

低劑量鉛暴露對兒童認知與行為的影響

施彥亨

摘要

低劑量鉛暴露係指臨床上尚無鉛中毒症狀之鉛暴露，長期之低劑量鉛暴露對兒童之智能、注意力、活動量、視動統整能力、語言處理能力、課業成就皆有不良影響，並且會增加青少年情緒問題，提高反社會、違反校規行為甚至犯罪的風險。經由懷孕、哺乳過程，鉛暴露效應還會威脅新生兒身心健康，影響整體國民素質。本文擬藉由文獻回顧來探討低劑量鉛暴露的效應，並提供防範之道以期將鉛暴露的危害降至最低。

中文關鍵詞：低劑量鉛暴露、認知、行為

英文關鍵詞：low-dose lead exposure, cognition, behavior

一、前言

鉛是一種神經毒素，高劑量的鉛暴露會導致鉛中毒，對健康與發育有極為不良之影響，嚴重者可致命，而低劑量的鉛暴露由於症狀不明顯，經常會被忽略。直到 1970 年代，人們還以為只要血中鉛濃度低於 50 或 60 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 或是沒有貧血、周圍神經病變、腎病變以及神經失常等鉛中毒症狀出現，體內鉛含量多少並無所謂(Yule,1992)。70 年代末期，一連串有關低劑量鉛暴露影響兒童認知與行為的研究報告陸續出爐，使得人們重新檢討鉛暴露的「安全閾值」。以美國為例，過去數十年以來把定義「安全閾值」的血鉛值從 1969 年的 60 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 一直向下修正到 1991 年的 10 $\mu\text{g}/\text{dl}$ (Minder,1998)。1991 年，美國疾病管制局(Center for Disease Control, CDC)宣佈學童血鉛值達 15 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 者必須接受營養與教育介入以及比較頻繁的篩檢，加拿大與澳洲亦以此做為衛生、教育單位的介入值(Hilts, Bock, & Oke, 1998；Burns et al, 1999)，由此可見低劑量鉛暴露引起的健康與學習議題備受關注。本文旨在回顧醫學、公衛、環保、特教與心理等各領域相關文獻，來探討無症狀的鉛暴露對於兒童神經心理功能的影響，並提醒教師與家長正視鉛暴露的潛在危機，於居家環境或選擇教材教具時有所警覺，將鉛暴露的危害降至最低。

二、鉛的性質、吸收與暴露指標

鉛是一種暗灰色、質軟、低張力強度(low tensile strength)的重金屬。由於人類的活動，鉛廣泛地存在於自然界與人類的環境之中，鉛及其化合物於人體內沒有生理功能卻有潛在的毒性(引自 Yule,1992)。鉛由腸胃道、呼吸道與皮膚(少量)進入人體，亦可經由子宮影響胎兒。經由呼吸道進入的鉛約有 50%到 70%會被人體吸收，經消化道的鉛約 20%(一般成人)至 70%(孕婦與兒童)被吸收(林意凡、王榮德, 民 91)，最終以 95%、4%與 1%的比例分別儲存於長骨(包括牙齒)、軟組織(腦、肝、腎、肺、脾)與血液中(US Environmental Protection Agency, EPA, 2001)。研究人

員通常以血液、牙齒、骨頭與頭髮中鉛含量做為人體鉛暴露的指標。茲摘述人體各種低劑量鉛暴露指標研究結果如下。

三、低劑量鉛暴露對兒童認知與行為的影響

(一)血液

血鉛值較穩定，代表最近人體鉛暴露的情況(Yule, 1992；林意凡、王榮德，民 91)，不同之血鉛值會引起各種程度不等之神經效應(參見表一)。McMicheal 等人(1988)在熔煉業發達之 Port Pirie 針對孕婦血鉛含量與孩童發展的關係做了一項調查研究，他們以 831 名孕婦與其子女為研究對象，結果發現高血鉛濃度的孕婦其早產危險性顯著增加。該研究追蹤這些孕婦的子女至 4 歲，以 McCarthy 智慧量表測試，結果顯示在控制社會混淆變項之後，高血鉛值(1-5.0 $\mu\text{mol/l}$)與低血鉛值(0.5 $\mu\text{mol/l}$)〔1 $\mu\text{mol/l}$ = 21 $\mu\text{g/dl}$ 〕的孩童智商相差 7.2 分(引自 Yule,1992)。此外，Bellinger(1987, 1990)指出，臍帶血鉛值小於 3 $\mu\text{g/dl}$ 的新生兒其 Bayley Mental Developmental Index 較血鉛值大於 9 $\mu\text{g/dl}$ 的新生兒多了近 5 分。

