

原田 正平

文献

- 1) U. S. Department of Health and Human Services. The Health Consequences of Involuntary Exposure to Tobacco Smoke A Report of the Surgeon General-Executive Summary. (<http://www.cdc.gov/tobacco>)
- 2) 浅野牧茂: Passive Smoking - その環境と生体影響. 医学のあゆみ 103: 479-499, 1977.
- 3) Iida K, Proctor R N: Learning from Philip Morris: Japan Tobacco's strategies regarding evidence of tobacco health harms as revealed in internal documents from the American tobacco industry. *Lancet* 363: 1820-1824, 2004.
- 4) 米国立がん研究所: 喫煙とタバコ規制に関する報告書 その10「環境タバコ煙曝露の健康への悪影響」(<http://homepage.mac.com/hidekiss/kodomo71/FileSharing6.html>).
- 5) Tong E K, et al: Changing conclusions on secondhand smoke in a sudden infant death syndrome review funded by the tobacco industry. *Pediatrics* 115: 356-366, 2005.
- 6) 郷間 巖: 発がんへの影響. 治療 87: 1904-1914, 2005.
- 7) Lam T H, et al: The effects of environmental tobacco smoke on health services utilization in the first eighteen months of life. *Pediatrics* 107: e91, 2001.
- 8) Aligne C A, et al: Association of pediatric dental caries with passive smoking. *JAMA* 289: 1258-1264, 2003.
- 9) Hanioka T, et al: Association of melanin pigmentation in the gingiva of children with parents who smoke. *Pediatrics* 116: 186-190, 2005.
- 10) Kum-Nji P, et al: Environmental tobacco smoke exposure prevalence and mechanisms of causation of infections in children. *Pediatrics* 117: 1745-1754, 2006.
- 11) Houston T K, et al: Active and passive smoking and development of glucose intolerance among young adults in a prospective cohort: CARDIA study. *BMJ* doi: 10.1136/bmj.38779.584028.55 (published 7 April 2006).
- 12) Weitzman M, et al: Tobacco smoke exposure is associated with the metabolic syndrome in adolescents. *Circulation* 112: 862-869, 2005.
- 13) 神田秀幸, 他: 未成年者を対象とした喫煙対策の世界的動向 - Cochrane Database of Systematic Reviews における文献考察 - . 保健医療科学 54: 278-283, 2005.
- 14) Tonnesen P: How to reduce smoking among teenagers. *Eur Respir J* 19: 1-3, 2002.
- 15) Gottlieb N H, et al: Minors' tobacco possession law violations and intentions to smoke: implications for tobacco control. *Tob Control* 13: 237-243, 2004.
- 16) 原田正平: NO SMOKING - 受動喫煙の防止と学校敷地内禁煙 医学的立場から. 日本医師会雑誌 135 (第4号別冊): 35-39, 2006.

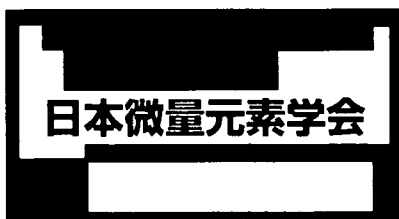
- 17) Poulsen L H, et al: Exposure to teachers smoking and adolescent smoking behaviour: analysis of cross sectional data from Denmark. *Tob Control* 11: 246-251, 2002.
- 18) 尾崎米厚: 青少年の喫煙行動, 関連要因, および対策. *保健医療科学* 54: 284-289, 2005.
- 19) Sargent J D, et al: Effect of seeing tobacco use in films on trying smoking among adolescents: cross sectional study. *BMJ* 323: 1394, 2001 doi: 10.1136/bmj.323.7326.1394.
- 20) McCool J P, et al: Sterotyping the smoker: adolescents' appraisals of smokers in film. *Tob Control* 13: 308-314, 2004.
- 21) Dalton M A, et al: Effect of viewing smoking in movies on adolescent smoking initiation: a cohort study. *Lancet* 362: 281-285, 2003.
- 22) 村田陽平: 未成年者の喫煙対策と喫煙マナー広告—「大人たばこ養成講座」広告にみられる価値観の問題性—. *保健医療科学* 54: 300-308, 2005.
- 23) DiFranza J R, et al: Tobacco promotion and the initiation of tobacco use: assessing the evidence for causality. *Pediatrics* 117: e1237-e1248, 2006.
- 24) Nakahara S, et al: Smoking scences in Japanese comics: a preliminary study. *Tob Control* 14: 71, 2005 doi: 10.1136/tc.2004.009597.
- 25) de Vries H, et al: Challenges to the peer influence paradigm: results for 12-13 year olds from six European countries from the European Smoking Prevention Framework Approach study. *Tob Control* 15: 83-89, 2006.
- 26) Wen C P, et al: Role of parents and peers in influencing the smoking status of high school students in Taiwan. *Tob Control* 14: 10-15, 2005.
- 27) Dalton M A, et al: Use of cigarettes and alcohol by preschoolers while role-playing as adults. *Arch Pediatr Adolesc Med* 159: 854-859, 2005.
- 28) 松崎道幸: 包括的タバコ対策なしに子どもの喫煙は減らせない. *医学のあゆみ* 185: 445-448, 1998.
- 29) Alesci N L, et al: Smoking visibility, perceived acceptability, and frequency in various locations among youth and adults. *Preventive Medicine* 36: 272-281, 2003.
- 30) Stein R J, et al: The pediatrician's role in reducing tobacco exposure in children. *Pediatrics* 106: e66, 2000.
- 31) 斉藤麗子: 乳幼児を煙害から守る小児科医の役割. *小児保健研究* 61: 187-191, 2002.
- 32) 村上直樹: 子どもたちをタバコの害から守ろう. *小児保健研究* 63: 190-193, 2004.
- 33) 大見広規: 小児科医による未成年者への禁煙指導—医師の意向と学校の期待—. *小児保健研究* 63: 324-331, 2004.
- 34) 原田正平, 他: わが国の小児内分泌外来における禁煙指導・禁煙支援の実状調査. *ホルモンと臨床* 54: 1023-1026, 2006.

**BIOMEDICAL
RESEARCH
ON**

TRACE ELEMENTS

Reprint

Vol.18 No.3 2007



**Japan Society
for Biomedical Research
on Trace Elements**

Blood Lead Levels in Japanese Children -Effects of Passive Smoking-

Masayuki Kaji

Health and Hygiene Department, Health, Welfare and Youth Affairs Bureau, Shizuoka City,
Shizuoka 420-8602, Japan

Abstract

Lead is highly toxic to human body especially to children and pediatric lead poisoning has been a public health problem not only in the developing countries, but also in the developed countries. Many studies have been conducted to investigate blood lead levels (BLL) of children of those countries. The mean BLL of Japanese children was among the lowest levels in the industrialized world in the early 1990's and also in the early 2000's according to our study. Fortunately the BLL of children and adults have been decreasing steadily in many countries during these two decades.

Recent studies have revealed that even low-level lead exposure (BLL less than $10\mu\text{g}/\text{dl}$) might adversely affect growth and intellectual development of children, and it is considered now that there does not exist the safe level of blood lead.

Several studies have suggested that passive smoking causes increase of BLL of children, therefore, children should be protected from cigarette smoke for the purpose of avoiding the risk of lead exposure.

Keywords : lead, passive smoking, growth, intellectual development, children

Introduction

Lead (Pb) is one of major environmental pollutants, and is highly toxic to human body. Since children are much more vulnerable to lead toxicity than adults, pediatric lead poisoning has been a public health problem not only in the developing countries, but also in the developed countries. Therefore, many studies have been conducted to investigate blood lead levels (BLL) of children of those countries.

In recent years many studies revealed that low-level lead exposure could adversely affects human health, especially to childhood growth and intellectual development. On the other hand, it has been reported that chil-

dren of smoking parents have a higher BLL than those of non-smoking parents^(1,2).

In this paper, blood lead levels of children of several countries including Japan will be presented partly in relation to passive smoking, and the effects of lead mainly on growth and development of children will be discussed.

Blood lead levels of Japanese children

Study in 1993⁽³⁾ :

There had been few data on the BLL of Japanese children until we studied in 1993. Then we measured the BLL of 188 children (106 boys, 82 girls) aged 1 to 15 years, who visited the pediatric outpatient clinic of Shizuoka General Hospital. We also asked their parents about their smoking style in the home. The subjects were divided into three groups according to the parent's smoking style as follows ;

Group A : Children of smoking parents who usually smoke in the same room with their children.

Group B : Children of smoking parents who usually take care not to smoke in the same room with their children.

Group C : Children of non-smoking parents.

They were classified further into preschool children and school children.

Address correspondence to :

Masayuki Kaji
Health and Hygiene Department,
Health, Welfare and Youth Affairs Bureau,
Shizuoka City, Shizuoka 420-8602, Japan
TEL : +81-54-254-2111 ext.2806
FAX : +81-54-251-0035
E-mail : kaji_ce@city.shizuoka.jp

Received : 1 May 2007

Accepted : 8 May 2007

As a result, there were 6 subgroups in all.

The BLL (mean±standard deviation) of all the subjects was $3.16 \pm 1.50 \mu\text{g}/\text{dl}$, and ranged between 0.80 and $9.51 \mu\text{g}/\text{dl}$. The BLL of boys was $3.17 \pm 1.34 \mu\text{g}/\text{dl}$ and that of girls was $3.14 \pm 1.69 \mu\text{g}/\text{dl}$. There was no significant difference between them.

