

บทที่ 5

สรุป และอภิปรายผลการศึกษา

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาแนวทางการคัดกรองทางอาชีวอนามัยของผู้รับสัมผัสสารตัวทำละลายในพนักงาน : ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อสุขภาพ ศึกษาในพนักงานที่รับสัมผัสสารตัวทำละลายผสมจำนวน 121 คน และกลุ่มไม่รับสัมผัสสารตัวทำละลายจำนวน 100 คน โดยการสัมภาษณ์โดยใช้แบบสัมภาษณ์ รวมทั้งผลการเก็บตัวอย่างอากาศแบบติดตัวบุคคล เพื่อหาระดับความเข้มข้นของสารโพลีอิน สารไฮลีนในบรรยากาศการทำงาน และประเมินระดับการรับสัมผัสสารโพลีอิน และสารไฮลีนในร่างกายโดยการประเมินหาระดับกรดฮิพิวริค และกรดเมทิลฮิพิวริคในปัสสาวะ นอกจากนั้นยังมีการประเมินการทำหน้าที่ของเม็ดเลือด ไต ตับ รวมทั้งอาการผิดปกติจากการรับสัมผัสสารตัวทำละลายโดยใช้แบบสัมภาษณ์ ซึ่งเมื่อนำผลที่ได้จากการศึกษามาวิเคราะห์สามารถอภิปรายผลการศึกษาได้ดังนี้

5.1 ข้อมูลด้านประชากรสังคม

จากการศึกษาข้อมูลลักษณะทางประชากรของกลุ่มเป้าหมาย พบว่าพนักงานส่วนใหญ่ที่ทำการศึกษาค่อนข้างเป็นเพศชายจำนวน 109 คน (90.1%) ช่วงอายุเฉลี่ยเท่ากับ 32.8 ปี จำนวน 56 คน (46.3%) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Tunsaringkasm et al. (2011) ที่ศึกษาลักษณะของพนักงานในสถานีจ่ายน้ำมัน พบว่าส่วนใหญ่เป็นเพศชายแต่มีอายุเฉลี่ย 29.8 ปี ไม่สอดคล้องกับการศึกษาของวีระ พงษ์ศิริ และคณะที่พบว่าพนักงานส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง อายุเฉลี่ยเท่ากับ 27.9 ปี (วีระ พงษ์ศิริ และคณะ, 2543) และไม่สอดคล้องกับการศึกษาของ ธนสร ต้นศฤงฆาร และคณะ (2547) ที่ศึกษาการรับสัมผัส และผลกระทบต่อสุขภาพในพนักงานสถานบริการน้ำมันเชื้อเพลิง พบว่าส่วนใหญ่ มีอายุในช่วง 15-25 ปี

ส่วนใหญ่พนักงานดื่มสุรา จำนวน 90 คน (74.4%) ส่วนประวัติการสูบบุหรี่พบว่าไม่มีประวัติสูบบุหรี่ จำนวน 29 คน (24%) ไม่สอดคล้องกับการศึกษาของ Tunsaringkasm et al. (2011) ที่พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีการดื่มสุรา 50.0% สูบบุหรี่ 33.6% ซึ่งการสูบบุหรี่อาจจะเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ร่างกายมีการรับสัมผัสสารตัวทำละลายเข้าสู่ร่างกายมากขึ้น ตามที่ Chambers DM et al. (2011) ระบุว่า การสูบบุหรี่เป็นแหล่งกำเนิดที่สำคัญของการรับสัมผัสสารโพลีอิน และไฮลีนในชาวสหรัฐอเมริกา ดังนั้นมีหลายปัจจัยของสูบบุหรี่ที่มีผลต่อการรับสัมผัสสารเคมีเข้าสู่ร่างกาย เช่น ระยะเวลา และความถี่ในการสูบบุหรี่ เป็นต้น จากการศึกษาข้อมูลประวัติการรับสัมผัสสารตัวทำละลายในการทำงานในปัจจุบันของพนักงาน พบว่าพนักงานที่มีการรับสัมผัสระดับมาก จำนวน 63 คน (52.1%) ซึ่งนับว่าเป็นพนักงานกลุ่มเสี่ยงต่อการรับสัมผัสสารตัวทำละลายมากไปด้วย

ในแง่ของระยะเวลาในการทำงานของพนักงาน พบว่าโดยส่วนใหญ่มีระยะเวลาการทำงาน 3-5 ปี จำนวน 49 คน (40.5%) ไม่สอดคล้องกับการศึกษาของวีระ พงษ์ศิริ และคณะ (2543) ที่พบว่าอายุการทำงานของพนักงานโรงพิมพ์พลาสติกและกระดาษในจังหวัดเพชรบุรีเท่ากับ 1-3 ปี ระยะเวลาในการทำงานทำให้พนักงานมีโอกาสรับสัมผัสสารตัวทำละลายมากขึ้น เมื่อพิจารณาจำนวนชั่วโมงการ

ทำงานของพนักงาน พบว่าในแต่ละวันพนักงานส่วนใหญ่ทำงานเฉลี่ยวันละ 8 ชั่วโมง สอดคล้องกับการศึกษาของวีระ พงษ์ศิริ และคณะ (2543) ที่พบว่าจำนวนชั่วโมงการทำงานเต็มเวลาของพนักงานโรงพิมพ์พลาสติกและกระดาษในจังหวัดเพชรบุรี ร้อยละ 55.3 ที่ทำงานเฉลี่ยวันละ 8 ชั่วโมง