許多流行病學研究顯示，血鉛值低於 35 $\mu\text{g/dl}$ 時，IQ 與血鉛值的劑量---反應關係乃為一種線性關係(CDC, 2002)。據估計，如果血鉛值從 10 $\mu\text{g/dl}$ 上升到 20 $\mu\text{g/dl}$ 時，智力測驗全量表分數下降約 2.5 分(Schwartz,1993)；當血鉛值從 10 $\mu\text{g/dl}$ 上升到 30 $\mu\text{g/dl}$ 時，幼兒的智商估計下降約 4.4 到 5.3 分，其視覺-動作統整能力亦受影響(Baghurst et al, 1992)。

究竟血鉛值要多低才是安全的？Tesman 與 Hill(1994)認為人體內再怎麼低的血鉛值都無法視為安全(引自 Minder,1998)，美國疾病管制局(1991)亦認為即使低於 10 $\mu\text{g/dl}$ 的血鉛值都有副作用，不過 Minder 等人的研究指出，在平均血鉛值只有 4.4 $\mu\text{g/dl}$ 時未發現血鉛值影響任何認知因素，但長期效應如何則不得而知(Minder et al, 1998)。也有研究顯示，即使血鉛值平均達 11.1 $\mu\text{g/dl}$ 時，仍未發現智商受到影響，但是不專心與過動之行為則呈現少量但顯著的增加(Silva et al, 1988；引自 Yule,1992)。

除了損傷智能、惡化注意力缺陷與影響學業表現(Tuthill, 1996；引自 Jones, Connelly, & Wagner, 2001))之外，醫學研究指出，在調整干擾變項的影響後，血液中的鉛含量與青少年違法亂紀行為(delinquent behavior)有關(Cincinnati Children's Environmental Health Center, 2002)。兒童之無症狀鉛暴露提高了青少年犯罪的危險性，而且是學校少年犯罪問題的有效預測因子(predictor)(Needleman, 2000)。Nevin (2000)也指出，人們長期暴露於汽油中的鉛將增加暴力犯罪、未婚懷孕與謀殺率(引自 Jones, Connelly, & Wagner, 2001)。

表一 血鉛值對兒童的神經效應

血鉛值($\mu\text{g/dl}$)	神經效應(Neurological effect)
10-20	產生神經行為發展缺陷(deficits in neurobehavioural development)
25	降低 IQ、增加反應時間
30	降低神經傳導速率

70	周圍神經病變(peripheral neuropathy)
80-100	腦病變(encephalopathy)

Adapted from Lajis(1995)

(二)牙齒

牙齒鉛含量與血鉛含量呈顯著正相關(引自 Yule,1992)，因此學童褪換的乳齒，可用來做為鉛暴露的指標。1979 年 Needleman 等人於 Boston 分析了 2330 名學童的乳齒鉛含量，比較高低含鉛量學童的神經心理功能，隨後並持續追蹤這批學童長達十一年之久。在這項研究的橫斷性(cross- sectional)部分顯示，於控制各種社會混淆變項之後，牙齒含高劑量鉛的學童平均智商 102.1，含低劑量鉛學童的平均智商 106.6，兩者差異達顯著水準；其次，教室的不適應行為頻率與牙齒鉛含量成正比。經十一年追蹤的縱貫性(longitudinal)研究發現，該批學童長大後其神經行為功能與他們在孩童時期牙齒鉛含量成負相關，而且含鉛量最高的一批學童長大後比較容易出現閱讀障礙以及高中輟學的現象(引自 Yule, 1992)。

