บทที่ 5

วิจารณ์ผลการศึกษา

ในบทนี้ เป็นการวิจารณ์ผลการศึกษาตามลำดับหัวข้อที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 4 ได้แก่ ลักษณะทั่วไป คือ ลักษณะประชากรตัวอย่าง สภาพแวดล้อมของการทำงานในโรงงานอิเลกทรอนิกส์ ระดับตะกั่วในเลือด ระดับฮีโมโกลบิน และระดับฮีมาโตคริตของประชากรตัวอย่าง การวิเคราะห์ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อระดับตะกั่วในเลือดของประชากรตัวอย่าง อาการทางคลินิก หรือ อาการเจ็บป่วยต่างๆ และการพยากรณ์ค่าระดับตะกั่วในเลือดของประชากรตัวอย่าง โดยมีรายละเอียด กล่าวคือ

5.1 ลักษณะประชากรตัวอย่าง

ประชากรตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษานี้ เป็นคนงานที่ทำงานอยู่ในนิคมอุตสาหกรรมภาคเหนือ จังหวัดลำพูน โดยประชากรตัวอย่างกลุ่มควบคุม จำนวน 38 ราย ทำงานในโรงงานผลิตเครื่องหนังและโรงงานผลิตภัณฑ์นม ที่ไม่ได้ใช้ตะกั่วในกระบวนการผลิต และประชากรตัวอย่างกลุ่มศึกษา จำนวน 86 ราย ทำงานในโรงงานอิเลกทรอนิกส์ ซึ่งใช้ตะกั่วในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนและอุปกรณ์อิเลกทรอนิกส์ และประชากรตัวอย่างเกือบทั้งหมดเป็นผู้มีภูมิลำเนาอยู่ในภาคเหนือ มีเพียง 3 ราย หรือร้อยละ 2.4 เท่านั้น ที่มาจากภาคอื่น

ในกลุ่มควบคุม ประชากรตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศชาย (ร้อยละ 68.4) โดยอาจเป็นไปได้ว่าเนื่องมาจากลักษณะงานที่ต้องใช้กำลังแรงงาน ซึ่งค่อนข้างแตกต่างจากประชากรตัวอย่างในกลุ่มศึกษาที่ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (ร้อยละ 82.6) และลักษณะงานในโรงงานอิเลกทรอนิกส์เป็นงานเกี่ยวกับสิ่งของชิ้นเล็กๆ อีกทั้งในวันหนึ่ง ๆ ต้องปฏิบัติงานนั่งอยู่กับที่วันละหลายชั่วโมง

ประชากรตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม มีอายุเฉลี่ยต่างกันเล็กน้อยประมาณ 1 ปี โดยอายุเฉลี่ยของคนงานตัวอย่างกลุ่มควบคุมเท่ากับ 24.8 ปี และกลุ่มศึกษาเท่ากับ 23.2 ปี สำหรับระยะเวลาการทำงานของทั้งสองกลุ่มโดยเฉลี่ยไม่แตกต่างกันมากนัก คือ แตกต่างกันประมาณ 4 เดือน

หรือไม่เกิน 6 เดือน ซึ่งในกลุ่มควบคุมเท่ากับ 19.05 เดือนและกลุ่มศึกษาเท่ากับ 23.0 เดือน (ตารางที่ 4.2 และ 4.3)

อนึ่ง ได้กำหนดขอบเขตการศึกษาไว้ว่า ประชากรตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม คือ กลุ่มควบคุมและกลุ่มศึกษา จะต้องเป็นคนงานที่มีระยะเวลาการทำงานในโรงงาน ณ นิคมอุตสาหกรรมภาคเหนือ จังหวัดลำพูน ที่มีระยะเวลาการทำงานไม่น้อยกว่า 12 เดือน หรือ ตั้งแต่ 1 ปีขึ้นไป เพื่อให้ระดับตะกั่วในร่างกายอยู่ในสภาวะคงที่ (กองอาชีวอนามัย, 2530) อีกทั้งไม่เคยมีประวัติการทำงานและงานอดิเรกที่สัมผัสกับตะกั่วมาก่อน ทั้งนี้ เพื่อให้ตัวแปรอื่น ๆ นอกเหนือไปจากที่ได้กำหนดไว้ในขอบเขตการศึกษานี้ แตกต่างกันน้อยที่สุด ดังนั้น จึงอาจถือได้ว่าลักษณะของประชากรตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ค่อนข้างมีความคล้ายคลึงกัน

5.2 <u>สภาพแวดล้อมของการทำงานในโรงงานอิเลกทรอนิกส์</u>

โรงงานอิเลกทรอนิกส์ เป็นโรงงานที่ใช้ตะกั่วอนินทรีย์ (inorganic lead) เป็นวัตถุดิบในการผลิตนอกเหนือไปจากวัตถุดิบอื่น ซึ่งจากขั้นตอนการผลิตอุปกรณ์อิเลกทรอนิกส์ (ตามแผนภูมิการผลิตอุปกรณ์อิเลกทรอนิกส์โดยสังเขป รูปที่ 4.1 บทที่ 4) จะเห็นได้ว่ามีการแบ่งการทำงานออกเป็นลักษณะงานแผนกต่าง ๆ ต่อเนื่องภายในอาคารเดียวกัน โดยแต่ละแผนกมิได้แยกจากกันเป็นสัดส่วนเฉพาะโดยเด็ดขาด อีกทั้งในกระบวนการผลิตอุปกรณ์อิเลกทรอนิกส์ จะใช้ตะกั่วอนินทรีย์ในหลายขั้นตอนการผลิต คือ ขั้นตอนการชุบหรือเคลือบ (soldering) ขั้นตอนการเชื่อม transducer (bonding) ขั้นตอนการบัดกรีสายไฟฟ้า (leading) และขั้นตอนการเชื่อมต่อ (bending) ซึ่งลักษณะงานดังกล่าวเกี่ยวข้องกับตะกั่วและความร้อน ดังนั้น คนงานที่ปฏิบัติหน้าที่นั้น และคนงานที่ปฏิบัติหน้าที่อื่นในแผนกข้างเคียง จึงมีโอกาสสัมผัสหรือรับตะกั่วในรูปไอหรือ ควัน ที่ฟุ้งกระจายอยู่ในบรรยากาศการทำงาน เข้าสู่ร่างกายได้

จากการเก็บตัวอย่างอากาศและวิเคราะห์หาปริมาณระดับตะกั่วหรือความเข้มข้นของตะกั่วในอากาศ ณ แผนกต่างๆ ในโรงงานอิเลกทรอนิกส์ ทั้ง 3 โรงงาน พบว่า

- ระดับความเข้มข้นของตะกั่วในบรรยากาศการทำงาน แสดงลักษณะที่สอดคล้องกันในโรงงาน-C และโรงงาน-D (ตารางที่ 4.1) กล่าวคือ แผนก bonding จะมีระดับตะกั่วในบรรยากาศการทำงานสูงกว่าแผนกงานอื่น (0.003 และ 0.004 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในโรง

งาน-C และโรงงาน-D) ส่วนแผนก soldering และแผนก leading นั้น มีระดับตะกั่วเฉลี่ยในบรรยากาศการทำงานเท่ากัน คือ 0.001 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในโรงงาน-C และเท่ากับ 0.003 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในโรงงาน-D

- สำหรับโรงงาน-E ระดับตะกั่วในบรรยากาศการทำงานทุกแผนกมีค่าเท่ากัน คือ 0.001 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับโรงงาน-C และโรงงาน-D

