

知的障がい者と施設スタッフにおける BMI および生活習慣と血中抗酸化能との関連

Association of body mass index and lifestyle with serum total antioxidant capacity and among people with intellectual disabilities and institution staff.

吉田純子
Junko YOSHIDA

キーワード：知的障がい者、BMI、生活習慣、血中抗酸化能

緒言

ヒトの生体内では酸化ストレスによる酸化反応が生じると、これに対抗して抗酸化反応が起こる。血中抗酸化能 (Total Antioxidant Capacity; TAC) は体内抗酸化状態の評価に使用される指標であり、スーパーオキシドラジカル、ヒドロキシラジカル、過酸化水素などの活性酸素種 (ROS) を除去する能力を示す¹⁾。血中 TAC と肥満は関連しており、過体重の健常成人男性及び肥満児童では血中 TAC が高いことが報告されている^{2) 3)}。

知的障がい者を本研究の対象とした理由として、知的障がい者は肥満の頻度が高いことが報告されており⁴⁾ 実際の施設利用者の一部に肥満傾向がみられたため抗酸化能の高まりが予想されること、食事摂取や服薬の状況が抗酸化能に対して影響があるのではないかと推測したことが挙げられる。そこで、知的障がい者の血中 TAC と BMI および食習慣を含む生活習慣との関連性を明らかにすること、また比較対象としての施設スタッフと比べてこれらの関連性における差異を検討することを目的とした。

方法

知的障がい者入所施設および通所施設の利用者 55 名 (男性 35 名、女性 20 名) と施設スタッフ 20 名 (男性 4 名、女性 16 名) を対象とした。本人または家族に対して事前にインフォームド・コンセントにより同意を得た。本研究は岡山大学倫理委員会にて承認された。

調査項目

1. 測定検査項目

①身体測定・血圧測定

身長、体重を測定し、 $\text{体重 (kg)} / \text{身長 (m)}^2$ の式により body mass index (BMI) を算出した。

②血清抗酸化能 (TAC) の測定

空腹時に採血し、採血後室温にて 20 分以上静置し、3000 rpm、5 分間遠心分離して血清を得た。

血清抗酸化能 (TAC) は ABTS 法により測定した⁵⁾。ABTS 法は抗酸化物質が青緑色のラジカル

* くらしき作陽大学 食文化学部栄養学科 Department of Nutrition, Kurashiki Sakuyo University Faculty of Food Culture, Okayama, Japan

ABTS(2,2'-azino-di 3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid) を阻害することを利用した測定法であり、600 nm の吸光度で測定し、測定値は Trolox 当量で表した。

2. 生活習慣調査票（食物摂取頻度調査票を含む）

直近1か月における喫煙、飲酒、食習慣、運動、服薬について生活習慣調査票に回答してもらい、評価した。それぞれの頻度の段階を設定し、当てはまるものに○を記入してもらい選択式とした。例を挙げると、飲酒の場合は「アルコール含有飲料（お酒）をどのくらいの頻度で飲みますか？」の項目に対して「飲まない」「1か月に1回以下」「1か月に2~4回」「1週に2~3回」「1週に4回以上」の5段階とした。

食事調査は食物摂取頻度調査法により食物摂取量と摂取頻度を記入してもらい、エクセル栄養君 FFQg Ver.3.0 を使用して栄養価計算をおこなった。

解析方法

対象者の特性では年齢、血中 TAC、BMI については t 検定または Mann-Whitney の U 検定により、喫煙、飲酒の割合についてはカイ二乗検定により比較した。

血中 TAC に対する年齢、体重、BMI との関連については、Pearson または Spearman の相関係数を算出した。血中 TAC に対する食習慣、生活習慣との関連については、Spearman の相関係数を算出した。血中 TAC に対する栄養素摂取量との関連については、偏相関分析をおこなった。また、血中 TAC を二分位、BMI を四分位に分け血中 TAC と BMI との関連についてロジスティック分析を用いて年齢調整オッズ比及び多変量調整オッズ比を算出した。共変量は、群、年齢、性別、抗けいれん剤服用、喫煙、飲酒、運動、朝食摂取とした。なお、統計解析には解析ソフト SPSS Ver. 22 を使用し両側検定で有意水準は 5% とした。