台灣學者王榮德等(民 80) 亦以牙齒含鉛量做了相關研究，對象為來自七所小學的 764 名一至三年級小學生的 940 顆乳牙。七所學校中兩所靠近熔煉廠，一所位於海邊，其餘四所位於台北市。研究結果顯示台北市學童的乳牙鉛含量平均為 4.4 $\mu\text{g/g}$ (SD=3.5)，靠近熔煉廠的學童乳齒鉛含量明顯偏高(6.3 $\mu\text{g/g}$, SD=3.3)，海邊小學平均值為 5.1 $\mu\text{g/g}$ (SD =2.8)。研究還發現乳牙含鉛值與瑞文氏彩色圖形推理測驗(Raven's colored progressive matrices test)之得分呈負相關，在調整家長學歷等干擾因子(confounding factors)之後，鉛值與智商的負相關降低但仍存在(Rabinowitz, Wang & Soong, 1991)。

丹麥的一項研究以一年級學童的乳牙為研究對象，結果發現牙齒含鉛量高於 18.7 $\mu\text{g/g}$ 者，其魏氏智力測驗語言分測驗較含鉛量低於 5 $\mu\text{g/g}$ 者低了 8 分且達顯著水準，班達測驗與教師評的行為量表也較差(引自 Yule, 1992)。

與 Minder、Silva 等人研究血鉛值的結果類似，Fergusson et al.(1988)以牙齒為樣本的研究，在控制干擾變項後發現鉛值與 IQ 之間的關係未達顯著水準，惟在學童閱讀成就以及家長、教師評的行為量表上，尤其是注意力、活動量與焦躁不安等，皆呈顯著相關(引自 Yule,1992)。另有許多研究指出，六到八歲學童牙齒鉛含量與教師評兒童問題行為呈正相關，且其情緒問題與外向性(externalizing)及內向性(internalizing)問題行為盛行率也較高(Needleman et al,1979 ; Bellinger et al,1994, Fergusson et al,1993,引自 Burns,1999)。此外，牙齒鉛濃度偏高的男生較易有耍流氓、逃學、縱火、偷竊以及其他違法的行為 (引自 Spake & Couzin,1999)。

(三)骨骼

鉛在骨骼中半生期長達 20 年以上，排出速度緩慢，有蓄積性，會隨著年齡增長而增加(Bogden, Oleske, & Louria, 1997)。Campbell(2000)等人以隨機方式選取了 156 名沒有鉛中毒症狀的 11 到 14 歲青少年，使用 X-ray fluorescence spectroscopy 測量受試者脛骨之鉛含量，並以“Nonword Repetition task”，“Competing Language Processing Task”與“Revised Token Test”三項測驗工具測試其語言處理能力，

結果發現鉛含量前四分之一高的受試者，其處理最困難的語言作業能力降低 (Campbell et al, 2000)。

Needleman 等人在 Pittsburgh 比較 216 名被判決有罪的少年與 201 名對照組少年脛骨之鉛含量，發現無論種族、性別，犯罪少年脛骨之鉛含量(13.7ppm)皆顯著高於對照組，犯罪青少年其骨骼中鉛含量是對照組的兩倍(引自 Jones, Connelly, & Wagner, 2001)。在以公立學校小一男生為對象的研究中，也顯示高的脛骨鉛含量增加了反社會、違法亂紀行為的風險且其效應隨著兒童之發展過程持續存在 (Needleman,1996)。

鉛經由母體影響胎兒的情形頗值得關注。根據 Peterson 與 Hu 的研究顯示，母親體內的鉛會與鈣質從骨骼釋出經由血液通過胎盤或藉由哺乳威脅胎兒或新生兒的健康，該研究以 272 名孕婦為研究對象，發現高鉛含量組的新生兒比低鉛含量組的新生兒平均輕了 156g，其差異達顯著水準。由此可見脛骨鉛含量高之母親有比較高的危險性生出體重過輕之新生兒。