The BLL of groups A, B and C in preschool children were $4.15 \pm 1.56 \mu\text{g}/\text{dl}$ (n=28), $3.22 \pm 1.46 \mu\text{g}/\text{dl}$ (n=32) and $3.06 \pm 1.31 \mu\text{g}/\text{dl}$ (n=31), respectively. The BLL of groups A, B and C in school children were $2.97 \pm 1.50 \mu\text{g}/\text{dl}$ (n=34), $3.24 \pm 1.66 \mu\text{g}/\text{dl}$ (n=26) and $2.56 \pm 1.19 \mu\text{g}/\text{dl}$ (n=37), respectively (Fig.1).

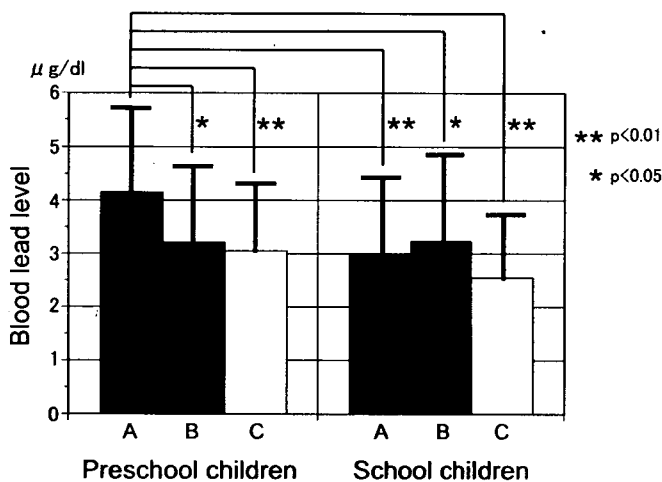


Fig. 1 Blood lead levels in Japanese children in relation to their parents' smoking style in 1993.

- A : Children of smoking parents who usually smoke in the same room with their children.
 B : Children of smoking parents who usually take care not to smoke in the same room with their children.
 C : Children of non-smoking parents.

The mean BLL of group A preschool children was significantly higher than those of the other five subgroups, and there were no significant differences among the other five subgroups.

Study in 2004-2005 :

We measured the BLL of 282 children (140 boys, 142 girls) aged 3 months to 15 years, who visited the pediatric outpatient clinic of Shizuoka Children's Hospital in 2004-2005.

The BLL of all the subjects was $1.55 \pm 0.85 \mu\text{g}/\text{dl}$, and ranged between 0.19 and $7.68 \mu\text{g}/\text{dl}$. The BLL of boys was $1.60 \pm 0.81 \mu\text{g}/\text{dl}$ and that of girls was $1.49 \pm 0.88 \mu\text{g}/\text{dl}$. There was no significant difference between them.

The BLL of groups A, B and C in preschool children were $1.90 \pm 0.92 \mu\text{g}/\text{dl}$ (n=20), $1.82 \pm 1.27 \mu\text{g}/\text{dl}$ (n=61)

and $1.41 \pm 0.60 \mu\text{g}/\text{dl}$ (n=60), respectively. The BLL of groups A, B and C in school children were $1.53 \pm 0.65 \mu\text{g}/\text{dl}$ (n=36), $1.55 \pm 0.75 \mu\text{g}/\text{dl}$ (n=44) and $1.30 \pm 0.52 \mu\text{g}/\text{dl}$ (n=61), respectively (Fig.2).

The mean BLL of group A and B preschool children were significantly higher than those of group C preschool children and group C school children. There were no significant differences among the others.

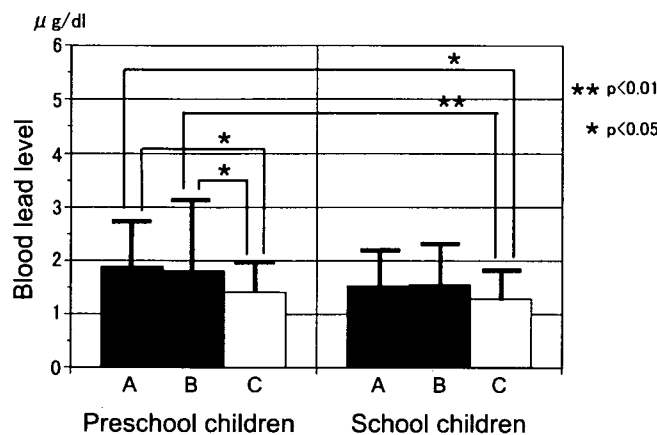


Fig. 2 Blood lead levels in Japanese children in relation to their parents' smoking style in 2003-2004.

Blood lead levels of children of foreign countries

Reviewing several data on the children's BLL from various regions of the world around 1990, Hayes et al. reported that the mean BLL of children aged 6 months to 5 years (mean : 2.7 years) was $12 \mu\text{g}/\text{dl}$ in Chicago in 1988⁹⁾. Sherlock et al. measured the BLL of Caucasian and Asian children (age range 2.5 to 5 years, age and sex-matched) living in London, and reported that the mean value was $9.7 \mu\text{g}/\text{dl}$ in Caucasian children and $8.1 \mu\text{g}/\text{dl}$ in Asian children in 1985⁹⁾. Jin et al. reported that the mean BLL was $6.0 \mu\text{g}/\text{dl}$ (range : 1.24 to $17.6 \mu\text{g}/\text{dl}$) in children aged 24 to 36 months in Vancouver in 1995⁶⁾. Cambra et al. reported that the mean BLL of children aged 2 to 3 years in Basque county in Spain was $5.7 \mu\text{g}/\text{dl}$ and that 14% of the children had levels exceeding $10 \mu\text{g}/\text{dl}$ in 1995⁷⁾. Andren et al. reported that the mean BLL of Swedish children (8 to 13 years of age) of non-smoking parents was $2.95 \mu\text{g}/\text{dl}$ in 1988¹⁾.

Comparing to these reported values, the mean BLL of Japanese children, according to our study in 1993, was among the lowest levels in the industrialized world in the early 1990's. Fortunately the BLL of children and adults have been decreasing steadily in many countries during these two decades, of which the primary reason is prohibition of leaded gasoline use and subsequent reduction of

air pollution with lead. In Switzerland, for example, leaded gasoline was predominantly used formerly, but unleaded gasoline use was encouraged since the late 1980's. Then the mean BLL of adults in Switzerland decreased remarkably in only nine years; from 12.2 to 6.8 $\mu\text{g}/\text{dl}$ in men and from 8.5 to 5.2 $\mu\text{g}/\text{dl}$ in women⁸⁾.

Decreases of BLL of children have been also observed in many industrialized countries. In Swedish children, for example, dramatic decrease of BLL was found during the period 1978-2001, from about 6 to 2 $\mu\text{g}/\text{dl}$, which was considered to reflect a beneficial effect of gradual banning of leaded gasoline⁹⁾.

Reviewing the latest data on the children's BLL, Zhang et al. reported that the mean BLL of Chinese children aged 0 to 6 years was 5.95 $\mu\text{g}/\text{dl}$ in 2005¹⁰⁾. Kirel et al. reported that the mean BLL of Turkish children was 3.56 $\mu\text{g}/\text{dl}$ in 2005¹¹⁾. Friedman et al. reported that the mean BLL of 3-year-old Ukrainian children was 3.15 $\mu\text{g}/\text{dl}$ in 2005¹²⁾. Gulson et al. reported that the mean BLL of Australian children aged 0.29 to 3.9 years was 2.6 $\mu\text{g}/\text{dl}$ in 2006¹³⁾. Comparing to these values, the mean BLL of Japanese children according to our latest study is very low, as it was in the 1990's. The reasons proposed are that leaded gasoline use was prohibited in Japan more than three decades ago, among the earliest in the world, and Japanese people generally do not often do house-painting which has been considered to be a major cause of lead poisoning in children in the United States and European countries.

Effects of lead on growth of children

It had long been considered that blood lead of less than 20 $\mu\text{g}/\text{dl}$ was almost harmless to human body, because no clinical or biochemical effects had been recognized in such condition until about two decades ago. Since then, however, many studies have revealed that much lower levels of blood lead might adversely affect human health, especially childhood growth and development. There have been several studies investigating the relationship between BLL and growth of children. Schwartz et al. examined about 2,700 children aged 7 years and younger in the Second National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES II) in the United States, and found the inverse correlation between BLL in the range of 5 to 35 $\mu\text{g}/\text{dl}$ and body height. They concluded that low-level lead exposure could impair the somatic growth of children¹⁴⁾. Kafourou et al. also revealed negative relationships between BLL and growth parameters in Greek children aged 6-9 years, an increase in BLL of 10 $\mu\text{g}/\text{dl}$ being

associated with a decrease of 0.86cm in height, 0.33cm in head circumference and 0.40cm in chest circumference¹⁵⁾.