ผลการเปรียบเทียบระดับความเข้มข้นของตะกั่วในบรรยากาศการทำงานแผนกต่างๆ ของโรงงานอิเลกทรอนิกส์ กับมาตรฐานของสถาบันความปลอดภัยและสุขภาพแห่งสหรัฐอเมริกา (NIOSH, 1978) และประกาศของกระทรวงมหาดไทย (2518) เรื่อง"ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม (สารเคมี)" ซึ่งกำหนดค่ามาตรฐาน ระดับความเข้มข้นเฉลี่ยของตะกั่วในอากาศตลอดการทำงานปกติสำหรับการทำงาน 8 ชั่วโมงไว้เท่ากัน คือ เท่ากับ 0.2 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (หรือ 200 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) แล้ว จะเห็นได้ว่าระดับความเข้มข้นของตะกั่วในบรรยากาศการทำงานตลอดระยะเวลา 8 ชั่วโมง มีค่าต่ำกว่ามาตรฐานฯ ดังกล่าวมาก

อย่างไรก็ตาม การทำงานในสภาพที่บรรยากาศการทำงานปนเปื้อนด้วยไอตะกั่วดังเช่นในโรงงานอิเลกทรอนิกส์ที่ศึกษานี้ มีระดับตะกั่วในบรรยากาศการทำงานทุกแผนก เฉลี่ยเท่ากับ 0.002 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (หรือ 2 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) คนงานหรือผู้ที่ปฏิบัติงาน ย่อมมีโอกาสได้รับตะกั่วโดยผ่านทางการหายใจเข้าสู่ร่างกายทุกวัน ตราบเท่าที่ยังคงปฏิบัติงานอยู่ในสภาพแวดล้อมเช่นที่กล่าวมา ซึ่ง WHO (1977) ได้รายงานไว้ว่า ถ้าความเข้มข้นของตะกั่วในบรรยากาศสูงขึ้น 1 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จะสามารถทำให้ความเข้มข้นของตะกั่วในเลือดเพิ่มสูงขึ้น 1-2 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร ทั้งนี้ ปริมาณความมากน้อยของการรับตะกั่วเข้าสู่ร่างกาย จะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ นับแต่ สภาพร่างกาย ได้แก่ อาการเจ็บป่วยต่าง ๆ หรืออาการผิดปกติ การดูแลสุขภาพ เช่น การออกกำลังกาย การพักผ่อนนอนหลับ ฯลฯ อีกทั้งปริมาณการสะสมตะกั่วไว้ในร่างกายและอวัยวะที่สะสมตะกั่วไว้ การขับถ่ายตะกั่วออกจากร่างกาย รวมทั้งอายุ เพศ ระยะสัมผัสและระยะเวลาการทำงาน และอุปนิสัยหรือพฤติกรรมที่มีส่วนช่วยสนับสนุนให้มีการสัมผัสมากขึ้นหรือไม่เพียงใด (วิจิตร, 2530: และสมพูล, 2532)

5.3 ระดับตะกั่วในเลือดของประชากรตัวอย่าง

การศึกษานี้ ได้เก็บตัวอย่างเลือดของประชากรตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ระดับตะกั่วในเลือด รวม 2 ครั้ง โดยครั้งแรกเก็บตัวอย่างเลือดจากคนงานกลุ่มศึกษาโรงงานอิเลกทรอนิกส์ จำนวน 86 ราย และจากคนงานกลุ่มควบคุมที่ไม่ใช่โรงงานอิเลกทรอนิกส์ จำนวน 38 ราย และครั้งที่สองเก็บตัวอย่างเลือดจากคนงานกลุ่มศึกษา (ซ้ำ) 86 ราย โดยมีระยะเวลาห่างจากครั้งแรก 3 เดือน จากผลการศึกษา (ในตารางที่ 4.4) พบว่า

5.3.1 ประชากรตัวอย่างกลุ่มควบคุม

- กลุ่ม A มีระดับตะกั่วในเลือดเฉลี่ยเท่ากับ 7.28 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร และมีพิสัยค่าต่ำสุด 2.75 และค่าสูงสุด 15.4 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร
- กลุ่ม B มีระดับตะกั่วในเลือดเฉลี่ยเท่ากับ 8.25 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร และมีพิสัยค่าต่ำสุด 2.25 และค่าสูงสุด 13.0 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร
- กลุ่มควบคุม (A และ B) มีระดับตะกั่วในเลือดเฉลี่ยเท่ากับ 7.74 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร โดยมีพิสัยค่าต่ำสุด 2.25 และค่าสูงสุด 15.4 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร ทั้งที่โดยลักษณะงานที่ทำนั้น ไม่ได้เกี่ยวข้องกับตะกั่วแต่ประการใด

การที่ตรวจพบตะกั่วในเลือดในกลุ่มควบคุมซึ่งเป็นคนที่ไม่ได้ทำงานเกี่ยวข้องกับตะกั่ว เป็นเพราะในวันหนึ่งๆ นั้นมนุษย์เราได้รับตะกั่วเข้าสู่ร่างกายอยู่เสมอ ซึ่งคณะผู้เชี่ยวชาญเรื่องโลหะหนักเน้นพิษตะกั่ว (กระทรวงสาธารณสุข, 2535) ได้เขียนไว้ในรายงานว่า ในการดำรงชีวิตประจำวันตามปกติ ประชาชนโดยทั่วไปจะได้รับตะกั่วจากอาหาร น้ำ และอากาศ โดยมีแนวโน้มได้รับจากการบริโภคอาหารมากที่สุด (แต่อาจพบว่าในบางกรณีอาจได้รับตะกั่วจากน้ำ และอากาศมากก็ได้) ซึ่งปริมาณตะกั่วที่ได้รับจากอาหาร และน้ำ ที่มีตะกั่วปนเปื้อนเล็กน้อย ประมาณว่าอยู่ในช่วงวันละ 200-300 ไมโครกรัม และอีกส่วนหนึ่งได้รับมาจากอากาศที่หายใจ นอกจากนี้ คณะผู้เชี่ยวชาญเรื่องโลหะหนักเน้นพิษตะกั่ว ได้รายงานผลการศึกษาของนักวิชาการหลายท่าน ที่ตรวจพบระดับตะกั่วในเลือดไม่ว่าจะเป็นคนที่อาศัยอยู่ในชนบท หรือคนที่อาศัยอยู่ในเขตเมือง หากแต่คนในชนบทจะมีระดับตะกั่วในเลือดเฉลี่ยต่ำกว่าคนในเขตเมือง (20 และ 40 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ)

5.3.2 <u>ประชากรตัวอย่างกลุ่มศึกษา</u> หรือคนงานที่ทำงานในโรงงานอิเลกทรอนิกส์นั้น มีจำนวน 3 โรงงาน ซึ่งจากผลการศึกษา พบว่า

<u>ครั้งที่หนึ่ง</u>

- กลุ่มศึกษา C มีระดับตะกั่วในเลือดเฉลี่ยเท่ากับ 8.42 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร และพิสัยค่าต่ำสุด 2.87 และค่าสูงสุด 12.54 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร
- กลุ่มศึกษา D มีระดับตะกั่วในเลือดเฉลี่ย 11.93 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร และพิสัยค่าต่ำสุด5.33 และค่าสูงสุด 23.93 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร
- กลุ่มศึกษา E มีระดับตะกั่วในเลือดเฉลี่ย 9.23 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร และพิสัยค่าต่ำสุดเท่ากับ 4.51 และค่าสูงสุดเท่ากับ 17.2 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร
- กลุ่มศึกษา (C, D และ E) มีระดับตะกั่วในเลือดเฉลี่ย 9.89 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร และพิสัยค่าต่ำสุด 2.87 และค่าสูงสุด 23.93 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร

<u>ครั้งที่สอง</u>

- กลุ่มศึกษา C มีระดับตะกั่วในเลือดเฉลี่ย 17.57 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร และพิสัยค่าต่ำสุด 6.2 และค่าสูงสุด 24.97 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร
- กลุ่มศึกษา D มีระดับตะกั่วในเลือดโดยเฉลี่ยเท่ากับ 19.14 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร และพิสัยค่าต่ำสุดเท่ากับ 11.14 และค่าสูงสุดเท่ากับ 29.0 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร
- กลุ่มศึกษา E มีระดับตะกั่วในเลือดโดยเฉลี่ย 13.65 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร และพิสัยค่าต่ำสุด 8.5 และค่าสูงสุด 23.18 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร
- กลุ่มศึกษา (C, D และ E) มีระดับตะกั่วในเลือดเฉลี่ย 17.16 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร และพิสัยค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดเท่ากับ 6.2 และ 29.0 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ

ซึ่งเห็นได้ว่า ระดับตะกั่วในเลือดของกลุ่มศึกษาทุกกลุ่ม สูงขึ้นจากเดิมที่ตรวจพบครั้งแรกเกือบเท่าตัว และพิสัยค่าต่ำสุด 6.2 และค่าสูงสุด 29.0 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร ก็สูงขึ้นจากเดิมเช่นกัน

ระดับตะกั่วในเลือด (ทั้งสองครั้ง) ของประชากรตัวอย่างกลุ่มศึกษา **มีค่าสูงกว่า**ของประชากรตัวอย่างกลุ่มควบคุม และผลทดสอบทางสถิติโดยวิธีการ t-test (ตารางที่ 4.8) พบว่าระดับตะกั่วในเลือดของกลุ่มศึกษา มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.001 ซึ่งแม้ว่าประชากรตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม จะมีลักษณะค่อนข้างคล้ายคลึงกันดังได้กล่าวมาแล้วใน

ตอนต้น แต่ก็มีส่วนที่ไม่เหมือนกันคือลักษณะงาน ซึ่งในกลุ่มควบคุมไม่ได้มีการใช้ตะกั่วในขั้นตอนการผลิต ขณะที่คนงานกลุ่มศึกษาทำงานสัมผัสกับตะกั่ว อีกทั้งตรวจพบตะกั่ว พิสัย 0.001-0.004 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตรในบรรยากาศการทำงานด้วย

ผลการศึกษาที่ได้ และผลการทดสอบทางสถิติ แสดงว่าประชากรตัวอย่างกลุ่มศึกษา ซึ่งก็คือคนงานที่ต้องทำงานสัมผัสเกี่ยวข้องกับตะกั่วในโรงงานอิเลกทรอนิกส์นั้น จะมีโอกาสได้รับตะกั่วเข้าสู่ร่างกายในขณะปฏิบัติงาน แตกต่างกันไปในแต่ละลักษณะงาน (โดยในบางแผนกอาจสูงถึง 4 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) นอกเหนือไปจากการได้รับตะกั่วในชีวิตประจำวันตามปกติจากการบริโภคอาหาร น้ำ และอากาศ ฯลฯ ที่มีตะกั่วปนเปื้อนอยู่ และเพราะเหตุนี้ ระดับตะกั่วในเลือดของคนงานโรงงานอิเลกทรอนิกส์ จึงสูงขึ้นจากผลวิเคราะห์ครั้งแรก และสูงกว่าผู้ที่ไม่ได้ทำงานเกี่ยวข้องกับตะกั่ว

5.4 ระดับฮีโมโกลบินและระดับฮีมาโตคริตของประชากรตัวอย่าง

ผลการตรวจวัดระดับฮีโมโกลบินและระดับฮีมาโตคริต ในตัวอย่างเลือด (จากการเก็บตัวอย่างเลือดครั้งที่ 1) ของประชากรตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม พบว่า

5.4.1 ประชากรตัวอย่างกลุ่มควบคุม

- กลุ่มควบคุม A มีระดับฮีโมโกลบินเฉลี่ย 15.03 กรัมต่อเดซิลิตร และพิสัย 12-18 กรัมต่อเดซิลิตร และมีระดับฮีมาโตคริตเฉลี่ยร้อยละ 47.2 โดยมีค่าพิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 35-58
- กลุ่มควบคุม B มีระดับฮีโมโกลบินเฉลี่ย 15.33 กรัมต่อเดซิลิตร และค่าพิสัย 13.2-17.2 กรัมต่อเดซิลิตร และมีระดับฮีมาโตคริตเฉลี่ยร้อยละ 47.3 และพิสัยมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 41-58
- สรุปกลุ่มควบคุม เฉลี่ยมีระดับฮีโมโกลบิน 15.18 กรัมต่อเดซิลิตร และระดับฮีมาโตคริตร้อยละ 47.0

ซึ่งเห็นได้ว่า ประชากรตัวอย่างกลุ่มควบคุมมีระดับฮีโมโกลบินและระดับฮีมาโตคริตในเลือด อยู่ในเกณฑ์ปกติ (ค่าปกติของระดับฮีโมโกลบินในเลือด 14 ± 1.8 กรัมต่อ

เดซิลิตร และค่าปกติของระดับฮีมาโตคริตอยู่ในช่วงร้อยละ 43 ± 4.3; คณะผู้เชี่ยวชาญเรื่องโลหะหนักเน้นพิษตะกั่ว กระทรวงสาธารณสุข, 2535)

5.4.2 ประชากรกลุ่มศึกษา

- กลุ่มศึกษา C มีระดับฮีโมโกลบินเฉลี่ย 13.65 กรัมต่อเดซิลิตร และพิสัย 11-16.5 กรัมต่อเดซิลิตร โดยมีระดับฮีมาโตคริตเฉลี่ยร้อยละ 41.4 และมีพิสัยอยู่ใน ช่วงร้อยละ 33-50

- กลุ่มศึกษา D มีระดับฮีโมโกลบินเฉลี่ย 13.55 กรัมต่อเดซิลิตร และพิสัย 12-15.5 กรัมต่อเดซิลิตร และมีระดับฮีมาโตคริตโดยเฉลี่ยร้อยละ 41.2 โดยมีพิสัยใน ช่วงร้อยละ 33-50 เช่นเดียวกับในกลุ่ม C

- กลุ่มศึกษา E มีระดับฮีโมโกลบินสูงกว่าในกลุ่ม C และ D (ค่าเฉลี่ย 14.18 กรัมต่อเดซิลิตร และพิสัย 12-15.5 กรัมต่อเดซิลิตร) และมีระดับฮีมาโตคริตสูงกว่า ในกลุ่ม C และกลุ่ม D เช่นเดียวกัน (เฉลี่ยร้อยละ 43.2 พิสัยอยู่ในช่วงร้อยละ 36-47)

- สรุปในกลุ่มศึกษา โดยเฉลี่ยมีระดับฮีโมโกลบิน 13.75 กรัมต่อเดซิลิตร และระดับฮีมาโตคริตร้อยละ 14.8

จากข้อมูลข้างต้น พบว่าประชากรตัวอย่างกลุ่มศึกษามีระดับฮีโมโกลบินและระดับฮีมาโตคริต แม้ว่าสามารถจัดอยู่ในเกณฑ์ปกติเช่นเดียวกับในกลุ่มควบคุม หากแต่ระดับที่พบนั้น (ค่าเฉลี่ย ค่าต่ำสุด และค่าสูงสุด) แสดงแนวโน้มที่ต่ำกว่าในกลุ่มควบคุม ซึ่งจากผลที่ปรากฏ จึงได้ทดสอบทางสถิติด้วยวิธีการ t-test และพบว่า ประชากรตัวอย่างกลุ่มศึกษามีระดับฮีโมโกลบินและระดับฮีมาโตคริต แตกต่าง หรือต่ำกว่าในประชากรตัวอย่างกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 (ตารางที่ 4.10)