(四)頭髮

藉由阿姆斯特丹 Vrije 大學物理學系的協助，Minder 等人調查了 43 個年齡 8 到 12 歲之間，就讀特殊學校男生的頭髮含鉛量與其注意力之間的關係。Minder 先把可能不是鉛引起之注意與記憶力問題者排除，並且使用十一項測驗工具做評量(eye-hand coordination, simple reaction time task, choice reaction time task, mazes, digit span, coding, underlining, stroop test, trail making test A & B, beery test, dichotic listening)，以問卷調查蒐集智商、家庭社經地位、異食等可能的干擾變項，以複回歸統計方法分析資料。研究結果顯示頭髮含鉛量高者於 Simple Reaction Time Task 反應較慢且注意力較固著 (perseverate)、無彈性(Minder et al, 1994)。

有關低劑量鉛暴露的實證性研究數量龐大且繁雜，筆者特地擇其具代表性者，整理如表二。

表二、低劑量鉛暴露影響兒童認知與行為的實證性研究

研究者	研究對象	樣本	結果
Baghurst et al, (1992)	澳洲鎔煉小鎮 Port Pirie 進行的世代研究(Cohort study)以當地 494 新生兒為對象	血液	血鉛值從 10 μ g /dl 上升到 30 μ g /dl 時，幼兒的智商估計下降約 4.4 到 5.3 分。
Baghurst et al, (1995)	澳洲的鎔煉小鎮 Port Pirie 進行的世代研究(Cohort study)以當地 494 新生兒為對象	血液	以 Beery Developmental Test of Visual-Motor Integration(平均分數 13.4)為施測工具，發現血鉛值從 10 μ g /dl 上升到 30 μ g /dl 時，兒童的視覺-動作統整能力估計下降約 1.6 分。
Bellinger et al, (1987,1990)	檢驗 249 名嬰兒的臍帶血之鉛濃度	血液	以 Bayley Mental Developmental Index 測試結果，低鉛組(<3 μ g/dl)較高鉛組(>9 μ g/dl)多了近 5 分

Campbell et al, (2000)	以螢光 X 光測量 156 名隨機選取的 11 到 14 歲青少年脛骨鉛含量，並測試他們的語言處理能力。	脛骨	含鉛量高的前四分之一受試於處理最困難的語言作業能力降低。
Fergusson et al,(1988)	追蹤 1000 名孩童從出生到 9 歲，蒐集了 996 顆牙齒分析比較其鉛含量與智商、閱讀成就的關係。	牙齒	牙齒含鉛量與智商並未達顯著相關，但與注意力、活動量以及閱讀成就達顯著相關。
Lyngbe et al(1990) & Hansen et al (1989)	丹麥 1302 名一年級學童的牙齒鉛含量分析。	牙齒	牙齒含高鉛者(>18.7 $\mu\text{g/g}$)，其魏氏智力測驗語言分測驗較低鉛者(<5 $\mu\text{g/g}$)低了 8 分；班達測驗與教師評的行為量表也較差。
McMicheal et al,(1988)	在 Port Pirie 熔煉業之 831 名孕婦及其子女。	血液	追蹤 831 名孕婦的子女至 4 歲發現高血鉛與低血鉛的孩童智商相差 7.2。
Minder et al, (1994)	43 個就讀特殊學校的男生，年齡 8 到 12 歲之間，分析頭髮的含鉛量。	頭髮	頭髮含鉛量高者於 Simple Reaction Time Task 反應較慢，且注意力較固著(perseverate)、無彈性(less flexible)。
Minder et al, (1998)	荷蘭 313 名就讀特殊學校的男孩，9 到 12 歲之間。分析血中鉛濃度。	血液	因素分析的結果未發現血鉛值影響任何認知因素。 註：平均血鉛值 4.4 $\mu\text{g/dl}$
Needleman et al ,(1979)	波士頓 2330 名學童，其中 58 名牙齒含高濃度鉛，100 名牙齒含低濃度鉛。	牙齒	高濃度鉛學童平均智商 102.1，低濃度鉛學童平均智商 106.6，在控制各種社會混淆變項之後兩者差異達到顯著水準。
Needleman et al, (1990)	追蹤 270 名孩童中的 132 名	牙齒	年輕成人的神經行為功能與他們在孩童時期牙齒的鉛含量呈負相關而且含鉛量最高的學童比較容易出現閱讀障礙以及高中輟學的現象。
Needleman et al, (2000)	比較 216 名被判決有罪的少年與 201 名對照組少年脛骨之鉛含量。	脛骨	無論種族、性別，犯罪少年脛骨之鉛含量(13.7ppm)皆顯著高於對照組。
Peterson & Hu(1997)	以 272 名孕婦與其新生兒為研究對象	脛骨	高鉛含量組的新生兒比低鉛含量組的新生兒平均輕了 156g。
Rabinowitz, Wang &	台灣之 764 名小一至小三學生的 940	牙齒	乳牙含鉛值與瑞文氏彩色圖形智力測驗(Raven's colored progressive