In recent years several studies indicated the adverse effects of low-level lead exposure on the sexual maturation in adolescents. Wu et al. assessed measures of puberty in girls in relation to BLL to determine whether sexual maturation might be affected by current environmental lead exposure, using data from the Third National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES III) in the United States. They showed negative relationship between BLL and attainment of menarche or stage 2 pubic hair, which remained significant in logistic regression even after adjustment for race, age, family size, residence in metropolitan area, poverty income ratio, and body mass index. They concluded that higher BLL was significantly associated with delayed attainment of menarche and pubic hair among U.S. girls¹⁶⁾. Selevan et al. analyzed the relations between BLL and pubertal development among girls aged 8-18 years, including three ethnic groups; non-Hispanic white, non-Hispanic African-American and Mexican American, also using data from NHANES III. They reported that BLL of 3 $\mu\text{g}/\text{dl}$ was associated with significant delays in breast and pubic hair development in African-American and Mexican American girls. They suggested that environmental exposure to lead might delay growth and pubertal development in girls, although confirmation should be warranted in prospective studies¹⁷⁾.

Effects of lead on intellectual development of children

The adverse effects of low-level lead exposure on children's intellectual and academic performance at school are more serious problems. Bellinger et al. evaluated the relationship between BLL and neuropsychological test score in middle-class and upper-middle-class children, and found that over the range of approximately 0 to 25 $\mu\text{g}/\text{dl}$, a 10 $\mu\text{g}/\text{dl}$ increase of BLL at 24 months was associated with a 5.8-point decline in WISC-R (Wechsler Intelligence Scale for Children-Revised) Full Scale IQ and an 8.9-point decline in K-TEA (Kaufman Test of Educational Achievement) Battery Composite score at age 10 years. These data indicated that slightly elevated BLL around the age of 2 years is associated with intellectual and academic performance deficits at age 10 years¹⁸⁾.

Scientific understanding of the health effects of lead has flourished over the past two decades. Advances in this area of research have spawned a series of efforts by

governmental agencies to enhance the protection of public health from the adverse effects of lead. The United States Centers for Disease Control and Prevention and the World Health Organization defined a BLL of $10\mu\text{g}/\text{dl}$ as the threshold of concern in young children. Therefore, one of main goal of those efforts was to reduce numbers of children who had BLL exceeding $10\mu\text{g}/\text{dl}$ during these two decades. Blood lead of less than $10\mu\text{g}/\text{dl}$ was considered to be almost harmless, because any derangement of biochemical indices were not observed originated from lead of the lower level.

Most recently, however, it has been considered that there does not exist the safe level of blood lead, and lead exposure is still a serious health problem for children. Many studies have demonstrated that even very low-level lead exposure causes intellectual and behavioral impairment in children. Lanphear et al. reviewed recent international population-based longitudinal cohort studies investigating the relationship between low-level lead exposure and intellectual deficits in children, and found an inverse relationship between BLL and IQ score even in the range of low BLL. They reported that using a log-linear model, a 6.9 IQ point decrement was found associated with an increase in concurrent BLL from 2.4 to $30\mu\text{g}/\text{dl}$. The estimated IQ point decrements associated with an increase in blood lead from 2.4 to $10\mu\text{g}/\text{dl}$, 10 to $20\mu\text{g}/\text{dl}$, and 20 to $30\mu\text{g}/\text{dl}$ were 3.9, 1.9, and 1.1, respectively. For a given increase in blood lead, the lead-associated intellectual decrement for children with a maximal BLL less than $7.5\mu\text{g}/\text{dl}$ was significantly greater than that observed for those with a maximal BLL exceeding $7.5\mu\text{g}/\text{dl}$. They concluded that environmental lead exposure in children who had maximal BLL less than $7.5\mu\text{g}/\text{dl}$ was associated with intellectual deficits¹⁹⁾.

Effects of passive smoking on the blood lead level of children

It has been suggested that children who are exposed to cigarette smoke have higher BLL than children who are not¹²⁾.

We measured BLL of Japanese children and evaluated the effects of passive smoking on the BLL, and found that passive smoking increased the BLL of preschool children in the study in 1993. The mean BLL of preschool children who were exposed to cigarette smoke in their home was $4.15\mu\text{g}/\text{dl}$, and those whose family never smoked was $3.06\mu\text{g}/\text{dl}$, the difference significant. We also found that passive smoking did not increase the BLL of school children. About the reasons of the difference of

the effects of passive smoking on the two groups of children, we speculate that preschool children might spend more time with their parents and might have more contact with cigarette smoke than school children, and additionally, young infants have limited ability to excrete lead from the body because of the immaturity of renal function.

Ballew et al. investigated the BLL of a total of 4,391 non-Hispanic white, non-Hispanic black, and Mexican-American children of the United States aged 1 to 7 years, using data from NHANES III. They reported that the mean BLL of the children who had smoking family was $4.36\mu\text{g}/\text{dl}$ and that of the children who had not was $3.29\mu\text{g}/\text{dl}$ ²⁰⁾, very similar to the values reported in our study (Fig.3). Stromberg et al. also reported a significant effect of parental smoking habits on the BLL of Swedish children, 18% increase on average⁹⁾.

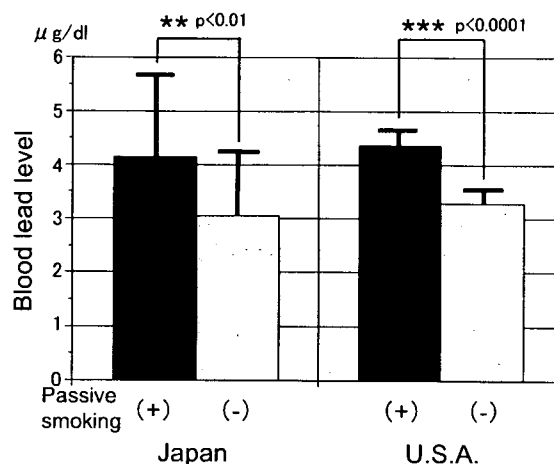


Fig. 3 Blood lead levels in Japanese and US children in relation to passive smoking.

We measured BLL of Japanese children and evaluated the effects of passive smoking on the BLL also in the study in 2004-2005, and found that the BLL of preschool children who had smoking parents (both Group A and B) were higher than that of preschool children who had non-smoking parents (Group C). In this study, the BLL of Group B preschool children was as high as that of Group A, for which reason we speculate insufficiency of protection of children against cigarette smoke in their home, in spite of the Group B parents' answer that they usually take care not to smoke in the same room with their children.

It is evident that passive smoking is now a major cause of lead exposure for children. Children should be protected from cigarette smoke for the purpose of avoiding the risk of increased BLL which might adversely affect

their intellectual development and physical growth.

Acknowledgments

I wish to express our appreciation to Dr. Norihiro Kobayashi, Dr. Kikuo Yoshida and Dr. Junko Nakanishi, Research Center for Chemical Risk Management, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, who measured BLL of children in our study in 2004-2005.

References

- 1) Andren P, et al : Environmental exposure to lead and arsenic among children living near a glassworks. *Sci Total Environ* 77 : 25-34, 1988.
- 2) Willers S, et al : Relation between lead and cadmium in blood and the involuntary smoking of children. *Scand J Work Environ Health* 14 : 385-389, 1988.
- 3) Kaji M, et al : Blood lead levels in Japanese children : effects of passive smoking. *Jpn J Pediatr* 101 : 1584-1587, 1997. [in Japanese with English abstract]
- 4) Hayes EB, et al : Long-term trends in blood lead levels among children in Chicago : Relationship to air lead levels. *Pediatrics* 93 : 195-200,1994.
- 5) Sherlock JC, et al : Blood lead concentrations and lead intake in children of different ethnic origin. *Human Toxicol* 4 : 513-519, 1985.
- 6) Jin A, et al : Blood lead levels in children aged 24 to 36 months in Vancouver. *Can Med Assoc J* 152 : 1077-1086, 1995.
- 7) Cambra K, et al : Blood lead levels in 2- to 3-year-old children in the Greater Bilbao Area (Basque County, Spain) : Relation to dust and water lead levels. *Arc Environ Health* 50 : 362-366, 1995.
- 8) Wietlisbach V, et al : Time trend and determinants of blood lead levels in a Swiss population over a transition period (1984-1993) from leaded to unleaded gasoline use. *Environ Res* 68 : 82-90, 1995.
- 9) Stromberg U, et al : Yearly measurements of blood lead in Swedish children since 1978 : an update focusing on the petrol lead free period 1995-2001. *Occup Environ Med* 60 : 370-372,2003.
- 10) Zhang SM, et al : Study on blood lead level and related risk factors among children aged 0 - 6 years in 15 cities in China. *Zhonghua Liu Xing Bing Xue Za Zhi* 26 : 651-654,2005. [in Chinese]
- 11) Kirel B, et al : Blood lead levels of maternal-cord pairs, children and adults who live in a central urban area in Turkey. *Turk J Pediatr* 47 : 125-131,2005.
- 12) Friedman LS, et al : Predictors of elevated blood lead levels among 3-year-old Ukrainian children : a nested case-control study. *Environ Res* 99 : 235-242,2005.
- 13) Gulson B, et al : Changes in manganese and lead in the environment and young children associated with the introduction of methylcyclopentadienyl manganese tricarbonyl in gasoline -preliminary results. *Environ Res* 100 : 100-114,2006.
- 14) Schwartz J, et al : Relationship between childhood blood lead levels and stature. *Pediatrics* 77 : 281-288, 1986.
- 15) Kafourou A, et al : Effects of lead on somatic growth of children. *Arch Environ Health* 52 : 377-383, 1997.
- 16) Wu T, et al : Blood lead levels and sexual maturation in U.S. girls : the Third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-1994. *Environ Health Perspect* 111 : 737-741,2003.
- 17) Selevan SG, et al : Blood lead concentration and delayed puberty in girls. *N Engl J Med* 348 : 1527-1536,2003.
- 18) Bellinger DC, et al : Low-level lead exposure, intelligence and academic achievement : a long-term follow-up study. *Pediatrics* 90 : 855-861, 1992.
- 19) Lanphear BP, et al : Low-level environmental lead exposure and children's intellectual function : An international pooled analysis. *Environ Health Perspect* 113 : 894-899,2005.
- 20) Ballew C, et al : Blood lead concentration and children's anthropometric dimensions in the Third National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES III), 1988-1994. *J Pediatr* 134 : 623-630, 1999.