นอกจากนั้นจากการศึกษานี้พบว่า ส่วนใหญ่พนักงานทำงานล่วงเวลา มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 15.9 (7.7) ชั่วโมงต่อสัปดาห์ และมีระยะเวลาในการทำงานทั้งหมดต่อสัปดาห์ โดยมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 50.6 (12.3) ชั่วโมงต่อสัปดาห์ ซึ่งจะเห็นว่าส่วนใหญ่พนักงานมีระยะเวลาในการทำงานของพนักงานมากกว่า 40 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ ซึ่งเกินกว่าที่กฎหมายกำหนด ดังนั้นจึงมีโอกาสรับสัมผัสสารตัวทำลายในกระบวนการผลิตมากยิ่งขึ้น

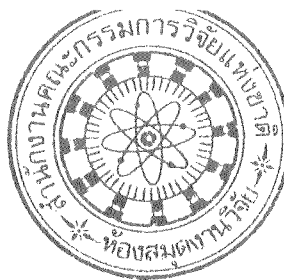
พนักงานส่วนใหญ่สวมอุปกรณ์ป้องกันสารตัวทำลายขณะทำงาน จำนวน 116 คน (95.9%) ชนิดอุปกรณ์ป้องกันสารตัวทำลายที่เกิดจากการทำงาน คือ หน้ากากกรองสารเคมี จำนวน 80 คน (83.6%) ผ้าปิดจมูก จำนวน 54 คน (44.6%) แว่นตา จำนวน 79 คน (65.3%) ถุงมือยาง จำนวน 79 คน (65.3%) ส่วนความถี่ในการสวมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล พบว่าพนักงานมีการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลทุกวันขณะทำงาน จำนวน 59 คน (47.1%) สวมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลตลอดเวลาที่ทำงาน จำนวน 42 คน (34.7%) ซึ่งพบว่าในช่วงที่รับสัมผัสสารตัวทำลายต่างๆ พนักงานมักจะไม่สวมใส่อุปกรณ์ป้องกัน สอดคล้องกับผลการศึกษาของ วีระ พงษ์ศิริ และคณะ (2543) ที่พบว่าพนักงานส่วนใหญ่มีการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลไม่ถูกต้อง ซึ่งการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายขณะปฏิบัติงานมีโอกาสรับสัมผัสสารตัวทำลายน้อยกว่าผู้ไม่สวมใส่ โดยมีผลการศึกษาบ่งชี้อย่างชัดเจนว่าความเข้มข้นสารตัวทำลายภายนอกหน้ากาก และภายในหน้ากากแตกต่างกัน โดย Chang FK et al. (2007) ระบุว่าค่าความเข้มข้นสารไฮลีนภายนอกหน้ากากเท่ากับ 52.6 ($\pm$ 63.7) ส่วนในลำส่วน และภายในหน้ากากเท่ากับ 2.09 ($\pm$ 2.74) ส่วนในลำส่วน โดยเฉลี่ยพนักงานที่สวมใส่หน้ากากสามารถลดการรับสัมผัสสารไฮลีนได้ 96% (Chang FK et al., 2007)

5.2 ความเข้มข้นสารโพลูอิน และสารไฮลีนในบรรยากาศการทำงาน

5.2.1 ความเข้มข้นสารโพลูอินในบรรยากาศการทำงาน

จากการวิเคราะห์ความเข้มข้นสารโพลูอิน และสารไฮลีนในบรรยากาศการทำงาน โดยเก็บตัวอย่างแบบตลอด 8 ชั่วโมงในการทำงาน (Time weight average) ผลการตรวจความเข้มข้นสารโพลูอินจาก 4 โรงงาน พบว่าความเข้มข้นของสารโพลูอินในกลุ่มรับสัมผัสสารตัวทำลาย และกลุ่มไม่รับสัมผัสสารตัวทำลายมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p -value<0.001) นอกจากนั้นพบว่าค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของสารโพลูอิน เท่ากับ 7.39 (9.82) ส่วนในล้านส่วน

นับว่าความเข้มข้นของสารโพลูอินในบรรยากาศการทำงานอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานของ ACGIH (2010) และมาตรฐานของกระทรวงมหาดไทย (2522) ซึ่งผลการศึกษาสอดคล้องกับการศึกษาของวัลภา ศรีสุภาพ (2547) ได้ศึกษาประเมินความเข้มข้นของสารโพลูอินในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตพลาสติก โดยการเก็บแบบติดตัวบุคคล ผลการศึกษาพบว่าความเข้มข้นของสารโพลูอินเท่ากับ 7.84 ส่วนในล้านส่วน อย่างไรก็ตามเป็นค่าความเข้มข้นสูงกว่าการศึกษาของ Hopf NB et al. (2011) พบว่าสารค่าเฉลี่ยเรขาคณิตของสารโพลูอิน เท่ากับ 0.05 ส่วนในล้าน



ส่วน แต่ความเข้มข้นต่ำกว่าในการศึกษาของ Chen Z et al. (1994) ศึกษาการรับสัมผัสสารประกอบสารโทลูอิน และไซลีน ในประเทศจีน จำนวน 233 คน ใน 8 ชั่วโมงการทำงาน มีค่าความเข้มข้นเฉลี่ยสูงสุดของสารโทลูอิน เท่ากับ 203 ส่วนในล้านส่วน