Soong(1991)	顆乳牙。		matrices test)之得分呈負相關，在調整家長學歷等危險因子之後，鉛值與智商的負相關降低但仍存在。
Thomson et al,(1989)	Edinburgh 之 501 名 6-9 歲學童之血鉛值	血液	使用複回歸分析發現血鉛對數值與教師評 Rutter 全量表、攻擊/反社會行為、過動分量表有顯著相關。行為量表與血鉛值呈現劑量-反應關係。

(五)小結

綜合上述文獻可知，除了極低劑量鉛暴露(血鉛值小於 10 μ g /dl)對兒童智力的影響尚無一致結論之外，幼年時無症狀鉛暴露會影響兒童的智能、注意力、活動量、語言處理能力、視動統整能力、課業成就，並且增加青少年情緒問題、反社會與違反校規行為的風險，其影響既深且遠。尤有甚者，低劑量鉛暴露與貧窮、酒精藥物濫用等不利因素交互作用時更會提高暴力犯罪的危險性(Masters et al., 1997；引自 Jones, Connelly, & Wagner, 2001)。低劑量鉛暴露影響智力的雖只是幾分 IQ 的差異，然而如此微小的改變對個人與決策者卻具有關鍵性的影響(Yule & Rutter, 1985)，因為社會整體可能會增加不必要的特教需求(Yule,1992)，有研究者估計，若能設法將血鉛值降低 1 μ g/dl，則每位兒童約可節省兩千塊美金的社會成本(引自 Burns, 1999)。尤其值得注意的是鉛能經由女性的懷孕、哺乳影響新生代的身心健康，易言之，鉛暴露的效應有代代相傳的能力，其對整體國民素質之影響實不容忽視。

四、鉛影響認知與行為之機制與治療

鉛傷害大腦影響行為的精確機制尚未完全明瞭，根據 Shaare Zedek 醫學中心的研究顯示，鉛會穿透腦血管障壁，傷害保護神經元的神經膠細胞(glial cells)以及能讓神經快速準確傳遞訊息的髓鞘(myelin)。受影響之部位主要在前額葉(prefrontal cortex)、小腦(cerebellum)與海馬體(hippocampus)。鉛的化學結構與鈣近似，可能會干擾鈣於腦中的運作與神經傳導物質系統(neurotransmitter systems)進而擾亂情緒的調節、記憶與學習。鉛中毒的治療方法為螯合(chelating)治療，就是以化學物品去抓重金屬鉛，再一起排出體外。有報導指出，經過 6 個月的治療後，血鉛值每下降 0.14mmole/l，IQ 可提升 1 分(Ruff et al. 1993)，然而鉛暴露最好的治療還是「預防」。

五、防範之道

鉛幾乎無所不在，空氣、飲水、土壤、食物、含鉛汽油、部分油漆、顏料、玩具、民俗藥方等，處處都有它的蹤跡，以下簡介常見的鉛來源與防範之道：

(一)油漆、塗料(Paint)