ตะกั่วมีผลโดยตรงต่อระบบโลหิตหรือระบบเลือด กล่าวคือ เมื่อตะกั่วถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือด ตะกั่วจะจับอยู่กับเม็ดเลือดแดงมากกว่าในซีรั่ม (อัตราส่วน 95:5 โดยประมาณ) ซึ่งต่อมาตะกั่วจะถูกพาไปทั่วร่างกาย ก่อนที่จะกระจายตัวจากกระแสเลือด ไปสู่ของเหลวนอกเซลล์และอวัยวะต่างๆ ในภายหลังอย่างรวดเร็ว (Harrison และ Laxen, 1981)

เอกสารวิชาการเรื่องพิษตะกั่ว โดยคณะผู้เชี่ยวชาญเรื่องโลหะหนักเน้นพิษตะกั่ว (กระทรวงสาธารณสุข, 2535) ได้รายงานว่า การที่ตะกั่วจับอยู่กับเม็ดเลือดแดงนอกจากจะทำให้เม็ดเลือดแดงแตกง่ายจากการที่เอนไซม์ Na-K-ATPase ลดลงแล้ว (เนื่องจาก Sodium

pump ของเซลล์เสีย) ตะกั่วยังมีผลกระทบโดยตรงโดยเฉพาะอย่างยิ่งต่อการลดต่ำลงของระดับฮีโมโกลบินและระดับฮีมาโตคริต ที่ระดับตะกั่วในเลือดประมาณ 10 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร ตะกั่วจะขัดขวางการสร้างฮีม (haem) โดยยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ amino levulinic acid dehydrase (ALAD) และตะกั่วจะยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ ferrochelatase ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนสาร protoporphyrin ไปเป็นฮีม ที่ระดับตะกั่วในเลือด 15 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร ทำให้มีการคั่งของสาร Erythrocyte protoporphyrin (EP) ซึ่งต่อมาจะมีผลขัดขวางการทำงานของเอนไซม์ oxidase ที่จะเปลี่ยนสาร Coproporphyrinogen ไปเป็นสาร protoporphyrinogen ทำให้มีสาร Coproporphyrin เหลืออยู่ ซึ่งในเวลาต่อมาจะถูกขับออกมาในปัสสาวะ

ด้วยเหตุผลข้างต้นดังที่กล่าวมานี้ สาเหตุสำคัญของการที่ระดับฮีโมโกลบินและระดับฮีมาโตคริตในประชากรตัวอย่างกลุ่มศึกษา มีระดับต่ำกว่าในกลุ่มควบคุมนั้น น่าจะเป็นผลลัพธ์โดยตรงเนื่องมาจากการที่ประชากรตัวอย่างกลุ่มศึกษามีระดับตะกั่วในเลือดเฉลี่ยสูงกว่าในกลุ่มควบคุม (ค่าเฉลี่ยระดับตะกั่วในเลือดของประชากรตัวอย่างกลุ่มควบคุมเท่ากับ 7.74 ไมโคร
กรัมต่อเดซิลิตร และในประชากรกลุ่มศึกษา (ครั้งที่ 1) เท่ากับ 9.89 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร)

ดังได้กล่าวมาแล้วว่า ตะกั่วมีผลกระทบโดยตรงต่อระบบเลือดโดยจะรบกวนกระบวนการสังเคราะห์ฮีม ดังนั้น การที่กลุ่มศึกษา E มีระดับฮีโมโกลบินและระดับฮีมาโตคริตสูงกว่าในกลุ่มศึกษา C และกลุ่มศึกษา D นั้น ส่วนหนึ่งน่าจะเป็นผลมาจากสภาพแวดล้อมการทำงานในโรงงาน-E มีระดับความเข้มข้นของตะกั่วในบรรยากาศการทำงานในระดับต่ำกว่าในโรงงาน-C และโรงงาน-D และผลการศึกษานี้ สอดคล้องกับรายงานของคณะผู้เชี่ยวชาญเรื่องโลหะหนักเน้นพิษตะกั่วที่รายงานไว้ว่า ตะกั่วมีผลกระทบโดยตรงต่อการลดต่ำลงของระดับฮีโมโกลบินและระดับฮีมาโตคริต ตั้งแต่เมื่อร่างกายมีระดับตะกั่วในเลือดประมาณ 10 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร

5.5 การวิเคราะห์ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อระดับตะกั่วในเลือดของประชากรตัวอย่าง

การวิเคราะห์ทางสถิติ (บทที่ 4: ตารางที่ 4.13 และตารางที่ 4.14) เกี่ยวกับตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อระดับตะกั่วในเลือดของประชากรตัวอย่าง พบว่า ตัวแปรอิสระบางตัวแปรมีอิทธิพลต่อระดับตะกั่วในเลือดของประชากรกลุ่มควบคุมและกลุ่มศึกษา แตกต่างกัน

5.5.1 เพศ ในคนปกติที่มิได้ทำงานสัมผัสกับตะกั่ว ผู้ชายจะมีระดับตะกั่วในเลือดสูงกว่าผู้หญิงเล็กน้อย (WHO, 1980) ผลการศึกษาในเบื้องต้นพบว่า สอดคล้องกับที่ WHO ได้รายงานไว้ คือ ประชากรตัวอย่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มศึกษา เพศชายมีระดับตะกั่วในเลือดเฉลี่ยสูงกว่าในเพศหญิง โดย

- กลุ่มควบคุม เพศชายมีระดับตะกั่วในเลือดเฉลี่ย 8.04 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร และเพศหญิงมีระดับตะกั่วในเลือดเฉลี่ย 7.1 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร
- กลุ่มศึกษา เพศชายมีระดับตะกั่วในเลือดเฉลี่ย 11.44 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร และเพศหญิงมีระดับตะกั่วในเลือดเฉลี่ย 9.6 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร

แต่เมื่อทดสอบทางสถิติด้วยวิธีการ t-test แล้ว พบว่าระดับตะกั่วในเลือดในเพศชายและเพศหญิงของประชากรตัวอย่างทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มศึกษา ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ดังนั้น จึงอาจสรุปได้ว่า ระดับตะกั่วในเลือดของประชากรตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างเพศชายและเพศหญิง

5.5.2 อายุ ได้จัดระดับตะกั่วในเลือดตามอายุของประชากรตัวอย่างออกเป็น 5 ช่วง คือ 17-20, 21-24, 25-28, 29-32 และ 33-36 ปี จากนั้นนำไปทดสอบทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ P = 0.05 ด้วยวิธีการ One-Way ANOVA ผลการทดสอบไม่พบว่ามีความแตกต่างของระดับตะกั่วในเลือดของประชากรตัวอย่างระหว่างกลุ่มอายุใดๆ เลย ซึ่งหมายความว่าในการศึกษานี้อายุของประชากรตัวอย่างไม่มีอิทธิพลต่อการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของระดับตะกั่วในเลือด

