

## Environmental and Childhood Lead Contamination: Role of the Boat-repair Industry in Southern Thailand

---

### ABSTRACT

The wooden-boat building and repair industry has been implicated as a potential source of human lead contamination because of the use of plumboplumbic oxide ( $Pb_3O_4$ ) in the process of caulking boat hulls.

The objective of this study was to examine the patterns of environmental and childhood lead contamination in relation to distance and direction from local boatyards, and to identify the factors influencing the distribution of environmental and childhood lead contamination in an area surrounding boat-repair yards where plumboplumbic oxide is used.

A cross-sectional spatial study design was employed in a residential area extending approximately 5 kilometres along the coast and including 3-large boat-repair yards in Tambol Hua Khao, Singhanakhon District, Songkhla Province, on the east coast of peninsular Thailand.

Three hundred and thirty children aged between 4 and 14 years resident in the study area who had received parental consent were randomly selected. Home visit and interview of the parents or guardians obtained information regarding environment-contact child behaviour and occupation and activities of members of each child's household. Venous blood specimens were taken from 318 of these children and dust specimens collected from an undisturbed position in each household. Soil specimens were obtained from the interstices of a square grid pattern superimposed on a map of the study area. Geographic coordinates of



children's residence and soil sampling positions were recorded and mapped. Kriging and contouring were used to describe the spatial distribution of lead in dust and soil and these environmental levels modeled in terms of distance and direction from a boatyard and, for dust, also occupation of household members in boat-repair work and home condition. Childhood blood lead levels were modeled in terms of environmental lead levels and environment-contact behaviour and occupational practices associated with boat-repair of household members.

Household dust lead content and soil lead content ranged from 10 to 3,025 mg/kg and from 10 to 7,700 mg/kg, respectively. The distribution of soil lead peaked approximately at the location of boatyards but outside and away from the boatyards the distribution was irregular. Household dust lead content significantly decreased with increasing distance from boatyards at a rate of 7% to 14% per 100m depending on direction and boatyard. Where a family member was a worker in one of the major boatyards and in houses where occasional repair of small boats was undertaken, household dust lead levels were significantly elevated, by 65 percent (95%CI: 18 - 131 percent) and 31 percent (95%CI: 5 - 63 percent) respectively.

Children's blood lead levels ranged from 2 to 36  $\mu\text{g/dl}$ , with 52 percent higher than 10  $\mu\text{g/dl}$ . Blood lead levels were highly significantly related to the levels of lead in household dust ( $P < 0.00005$ ), increasing about 10 percent (95%CI: 5 - 14 percent) for a doubling in dust lead level, but were not found to be related to the interpolated values of soil lead at the location of the household. However, playing on the ground in front of the house was related to a 20 percent (95%CI:



9 - 32 percent) increase in blood lead levels, and sleeping close to the floor instead of a mattress or bed elevated blood lead by up to 50 percent (95%CI: 9 - 83 percent). There was no significant relationship between childhood blood lead and household location after adjusting for household dust lead, but dust lead itself increased significantly with closer proximity to a boatyard. Statistical modeling indicated that the range of household dust lead levels may include levels above 150 mg/kg for up to at least 2.8 kilometres from a boatyard.

It is concluded that closer proximity of a household to a boatyard and occupation of a family member in boat-repair work are associated with an elevated content of household dust lead. Household dust lead, in turn, closely influences the level of lead in the blood of children in the household. Children's level of lead contamination is also elevated among those who play on the ground in front of the house where shoes are removed and among those who sleep close to the floor. Siting of boat-repair yards at a distance from residential areas, measures to reduce the spread of lead-containing dust, and education of local communities to avoid risky child behaviour are recommended to alleviate the problem of elevated childhood lead levels.



# การปนเปื้อนตะกั่วในเด็กและสิ่งแวดล้อม: บทบาทของอุตสาหกรรมการซ่อมเรือในภาคใต้ ของประเทศไทย

## บทคัดย่อ

อุตสาหกรรมการต่อเรือ และซ่อมเรือประมงที่มีการใช้สน (ตะกั่วแดง, lead oxide or plumboplumbic oxide ( $Pb_3O_4$ )) เป็นส่วนประกอบในกระบวนการดองหมักเนื้อ มีส่วนเกี่ยวข้องกับการปนเปื้อนสารตะกั่วในคนและสิ่งแวดล้อม วัตถุประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้เพื่อหารูปแบบการปนเปื้อนตะกั่วในเด็กและในสิ่งแวดล้อม โดยพิจารณาถึงระยะและทิศทางจากคานเรือ และหาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายสารตะกั่วในเด็กและสิ่งแวดล้อมบริเวณรอบๆอู่ซ่อมเรือที่มีการใช้สน