1950 年以前建的房子最具鉛危險性。

1950~1978 年間建的房子之油漆可能對孩子具有鉛危險性。

防範之道：絕對避免幼兒吞食剝落的油漆。含鉛灰塵或油漆屑，切勿攪動，儘量以溼式處理。

(二)水

美國環保署估計約 15%的家庭使用含鉛的水管、水龍頭(faucet),唧筒(well pump)—1930 年以前的房子為高危險群，然而 1988 年以前的房子也有可能使用鉛焊接水管，當水質偏酸性或水溫過高，容易使管壁的鉛溶出。台灣的自來水管線年代悠久，可能無法置身於鉛威脅之外。

防範之道：每天早晨將自來水放留一到兩分鐘、烹飪時使用冷的自來水。

(三)土壤

因為 60 年代以前果園使用砷酸鉛殺蟲劑，這些土地可能遭到鉛污染。含鉛汽油與含鉛油漆滲入土壤亦可造成污染。

防範之道：種植草皮或植物可減低鉛暴露。

(四)嗜好與運動

某些顏料(artists' paints)、染色之玻璃製品(stained-glass material)、釣魚用鉛垂(fishing weights)、鉛製子彈(bullets)、某些金屬模型玩具鎗、某些蠟燭的蕊含鉛。

防範之道：注意各種嗜好物品、教材教具之成分，幼兒玩具尤應注意。

(五)釉藥(glaze)

舊建築的磁磚，陶器、陶器製品可能含有含鉛釉藥。酸性飲料像酒、果汁會使鉛釋放出來。

防範之道：勿使用含鉛容器裝食物。

(六)某些民俗藥方

有些替幼兒「壓驚」的民俗藥品含有鉛，千萬不要隨意服用來路不明的中草藥或民俗藥方。

(七)勤洗手：勤洗手的習慣不只是預防如腸病毒等傳染病的良方，對防範或減輕鉛暴露的效應亦同樣有效。尤其處於以手抓口嚙來探索外界的感覺動作期的幼兒或是有異食癖(pica)的兒童，除了提供一個安全無虞的成長環境之外，教導與幫助幼兒洗手，也是師長與保姆之職責。

(八)營養方面：缺鐵、鈣及貧血的人，對鉛之抵抗力較低，因此平日飲食，應攝取富含鐵、鈣的食物。此外，脂肪會增加鉛質之吸收，減低脂肪攝取量，也是一個減緩鉛中毒的訣竅。

六、結語

對美國學童而言鉛中毒仍是環境中最顯著的健康危害，美國環境保護署估計約有一百七十萬學童，亦即 4.4%的學童，被老舊油漆、水管、土壤與其他來源的鉛所影響(Spake & Couzin 1999)。台灣雖無這方面的普查資料，但以國人之環保意識不如美國，自來水管管線年久失修，鉛暴露的威脅應較諸美國有過之而無不及。教育人員，尤其是與幼童接觸頻繁的小學教師、幼教老師、早療治療師、

保姆或家長允應對鉛暴露的危害有正確的認知，於選擇教材教具、安排教學環境時才能有所警覺，避免學生受到不必要鉛暴露之危害。此外，身為女性者更應對鉛暴露之危害有正確的覺知，以確保下一代的健康。