5.5.3 ระยะเวลาทำงาน เมื่อจัดระดับตะกั่วในเลือดตามระยะเวลาการทำงานออกเป็น 7 ช่วง โดยเริ่มต้นจาก 1 ปี และเพิ่มระยะเวลาการทำงานช่วงละครึ่งปี แล้วนำไปทดสอบทางสถิติโดยวิธีการ One-Way ANOVA ที่ระดับนัยสำคัญ P = 0.05 พบว่า ตัวแปรนี้มีอิทธิพลต่อระดับตะกั่วในเลือดของประชากรตัวอย่างสองกลุ่ม แตกต่างกัน กล่าวคือ

- กลุ่มควบคุม ไม่พบความแตกต่างของระดับตะกั่วในเลือดในคนงานที่ทำงานนาน 1 ปี หรือนานถึง 4 ปี
- กลุ่มศึกษา พบว่า คนงานตัวอย่างที่มีระยะเวลาทำงานในโรงงานอิเลกทรอนิกส์นานน้อยกว่า มีระดับตะกั่วในเลือดโดยเฉลี่ยต่ำกว่าในคนงานตัวอย่างที่ทำงานในโรงงานอิเลกทรอนิกส์มานานกว่า อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ P = 0.05 หรืออาจกล่าวได้ว่า คนงานที่ทำงานในโรงงานอิเลกทรอนิกส์โดยทำงานเกี่ยวข้องกับตะกั่ว ระดับตะกั่วในเลือดของคน

งานนั้นจะเพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาการทำงาน และยิ่งมีระยะเวลาการทำงานนานมากเท่าใด ระดับตะกั่วในเลือดก็จะเพิ่มสูงขึ้นมาก และคนงานผู้นั้นจะมีโอกาสสูงมากที่จะมีระดับตะกั่วในเลือดมากพอ หรือมีความเสี่ยงสูงที่จะเกิดอาการแพ้พิษตะกั่วขึ้นได้

5.5.4 ลักษณะงาน ได้จัดแบ่งลักษณะงานในกลุ่มควบคุมและกลุ่มศึกษาออกเป็น 4 กลุ่มงานเท่ากัน แต่โดยเหตุที่ลักษณะงานในกลุ่มควบคุมไม่ได้ใช้หรือเกี่ยวข้องกับตะกั่ว (หัวข้อ 4.4.1 - ข้อ 4 ลักษณะงาน) แต่ลักษณะงานในกลุ่มศึกษาโรงงานอิเลกทรอนิกส์นั้นเกี่ยวข้องกับตะกั่ว (หัวข้อ 4.4.2 - ข้อ 4 ลักษณะงาน)

ดังนั้น เมื่อทดสอบค่าเฉลี่ยของระดับตะกั่วในเลือดของประชากรตัวอย่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มศึกษา ด้วยวิธีการทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ จึงไม่พบว่ามีความแตกต่างของระดับตะกั่วในเลือดในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ แต่ในประชากรตัวอย่างกลุ่มศึกษา ลักษณะงานที่ได้จัดไว้เป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มงาน (1) soldering กลุ่มงาน (2) bonding และกลุ่มงาน (3) leading นั้น คนงานมีระดับตะกั่วในเลือดเฉลี่ยเท่ากับ 13.48, 14.67 และ 14.51 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ สำหรับกลุ่มงาน (4) งานอื่นๆ คนงานมีระดับตะกั่วตะกั่วในเลือดเฉลี่ย 11.5 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร ซึ่งต่ำกว่ากลุ่มงานอื่น และผลการทดสอบทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ P = 0.05 พบว่า กลุ่มงาน (4) มีระดับตะกั่วในเลือดต่ำกว่าและแตกต่างจากกลุ่มงาน (2) และ (3) อย่างมีนัยสำคัญ หรืออาจกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่า กลุ่มงาน (1), (2) และ (3) ที่ลักษณะงานเกี่ยวข้องกับตะกั่วโดยตรงนั้น ระดับตะกั่วในเลือดของคนงานสูงกว่าในกลุ่มงาน (4) ที่ลักษณะงานไม่ได้เกี่ยวข้องกับตะกั่วโดยตรง

อนึ่ง จากการที่พบว่า ระดับตะกั่วในเลือดของกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันในแต่ละลักษณะงาน แต่ในกลุ่มศึกษาบางลักษณะงาน คือ bonding และ leading (ไม่แตกต่างจาก soldering) แตกต่างจากกลุ่มงาน 4 (งานอื่นๆ) ทั้งยังพบว่า ระดับตะกั่วในเลือดของคนงานกลุ่มศึกษาสูงกว่า หรือแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้น จึงอาจกล่าวได้ว่า ลักษณะงานในกลุ่มควบคุมไม่มีอิทธิพลต่อระดับตะกั่วในเลือด แต่ลักษณะงานในกลุ่มศึกษาแสดงแนวโน้มมีอิทธิพลต่อระดับตะกั่วในเลือด

ปัจจัยสภาพแวดล้อมของการทำงานในโรงงานอิเลกทรอนิกส์ คาดว่ามีส่วนทำให้ระดับตะกั่วในเลือดของคนงานเพิ่มสูงขึ้น ทั้งนี้ จากค่าเฉลี่ยของอัตราการหายใจของคนปกติ

(ผู้ใหญ่) ซึ่งหายใจอากาศประมาณ 20 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน (WHO,1977) ระดับความเข้มข้นเฉลี่ยของตะกั่วในบรรยากาศการทำงาน 0.002 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร หรือ 2 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และระยะเวลาทำงานวันละ 8 ชั่วโมง จะสามารถคำนวณได้ว่า

(1) ปริมาตรอากาศที่หายใจ (ระหว่างเวลาทำงาน 1 วัน) = 20 x (8/24) ลูกบาศก์เมตร

= 6.67 ลูกบาศก์เมตร

(2) ปริมาณตะกั่วที่รับเข้าสู่ร่างกาย (จากบรรยากาศการทำงาน)

= 2 x 6.67 ไมโครกรัม

= 13.34 ไมโครกรัม

เมื่อตะกั่วเข้าสู่ร่างกาย จะถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือดร้อยละ 35-50 โดยวิธี phagocytosis (คณะผู้เชี่ยวชาญเรื่องโลหะหนักเน้นพิษตะกั่ว กระทรวงสาธารณสุข, 2535) ดังนั้น

(3) ปริมาณตะกั่วที่เข้าสู่กระแสเลือด = (13.34 x (35 + 50)/2/100

= 5.67 ไมโครกรัมต่อวัน

แต่มีเพียงร้อยละ 4 เท่านั้นที่จะคงอยู่ในกระแสเลือด (Boeckx, 1986) ที่เหลือจะกระจายสู่อวัยวะเนื้อเยื่อส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ดังนั้น

(4) ปริมาณตะกั่วที่ยังคงอยู่ในกระแสเลือด = 5.67 x 4/100

= 0.23 ไมโครกรัมต่อวัน

จะเห็นได้ว่าในแต่ละวัน คนงานที่ไม่ได้ปฏิบัติงาน soldering, bonding และ leading มีโอกาสจะได้รับตะกั่วจากสภาพแวดล้อมการทำงานเข้าสู่ร่างกายไม่น้อยกว่าวันละ 0.23 ไมโครกรัม ซึ่งจากตัวเลขการคาดประมาณดังกล่าวมีส่วนช่วยยืนยันการที่พบว่า ระดับตะกั่วในเลือดของคนงานโรงงานอิเลกทรอนิกส์ที่ไม่ได้ทำงานเกี่ยวข้องกับตะกั่วโดยตรง สูงกว่าระดับตะกั่วในเลือดของคนงานตัวอย่างกลุ่มควบคุม