การศึกษานี้ใช้วิธีการศึกษาแบบตัดขวางเชิงพื้นที่ โดยทำการศึกษาในบริเวณชุมชนตามแนวชายฝั่งปากทะเลสาบสงขลา ระยะทางประมาณ 5 กิโลเมตร ในเขต ต.หัวเขา อ.สิงหนคร จ.สงขลา ซึ่งมีคานเรือตั้งอยู่ 3 คาน ทำการสุ่มเด็กนักเรียนอายุระหว่าง 4 ถึง 14 ปี ที่ได้รับอนุญาตจากผู้ปกครอง จำนวน 330 คน และสามารถเก็บตัวอย่างเลือดจากเด็กนักเรียนได้ 318 คน ทำการเก็บข้อมูลโดยการเยี่ยมบ้าน และการสัมภาษณ์ผู้ปกครองเกี่ยวกับพฤติกรรมการสัมผัสสิ่งแวดล้อมของเด็ก อาชีพและพฤติกรรมของสมาชิกในครอบครัว เก็บตัวอย่างฝุ่นจากบริเวณที่มีการรบกวนน้อยภายในบ้านของเด็กที่เก็บตัวอย่างเลือดแล้ว เก็บตัวอย่างดินจากจุดเก็บที่ได้กำหนดบนแผนที่เป็นตารางสี่เหลี่ยมบนแผนที่ครอบคลุมทั้งพื้นที่ศึกษา และทำการบันทึกตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์ของบ้านและจุดเก็บตัวอย่างดิน วิเคราะห์หารูปแบบการแพร่กระจายของสารตะกั่วในดินและฝุ่นด้วยวิธีครีจิง หาปัจจัยที่มีผลต่อระดับตะกั่วในฝุ่น โดยใช้สมการสหสัมพันธ์ถดถอยเชิงเส้นตรง โดยคำนึงถึงระยะและทิศทางจากคานเรือ อาชีพของสมาชิกภายในครอบครัว และสภาพโดยทั่วไปของบ้าน วิเคราะห์หาปัจจัยที่มีผลต่อระดับตะกั่วในเด็ก โดยใช้ระดับตะกั่วในสิ่งแวดล้อม พฤติกรรมของเด็ก และพฤติกรรมของสมาชิกภายในครอบครัวที่เกี่ยวข้องกับการซ่อมเรือ

ผลการศึกษา ระดับตะกั่วในตัวอย่างฝุ่นจากบ้านเรือนและตัวอย่างดินพบว่ามีค่าระหว่าง 10 ถึง 3,025 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 10 ถึง 7,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ระดับตะกั่วในดินมีค่า



สูงในบริเวณคานเรือและบริเวณที่ห่างจากคานเรือเป็นบางแห่ง สำหรับระดับตะกั่วในฝุ่นมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อระยะห่างจากคานเรือเพิ่มขึ้นทุกๆ 100 เมตร โดยจะลดลงระหว่าง 7 ถึง 14 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นกับทิศทางจากคานเรือ และพบว่าบ้านที่มีสมาชิกในครอบครัวทำงานเกี่ยวข้องกับการซ่อมเรือ จะมีระดับตะกั่วในฝุ่นสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยจะเพิ่มขึ้น 65 เปอร์เซ็นต์ (95 %CI: 18 – 131 เปอร์เซ็นต์) ในบ้านที่มีสมาชิกทำงานในคานเรือ และ 31 เปอร์เซ็นต์ (95%CI: 5 – 63 เปอร์เซ็นต์) ในบ้านที่มีสมาชิกซ่อมเรือหางยาว

ระดับตะกั่วในเด็กกลุ่มตัวอย่างพบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 2 ถึง 36 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร และพบว่า 52 เปอร์เซ็นต์ ของเด็ก มีระดับตะกั่วในเลือดสูงกว่า 10 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าระดับตะกั่วในเด็กมีความสัมพันธ์กับระดับตะกั่วในฝุ่นอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $p > 0.00005$ ) โดยระดับตะกั่วในเด็กจะเพิ่มขึ้นประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ เมื่อระดับตะกั่วในฝุ่นเพิ่มขึ้น 2 เท่า (95%CI: 5 – 14 เปอร์เซ็นต์) แต่ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างระดับตะกั่วในเด็ก และระดับตะกั่วในดินที่ได้จากการประมาณค่าตรงตำแหน่งของบ้าน อย่างไรก็ตามพบว่าเด็กที่เล่นบนพื้นหน้าบ้าน จะมีระดับตะกั่วสูงขึ้น 20 เปอร์เซ็นต์ (95%CI: 9 – 32 เปอร์เซ็นต์) ส่วนเด็กที่นอนบนพื้นหรือบนเสื่อ จะมีระดับตะกั่วเพิ่มขึ้น 50 เปอร์เซ็นต์ (95%CI: 9 – 83 เปอร์เซ็นต์) เมื่อเปรียบเทียบกับเด็กที่นอนบนฟูกหรือบนเตียง ส่วนตำแหน่งที่ตั้งของบ้านพบว่าไม่มีความสัมพันธ์ระดับตะกั่วในเด็กเมื่อมีการปรับค่าด้วยระดับตะกั่วในฝุ่นแต่ระดับตะกั่วในฝุ่นจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อระยะห่างจากคานเรือลดลง จากแบบจำลองทางสถิติพบว่าระดับตะกั่วในฝุ่นจากบ้านจะลดลงถึง 150 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เมื่อบ้านและคานเรือมีระยะห่างอย่างน้อยที่สุด 2.8 กิโลเมตร

การศึกษานี้สามารถสรุปได้ว่าระยะห่างระหว่างคานเรือกับบ้านและอาชีพของสมาชิกในครัวเรือนที่เกี่ยวข้องกับการซ่อมเรือ มีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของระดับตะกั่วในฝุ่นจากบ้านเรือน และระดับตะกั่วในฝุ่นมีความสัมพันธ์เป็นอย่างยิ่งกับระดับตะกั่วในเด็ก นอกจากนี้ เด็กกลุ่มที่เล่นบนพื้นหน้าบ้าน ซึ่งเป็นบริเวณที่ถูกรองเท้า และเด็กที่นอนบนพื้น จะมีระดับตะกั่วในเลือดสูง ดังนั้น ตำแหน่งที่ตั้งของคานเรือที่ห่างจากชุมชน การมีมาตรการลดการแพร่กระจายของฝุ่นที่ปนเปื้อนตะกั่ว และการให้การความรู้แก่ชุมชนเพื่อหลีกเลี่ยงพฤติกรรมเสี่ยงของเด็ก จะสามารถบรรเทาปัญหาการเพิ่มขึ้นของระดับตะกั่วในเด็กได้