（本文作者現職為臺北市立陽明山國民小學特教教師）

參考書目

- 林易凡、王榮德(民 91)：鉛危害之防治。健康世界。322, 39-44.
- Baghurst, P. A., McMichael, A. J., Wigg, N. R., Vimpani, G.V., Robersotn, E.F., Roberts, R. J. & Tong, S. L.(1992). Environmental exposure to lead and children's intelligence at the age of seven years: The Port Pirie Cohort Study. *New England Journal of Medicine*. 327(18):1279-84.
- Baghurst, P.A., McMichael, A. J., Tong, S., Wigg, N. R., Vimpani, G.V & Robersotn, E.F.(1995). Exposure to environmental lead and visual-motor integration at age 7 years: the Port Pirie Cohort Study. *Epidemiology*. 6(2):104-9
- Bellinger, D., Leviton, A., Waternaux, C., Needleman, H., & Rabinowitz, M.(1987). Longitudinal analyses of prenatal and postnatal lead exposure and early cognitive development. *New England Journal of Medicine*, 316, 1037-43.
- Bogden, J. D., Oleske, J. M, & Louria, D. B.(1997). Lead poisoning — one approach to a problem that won't go away. *Environmental Health Perspectives*, 105 (12), 1284-87.
- Burns, J.M., Baghurst, P.A.& Sawyer, M.G.(1999). Lifetime low-level exposure to environmental lead and children's emotional and behavioral development at age 11-13 years. *American Journal of Epidemiology*, 149(8), 740-9.
- Campbell,T. F., Needleman, H.L., Riess, J.A. & Tobin, M.J.(2000). Bone lead levels and language processing performance. *Developmental Neuropsychology*. 18(2): 171-86.
- Children's Hospital Medical Center of Cincinnati(2002). Lead Exposure Causes Anti-social Behavior. *Science News*, March, 2002.
- Fergusson, D. M., Fergusson, J. E., Horwood, L.J. & Kinzett, N. Z.(1988). A longitudinal study of dentine lead level, intelligence, school performance and behavior. Part III. Dentine lead level and attention/activity. *Journal of child psychology and psychiatry*, 29(6): 811-824.
- Hilts, S. R., Bock, S. E. & Oke, T. L.(1998). Effects of intervention on children's blood levels. *Environmental Health Perspectives*, 106(2):79-83.
- Jones, G., Connelly, M. & Wagner, K(2001). Lead Exposure, Delinquency, and Violent Crime: A Research Update. Retrieved from State Commission on Criminal Sentencing Policy.

- Lajis, R.(1995). Lead exposure and the IQ of children. http://prn.usm.my/lead/news_title.html
- Minder, B., Das-Smaal, E. A., Brand, E. F. & Orlebeke, J.F.(1994). Exposure to lead and specific attentional problems in school children. *Journal of learning disability, 27*(6): 393-399.
- Minder, B., Das-Smaal, E. A.& Orlebeke, J.F.(1998). Cognition in children does not suffer from very low lead exposure. *Journal of learning disability, 31*(5): 494-502.
- Needleman, H.L., Gunnor, C., & Leviton, A., et al. (1979). Deficits in psychologic and classroom performance of children with elevated dentine lead levels. *New England Journal of Medicine, 300*, 689-695.
- Needleman, H.L., Schell, A., Bellinger, D., Leviton, A., & Allred, E.N. (1990) The long-term effects of exposure to lead in childhood. An 11-year follow-up report. *New England Journal of Medicine, 322*, 83-88.
- Peterson, K. & Hu, H.(1997). Lead Exposure Before Pregnancy May Threaten Infant Development. <http://www.hsph.harvard.edu/digest/>
- Rabinowitz, M. B., Wang, J. D.,& Soong, W. T.(1991). Dentine lead and child intelligence in Taiwan. *Archives of environmental health. 46*(6):351-360.
- Ryan, D., Lery, B. & Polack, S.(1999). Protecting children from lead poisoning and building healthy communities. *American Journal of Public Health, 89*(6): 822-824.
- Schwartz., J.(1993). Beyond LOEL's, p values, and vote counting: methods for looking at the shapes and strengths of associations. *Neurotoxicology, 14*(2-3):237-46.
- Spake, A., & Couzin, J.(1999). In the air that they breathe. Lead poisoning remains a major health hazard for America's children. *U. S. news & world report, 127*(24): 54-56.
- Thomson, G. O., Raab, G. M., Hepburn, W. S., Hunter, R., Fulton, M. & Laxen, D. P.(1989). Blood-lead levels and children's behavior---results from the Edinburgh Lead Study. *Journal of child psychology and psychiatry. 30*(4): 515-28.
- Yule, W.(1992). Review: Neurotoxicity of lead. Paper presented at the Third Meeting of the International Neurotoxicology Association, 1991, Salsomaggiore Terme, Italy.

低劑量鉛暴露對兒童認知與行為的影響

本文作者

姓名：施彥亨

學歷：國立台灣師範大學特教碩士

服務單位與職稱：台北市陽明山國小特教教師

電話：28319140

戶籍所在地：台北市士林區福佳里 3 鄰貴富街 6 號

住址：同上

郵局局號：000173-9

郵局帳號：054410-9