結果

対象者の喫煙、飲酒の割合及び血中 TAC と BMI の中央値を表 1 に表す。

知的障がい者では血中 TAC の中央値（最小値-最大値）は、428.8 (103.3-981.2) μM トロロックス当量、BMI は 22.2(15.6-41.7) (kg/m^2) であり、施設スタッフと比較して有意差は認められなかった。知的障がい者では飲酒者は 1 割強、喫煙者は全くいないのに対して、施設スタッフでは飲酒者は 6 割、喫煙者は 2 割を占めた。

表 1 対象者の特性

	スタッフ (n=20)	障がい者 (n=55)
年齢 (歳)	40.0 (26-66)	34.0 (19-63) *
男性 (%)	4 (20)	35 (63.6)
女性 (%)	16 (80)	20 (36.4)
血中 TAC (μM Trolox equivalent)	348.3 (111.6-633.2)	428.8 (103.3-981.2)
BMI (kg/m^2)	21.8 (18.2-31.6)	22.2 (15.6-41.7)
飲酒者 (%)	(n=20) 12 (60.0)	(n=51) 6 (11.7) **
現在喫煙者 (%)	(n=20) 4 (20.0)	(n=50) 0 (0) **

値は中央値(最小値-最大値), * $p < 0.05$; ** * $p < 0.01$

t 検定または Mann-Whitney の U 検定

飲酒、喫煙についてはカイ二乗検定

血中 TAC と年齢、体重、BMI との関連を表 2 に示す。知的障がい者と施設スタッフの両方で、BMI と血中 TAC は有意な正の相関を示した (それぞれ $r=0.305(p<0.05)$, $r=0.672(p<0.01)$)。

表 2 血中 TAC と年齢、BMI との関連

	全体 (n=75)	スタッフ (n=20)	障がい者 (n=55)			
年齢 (歳)	-0.142	-0.006	-0.149			
体重 (kg)	0.333	**	0.611	**	0.252	
BMI (kg/m ²)	0.396	**	0.672	**	0.305	*

* $p<0.05$; ** $p<0.01$
PearsonまたはSpearmanの相関係数

表 3 血中 TAC と食習慣、生活習慣との相関

	全体 (n=75)	スタッフ (n=20)	障がい者 (n=55)			
朝食摂取	0.328	**	0.468	*	0.199	
寝る前3時間以内の喫食	-0.098		0.312		-0.180	
抗けいれん剤服用	0.139	-			0.327	*
喫煙	-0.088		0.022		-	
飲酒	0.084		0.407		0.116	
運動の頻度	-0.078		0.005		0.005	

* $p<0.05$; ** $p<0.01$, Spearmanの相関係数

血中 TAC と食習慣、生活習慣との関連を表 3 に示す。施設スタッフでは朝食の摂取と血中 TAC は関連しており ($r=0.468(p<0.05)$)、知的障がい者では抗けいれん剤の服用と血中 TAC が関連していた ($r=0.327(p<0.05)$)。喫煙または飲酒と血中 TAC との相関はみられなかった。

1日あたりの平均栄養素摂取量を表 4 に示す。エネルギー、炭水化物、カルシウム、銅、トコフェロール当量 (α トコフェロール)、ビタミン C、食物繊維は、施設スタッフよりも知的障がい者のほうが多く摂取していた。

血中 TAC と栄養素摂取量との偏相関分析の結果を表 5 に示す。施設スタッフにおいてのみトコフェロール当量と血中 TAC の間に負の相関がみられた。それ以外の栄養素摂取量は血中 TAC と関連がなかった。