5.5.5 <u>พฤติกรรม</u>

1. <u>การสูบบุหรี่</u> บว่า ระดับตะกั่วในเลือดในประชากรตัวอย่างกลุ่มควบคุมที่เคยสูบบุหรี่แต่ปัจจุบันเลิกสูบหรี่แล้ว และที่ยังคงสูบบุหรี่อยู่ เท่ากับ 10.05 และ 9.57 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าและแตกต่างจากผู้ที่ไม่เคยสูบบุหรี่ที่มีระดับตะกั่วในเลือด 6.06 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ P = 0.05

สำหรับประชากรตัวอย่างกลุ่มศึกษา ระดับตะกั่วในเลือดในผู้ที่ยังคงสูบบุหรี่เท่ากับ 12.57 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร ซึ่งสูงกว่า และแตกต่างจากผู้ที่ไม่เคยสูบบุหรี่และผู้ที่เคยสูบแต่เลิกสูบบุหรี่แล้ว (ระดับตะกั่วในเลือด 9.39 และ 10.95 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ P = 0.05

สมปรารถนา (2534) ได้ศึกษาระดับตะกั่วในเลือดของตำรวจจราจรในกรุงเทพมหานคร และพบว่าระดับตะกั่วในเลือดมีความสัมพันธ์กับระยะเวลาการทำงาน การสูบบุหรี่ และการดื่มแอลกอฮอล์ ซึ่งการที่ผู้ที่เคยสูบบุหรี่และผู้ที่ยังคงสูบบุหรี่อยู่ มีระดับตะกั่วในเลือดแตกต่างจากผู้ที่ไม่เคยสูบบุหรี่อย่างมีนัยสำคัญ อาจเนื่องมาจากพฤติกรรมการสูบบุหรี่มีส่วนทำให้ตะกั่วที่ปนเปื้อนบนใบยาสูบ เข้าสู่ร่างกายพร้อมกับควันบุหรี่ได้ง่ายขึ้น

2. <u>การดื่มสุรา</u> พบว่า ประชากรตัวอย่างกลุ่มควบคุมที่ไม่เคยดื่มสุรา มีระดับตะกั่วในเลือดต่ำที่สุด คือ 6.25 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร สำหรับผู้ที่เคยดื่มสุราแต่ปัจจุบันเลิกดื่มแล้วนั้น มีระดับตะกั่วในเลือดโดยเฉลี่ยเท่ากับ 7.78 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร ส่วนผู้ที่ยังคงดื่มสุราอยู่จะมีระดับตะกั่วในเลือดสูงที่สุด คือ 9.19 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร สำหรับในกลุ่มศึกษา พบว่ามีลักษณะเหมือนกันกับในกลุ่มควบคุม คือ ระดับตะกั่วในเลือดของผู้ที่ไม่เคยดื่มสุรา ในผู้ที่เคยดื่มสุราแต่ปัจจุบันเลิกดื่มแล้ว และในผู้ที่ยังคงดื่มสุราอยู่ มีค่าเท่ากับ 9.64, 9.76 และ 11.03 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ

แต่เมื่อทดสอบทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ด้วยวิธีการ One-Way ANOVA พบว่า พฤติกรรมการดื่มสุรา กับระดับตะกั่วในเลือดของประชากรตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การที่ระดับตะกั่วในเลือดของผู้ที่เคยดื่มสุราแต่ปัจจุบันเลิกดื่มแล้ว และของผู้ที่ยังคงดื่มสุรา มีค่าสูงกว่าระดับตะกั่วในเลือดของผู้ที่ไม่เคยดื่มสุรานั้น ไม่ได้หมายความว่าผู้ที่ไม่เคยดื่มสุรามีระดับตะกั่วในเลือดต่ำกว่าเสมอไป ซึ่ง Key (et al., 1977) และ Plunkett (1976) ได้กล่าวว่า ความเค้น (stress) ต่าง ๆ เช่น อุบัติเหตุ การผ่าตัด อาการปอดบวม หรือการติดเชื้ออย่างอื่น การออกแรงหรือการออกกำลังกาย และการดื่มสุรา สามารถทำให้ตะกั่วที่สะสมอยู่ในร่างกายถูกปลดปล่อยออกมาสู่กระแสเลือด และทำให้เกิดอาการของโรคแพ้พิษตะกั่วได้โดยเฉพาะในคนงานที่กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของตะกั่วในร่างกาย (**Metabolism of**

lead) ไม่สมดุล ดังนั้น ในกรณีของการดื่มสุรา จึงอาจเป็นไปได้ว่า มีตะกั่วถูกปลดปล่อยออกมาสู่กระแสเลือดน้อยที่สุดในกลุ่มผู้ที่ไม่เคยดื่มสุรา

3. <u>การออกกำลังกาย</u> พบว่า

- ระดับตะกั่วในเลือดของคนงานกลุ่มควบคุมที่ไม่ออกกำลังกายมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด 9.58 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร และเท่ากับ 7.79 และ 6.00 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร ในผู้ที่ออกกำลังกายเป็นบางครั้งและในผู้ที่ออกกำลังกายเป็นประจำ ตามลำดับ
- สำหรับในกลุ่มศึกษา ระดับตะกั่วในเลือดเฉลี่ยของคนงานที่ไม่ได้ออกกำลังกายเท่ากับ 9.89 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร ใกล้เคียงกับในผู้ที่ออกกำลังกายเป็นบางครั้งที่มีระดับตะกั่วในเลือดเฉลี่ยเท่ากับ 10.36 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร สำหรับในผู้ที่ออกกำลังกายเป็นประจำ จะมีระดับตะกั่วในเลือดต่ำที่สุด คือ 8.20 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร

โดยผลการศึกษา ระดับตะกั่วในเลือดของผู้ที่ไม่ออกกำลังกายแสดงแนวโน้มสูงกว่าในผู้ที่ออกกำลังกายเป็นประจำ อย่างไรก็ตาม เมื่อทดสอบทางสถิติด้วยที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ไม่มีความแตกต่างของระดับตะกั่วในเลือดกับพฤติกรรมการออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญ

การออกกำลังกาย อาจมีผลโดยอ้อมทำให้ระดับตะกั่วในเลือดเปลี่ยนแปลงในทางลดต่ำลงได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในผู้ที่ออกกำลังกายสม่ำเสมอเป็นประจำ เพราะเมื่อออกกำลังกายร่างกายจะร้อน และเพื่อควบคุมให้สมดุล ร่างกายมีกลไกระบายความร้อนส่วนนี้ผ่านทางผิวหนังในรูปความร้อนแฝงและเหงื่อ ซึ่ง WHO (1977) และ Rabinowitz (et al., 1973) กล่าวไว้ว่า ตะกั่วที่ถูกดูดซึมจะถูกขับออกจากร่างกายทาง น้ำดี น้ำนม ผิวหนัง เหงื่อ เส้นขน และเส้นผม ประมาณร้อยละ 8

4. <u>การล้างมือก่อนบริโภค</u> ผลการศึกษาไม่พบว่ามีความแตกต่างกันของพฤติกรรมการล้างมือต่อระดับตะกั่วในเลือดอย่างมีนัยสำคัญ และประชากรตัวอย่างส่วนใหญ่มีอุปนิสัยล้างมือก่อนบริโภค (กลุ่มควบคุมร้อยละ 89.5 กลุ่มศึกษาร้อยละ 91.4) ในประเด็นนี้อาจสรุปได้ว่าเป็นเพราะมีความรู้ความเข้าใจถึงความสำคัญของการล้างมือก่อนบริโภค (ระดับการศึกษาต่ำสุดของประชากรตัวอย่าง คือ ระดับมัธยมต้น)