小児の生活習慣および脂質代謝と受動喫煙の
関連性に関する横断的研究

井埜利博 渋谷友幸 斉藤洪太 大島譲二
岡田了三

臨床研究

小児の生活習慣および脂質代謝と受動喫煙の関連性に関する横断的研究

Cross-sectional study regarding with the relationships among lifestyle, lipid profile and passive smoking in children

井埜利博^{1)~3)} 渋谷友幸³⁾ 斉藤洪太³⁾ 大島譲二³⁾ 岡田了三¹⁾

1) 群馬パース大学保健科学部看護学科, 2) いのクリニック, 3) 熊谷市医師会

〈Abstract〉

目的: 小児期での受動喫煙は種々の健康障害を引き起こす可能性を含んでいるが、本邦における科学的なエビデンスは極めて少ない。筆者らは生活習慣病検診および喫煙検診を行い、食生活、運動その他の生活習慣と受動喫煙との関係を横断的に調査した。

方法: 対象は小学校4年生526名(男女比は267:259, 年齢は9.5±2.3歳)。方法は生活習慣病検診に付け加えて生活習慣に関する調査20項目および両親の喫煙に関する調査19項目を行い、さらに受動喫煙の生体指標として尿中コチニンを測定した。統計は多重ロジスティック分析を用い、受動喫煙の危険因子を調整したオッズ比[OR, 95%信頼区間(confidence interval; CI)]で表した。

成績: 尿中コチニン値に影響する危険因子は両親喫煙の項目では母親の喫煙の有無(OR: 11.9, CI: 1.2~122), 母親の喫煙本数(OR: 1.2, CI: 1.0~1.3)が最も高く、生活習慣の項目ではTVを見ている時間(OR: 1.8, CI: 1.3~5.3), 学校以外でのスポーツ時間(OR: 2.7, CI: 1.2~6.5)などが高かった。また尿中コチニン値は父親の喫煙本数($r=0.35, p<0.01$)より母親の喫煙本数($r=0.46, p<0.001$)と有意に相関したが、相関係数は低かった。

結論: 子どもの受動喫煙を防止するには母親の禁煙が必須である。また、両親のいずれかが喫煙する家庭では家での生活習慣が受動喫煙に影響を及ぼす。

Toshihiro Ino^{1)~3)}, Tomoyuki Shibuya³⁾,
Kohta Saito³⁾, Johji Ohshima³⁾, Ryoza Okada¹⁾

1) Gumma Paz College, 2) Ino Clinic, 3) Kumagaya Medical Association

Key words

- 受動喫煙
- 喫煙検診
- 生活習慣病
- 尿中コチニン

(2007.6.25 原稿受領; 2007.8.30 採用)

(日本循環器学会第71回
総会 推薦演題)

○はじめに

2006年の本邦の喫煙率は成人男性では41.3%, 女子は12.4%まで低下したが、それでもまだ成人男性の喫煙率は欧米の先進国と比較すると高い¹⁾。厚生労働省は2006年4月から禁煙治療を保険適用することにより、2020年における喫煙率を男性26%, 女性9%

まで低下させることができるとしている。

筆者らは2002年から毎年、小学生に尿中コチニン測定とアンケート調査を組み合わせた喫煙検診を独自に考案し一地域で行ってきた^{2)~5)}。その喫煙検診により現在まで確認できた事項は①子どもの受動喫煙は母親の喫煙の有無および喫煙状況に極めて大きな影響を受ける、②受動喫煙を受けている子どもで

はHDLコレステロールが低い傾向がある、③喫煙検診により子どもの尿中コチニン値の結果を両親に知らせると、両親に禁煙、節煙、喫煙様式の変化などが認められる、などである。また両親が喫煙している家庭では子ども達のほとんどはある一定以上の受動喫煙を受けている。その受動喫煙の程度は親の喫煙本数や喫煙場所などの因子に大きな影響を受けているが、それだけでは説明ができないと考えている。

今回、筆者らは今までの研究結果を踏まえて、新たに子どもの生活習慣が本人の受動喫煙にどの程度の影響を及ぼすかについて横断的に調査しようと試みた。

◎ 対象および方法

対象は埼玉県熊谷市内の小学校4年生の希望者である。2005年度および2006年度の4小学校の希望者525名である。年齢は全員9歳ないし10歳(平均年齢は 9.5 ± 2.3 歳)で、男児267名、女児258名である。

方法はすでに報告したように、全国的に行われている生活習慣病検診の際にほぼ同時期に喫煙に関するアンケート調査および尿中コチニンの測定を行った^{2)~5)}。なおアンケート調査および尿中のコチニン測定は両親からの希望があったものに対してのみ実施した。

1. 生活習慣病検診

生活習慣病検診における測定項目は体重、身長、肥満度、血圧(収縮期・拡張期)、血液検査(GOT、GPT、総コレステロール、HDL・LDLコレステロール)、動脈硬化指数および生活習慣病スコアなどである(図1)。

2. アンケート調査

喫煙に関するアンケートは過去の報告³⁾で記載した項目に加えてさらに両親の自宅での喫煙の仕方(喫煙場所、児の前で喫煙するか否か、妊娠中の喫煙の有無、禁煙の経験があるかどうか)について合計20項目である。生活習慣に関するアンケートは食事(朝食の

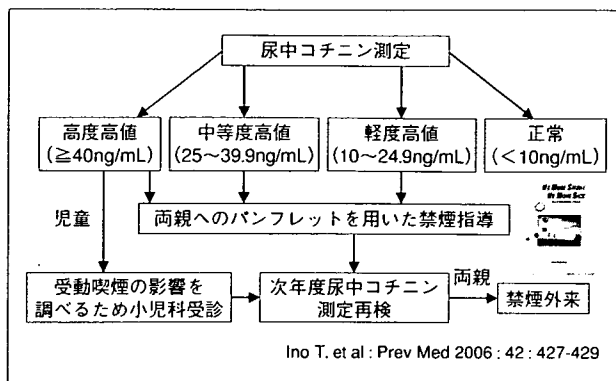


図1 尿中コチニン測定後の禁煙支援プロトコール

有無・家族と一緒に、間食の有無・内容、夕食は家族と一緒に、夕食後の飲食・内容、野菜・肉・魚の好み、体重計の有無などについて)、遊び(外遊び時間、テレビ視聴時間、夕食時のテレビなど)、睡眠(睡眠時間)、運動(好き嫌い、学校外スポーツ、クラブ活動など)の合計19項目である。

3. 尿中のコチニン測定

全例株式会社コスミックコーポレーション技術部へ依頼した。測定は高感度競合ELISA法を用いて行われ、モノクローナル抗体を使用し、測定限界は0.1ng/mLである⁵⁾。尿中コチニン値の結果については、熊谷市教育委員会を通じて各学校からそれぞれの保護者へ伝えられた。今回の結果では日本禁煙学会が提唱する受動喫煙の定義などを参照し、尿中コチニン値 ≥ 10 ng/mLを受動喫煙ありとし、保護者へ通知した⁶⁾。尿中コチニン値が5~9.9ng/mLの症例を受動喫煙ありと保護者へ報告した場合には異常者の割合が多すぎて保護者への影響が懸念されたため受動喫煙の有無のカットオフポイントを10ng/mLとした。保護者への通知は尿中コチニン値の参考値として正常値： < 10 ng/mL、軽度高値： $10 \sim 24.9$ ng/mL、中等度高値： $25 \sim 39.9$ ng/mL、高度高値： ≥ 40 ng/mLとした。尿中コチニン値が高度高値の場合、それが持続した時には受動喫煙による健康障害が生じている可能性があるため小児科受診を勧めた。一方、尿中コチニン ≥ 10 ng/mLの両親へは禁煙指導用パンフ

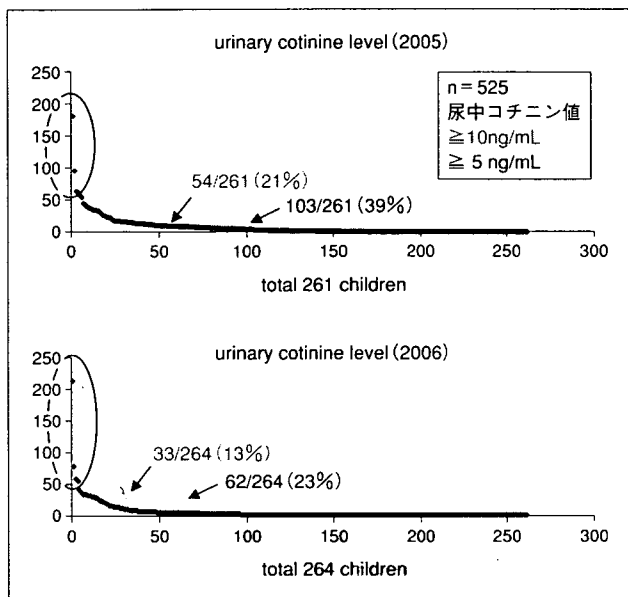


図2 尿中コチニン値の分布

レット(熊谷市喫煙検診の手引き)および市内の禁煙外来リストを同封し、禁煙の勧めあるいは喫煙の仕方についての改善を求めた(図1)。今回の検討では、尿中コチニン値に影響を及ぼすアンケート調査項目および生活習慣病検診の各測定項目について検討し危険因子を調べた。