5.2.2 ความเข้มข้นสารไซลีนในบรรยากาศการทำงาน

ผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นสารไซลีนในบรรยากาศการทำงาน จาก 4 โรงงาน พบว่าความเข้มข้นของสารไซลีนในกลุ่มรับสัมผัสสารตัวทำละลาย และกลุ่มไม่รับสัมผัสสารตัวทำละลายมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.001$) พบว่าค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของสารไซลีน เท่ากับ 2.19 (2.29) ส่วนในล้านส่วน อย่างไรก็ตามเป็นค่าความเข้มข้นสูงกว่าการศึกษาของ Hopf NB et al. (2011) พบว่าสารค่าเฉลี่ยเรขาคณิตของสารไซลีนเท่ากับ 0.06 ส่วนในล้านส่วน

แต่ความเข้มข้นต่ำกว่าในการศึกษาของ Chen Z et al. (1994) ที่ศึกษาการรับสัมผัสสารประกอบไซลีน ในประเทศจีน จำนวน 233 คน ใน 8 ชั่วโมงการทำงาน มีค่าความเข้มข้นเฉลี่ยสูงสุดของไซลีน เท่ากับ 103 ส่วนในล้านส่วน และต่ำกว่าผลจากการศึกษาของ Ukai H et al. (2007) ที่พบค่าความเข้มข้นของสารไซลีนเท่ากับ 1 ส่วนในล้านส่วน และต่ำกว่าผลจากการศึกษาในช่วงสี่ พบค่าความเข้มข้นของไซลีน เท่ากับ $72.63 (\pm 13.37)$ ส่วนในล้านส่วน (Mao IF et al., 2007)

5.3 ความเข้มข้นกรดฮิฟฟิริก และกรดเมทิลฮิฟฟิริกในปัสสาวะ

5.3.1 ความเข้มข้นกรดฮิฟฟิริกในปัสสาวะ

จากการวิเคราะห์ความเข้มข้นสารเมแทบอลิท์ของสารโทลูอินในปัสสาวะ คือ กรดฮิฟฟิริก จากพนักงาน 4 โรงงาน โดยเก็บในช่วงสิ้นสุดกะในการทำงาน (End of workshift) แล้วนำค่ามาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของค่าดัชนีทางชีวภาพ (Biological Exposure Index, BEIs ที่กำหนดโดย ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists, 2010) ที่ระบุว่าค่ากรดฮิฟฟิริกในปัสสาวะต้องไม่เกิน 1,600 มก./ก. ครีเอตินีน (1.6 กรัมต่อกรัมครีเอตินีน) เมื่อเปรียบเทียบกับระดับกรดฮิฟฟิริกในปัสสาวะระหว่างกลุ่มที่รับสัมผัสสารตัวทำละลายกับกลุ่มที่ไม่รับสัมผัสสารตัวทำละลาย พบว่าความเข้มข้นของกรดฮิฟฟิริกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.001$) สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Heuser VD et al. (2007) ที่ระบุว่ามีความแตกต่างของค่ากรดฮิฟฟิริกในปัสสาวะในพนักงานที่รับสัมผัสสารโทลูอินในโรงงานผลิตรองเท้าเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มไม่รับสัมผัส ($p\text{-value} < 0.001$)

ในการศึกษานี้พบว่าความเข้มข้นของกรดฮิฟฟิริก มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 538.79 (553.25) มก./ก.ครีเอตินีน ซึ่งต่ำกว่าค่าความเข้มข้นตามมาตรฐานของ ACGIH (2010) และสอดคล้องกับผลการศึกษาของ นลินี ศรีพวง และคณะ (2542) พบว่าค่าเฉลี่ยของกรดฮิฟฟิริกของคนไทย มีค่าระหว่าง 500-1500 มก./ก. ครีเอตินีน

แต่พบว่าความเข้มข้นกรดฮิฟฟิริกในปัสสาวะสูงกว่าค่าที่ได้จากผลการศึกษาของ Shih HT et al. (2011) ศึกษาการรับสัมผัสสารโทลูอินในโรงงานอุตสาหกรรมที่ได้หวั่นมีค่าเฉลี่ยของกรดฮิฟฟิริก เท่ากับ 0.34 (0.18) มก./ก. ครีเอตินีน ค่าความแตกต่างของความเข้มข้นกรดฮิฟฟิริกในปัสสาวะในวันจันทร์ และวันศุกร์ แตกต่างกัน ($p < 0.01$) มีค่า OR = 4.13 ($p = 0.11$)

พบว่าความเข้มข้นกรดเมทิลฮิพพิวริกสูงกว่าผลจากการศึกษาในประเทศไทยที่มีกระบวนการผลิตเกี่ยวข้องกับการใช้สารทำลายอินทรีย์ จำนวน 26 โรงงาน ตรวจวิเคราะห์กรดฮิพพิวริก ในปัสสาวะ จำนวน 2,908 ตัวอย่าง พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 326.08 มก./ก. ครีเอตินีน (กระทรวงสาธารณสุข, 2542) นอกจากนั้นระดับกรดฮิพพิวริกจากการศึกษานี้สูงกว่าค่าที่ได้จากการในพนักงานในโรงพิมพ์พลาสติกและโรงงานกระดาษ จำนวน 2 แห่ง ในจังหวัดเพชรบุรี พบว่าค่าเฉลี่ยระดับความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริกเท่ากับ 450.3 มก./ก. ครีเอตินีน (วีระ พงษ์ศิริ และคณะ, 2543) อย่างไรก็ตามค่ากรดฮิพพิวริกจากการศึกษานี้มีค่าต่ำกว่าค่าที่ได้จากการศึกษาของ Gargouri I et al. (2011) ที่ศึกษาในพนักงานที่รับสัมผัสสารตัวทำลายที่ผสมในกาว โดยพบค่าความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริก เท่ากับ 1,240 มก./ก. ครีเอตินีน

