳男児と女児ではそれぞれ209.4と115.6 mgとなっている²⁰⁾。いずれの保育所においても、コレステロールの含量は30 mg以下であり、1日に換算したとしてもかなり少ない。これは卵あるいは肉や魚を除去しているの、一般の保育園児より著しく少ないと考えられる。

コリンは神経伝達物質アセチルコリンの前駆体であり、米国では1997年に微量栄養素として、1日摂取量が策定されたが¹²⁾、わが国では策定されていない。コリンリン脂質由来のコリン含量は保育所によって差はあるものの、30 mg以下である。これはレシチンの主要な供給源である卵が除去食品の対象になっているからであろう。食事には遊離のコリンや他の水溶性コリン化合物もあるが、食品中のこれらのコリン含量は多くない¹⁴⁾。したがって、アレルゲンとならない動物性食品等を朝食あるいは夕食で摂取する必要があると思われる。また、ベタインからコリンへの直接的な転換はないが、ベタインはメチオニンに変換され、メチオニンはホスファチジルエタノールアミンからレシチンの合成にも使われるので、間接的にはコリンの供給源としてベタインも考えられる²¹⁾。ベタインはエビ、ほうれん草、小麦胚芽などに100 gあたり数百mg以上含まれるので¹⁴⁾、これらを献立に加えることも今後考慮する必要がある。

瀬川と山本が「保育所における食物アレルギーに対する対応と除去食実施に関する研究」で明らかにしているように、保育所で除去食を提供する場合は、かなりの困難さが伴う⁷⁾。したがって、保育園においてアレルギー食に完全に対応するには限界がある。医師、栄養士、保護者がよく話し合って、家庭ではかなり個別に対応できるように指導を行い⁶⁾²²⁾、成長期にある乳幼児の食生活を見守る必要がある。