4. 統計

有意差検定にはEXCEL統計ソフトを使用して多群間の比較は分散分析、2群間の比較にはt検定を用いた。また喫煙本数と尿中コチニンとの関係は回帰分析により相関係数を求めた。さらに尿中コチニン値を目的変数とした喫煙および生活習慣病アンケート項目の危険因子(オッズ比)の分析には多変量解析(多重ロジスティック分析)を用いた。有意差検定はすべての分析法で危険率 $p < 0.05$ を有意とした。

○ 成績

1. 尿中コチニン値の分布

2005年度および2006年度の尿中コチニン値の分布を図2に示した。尿中コチニン値 $\geq 10\text{ng/mL}$ の症例数は87/525例(17%)、 $\geq 5\text{ng/mL}$ は165/525例(31%)

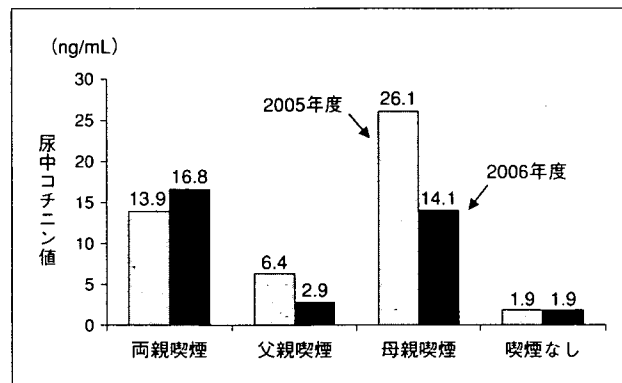


図3 両親喫煙別尿中コチニン値(2005・2006年度)
分散分析法にて4群ともに有意差あり： $p < 0.001$ (2005, 2006ともに)

であった。また尿中コチニンが検出できない症例(測定感度以下)は64/525例(12%)であった。各年度とも2~3例は極端に高い症例があったが、個別に養護教員を通じて調査した結果ではいずれも喫煙している児童は確認できず、濃厚な受動喫煙の結果であると判断した。

2. 両親の喫煙別尿中コチニン値の比較

両親の喫煙別に児童の尿中コチニン値を図3に示した。各年度ともに分散分析の結果有意差があった。それらを比較すると、両親ともに非喫煙者である場合は平均 2.9ng/mL (2005, 2006年度ともに)であり、それを1とすると、父親のみ喫煙者では1.5~3.3倍、母親のみ喫煙者では7.4~13.7倍、および両親ともに喫煙者では7.3~8.8倍であった、すなわち母親が喫煙している場合には児童の尿中コチニン値が極めて高くなるといえる。尿中コチニン値に影響する危険因子について多重ロジスティック分析を用いて検討すると、両親喫煙の項目では母親の喫煙の有無(オッズ比:11.9, 95%CI:1.2~122)、母親の喫煙本数(オッズ比:1.2, 95%CI:1.0~1.3)が最も高く有意差があった。

3. 両親の喫煙本数と尿中コチニン値の関係

父親の喫煙本数と尿中コチニン値との関係は相関

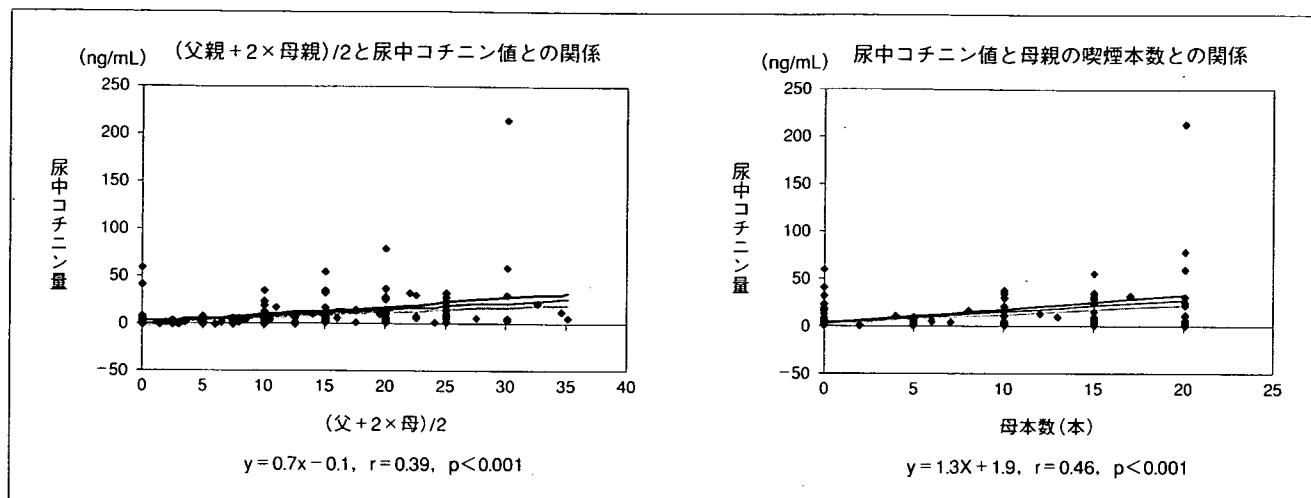


図4 喫煙本数と尿中コチニン値との関係

係数(r) = 0.35, $p < 0.01$, 母親の喫煙本数とは(r) = 0.46, $p < 0.001$ と両者ともに有意な正の相関があったが、母親の喫煙本数のほうが相関係数は高かった(図4)。しかしいずれも相関係数は十分な値ではなく、図のように母親の喫煙本数が多くても尿中コチニン値が低い症例や喫煙本数が少なくても尿中コチニン値が高い症例などが存在していた。これらは同居する父親の喫煙の影響が最も考えられるので、父親の喫煙の影響を考慮し(父親の喫煙本数+母親の喫煙本数 \times 2)/2として計算し、その値と尿中コチニン値との関係を見ると、やはり $r = 0.39$, $p < 0.001$ と有意差はありながら相関係数は低かった。

4. 生活習慣に関するアンケート調査項目と尿中コチニンとの関係

児童の生活習慣に関する19項目の質問調査と尿中コチニン値との関係について多重ロジスティック分析を用いて検討した。その結果、表1に示すように項目6: 家族と一緒に夕食をとるか否か、項目10: 家でテレビを見ている時間数および項目17: 学校以外でスポーツをしているかどうかの3項目に有意差があった。しかし項目6については95%CI幅が極端に大きく信頼性に欠けるため項目10および項目17のみが有意であると判定した。それぞれのオッズ比は

項目10では3.6倍(1.3~11.5)、項目17では2.7倍(1.2~6.5)であった。

次に項目10について家でテレビを見ている時間数を1時間以上の群(196例)と1時間未満の群(329例)における尿中コチニン値を比較すると、それぞれ $7.6 \pm 5.3 \text{ ng/mL}$ (以上の群)および $2.5 \pm 1.8 \text{ ng/mL}$ (未満の群)と1時間未満の児童の尿中コチニン値が有意に低下していた(分散分析, $p = 0.0008$)。同様に項目17では学校以外で定期的なスポーツをしている児童のほうがしていない児童に比べ尿中コチニン値が有意に低下していた(4.0 ± 3.9 vs $10.2 \pm 8.4 \text{ ng/mL}$, $p = 0.002$)(図5)。項目10および項目17を組み合わせ、家でテレビを見ている時間が1時間未満かつスポーツをしている群、家でテレビを見ている時間が1時間未満でもスポーツをしていない群、家でテレビを見ている時間が1時間以上でスポーツをしている群、家でテレビを見ている時間が1時間以上かつスポーツはしていない群に分けて尿中コチニン値を比較すると、その平均値はそれぞれ1.8, 2.8, 4.7, 14.7と段階的に増加し、各群間で有意差を認めた(分散分析, $p = 0.0003$)(図6)。

さらに尿中コチニン値 $\geq 50 \text{ ng/mL}$ の異常に高い10症例を表2にまとめた。表2に示すように尿中コチニン値は $54.6 \sim 213.4 \text{ ng/mL}$ までである。10症例すべ

表 1 小児生活習慣病予防検診アンケート調査項目におけるオッズ比(多重ロジスティック分析)