ถึงแม้ว่าการประเมินการรับสัมผัสสารโกลูอินในปัสสาวะในรูปกรดฮิพพิวริกจะมีอันตรายน้อยกว่าการประเมินในเลือด แต่ระดับของสารประกอบในปัสสาวะก็ยังไม่ได้รับการพิสูจน์ว่าเป็นการรับสัมผัสที่เกิดจากสารโกลูอินเท่านั้น เนื่องจากอาจจะมาจากการย่อยสลายของอาหารก็ได้ (Hjelm et al., 1988; Maestri et al., 1997) นอกจากนั้นมีการรายงานว่าระดับของสารโกลูอินในปัสสาวะเป็นดัชนีที่มีความไวมากกว่ากรดฮิพพิวริก หรือ ออร์โทครีซอล (Hippuric acid, Ortho-cresol) (Kawai et al., 1996)

5.3.2 ความเข้มข้นกรดเมทิลฮิพพิวริกในปัสสาวะ

จากการวิเคราะห์ความเข้มข้นสารเมแทบอลิท์ของสารไซลีนในปัสสาวะ คือ กรดเมทิลฮิพพิวริก จากพนักงาน 4 โรงงาน โดยเก็บในช่วงสิ้นสุดกะในการทำงาน พบว่าค่าเฉลี่ยเท่ากับ 69.99 (73.53) มก./ก.ครีเอตินีน ซึ่งต่ำกว่าค่ามาตรฐานของ ACGIH ที่กำหนดว่าค่ามาตรฐานของดัชนีชีวภาพ (Biological Exposure Index) ของกรดเมทิลฮิพพิวริกในปัสสาวะ ต้องไม่เกิน 1,500 มก./ก. ครีเอตินีน (1.5 ก./ก.ครีเอตินีน) และเมื่อเปรียบเทียบระดับกรดเมทิลฮิพพิวริกระหว่างกลุ่มรับสัมผัสและกลุ่มไม่รับสัมผัสสารตัวทำลาย พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน เนื่องจากอาจจะมาจากการย่อยสลายของอาหารก็ได้ (Hjelm et al., 1988; Maestri et al., 1997)

ซึ่งระดับความเข้มข้นของกรดเมทิลฮิพพิวริกต่ำกว่าจากการศึกษาของ Chang FK et al. (2007) ที่ศึกษาในช่างพ่นสี จำนวน 15 คนนาน 2 สัปดาห์ มีการประเมินระดับกรดเมทิลฮิพพิวริกในปัสสาวะในสัปดาห์แรก พบว่ามีค่าเท่ากับ 2.66 (0.68) มก./ก. ครีเอตินีน และสัปดาห์ที่ 2 เท่ากับ 1.76 (0.35) มก./ก. ครีเอตินีน ในกลุ่มที่สวมใส่ชุดป้องกัน และถุงมือมีระดับของกรดเมทิลฮิพพิวริก ลดลงกว่าในสัปดาห์แรก ($p < 0.001$, $p = 0.011$) ค่าเฉลี่ยของกรดเมทิลฮิพพิวริกที่ลดลง เท่ากับ 49%

5.4 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อระดับกรดฮิพพิวริก และกรดเมทิลฮิพพิวริกในปัสสาวะ

จากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ (Multiple linear regression) โดยมีตัวแปรอิสระ คือ เพศ อายุ ประวัติการดื่มสุรา การสวมหน้ากากกรองสารเคมี ระยะเวลาในการทำงาน ลักษณะงาน ความเข้มข้นสารโกลูอินในบรรยากาศการทำงาน ส่วนตัวแปรตาม คือ ความเข้มข้นกรดฮิพพิวริกในปัสสาวะ ผลการศึกษาพบว่าความเข้มข้นสารโกลูอินในบรรยากาศเป็นตัวแปรที่มีผลกระทบต่อค่าความเข้มข้นกรดฮิพพิวริกในปัสสาวะ โดยที่หากความเข้มข้นสารโกลูอินในบรรยากาศการทำงาน

เพิ่มขึ้น 1 ส่วนในล้านส่วน จะมีผลกระทบต่อค่าความเข้มข้นกรดฮิฟฟิริกในปัสสาวะเพิ่มขึ้น 0.81 มก./ก.ครีเอตินีน (95% CI = 0.425, 1.195; p-value < 0.001) โดย $R = 0.33$ (1), $R^2 = 0.11$ ตามลำดับ