表 4 1日あたりの平均栄養素摂取量

	スタッフ (n=20)	障がい者 (n=55)
エネルギー (kcal)	1785.0 (924-2473)	1951.0 (1245-3099) *
タンパク質 (g)	65.8 (31.1-103.3)	73.9 (39.4-94.8)
脂質 (g)	63.3 (20.7-107.6)	65.8 (37.2-114.6)
炭水化物 (g)	207.8 (133.5-319.5)	259.4 (174.3-524.5) **
Ca (mg)	509.0 (187-912)	602.0 (280-892) *
鉄 (mg)	6.6 (3.0-12.4)	8.3 (3.9-11.2)
銅 (mg)	0.96 (0.54-1.49)	1.22 (0.70-2.07) **
マンガン (mg)	2.08 (1.01-3.42)	2.76 (1.66-5.77)
β カロテン当量 (μ g)	3153.5 (467-7606)	3943.0 (979-7974)
トコフェロール当量 (mg)	7.1 (2.7-11.4)	8.1 (4.8-14.0) *
VC (mg)	65.5 (30-143)	91.0 (35-150) *
食物繊維総量 (g)	9.9 (4.9-17.9)	14.0 (7.0-21.3) **
食塩 (g)	8.2 (3.2-15.2)	9.3 (4.8-14.5)

値は中央値(最小値-最大値), * $p<0.05$; ** $p<0.01$, t 検定またはMann-WhitneyのU検定

表5 血中TACと栄養素摂取量との偏相関

	全体 (n=75)	スタッフ (n=20)	障がい者 (n=55)
タンパク質 (g)	-0.049	-0.037	-0.151
脂質 (g)	0.056	-0.075	-0.104
炭水化物 (g)	-0.067	-0.171	0.070
Ca (mg)	-0.129	-0.397	-0.185
鉄 (mg)	-0.041	-0.236	-0.072
銅 (mg)	-0.126	-0.406	-0.034
マンガン (mg)	-0.063	-0.168	0.044
β カロテン当量 (μ g)	-0.106	-0.420	0.050
トコフェロール当量 (mg)	-0.067	-0.563*	-0.011
VC (mg)	-0.007	-0.304	0.052
食物繊維総量 (g)	-0.124	-0.449	-0.038
食塩 (g)	0.044	-0.178	0.079

* $p < 0.05$, 摂取エネルギーを制御変数として偏相関分析をおこなった。

BMI 四分位における血中 TAC に対する年齢調整および多変量調整オッズ比を表 6 に示す。BMI の最低位 (Q1) に対する最高位 (Q4) の多変量調整オッズ比は 7.87(1.16-53.16)であり、BMI は血中 TAC と関連していた (P for trend =0.031)。

表6 BMI 四分位における血中 TAC に対するオッズ比

	Q1	Q2	Q3	Q4	P for trend
全体 (n=75)					
Model 1	1	0.88 (0.23-3.34)	1.46 (0.41-5.15)	5.68 (1.37-23.48)	0.012
Model 2	1	1.22 (0.29-5.17)	1.73 (0.46-6.57)	7.86 (1.67-36.93)	0.008
Model 3	1	0.70 (0.12-3.91)	1.05 (0.19-5.74)	7.87 (1.16-53.16)	0.031

Model 1: 調整なし

Model 2: 群、年齢、性別で調整

Model 3: Model 2に加え、抗けいれん剤服用、喫煙、飲酒、運動、朝食摂取で調整

考察

知的障がい者入所施設の利用者及び施設スタッフを対象に、血中 TAC と BMI および食習慣を含む生活習慣との関連性を検討した結果、血中 TAC と BMI との間に正の相関関係がみられ先行研究と一致していた⁶⁾。さらに、施設スタッフでは血中 TAC は朝食の摂取と、知的障がい者では抗けいれん剤の服用と関連していた。一方、喫煙または飲酒と血中 TAC との相関はみられなかった。群、年齢、性別、抗けいれん剤服用、喫煙、飲酒、運動、朝食摂取で調整しても、BMI の最低位 (Q1) に対する最高位 (Q4) では血中 TAC が 7.87 倍高くなることが判明した。

別の先行研究によると、肥満者では非肥満者と比べてカルボニルタンパク質やヒドロペルオキシドのような酸化ストレスバイオマーカーが有意に増加したと報告されている⁷⁾。これより肥満はスーパーオキシドラジカルやヒドロキシルラジカルのような活性酸素種 (ROS) の生成を促進することが予測され、ROS を消去する抗酸化システムが高まったために BMI 高値の者で血中 TAC が上昇したと考えられる。