質問項目	オッズ比	95%CI	危険率	
1. 朝食の有無	23.6	0.6330	879.6594	ns
2. 家族と一緒に?	0.8	0.2913	2.2487	ns
3. 間食の有無	0.9	0.2159	3.5184	ns
4. その内容	-	-	-	ns
5. 外遊びの時間数	0.6	0.2408	1.3846	ns
6. 夕食は家族と一緒に	31.2	2.9033	335.5476	0.0045
7. 夕食時にテレビをつける?	1.4	0.4038	4.9015	ns
8. 夕食後の飲食	0.7	0.2655	1.7888	ns
9. その内容	-	-	-	ns
10. 家でテレビを見る時間数	3.6	1.3372	11.5269	0.0292
11. 睡眠時間	0.6	0.0608	4.9070	ns
12. 好んで食べるもの	0.6	0.2552	1.4257	ns
13. 野菜をとるか	1.0	0.3203	2.9193	ns
14. 体重計はあるか?	0.5	0.1469	1.5513	ns
15. 最近3日間で豆腐・納豆食べた?	2.5	0.7073	9.1522	ns
16. 最近3日間で外食した?	0.6	0.1868	1.9871	ns
17. 学校以外でスポーツしているか?	2.7	1.1506	6.5229	0.0228
18. 体を動かすのが好きか?	0.9	0.2445	3.1306	ns
19. クラブ活動しているか?	1.4	0.5800	3.3785	ns

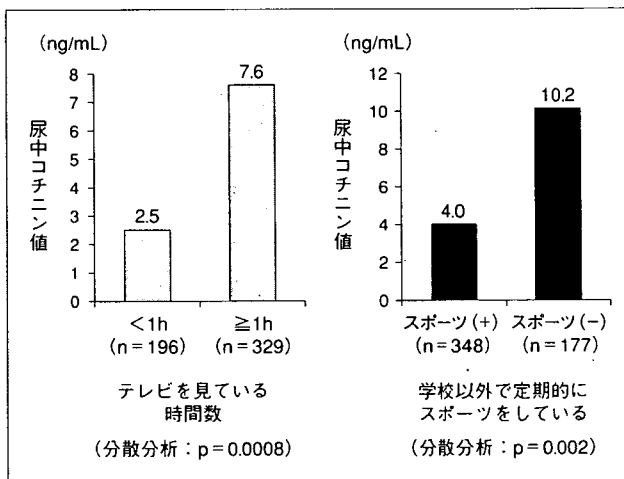


図 5 家庭でのテレビ時間数・学校以外でのスポーツと尿中コチニン値の関係

て母親が喫煙しており、父親が喫煙しているのは5例のみであった。喫煙場所もL(リビング)ないしK(キッチン)であった。家でテレビを見ている時間数もすべて1時間以上であった。学校以外のスポーツは3例のみがありと回答した。

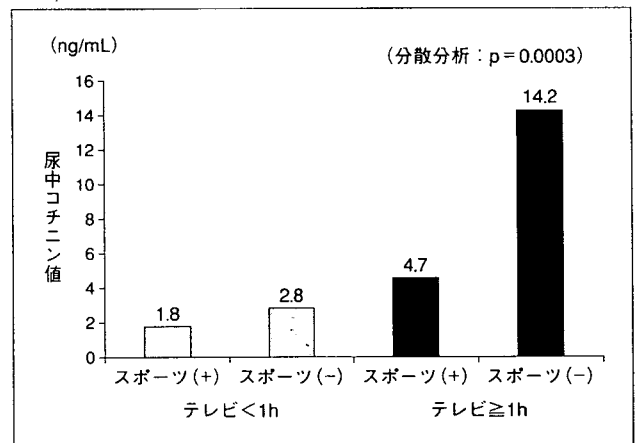


図 6 テレビ時間数、スポーツと尿中コチニン値の関係

5. 生活習慣病検診項目と尿中コチニンの関係について

生活習慣病検診における検査項目と尿中コチニン値との関係について分散分析を用いて調べた。尿中コチニン値を < 1 ng/mL, 1 ~ 4.9 ng/mL, 5 ~ 9.9

表 2 尿中コチニン値が異常に高い症例(尿中コチニン ≥ 50 ng/mL)

症例	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
尿中コチニン (ng/mL)	213.4	181	96.1	78.2	64.4	62.3	59.5	58.3	54.8	54.6
母喫煙本数	20	20	20	20	20	10	20	20	30	15
父喫煙本数	20	-	-	-	-	20	20	20	15	-
喫煙場所	L	L	L	L・K	L	K	L	K	L	L
両親以外の喫煙者	-	-	-	-	-	-	-	-	-	祖父
外遊びの時間(時間)	3	1-2	1-2	0.5	2	2	0.5-1	-	-	1-2
テレビの時間数(時間)	3	2	1	2	2	1-2	3	2	1	3
学校以外のスポーツ	-	-	-	空手	-	新体操	-	サッカー	-	-
通院中の疾患	喘息	-	-	鼻炎	-	-	-	喘息	喘息	-

網かけ部分□：2005年，網かけなし部分：2006年

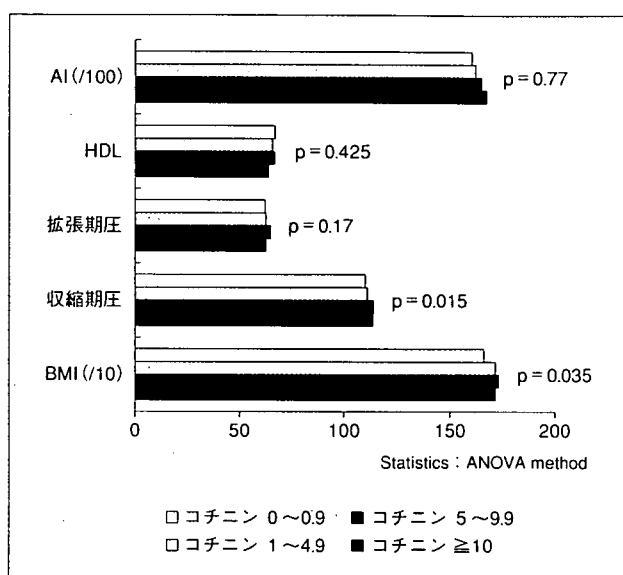


図 7 生活習慣病検診項目の尿中コチニン値別比較

ng/mL, ≥ 10 ng/mL以上の4群に分類し各群の生活習慣病検診項目について比較した。その結果，収縮期血圧は尿中コチニン値 ≥ 5 ng/mLの群で高い傾向があった($p=0.015$)。またBMIは尿中コチニン値 ≥ 1 ng/mLの群で高値であった($p=0.035$) (図7)。さらにBMI $\geq 25\%$ ，収縮期血圧 ≥ 130 mmHg，拡張期血圧 ≥ 80 mmHg，HDLコレステロール < 50 mg/dLのいずれかを満たす症例を潜在的メタボリック症候群とした場合に，それらの症例を63/525例(12%)に抽出できた。それらの尿中コチニン値は 15.9 ± 7.1 ng/mLとその他の症例の尿中コチニン値 5.5 ± 4.8 ng/mLに

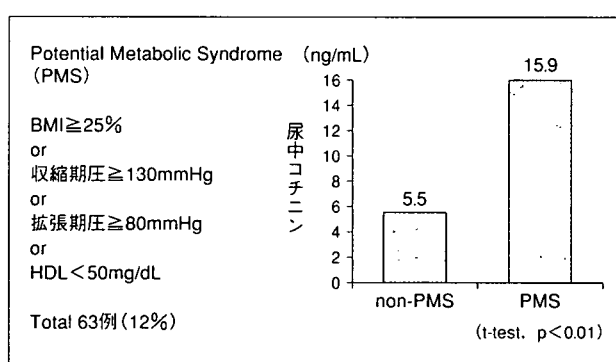


図 8 肥満/低HDL血症/高血圧などを持つ児童の平均尿中コチニン値

比べ有意に増加していた(unpaired t検定, $p < 0.01$)。

◎ 考察

今回の検討結果では尿中コチニン値の分布からは毎年数例の異常高値例を認めた。それらの児童は養護教員からの調査によると自分で喫煙している事実の確認できなかったため濃厚な受動喫煙と判断した。しかし聞き取り調査では児童本人はなかなか事実を話すことは難しいと考えられるので，必ずしも濃厚な受動喫煙であるとの確信は得られない。2006年の厚生労働省研究班「未成年者の喫煙および飲酒行動に関する全国調査報告書」の調査では小学校4年生の1～2%にすでに能動喫煙者がいると報告されている。したがってこれらの異常高値例は尿中コチニン値測定の前2，3日前に喫煙していた可能性も完全に

は否定できない⁷⁾。一方、尿中コチニンが検出できない児童(測定感度0.1ng/mL以下)は12%であり、それ以外の88%の児童では少なからず尿中コチニンが検出された。すなわち全体の約9割は何かしらの理由で受動喫煙を受け体内にニコチンが存在していると考えられる。日本禁煙学会における受動喫煙の診断基準は5 ng/mL以上を受動喫煙ありと定義しているが、その場合の測定法はガスクロマトグラフィーであり、測定感度が5 ng/mLであったからに過ぎない。したがって今回の検討のように感度の高い測定方法を用いた場合には、まったくニコチンの影響がないと判断できる児童はおそらく1割前後であろう。

家庭における児童と母親の接触時間はおそらくは父親と比較すると通常は長く、母親が喫煙をしている場合のほうが受動喫煙を受けやすい。父親と母親の喫煙本数と尿中コチニン値との関係はいずれも有意差を認めたと、母親の喫煙本数との相関係数がより高いことはそれを裏付ける。また、児童の家庭における生活習慣との関係では、テレビ視聴時間が長ければ受動喫煙を受けやすく、また学校以外でスポーツをやらない児童も受動喫煙を受けやすいことがわかった。スポーツをあまりやらない子どもは家でテレビを見ている時間数が多いことはすでに別な調査でも報告されている。これらのことから児童は母親が喫煙している家庭では学校や塾などの家庭外ではなく、家庭内において受動喫煙を受けていることになる。