นอกจากนี้พบว่าความเข้มข้นสารโทลูอินในบรรยากาศการทำงาน และระยะเวลาในการทำงานเป็นตัวแปรที่มีผลกระทบต่อค่าความเข้มข้นกรดฮิฟฟิริกในปัสสาวะโดยที่ความเข้มข้นสารโทลูอินในบรรยากาศเพิ่มขึ้น 1 ส่วนในล้านส่วน และมีระยะเวลาในการทำงานเพิ่มขึ้น 1 ปีจะมีโอกาสทำให้ค่าความเข้มข้นกรดฮิฟฟิริกในปัสสาวะเพิ่มขึ้น 0.395 มก./ก.ครีเอตินีน (95% CI = 0.395, 1.158; p-value < 0.001) และเพิ่มขึ้น 0.004 มก./ก.ครีเอตินีน (95% CI = 0.140, 0.140; p value = 0.037) โดย $R = 0.37$ (2), $R^2 = 0.14$ ตามลำดับ

ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของสมศักดิ์ พองสุภา (2541) ที่ศึกษาตัวบ่งชี้ทางชีวภาพสำหรับผู้สัมผัสโทลูอินในกลุ่มพนักงานในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตลูกบอลพลาสติก โดยพบว่าการตรวจหาระดับความเข้มข้นของกรดฮิฟฟิริกในปัสสาวะได้ผลสอดคล้องกับระดับความเข้มข้นของสารโทลูอินในอากาศบริเวณที่ทำงาน (สมศักดิ์ พองสุภา, 2541) และสอดคล้องกับการศึกษาของ Hopf NB et al. (2011) ที่ศึกษาการรับสัมผัสสารตัวทำละลายในงานเจาะน้ำมันในทะเล พบว่าความเข้มข้นใน 3 การทำงานของสารโทลูอิน เท่ากับ 0.05 ส่วนในล้านส่วน และพบความสัมพันธ์ระหว่างสารโทลูอินในอากาศและในปัสสาวะ ($r = 0.70$, $p < 0.001$)

สอดคล้องกับการศึกษาของ Ukai H et al. (2007) มีการประเมินความเข้มข้นของสารโทลูอินในโรงงาน 6 แห่ง จากการวิเคราะห์สมการสหสัมพันธ์อย่างง่าย พบว่าความเข้มข้นของสารโทลูอินในอากาศมีความสัมพันธ์กับกรดฮิฟฟิริก ($r = 0.85$) และพบว่าระดับโทลูอินที่ยังไม่เมแทบอลิซ์ (Un-metabolized toluene) ต่ำกว่าระดับมาตรฐาน และผลการศึกษาของ Janasil B et al. (2010) ที่พบว่าศึกษาการรับสัมผัสสารจากการทำงานในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตสี พบว่าระดับความเข้มข้นของสารโทลูอินในบรรยากาศการทำงานมีความสัมพันธ์กับระดับสารโทลูอินที่พบในเลือด และปัสสาวะ ($p < 0.05$)

อย่างไรก็ตามแม้ดัชนีการรับสัมผัสในปัสสาวะจะไม่ใช้อยู่ในรูปเดียวกัน แต่พบความสัมพันธ์ที่อยู่ทิศทางเดียวกัน ดังนั้นสามารถใช้ความเข้มข้นของสารตัวทำละลายในรูปที่เปลี่ยนแปลงในปัสสาวะของ คือ กรดฮิฟฟิริกเป็นดัชนีชี้วัดการรับสัมผัสสารโทลูอินได้ และสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Huang MY et al. (1994) ที่พบความสัมพันธ์ระหว่างค่าเข้มข้นของสารโทลูอินใน 8 ชั่วโมงในการทำงานกับระดับของกรดฮิฟฟิริกในปัสสาวะ

การศึกษานี้พบว่าการใช้การสวมหน้ากากกรองสารเคมีไม่มีผลกระทบต่อค่าความเข้มข้นกรดฮิฟฟิริกในปัสสาวะ ซึ่งไม่สอดคล้องกับการศึกษา Ogata et al. (1999) ได้ศึกษาระดับสารโทลูอินทางลมหายใจออก เลือด และปัสสาวะ และประเมินระดับกรดฮิฟฟิริกในปัสสาวะในพนักงานที่สวมใส่อุปกรณ์ป้องกัน ผลการศึกษาพบว่าระดับความเข้มข้นของสารโทลูอินในผู้สวมใส่หน้ากากจะมีการรับสัมผัสสารโทลูอิน น้อยกว่ากลุ่มไม่รับสัมผัสสารตัวทำละลายทั้งในลมหายใจออก เลือด ปัสสาวะ และกรดฮิฟฟิริกในปัสสาวะ อย่างไรก็ตามในการศึกษานี้พนักงานมักสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลเฉพาะช่วงที่รับสัมผัสสารความเข้มข้นสูงๆ เท่านั้น

จากการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณโดยมีตัวแปรอิสระ คือ เพศ อายุ ประวัติการดื่มสุรา การสวมหน้ากากกรองสารเคมี ระยะเวลาในการทำงาน ลักษณะงาน ความเข้มข้นสารไฮลีนในบรรยากาศ