5. การหยิบสิ่งซึ่งมิใช่ของกินเข้าปาก ร้อยละ 50.0 ของคนงานกลุ่มควบคุมมีนิสัยหยิบสิ่งที่ไม่ใช่ของกินเข้าปาก โดยผู้ที่มีพฤติกรรมนี้จะมีระดับตะกั่วในเลือด สูงกว่าผู้ไม่มีพฤติกรรมนี้เกือบเท่าตัว (6.4 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ส่วนกลุ่มศึกษาร้อยละ 20.9 มีพฤติกรรม ที่เหลือร้อยละ 79.1 ไม่มีพฤติกรรมนี้ และมีระดับตะกั่วในเลือดเฉลี่ยเท่ากับ 9.76 และ 10.08 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ ทั้งนี้ ผลทดสอบทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในกลุ่มศึกษา ตรงข้ามกับในกลุ่มควบคุมที่พฤติกรรมนี้มีอิทธิพลต่อระดับตะกั่วในเลือด อย่างมีนัยสำคัญ

6. อุปนิสัยการดูดนิ้ว ผลการศึกษาพบว่า

- กลุ่มควบคุม: ผู้มีอุปนิสัยดูดนิ้วมีระดับตะกั่วในเลือดเฉลี่ย 11.54 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร สูงกว่า 5.81 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตรในผู้ที่ไม่ดูดนิ้วอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ P = 0.001
- กลุ่มศึกษา: ระดับตะกั่วในเลือดเฉลี่ยในผู้มีอุปนิสัยไม่ดูดนิ้วและผู้ที่ดูดนิ้ว เท่ากับ 10.2 และ 8.22 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ระหว่างอุปนิสัยการดูดนิ้วสองกลุ่มที่ต่างกันข้างต้น

ดังเป็นที่ทราบกันดีว่า "ปาก เป็นวิถีทางสำคัญ" ที่ตะกั่วที่ปนเปื้อนอยู่กับสิ่งนั้นๆ จะเข้าสู่ร่างกายได้ ทั้งนี้ จะมีปริมาณมากหรือน้อย ขึ้นกับระดับการปนเปื้อนของตะกั่ว และเพราะเหตุนี้ จึงมีความเป็นไปได้มากที่จะตรวจพบระดับตะกั่วในเลือดค่อนข้างสูงในผู้ที่นิยมหยิบสิ่งซึ่งมิใช่ของกินเข้าปาก หรือมีพฤติกรรมดูดนิ้ว

สำหรับในกลุ่มศึกษาที่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของระดับตะกั่วในเลือด กับพฤติกรรมการหยิบสิ่งซึ่งมิใช่ของกินเข้าปาก และอุปนิสัยดูดนิ้ว ขณะนี้ยังไม่มีคำอธิบายที่ชัดเจน และรอคอยการพิสูจน์อยู่ แต่ข้อสันนิษฐานที่เป็นไปได้ คือ ประชากรตัวอย่างกลุ่มศึกษามีระดับตะกั่วในเลือดโดยปกติสูงกว่าในกลุ่มควบคุม ซึ่งเป็นผลลัพธ์จากการทำงานที่เกี่ยวข้องกับตะกั่ว ภายใต้สภาพแวดล้อมของการทำงานที่มีตะกั่วปนเปื้อนอยู่ในอากาศ สัปดาห์ละ 6 วัน วันละ 6-8 ชั่วโมง ทั้งนี้ เมื่อเทียบเคียงกับกลุ่มควบคุมแล้ว พฤติกรรมการหยิบสิ่งซึ่งมิใช่ของกินเข้าปาก และอุปนิสัยการดูดนิ้ว อาจมีอิทธิพลต่อระดับตะกั่วในเลือด หากแต่น้อยกว่าผลกระทบจากลักษณะงานและสภาพแวดล้อมการทำงาน จนไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ชัดเจน

5.5.6 สิ่งแวดล้อมกายภาพ

1. ความถี่ของการทำความสะอาดบ้าน การทำความสะอาดบ้านถูกจัดเป็น 4 ความถี่ คือ กลุ่ม 1=ทุกวัน กลุ่ม 2=วันเว้นวัน กลุ่ม 3=1-2 ครั้งต่อสัปดาห์ และกลุ่ม 4=1-2 ครั้งต่อเดือน ซึ่งผลการรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามและผลวิเคราะห์ตะกั่วในตัวอย่างเลือด พบว่าระดับตะกั่วในเลือดเฉลี่ยตามลำดับความถี่ข้างต้นของกลุ่มควบคุมเท่ากับ 8.56, 7.73, 4.21 และ 8.44 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร และกลุ่มศึกษาเท่ากับ 10.46, 9.61, 10.2 และ 10.33 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร และผลการทดสอบทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของระดับตะกั่วในเลือดกับความถี่ของการทำความสะอาดบ้านเฉพาะในกลุ่มควบคุม โดยกลุ่ม 3=1-2 ครั้งต่อสัปดาห์ แตกต่างจากกลุ่ม 1 และกลุ่ม 4 ซึ่งอาจเป็นเพราะคนงานนั้นมีระดับตะกั่วในเลือดต่ำกว่าคนอื่นอยู่แต่เดิม โดยไม่ใช่ผลจากสภาพแวดล้อมของที่อยู่อาศัย

2. แหล่งน้ำบริโภค น้ำที่ประชากรกลุ่มควบคุมบริโภคคือ น้ำประปา น้ำบาดาล และน้ำบ่อ และระดับตะกั่วในเลือดเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม คือ 5.58, 7.85 และ 7.85 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ สำหรับกลุ่มศึกษา คือ น้ำประปา น้ำฝน น้ำบาดาล และน้ำบ่อ และระดับตะกั่วในเลือดเฉลี่ยเท่ากับ 10.04, 11.49, 9.95 และ 7.92 ไมโคร กรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ และจากผลทดสอบทางสถิติ ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ P = 0.05 ระหว่างระดับตะกั่วในเลือดกับประเภทของน้ำที่บริโภคในทั้งสองกลุ่มประชากรตัวอย่าง หรืออาจกล่าวโดยสรุปได้ว่า ความแตกต่างของประเภทน้ำที่ใช้บริโภค ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับตะกั่วในเลือด

5.5.7 อาการเจ็บป่วย

ประชากรตัวอย่างทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มศึกษา มีประวัติไม่เคยเจ็บป่วยด้วยโรคร้ายแรง และไม่เคยมีอาการป่วยจากพิษตะกั่ว

เนื่องจากระดับตะกั่วในเลือดของผลการศึกษานี้ ต่ำกว่า 40 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร แต่เพราะตะกั่วมีผลกระทบโดยตรงต่อระบบเลือด ดังนั้น จะกล่าววิจารณ์เฉพาะอาการที่เกี่ยวเนื่องกับระบบเลือดที่มีอาการมากกว่า 5 ครั้งต่อปี (ตารางที่ 4.12) ซึ่งผลสรุปที่ได้จากแบบสอบถาม พบว่า

	ปวดศีรษะ	เวียนศีรษะ	มึนงง	อ่อนเพลีย (ร้อยละ)
กลุ่มควบคุม	5.7	5.3	2.9	-
กลุ่มศึกษา	34.7	16.0	10.7	30.7

ซึ่งเห็นได้ว่า ประชากรกลุ่มศึกษาที่ต้องทำงานเกี่ยวข้องกับตะกั่ว มีแนวโน้มอาการเจ็บป่วยที่เกี่ยวเนื่องกับอาการของพิษตะกั่วต่อระบบเลือด สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างชัดเจน