受動喫煙が児童の脂質代謝に及ぼす影響についての報告は少なくない⁸⁾⁹⁾。筆者などは過去にHDLコレステロールと尿中コチニン値とは負の関係があることを報告した³⁾。従来から喫煙者ではHDLコレステロール値が非喫煙者より10%程度低下すると報告されている。同様に受動喫煙でもHDLコレステロールは低下し、その低下率は5~6%前後である¹⁰⁾。一方、児童の肥満との関係では母親の妊娠中における喫煙が将来、子どもの肥満を招くとの報告がある¹¹⁾¹²⁾。妊娠中の母親の喫煙は低出生体重児が生まれることは周知であるが、思春期になると肥満になる。Al Mamun

ら¹²⁾のコホート研究によれば母親の妊娠中における喫煙は思春期における子どもの肥満の独立した危険因子であると報告している。今回の検討では妊娠中の喫煙との関係は明らかではなかったが、尿中コチニン値が高い児童ではBMIが高値であった。またWeitzmanら¹³⁾は思春期のメタボリック症候群では受動喫煙の指標である血中コチニン値が高値であることを報告した。すなわち思春期メタボリック症候群では危険因子としての受動喫煙はオッズ比が4.7(能動喫煙のオッズ比6.1)であるとしている。本研究における児童では中性脂肪や血糖値の測定は行っておらず、また本邦の小児メタボリック症候群の診断基準が確立していないため同様の検討はできなかった¹⁴⁾が、メタボリック症候群の予備軍としての児童ではやはり尿中コチニン値が高いことはWeitzmanらの結果と類似する。最近、Kallioら¹⁵⁾は血中コチニン測定で確認した平均年齢11歳の受動喫煙児童における腕頭動脈の内皮依存性血管拡張反応を調べた。その結果血中コチニン値が高い児童では拡張反応が悪くなっており、その理由として受動喫煙による血管内皮機能の低下を示唆した。さらに筆者などの報告も含めて受動喫煙を受けている小児では高感度CRPが高いとの報告もある¹⁶⁾¹⁷⁾。これらの報告より受動喫煙は動脈の慢性炎症を惹起させることを意味し、それによって児童の動脈硬化の早期発症を促進させる危険性をもたらすといえる。したがってこれらの結果は両親の喫煙、特に母親の喫煙に対して禁煙を勧めるためのエビデンスとなると思われる。また、尿中コチニン値が高い児童については、この年代から喫煙を開始しないように重点的な防煙教育がなされることが望ましいと考える。

◎ まとめ

1. 尿中コチニン測定を用いた喫煙検診は受動喫煙を受けている児童を科学的に同定することができる。
2. 子どもの受動喫煙における最大の危険因子は母親の喫煙である。

3. 子どもの受動喫煙は生活習慣，特に家でのテレビ時間数や学校以外でのスポーツの有無などに影響を受ける。
4. 尿中コチニンが高い児童は将来メタボリック症候群になる可能性がある。
5. 尿中コチニンが高い児童は将来喫煙を開始する可能性が高く，重点的に防煙教育がなされることが望まれる。

謝辞：本論文の要旨は第71回日本循環器学会および第110回日本小児科学会で発表した。また本研究は平成19年度厚生労働科学研究費補助金(がん臨床研究事業)がん予防に資する未成年などにおける包括的たばこ対策に関する研究および独立行政法人日本学術振興会科学研究費(基盤研究C)によって行われたものである。

文 献

- 1) JT全国喫煙者率調査，日本たばこ産業株式会社による調査より，2006
- 2) 井埜利博，渋谷友幸，斉藤洪太，ほか：喫煙検診による小児受動喫煙の実態と両親への禁煙動機付け。日児誌 2006；110：1105-1111
- 3) 井埜利博，渋谷友幸，斉藤洪太，岡田了三：小児生活習慣病検診への尿中コチニン測定への導入。日児誌 2004；108：1467-1472
- 4) Ino T, Shibuya T, Saito K, et al : A passive smoking screening program for children. *Prev Med* 2006 ; 42 : 427-429
- 5) 井埜利博：子供達を受動喫煙から守るための喫煙検診の試み－地域医師会・小児科医会による事業－。小児保健研究 2007；66：225-227
- 6) 日本禁煙学会専門委員会：受動喫煙の分類と診断基準(試案)，日本禁煙推進医師歯科医師連盟ホームページ，2005
- 7) 「未成年者の喫煙および飲酒行動に関する全国調査報告書」厚生労働省研究班より，2006
- 8) Barnoya J, Glantz SA : Cardiovascular effects of secondhand smoke : nearly as large as smoking. *Circulation* 2005 ; 111 : 2684-2698
- 9) Valkonen M, Kuusi T : Passive smoking induces atherogenic changes in low-density lipoprotein. *Circulation* 1998 ; 97 : 2012-2016
- 10) Barnoya J, Glantz SA : Cardiovascular effects of secondhand smoke : nearly as large as smoking. *Circulation* 2005 ; 111 : 2684-2698
- 11) Al Mamun A, O'Callaghan FV, Alati R, et al : Does maternal smoking during pregnancy predict the smoking patterns of young adult offspring? A birth cohort study. *Tob Control* 2006 ; 15 : 452-457
- 12) Al Mamun A, Lawlor DA, Alati R, et al : Does maternal smoking during pregnancy have a direct effect on future offspring obesity? Evidence from a prospective birth cohort study. *Am J Epidemiol* 2006 ; 164 : 317-325
- 13) Weitzman M, Cook S, Auinger P, et al : Tobacco smoke exposure is associated with the metabolic syndrome in adolescents. *Circulation* 2005 ; 112 : 862-869
- 14) Okada T, Murata M, Yamauchi K, Harada K : New criteria of normal serum lipid levels in Japanese children : the nationwide study. *Pediatr Int* 2002 ; 44 : 596-601
- 15) Kallio K, Jokinen E, Raitakari OT, et al : Tobacco smoke exposure is associated with attenuated endothelial function in 11-year-old healthy children. *Circulation* 2007 ; 115 : 3205-3212
- 16) Ino T, Shibuya T, Sawada T, Okada R : Significance of smoke screening program for active and passive smoking in children. *Circ J* 2005 ; 69 : 321-322
- 17) Wilkinson JD, Lee JD, Arheart KL : Secondhand smoke exposure and C-reactive protein levels in youth. *Nicotine Tob Res* 2007 ; 9 : 305-307

ワークショップ1

ノースモーキングヘルシーキッズ:「子どもたちをたばこの害から守ろう」

子どもたちを受動喫煙から守るための喫煙検診の試み

—地域医師会・小児科医会による事業—

井 埜 利 博 (いのクリニック, 熊谷市医師会, 群馬パース大学)

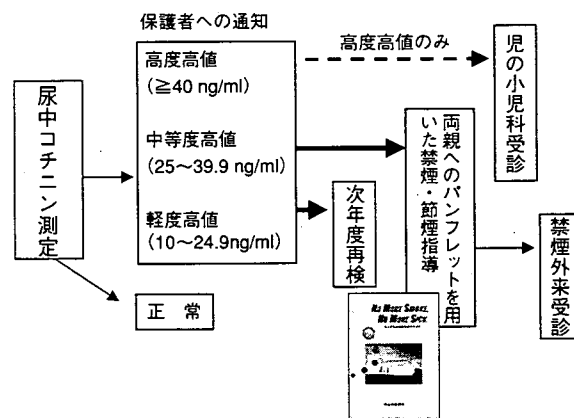
I. 生体内指標を用いた受動喫煙研究

従来, 受動喫煙 (passive smoking, ETS = environmental tobacco smoke, SHS = second hand smoke などと称されている) による健康障害に関する研究は数え切れないほど多くある。過去には受動喫煙を論じる場合には, 両親の喫煙本数により分類し, 検討した研究がほとんどであったが, 最近では生体内指標を用いて客観的に論じる論文が多く散見される。生体内指標には一酸化炭素, 一酸化炭素ヘモグロビン, ニコチン, コチニン, 特異的タバコ煙中物質, 発癌物質の DNA 付加体などがあるが, 中でも最も喫煙の程度を客観的に表すことができるものはコチニンであるとされている。一酸化炭素測定は最近のニコチン依存症管理料を算定する場合に義務付けられた検査となった。しかし一酸化炭素は能動喫煙の程度を良く反映するが, 受動喫煙の程度は微量であるため適切ではない。コチニンはニコチンの代謝産物であり, 肝臓で酸化され尿中へ排泄される。その生物学的性質はニコチンが半減期2時間で不安定であるに対して, コチニンの半減期は30時間以上であり, 安定しているのが特徴である。したがって, 受動喫煙の判定の場合にはニコチンを測定するより, コチニンの方が優れていると考えられる。