การทำงาน ส่วนตัวแปรตาม คือ ความเข้มข้นกรดเมทิลอีพิพวริกในปัสสาวะ ผลการศึกษาพบว่าความเข้มข้นของสารไซลีนในบรรยากาศเป็นตัวแปรที่มีผลกระทบต่อค่าความเข้มข้นกรดเมทิลอีพิพวริกในปัสสาวะ โดยหาความสัมพันธ์ของสารไซลีนในบรรยากาศการทำงานเพิ่มขึ้น 1 ส่วนในล้านส่วนจะมีผลกระทบต่อค่าความเข้มข้นกรดเมทิลอีพิพวริกในปัสสาวะเพิ่มขึ้น 0.763 มก./ก.ครีเอตินีน (95% CI = 0.523, 1.003; p-value < 0.001) โดย $R = 0.47$, $R^2 = 0.22$ ส่วนการดื่มสุราไม่มีผลกระทบต่อค่าความเข้มข้นกรดอีพิพวริกในปัสสาวะ ซึ่งไม่สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Huang MY et al. (1994) ที่พบความสัมพันธ์ระหว่างค่าเข้มข้นของสารไซลีนในบรรยากาศการทำงานกับระดับของกรดเมทิลอีพิพวริกในปัสสาวะ แต่ในปัจจัยของการดื่มสุราพบว่าไม่มีความสัมพันธ์กับระดับกรดเมทิลอีพิพวริก ซึ่งไม่สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Huang MY et al. (1994) ที่พบว่ามียาต้านการย่อยสลายของสารไซลีนในปัสสาวะลดลงในกลุ่มที่สูบบุหรี่ และดื่มสุรา

5.5 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการทำหน้าที่ของเม็ดเลือด ใต้ และตับในพนักงานกลุ่มรับสัมผัสสารโทลูอิน สารไซลีน

จากการศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการทำหน้าที่ของเม็ดเลือด ใต้ และตับในพนักงานกลุ่มรับสัมผัสสารโทลูอิน สารไซลีน โดยทำการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple linear regression) ของตัวแปรอิสระ คือ เพศ อายุ ประวัติการดื่มสุรา ระยะเวลาในการทำงาน ลักษณะงาน การสวมหน้ากากกรองสารเคมี ความเข้มข้นกรดอีพิพวริก กรดเมทิลอีพิพวริกในปัสสาวะ และทำหน้าที่ของเม็ดเลือด ใต้ และตับ ซึ่งผลการศึกษาดังกล่าวพบว่า

ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการทำหน้าที่ของเม็ดเลือดขาว พบว่าไม่มีปัจจัยใดที่มีผลกระทบต่อจำนวนเม็ดเลือดขาว จำนวนลิมโฟไซต์ โมโนไซต์ นิวโทรฟิล เบโซฟิล อีโอซิโนฟิล ในร่างกาย ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม พบว่าลักษณะของเม็ดเลือดขาว (WBC morphology) เช่น ลิมโฟไซต์ โมโนไซต์ นิวโทรฟิล อีโอซิโนฟิล เบโซฟิลระหว่างกลุ่มรับสัมผัส และกลุ่มไม่รับสัมผัสสารตัวทำละลายมีความแตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value < 0.001) ซึ่งไม่สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Chen Z et al. (1994) ศึกษาการรับสัมผัสสารประกอบโทลูอิน และไซลีน ในประเทศจีน พบค่าการวิเคราะห์ทางทางชีวเคมีในเลือดระหว่างกลุ่มรับสัมผัส และกลุ่มไม่รับสัมผัสสารตัวทำละลายไม่มีการเปลี่ยนแปลงใดๆ เลย

การทำหน้าที่ของเม็ดเลือด พบว่าจำนวนเม็ดเลือดแดง (Red blood cell count, RBC Count) ในเพศชายมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $5.61 (0.67) \times 10^{12}$ เซลล์/ล. มีค่าที่ต่ำกว่าค่ามาตรฐานจำนวน 5 ตัวอย่าง (4.5%) ส่วนในเพศหญิงมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $4.58 (0.55) \times 10^{12}$ เซลล์/ล. ค่ามัธยฐาน (ค่าต่ำสุด-สูงสุด) เท่ากับ $4.63 (3.3-5.27) \times 10^{12}$ เซลล์/ล. มีค่าที่ต่ำกว่าค่ามาตรฐานจำนวน 2 ตัวอย่าง (16.6%) ตามลำดับ

เมื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการทำหน้าที่ของเม็ดเลือด คือ เพศมีความผลกระทบต่อจำนวนเม็ดเลือดแดงโดยเพศชายมีผลกระทบต่อจำนวนเม็ดเลือดแดงในร่างกายมากกว่าเพศหญิง 0.71×10^{12} เซลล์/ล. (95% CI = -1.196, -0.23; p-value = 0.005) โดย $R = 0.38$, $R^2 = 0.15$ นอกจากนั้น เพศชายเป็นตัวแปรที่มีผลกระทบต่อการมีระดับฮีโมโกลบินในร่างกายมากกว่าเพศหญิง 1.87 ก./ ดล. (95% CI = -2.75, -0.80; p-value = 0.001, $R = 0.46$, $R^2 = 0.21$ เมื่อเปรียบเทียบค่าฮีโมโกลบินระหว่างกลุ่มรับสัมผัส และกลุ่มไม่รับสัมผัสสารตัวทำละลาย พบว่ามีความแตกต่างกันมี

นัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.001$) และพบว่าเพศชายเป็นตัวแปรที่มีผลกระทบต่อการมีระดับฮีมาโตคริตในร่างกายมากกว่าเพศหญิง 3.90% (95% CI = -6.44, -1.36; $p\text{-value} = 0.003$) $R = 0.40$, $R^2 = 0.16$ ค่าฮีมาโทคริต (HCT, Hematocrit) มีความแตกต่างกันกันมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.001$) ซึ่งสอดคล้องโดยธรรมชาติที่พบว่าเพศชายมีจำนวนเม็ดเลือดแดง ระดับฮีโมโกลบิน ระดับฮีมาโทคริตในร่างกายมากกว่าเพศหญิง