本実験を遂行するにあたり、ご協力いただきました宮川順江、山田裕子、岸村千恵、津川香奈子の諸氏に感謝いたします。

本研究は(独)日本学術振興会科学研究費補助金および(財)旗影会から援助によって行われたもので、ここに感謝の意を表します。

また、ご協力いただきました各保育所の園長様、担当の方々に感謝いたします。

文 献

- 1) 杉崎千鶴子, 池田有希子, 田知本寛, 海老澤元宏 (2004) 乳児期食物アレルギーの有病率に関する疫学調査 (第3報). アレルギー **53**, 953.
- 2) 今井孝成, 板橋家頭夫 (2005) 学校給食における食物アレルギーの実態. 日児誌 **109**, 1117-22.
- 3) 杉崎千鶴子, 池田有希子, 田知本寛, 海老澤元宏 (2003) 乳児期食物アレルギーの有病率に関する疫学調査—第2報 8か月時調査結果について. アレルギー **52**, 913.
- 4) Hubbard S (2003) Nutrition and food allergies: the dietitian's role. *Ann Allergy Asthma Immunol* **90** (Suppl 3): 115-6.
- 5) 伊藤節子 (1992) アレルギーマーチと食事療法: アレルギーマーチの臨床, (馬場 実監修), p. 149-62. メディカルレビュー社, 大阪.
- 6) 向山徳子 (2006) 食物アレルギー 園・学校での対応のポイント. 小児科臨床 **59** 増刊号, 1417-24.
- 7) 瀬川和史, 山本由喜子 (2005) 保育所給食における食物アレルギーに対する対応と除去食実施に関する研究. 栄養学雑誌 **63**, 13-20.
- 8) Simopoulos AP (2000) Human requirement for N-3 polyunsaturated fatty acids. *Poult Sci* **79**: 961-70.
- 9) 矢澤 一良 (2004) 予防医学を目指すヘルスフードの役割: IPAとDHAについて. 臨床病理 **52**, 249-53.
- 10) Birch EE, Garfield S, Hoffman DR, Uauy R, Birch DG (2000) A randomized controlled trial of early dietary supply of long-chain polyunsaturated fatty acids and mental development in term infants. *Dev Med Child Neurol* **42**: 174-81.
- 11) Ishinaga M, Ueda A, Mochizuki T, Sugiyama S, Kobayashi T (2005) Cholesterol intake is associated with lecithin intake in Japanese people. *J Nutr* **135**: 1451-5.
- 12) Canty DJ (2000) Lecithin, choline, and heart disease. *Inform* **11**: 537-41.
- 13) da Costa K-A, Niculescu MD, Craciunescu CN, Fischer LM, Zeisel SH (2006) Choline deficiency increases lymphocyte apoptosis and DNA damage in human. *Am J Clin Nutr* **84**: 88-94.
- 14) Zeisel SH, Mar M-H, Howe JC, Holden JM (2003) Concentrations of choline-containing compounds and betaine in common foods. *J Nutr* **133**: 1302-7.
- 15) Bligh EG, Dyer WJ (1959) A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can J Biochem Physiol* **37**: 911-7.
- 16) Ueda A, Hanada A, Ishinaga M (2006) Measurement of dietary choline-phospholipid content by a novel phospholipase D-triiodide method. *J Nutr Sci Vitaminol* **52**: 79-81.
- 17) 平成13年7月3日厚生労働省雇用均等・児童家庭局母子保健課長通知.
- 18) 厚生労働省策定 (2005) 日本人の食事摂取基準. 第一出版, 東京.
- 19) 斎藤衛郎 (2001) n-3系多価不飽和脂肪酸の生理的有効性と栄養学的側面から見た安全性評価. 栄養学雑誌 **59**, 1-18.
- 20) 健康・栄養情報研究会編 (2006) 厚生労働省平成15年国民健康・栄養調査報告. 第一出版, 東京.
- 21) Craig SAS (2004) Betain in human nutrition. *Am J Clin Nutr* **80**: 539-49.
- 22) 今井孝成 (2006) 学校での食物アレルギー対策. アレルギーの臨床 **26**, 423-8.

J Jpn Soc Nutr Food Sci **60** : 167-171 (2007)

Original Paper

Content of Fatty Acid and Choline Derived from Choline-phospholipids in
Therapeutic Elimination Diets for Children with Food Allergy
Provided by Nursery School Lunch Services

Aiko Ueda,¹ Sumi Sugiyama¹ and Masataka Ishinaga^{*,1}

(Received September 29, 2006; Accepted January 10, 2007)

Summary : The content of fatty acid (FA) and choline derived from choline phospholipid (choline-choline PL) was measured in school lunches and snacks from two nurseries. Nursery A had eliminated egg, milk, soybean, wheat, and oily fish from their food, whereas nursery B had eliminated only egg, milk and soybean. The mean FA content of the lunches from both nurseries was approximately 9.0 g. In lunches with fish as the main dish, the mean FA content was 5.2 g for nursery A and 6.8 g for nursery B. When meat was the main dish, the mean FA content was higher: 10.8 g for nursery A and 9.9 g for nursery B. In lunches with fish as the main dish, the sum of icosapentaenoic acid (IPA), docosapentaenoic acid (DPA) and docosahexaenoic acid (DHA) was 0.1 g at nursery A and 0.6 g at nursery B. In lunches with meat as the main dish, the sum of IPA, DPA and DHA was less than 0.05 g at both nurseries. The mean content of choline-choline PL in lunches was 29.8 mg at nursery A and 23.5 mg at nursery B. These values for FA, IPA, and DHA are considerably lower than the recommended daily allowances, which highlights the importance of communication with dietitians and parents so that they can provide appropriate nutritional guidance for children.

Key words : food allergy, children, fatty acid, IPA, choline

* Corresponding author (E-mail: isinaga@pu-hiroshima.ac.jp)

¹ Department of Health Science, Prefectural University of Hiroshima, 1-1-71 Ujina-Higashi, Minami-ku, Hiroshima 734-8558, Japan