II. 喫煙検診により得られる情報

筆者らが平成14年度から行っている喫煙検診は児童の尿中コチニンを測定し, 受動喫煙の影響を調べる検診である。そのメリットは, (1)ど

の児童がどの程度の受動喫煙を受けているかを客観的かつ個別に知ることができる, (2)児童本人の禁煙教育の参考にできる, (3)両親の禁煙動機付けができる, (4)生活習慣病と喫煙の関係を調査できるなどである。現在, 尿中コチニンの測定法はガスクロマトグラフィー, 液体クロマトグラフィー, RIA, EIA, ELISA などがあり, クロマトグラフィーが Golden standard とされている。しかしクロマトグラフィーでの測定は価格が高く, 一度に多数の検体処理が困難であるなどの欠点がある。一方, 筆者らが用いている方法は競合 ELISA 法で測定感度は0.1ng/mlまで可能でかつ1検体700円前後 (ガスクロでは1検体定価の価格は5,000~1万円程度) である。処理時間も比較的短時間で検診などの多数検体を処理するには好都合であると言える。喫煙検診で尿中コチニンを測定した後の検診プロトコルを図1に示す。尿中コチニン値が



(InoT et al. Prev Med 2006;42:427-9)

図1 尿中コチニン測定後の喫煙検診の流れ

10ng/ml以上の児童の保護者については図中に示した16ページにわたるパンフレットが配られ禁煙指導が行われる。40ng/ml以上の児童は受動喫煙による身体的な異常を呈している可能性があるため小児科受診が勧められる。

喫煙検診を受けた児童の保護者の喫煙率は両親とも喫煙ありは15~17%、片親喫煙ありは45~55%、両親とも喫煙なしは35%前後であった。全体での尿中コチニン値を見ると1/3は測定感度以下、10ng/ml以上は約20%、5ng/ml以上は約40%である。すなわち日本禁煙学会の受動喫煙の診断基準から5ng/ml以上を受動喫煙ありと定義すると、全体の約4割が影響を受けていることになる。毎年、少数ではあるが100ng/mlを超える児童も1~2人いるが、これらの児童は喫煙成人の尿中コチニンの測定結果を参考にすると、1日1~6本喫煙している成人のコチニン値と同等の値である(聞き取り調査結果では自分で吸っている可能性は少ないことが判明している)。すなわち濃厚な受動喫煙の結果であると考えられる。また筆者らの別の検討で、19例の新生児(生後1週間以内の採尿)における尿中コチニン測定の結果では、母親が妊娠中も1日5本喫煙していた1新生児では284.8ng/mlと異常に高かった。この新生児では母乳栄養であることからニコチンの胎盤および母乳からの移行によると思われる。この値からすると新生児自らが1日1~5本のタバコを吸っているのと同じ状態であると言える。両親の喫煙本数と児の尿中コチニン値との関係は必ずしも良好な正の相関関係があるとは限らない。特に父親の喫煙本数とは良好な相関は得られない。その理由は日常生活において父親は家庭にいる時間が少ないためであろうと推定できる。一方、母親の喫煙本数との相関は $r=0.46$ と喫煙本数を両親の喫煙本数を補正して(父親+2×母親)/2と相関を見た場合($r=0.39$)よりも高かったが、十分な相関係数であるとは言えない。両親の喫煙別に分類し児童の尿中コチニン値を比較すると、両親とも非喫煙者の児童: 1.9 ± 3 ng/ml, 父親のみが喫煙者の児童: 6.4 ± 8.9 ng/ml, 両親とも喫煙者の児童: 13.9 ± 15.5 ng/ml, 母親のみ喫煙者の児童: 36.1 ± 42.0 ng/mlと母親が喫煙者の児童がずば抜けて

高値であることが判明した。この点からも母親の喫煙は児童の受動喫煙に多大な影響を及ぼしていることがわかる。Thaqi AやDelpisheh Aらの報告では、尿中のコチニン値に影響する因子を検討すると、母親が喫煙していることの他に両親の教育・収入が低い、冬、男子、採尿日が月曜日であることなどがコチニン値を高くする。その理由は以前から両親の教育程度が低い階層に喫煙者が多く、冬は屋内にいることが多いためとしている。また男子は肺容量が大きくニコチンの吸収量が高いため、採尿日が月曜日であると前日には両親とともに生活する機会が増え、受動喫煙を受けるためであるとしている。筆者らの喫煙場所と尿中コチニン値との関係では図2のようにたとえ換気扇の下やベランダなどで吸っていても非喫煙両親の児童に比べ数倍高いことが窺える。一方、尿中コチニン値と生活習慣病検診で得られた項目との比較ではコレステロール値への影響が高い。特にHDLとの逆相関があり、尿中コチニン値が高いものはHDLコレステロールが低い。成人における喫煙者での検討でも同じ現象が起こるが、受動喫煙の場合、HDLの低下の程度は軽い。このことは受動喫煙を受けている児童では動脈硬化の早期発症の可能性があると思われる。また19項目からなる児童の生活習慣アンケートとの関係を調査した結果、尿中コチニン値を目的変数とした場合に家族と夕食を一緒にとるか否か、テレビを見ている時間数および学校以外でスポーツをやっているかどうかの3項目に有意差が認められ、それぞれオッズ比は31倍、3.6倍、2.7倍の危険率になる。すなわち家族と一緒に夕食

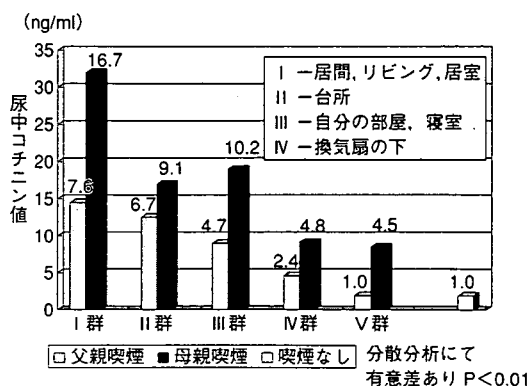


図2 両親の喫煙場所と児の尿中コチニン値

をとらず、テレビを長時間見て、学校以外でのスポーツをやらない児童は尿中コチニンが高い傾向がある。Becklake MR らの研究によると尿中コチニンが高い児童は脳内線条体のドーパミン受容体D1の数が少なく、そのため nicotine-seeking behavior [ニコチンを追い求める行動]を招く。そのために将来喫煙する危険因子になる。したがって、喫煙検診により尿中コチニン値が高い児童は今後思春期になり喫煙をするようになることが予想され、重点的に防煙教育がなされるべきであると考えられる。

Ⅲ. 喫煙検診による禁煙動機付け

一方、尿中コチニン値が25ng/ml以上の高値であった児童に次年度再検し、尿中コチニンを測定した結果、約85%は前年度の値より低下していた(平均32.6±16.3から17.0±20.9, $p < 0.002$)。それらの56名の保護者にアンケート調査を行った結果、禁煙した:11%, 喫煙本数が減った:40%, 変化なし:49%であった。また75%は検診の後で吸い方が変わったと回答した。その内容は家中で喫煙について話し合った、子どもの前では吸わなくなった、換気扇の下で吸うようになった、車の中では吸わなくなったなどの回答を得た。これらの結果は喫煙検診が両親への禁煙動機付けにある一定の役割を果たしたと考えられる。

この喫煙検診を更に広範囲に進めていくには今後、行政・医療・教育のネットワークが必要であると考えている。すでに熊谷市では路上喫煙マナー条例が発令されており、医療側では3師会の会合での完全禁煙、教育側では小・中・高校および看護学校での完全敷地内禁煙などが計画されている。

Ⅳ. ま と め

① 今後の受動喫煙研究は生体内指標を用いて行われることが望ましい。

- ② 尿中コチニン測定を用いた喫煙検診は本人の受動喫煙の状態を科学的に証明することが可能でかつ本人の禁煙指導ばかりでなく両親への禁煙動機付けに有用である。
- ③ 児童の受動喫煙は母親の喫煙状況の影響をより強く受け、また家庭内での生活習慣の質にも関係する。
- ④ 尿中コチニンが高値である児童は将来早期に喫煙開始する可能性があり、集中的に防煙指導するのが好ましい。

文 献

- 1) 井埜利博, 渋谷友幸, 斉藤洪太, 岡田了三: 小児生活習慣病検診への尿中コチニン測定の導入 日児誌 108: 1467-1472, 2004
- 2) 井埜利博, 角田 修, 渋谷友幸, 斉藤洪太, 西田貞之: 熊谷市医師会における喫煙問題への取り組み 喫煙検診について 埼玉県医学会雑誌 39: 643-648, 2005
- 3) 井埜利博, 渋谷友幸, 斉藤洪太, 西田貞之, 岡田了三: 喫煙検診による小児受動喫煙の実態と両親への禁煙動機付け 日児誌 110: 1105-1111, 2006
- 4) Ino T, Shibuya T, Saito K, Ohshima J, Okada R.: A passive smoking screening program for children. *Prev Med* 42: 427-429, 2006
- 5) Thaqi A, Franke K, Merkel G, Wichmann HE, Heinrich J: Biomarkers of exposure to passive smoking of school children: frequency and determinants. *Indoor Air* 15: 302-10, 2005
- 6) Delpisheh A, Kelly Y, Brabin BJ: Passive cigarette smoke exposure in primary school children in Liverpool. *Public Health* 20: 65-9, 2006
- 7) Becklake MR, Ghezzo H, Ernst P.: Childhood predictors of smoking in adolescence: a follow-up study of Montreal schoolchildren. *CMAJ* 173: 377-9, 2005