ส่วนปัจจัยที่มีผลกระทบต่อจำนวนเกล็ดเลือด ผลการศึกษาพบว่าเพศชายเป็นตัวแปรที่มีผลกระทบต่อระดับเกล็ดเลือดในร่างกายมากกว่าเพศหญิง 19,730.1 เซลล์/มคล. (95% CI = -39,000.3, -459.87; $p\text{-value} = 0.050$) โดย $R = 0.28$, $R^2 = 0.08$ ซึ่งสอดคล้องโดยธรรมชาติที่พบว่าเพศชายมีจำนวนเกล็ดเลือดในร่างกายมากกว่าเพศหญิง และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มรับสัมผัสสารตัวทำละลาย และกลุ่มไม่รับสัมผัสสารตัวทำละลายพบว่าค่าจำนวนเกล็ดเลือดระหว่างกลุ่มสัมผัส และกลุ่มไม่รับสัมผัสสารตัวทำละลายมีความแตกต่างกันกันมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.001$) ในการศึกษาพบว่าความเข้มข้นของสารโทลูอิน และสารไซลีนไม่มีผลกระทบต่อจำนวนเกล็ดเลือดซึ่งไม่สอดคล้องกับการศึกษาของ Shih HT et al. (2011) ที่พบว่า การรับสัมผัสสารโทลูอินที่ความเข้มข้นสูงกว่า 100 ส่วนในล้านส่วน (TWA > 100 ส่วนในล้านส่วน) มีผลต่อความผิดปกติของเกล็ดเลือดในพนักงานในโรงงานอุตสาหกรรมที่ได้หวั่น โดยพบว่ากลุ่มรับสัมผัสสารโทลูอินอย่างต่อเนื่องมีระดับเกล็ดเลือดต่ำกว่ากลุ่มที่รับสัมผัสสารโทลูอินเพียงบางครั้ง $252 (40) \times 10^6/\mu\text{L}$; ($p = 0.018$)

ส่วนค่ายูเรียไนโตรเจนในเลือด (Blood urea nitrogen, BUN) ส่วนใหญ่มีค่า 5-20 มก./ดล. จำนวน 101 ตัวอย่าง (82.5%) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.60 (1.02) มก./ดล. ค่ามัธยฐาน (ค่าต่ำสุด-สูงสุด) เท่ากับ 15.4 (14.2-21.5) มก./ดล. พบว่ามีค่าสูงเกินค่ามาตรฐาน จำนวน 20 คน (26.5%) ซึ่งปัจจัยที่มีผลกระทบต่อระดับยูเรียไนโตรเจนในเลือด ผลการศึกษานี้พบว่าระยะเวลาในการทำงานเพิ่มขึ้น 1 ปีเป็นตัวแปรที่มีผลกระทบต่อระดับยูเรียไนโตรเจนในเลือดเพิ่มขึ้น 0.24 มก./ดล. (95% CI = 0.05, 0.43; $p\text{-value} = 0.013$) $R = 0.34$, $R^2 = 0.11$ เมื่อเปรียบเทียบผลการตรวจระดับยูเรียไนโตรเจนในเลือดของกลุ่มรับสัมผัส และกลุ่มไม่รับสัมผัสสารตัวทำละลายพบว่าไม่มีความแตกต่างกัน

ซึ่งสอดคล้องกับธรรมชาติการเกิดพิษจากสารเคมี หากพนักงานปฏิบัติงานนานขึ้นย่อมมีโอกาสรับสัมผัสสารตัวทำละลายมากขึ้น และสอดคล้องกับผลการศึกษาระดับของนลินี ศรีพวง และคณะ (2542) ที่ศึกษาระดับสารเมแทบอลิไทน์ในช่วงเวลาต่างๆ กันภายหลังการรับสัมผัส พบว่าจะมีระดับเมแทบอลิไทน์ในปัสสาวะแตกต่างกัน จากผลการวิเคราะห์การเก็บตัวอย่างปัสสาวะของพนักงานในช่วงเวลาต่างๆ กันนั้น ผลการศึกษาพบว่าระดับกรดฮิพพิวริกในปัสสาวะของพนักงานจากการเก็บตัวอย่างทุก 4 ชั่วโมง พบว่าในชั่วโมงที่ 8 ของการทำงาน พนักงานหญิงมีความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริกมากขึ้น ซึ่งการรับสัมผัสสารโทลูอินอาจจะมีผลกระทบต่อระดับยูเรียไนโตรเจนในเลือดได้ ตามที่ Yajima Y et al. (2005) ระบุว่าสารโทลูอินจะมีผลกระทบต่อการทำหน้าที่ของไตในผู้ที่รับสัมผัสสารตัวทำละลาย

ส่วนค่าครีเอตินีน (Creatinine, Cr) ส่วนใหญ่พบว่าในเพศชายมีค่ามากกว่า 0.7 มก./ดล. จำนวน 105 ตัวอย่าง (95.6%) ซึ่งเป็นระดับที่สูงเกินค่ามาตรฐาน ส่วนในเพศหญิง พบว่ามีค่ามากกว่า 0.5 มก./ดล. จำนวน 9 ตัวอย่าง (75%) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.14 (0.24) มก./ดล. ค่ามัธยฐาน (ค่าต่ำสุด-สูงสุด) เท่ากับ 1.2 (0.00-1.5) มก./ดล. ซึ่งปัจจัยที่มีผลกระทบต่อระดับครีเอตินีนในเลือด