抗酸化システムの抗酸化物質には、スーパーオキシドジスムターゼ、カタラーゼ、グルタチオンペルオキシダーゼ、アルブミン、トランスフェリンなどの高分子や尿酸、アスコルビン酸 (ビタミン C)、 α トコフェロール (ビタミン E)、還元型グルタチオン (GSH) などの小分子が存在する⁸⁾。抗酸化作用のある栄養素としてアスコルビン酸、 α トコフェロールおよび β カロテンは食事からの摂取が期待される所だが、本研究ではこれらの抗酸化物質が血中 TAC の上昇に寄与する結果は得られな

かった。また、施設スタッフにおいてのみトコフェロール当量 (α トコフェロール) と血中 TAC の間に負の相関がみられる一方で、朝食摂取は血中 TAC と正相関を示しており相反する結果となった。この理由として、抗酸化物質の摂取量が少ないときは生体防御システムが働き、逆に摂取が十分であるときは直接生体内に影響し抗酸化能が上昇することが推測される。なお、知的障がい者において栄養素と血中 TAC の相関関係が認められなかった理由は、入所、通所の施設で給食を摂取しているために個人差が小さいことが考えられる。また、知的障がい者では抗けいれん剤の服用が血中 TAC に関連があることが示され、そのメカニズムの解明については今後の研究が期待される。

さらに多変量調整しても、BMI の最低位 (Q1) に対する最高位 (Q4) では血中 TAC が 7.87 倍高くなることより、BMI 増加が抗酸化能を上昇させる因子として重要であることが明らかになった。

本研究の限界として、横断研究であること、知的障がい者の場合は本人ではなく家族 (または支援者) が回答せざるを得ないこと、調査票による回答のため過大過小申告になる可能性があることが挙げられる。しかし、知的障がい者を対象とした研究は少ないことや、施設スタッフと比較すると抗酸化能に有意差がないこと、抗酸化能と BMI との関連が判明したことは意義があったと思われる。

知的障がい者は健常者に比較して体重あたりの腹囲が有意に大きいことも報告されており⁹⁾、今後は腹部肥満と抗酸化能との関連についてもより詳細に検討する必要がある。

結論

知的障がい者施設の利用者及び施設スタッフにおいて、BMI 増加が抗酸化能を上昇させる因子として重要であることが判明した。抗酸化能の上昇は生体防御機能の高まりを示していると考えられる。

謝辞

研究にご協力いただきました知的障がい者施設の皆様に心より御礼申し上げます。

引用文献

- 1) Yu TW, Ong CN. Lag-Time Measurement of Antioxidant Capacity Using Myoglobin and 2,2'-Azino-bis(3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid):Rationale,Application, and Limitation. Analytical Biochemistry 1999; 275: 217-223
- 2) Kim SK, Park YS, Byoun KE. Comparison of the total antioxidant status and usual dietary intake in normal and overweight males. Korean Journal of Community Nutrition 2000; 5: 633-641
- 3) Molnar D, Decsi T, Koletzko B. Reduced antioxidant status in obese children with multimetabolic syndrome. Int J Obes Relat Metab Disord 2004; 28: 1197-1202
- 4) 大和田浩子. 知的障害者の栄養状態と栄養管理. 栄養学雑誌 2009; 67(2). 39-48
- 5) Kambayashi Y, Binh NT, Asakura HW. Efficient Assay for Total Antioxidant Capacity in Human Plasma Using a 96-well Microplate. J.Clin.Biochem.Nutr. 2009; 44: 46-51
- 6) Kwak HK, Yoon S. Relation of serum total antioxidant status with metabolic risk factors in Korean adults. Nutrition Research and Practice 2007; 1(4): 335-340
- 7) Karaouzene N, Merzouk H, Aribi M, et al. Effects of the association of aging and obesity on lipids, lipoproteins and oxidative stress biomarkers: A comparison of older with young men. Nutrition, Metabolism&Cardiovascular Diseases 2011; 21: 792-799

- 8) Muchova J, Zitnanova I, Durackova Z. Oxidative Stress and Down Syndrome. Do Antioxidants Play a Role in Therapy? *Physiol.Res.* 2014; 63: 535-542
- 9) 奥宮暁子. 知的障害者施設における肥満症の現況. *肥満研究* 2004; 10(2). 63-68