5.6 การพยากรณ์ค่าระดับตะกั่วในเลือดของประชากรตัวอย่าง

การพยากรณ์ค่าระดับตะกั่วในเลือดของประชากรตัวอย่าง ได้ใช้วิธีการและเครื่องมือที่มีความถูกต้อง และน่าเชื่อถือ ซึ่งวิธีการที่ใช้พยากรณ์ค่าระดับตะกั่วในเลือดของประชากรตัวอย่างที่เลือกมา คือ สถิติการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณโดยวิธีเพิ่มตัวแปรเป็นขั้นๆ ทีละตัว (Stepwise Multiple Regression Analysis) สำหรับเครื่องมือคือโปรแกรม SPSS^{X} ซึ่งเป็นโปรแกรมสำเร็จรูป ที่เป็นที่นิยมใช้ในงานวิจัยต่างๆ หลายสาขา เนื่องจากมีประสิทธิภาพในการคำนวณสูงมาก และสามารถใช้งานด้วยเครื่องมินิคอมพิวเตอร์

การพยากรณ์ค่าระดับตะกั่วในเลือดของประชากรตัวอย่าง ทำได้โดย การสร้างแบบจำลองที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระต่างๆ ที่ได้ศึกษามา กับตัวแปรตามคือ ระดับตะกั่วในเลือดของประชากรตัวอย่าง ซึ่งแบบจำลองหรือสมการพยากรณ์ค่าระดับตะกั่วในเลือดที่สร้างขึ้นมานี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้โดยทดลองแทนค่าต่างๆ ของตัวแปรอิสระที่ปรากฏอยู่ในสมการ แล้วศึกษาผลที่อาจบังเกิดขึ้น ทั้งนี้ หากพบว่าตัวแปรอิสระใดมีความสัมพันธ์กับระดับตะกั่วในเลือด เช่น ให้ผลลัพธ์ของค่าระดับตะกั่วในเลือดที่พยากรณ์ได้สูงเกินกว่าระดับที่กำหนดไว้ว่าปลอดภัย ก็จะสามารถวางแผนการจัดหามาตรการแก้ไขเพื่อลดอิทธิพลของตัวแปรดังกล่าวได้อย่างเหมาะสมต่อไป

การพยากรณ์ค่าระดับตะกั่วในเลือดของประชากรตัวอย่างกลุ่มควบคุม และกลุ่มศึกษาได้ใช้วิธีการ Stepwise Multiple Regression Analysis หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ คือ อายุ (Age) และระยะเวลาการทำงาน (Working time) กับตัวแปรตาม คือ ระดับตะกั่วในเลือด ระดับฮีโมโกลบินและระดับฮีมาโตคริต ของประชากรตัวอย่าง พบว่า ในกรณีของกลุ่มควบคุมไม่สามารถสร้างแบบจำลองหรือสมการความสัมพันธ์ สำหรับพยากรณ์ค่าระดับตะกั่วในเลือดได้ เนื่องจาก ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple r) ที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม ที่กล่าวมาข้างต้น ไม่แสดงนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ (ตารางที่ 4.15) สำหรับกรณีกลุ่มศึกษาโรงงานอิเลกทรอนิกส์ พบว่า ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างตัวแปรอิสระ-ระยะเวลาการทำงาน มีค่าเท่ากับ 0.7639 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ P = 0.001 ซึ่งจาก

ผลการทดสอบดังกล่าว สามารถเขียน**สมการพยากรณ์ค่าระดับตะกั่วในเลือดที่สัมพันธ์กับระยะเวลาการทำงาน** ของประชากรตัวอย่างกลุ่มศึกษา ได้ดังนี้

ระดับตะกั่วในเลือด (ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร) = 2.19 + 0.334 x (**ระยะเวลาทำงาน**,เดือน)
โดย ค่าคงที่ 2.19 มีระดับความน่าเชื่อถือ ที่นัยสำคัญ P = 0.000 ตัวแปรอิสระ-ระยะเวลาทำงาน มีระดับความน่าเชื่อถือที่นับสำคัญ P = 0.001 ค่า r = 0.7639 และค่า R^2 = 0.5834

เมื่อทดลองแทนค่า"ระยะเวลาการทำงาน" ลงในสมการพยากรณ์ค่าระดับตะกั่วในเลือดข้างต้น ดังนี้

6 เดือน: ระดับตะกั่วในเลือด = 2.19 + (0.334x6) = 4.19 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร
12 เดือน: ระดับตะกั่วในเลือด = 2.19 + (0.334x12) = 6.20 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร
23 เดือน: ระดับตะกั่วในเลือด = 2.19 + (0.334x23) = 9.87 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร
24 เดือน: ระดับตะกั่วในเลือด = 2.19 + (0.334x24) = 10.21 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร
48 เดือน: ระดับตะกั่วในเลือด = 2.19 + (0.334x48) = 18.22 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร
60 เดือน: ระดับตะกั่วในเลือด = 2.19 + (0.334x60) = 22.23 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร

สมการพยากรณ์ระดับตะกั่วในเลือดที่ได้จากการศึกษานี้ หากแทนค่าระดับตะกั่วในเลือดเท่ากับ 40 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร ซึ่งเป็นเกณฑ์ระดับตะกั่วในเลือดที่ยอมรับได้ของคนปกติทั่วไป

2.19 + (0.334 x ระยะเวลาทำงาน, เดือน) = 40 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร

ระยะเวลาทำงาน = 113.2 เดือน

เมื่อพิจารณาระดับตะกั่วในเลือดกับระยะเวลาทำงาน จะได้ผลลัพธ์ว่าอิทธิพลระยะเวลาการทำงานเพียงประการเดียว สามารถที่จะทำให้คนงานมีระดับตะกั่วในเลือดสูงขึ้น โดยมีระดับตะกั่วในเลือดต่ำกว่าเกณฑ์ หรือจะสูงถึงเกณฑ์ที่ยอมรับว่าปลอดภัย **ภายในระยะเวลาเท่ากับ 113.2 เดือนหรือ 9.4 ปี ทั้งนี้ ภายใต้เงื่อนไขคนงานที่ทำงานในโรงงานอิเลกทรอนิกส์ จะต้องไม่ได้ทำงานที่เกี่ยวข้องกับตะกั่วเพิ่มเติมจากงานปกติ (สัปดาห์ละ 6 วัน วันละ 6-8 ชั่วโมง) และไม่ได้รับตะกั่วเข้าสู่ร่างกายโดยวิธีการอื่นใดอีก**

จะเห็นว่าค่าระดับตะกั่วที่พยากรณ์ได้ เป็นค่าที่มีความเป็นไปได้ค่อนข้างสูง และสามารถประยุกต์ใช้ประโยชน์ในการทำนายระดับตะกั่วในเลือดของคนงาน อันเนื่องมาจากปัจจัยระยะเวลาการทำงาน ณ เวลาใด ๆ ได้ อย่างไรก็ตาม สมการพยากรณ์ค่าระดับตะกั่วในเลือดนี้ได้มาจากตัวอย่างประชากรของโรงงานอิเลกทรอนิกส์ซึ่งจำนวนตัวอย่างค่อนข้างน้อย (172 ตัวอย่าง) หากได้ดำเนินการด้วยตัวอย่างที่มากกว่านี้ และได้ศึกษาถึงอิทธิพลของปัจจัยตัวแปรอื่น ๆ เพิ่มเติมด้วย คาดว่าจะสามารถสร้างสมการที่แม่นยำและใช้สมการนี้พยากรณ์ค่าระดับตะกั่วในเลือด ได้ถูกต้องตรงกับความเป็นจริงได้