พบว่าเพศเป็นตัวแปรที่มีผลกระทบต่อระดับครีเอตินินในร่างกาย โดยเพศเพศชายมีผลกระทบต่อระดับครีเอตินินในเลือดมากกว่าเพศหญิง 0.30 มก./ดล. (95% CI = -0.48, -0.12; p-value = 0.001) โดยมีค่า $R = 0.43$, $R^2 = 0.18$ และเมื่อเปรียบเทียบค่าระดับครีเอตินินระหว่างกลุ่มรับสัมผัสและไม่รับสัมผัสพบว่ามีความแตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value < 0.001) ซึ่งไม่สอดคล้องกับผลการศึกษาของสมศักดิ์ พงสุภา (2541) ระบุว่าผู้จากระดับครีเอตินินไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มปกติ

ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการทำหน้าที่ของตับ ผลการศึกษาพบว่าค่า Total bilirubin, Direct bilirubin, SGOT, SGPT ของทั้งกลุ่มที่รับสัมผัส และกลุ่มไม่รับสัมผัสสารตัวทำลายไม่มีความแตกต่างกัน สอดคล้องกับการศึกษาของ Lundberg and Hakanasson (1985) ที่ระบุว่าเอนไซม์การทำงานของตับ คือ Alanine aminotransferase, Aspartate aminotransferase, Ornithine carbamyl transferase และ Gamma-glutamyl transferase ในพนักงานในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตสี จำนวน 47 คน และกลุ่มไม่รับสัมผัสสารตัวทำลายไม่มีความแตกต่างกัน และที่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงใดๆ ของเอนไซม์ในการทำงานที่ของตับในพนักงานที่รับสัมผัสสารตัวทำลายผสม นอกจากนั้นจากการศึกษาหลายท่านที่ศึกษาการรับสัมผัสสารโกลูอินในช่วงพันสี่ และพันสิริยนต์ (Tihti H et al., 1981; Waldron HA et al., 1982) พบว่าระดับเอนไซม์การทำงานของตับของกลุ่มรับสัมผัสไม่สูงกว่ากลุ่มไม่รับสัมผัสสารตัวทำลาย

อย่างไรก็ตามการรับสัมผัสสารโกลูอิน สารไซลีนอาจมีผลกระทบต่อการทำหน้าที่ของตับ ซึ่งมีงานวิจัยอธิบายว่าการรับสัมผัสสารอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน พบว่าอาจทำลายตับได้มากกว่าการทำลายไขกระดูก (Perez CA et al., 2006) นอกจากนั้น Lundberg I, Håkansson M (1985) ระบุว่าระดับของเอนไซม์การทำงานของตับเพิ่มขึ้น เช่น GT อาจจะเป็นดัชนีการชี้วัดที่ไม่แม่นยำสำหรับการเกิด Microsomal enzyme induction (Goldberg D, 1980) และการเปลี่ยนแปลงของเอนไซม์ภายในตับ อาจมาจากการรับสัมผัสสารตัวทำลายหลายชนิดที่มีความเป็นพิษต่อตับ หรือ สารบางชนิดที่มีพิษเมื่อออกฤทธิ์ร่วมกับการดื่มสุราหรือใช้สารชนิดอื่นๆ ร่วมด้วย ดังนั้นในการตรวจร่างกายผู้รับสัมผัสสารตัวทำลาย ควรจะประเมินการทำงานของตับด้วย

จากการศึกษาพบว่าค่า Direct bilirubin ส่วนใหญ่ มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.40 มก./ดล. จำนวน 107 ตัวอย่าง (88.4%) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.33 (0.11) มก./ดล. ค่ามัธยฐาน (ค่าต่ำสุด-สูงสุด) เท่ากับ 30.0 (0.20-0.70) มก./ดล. มีค่าที่สูงเกินค่ามาตรฐานจำนวน 14 ตัวอย่าง (11.6%) เมื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อระดับ Direct bilirubin ผลการศึกษาพบว่าลักษณะงานที่รับสัมผัสสารโกลูอินปานกลางหรือมากเป็นตัวแปรที่มีผลกระทบต่อการมีระดับ Direct bilirubin ในร่างกายมากกว่าการไม่รับสัมผัสหรือรับสัมผัสน้อย 0.01 มก./ดล. (95% CI = -0.02, -0.00; p-value < 0.001) โดย $R = 0.48$, $R^2 = 0.23$ นอกจากนั้นพบว่าลักษณะงาน และการสวมหน้ากากกรองสารเคมีเป็นตัวแปรร่วมทำนายผลกระทบต่อจำนวน Direct bilirubin ในร่างกาย โดยที่ลักษณะงานที่ทำมีโอกาสรับสัมผัสสารตัวทำลายปานกลางหรือมากเป็นตัวแปรที่มีผลกระทบต่อการมีระดับ Direct bilirubin ในร่างกายมากกว่าการไม่รับสัมผัสหรือรับสัมผัสน้อย เท่ากับ 0.004 มก./ดล. (95% CI = -0.01, -0.00; p-value = 0.005) ส่วนการไม่สวมหน้ากากกรองสารเคมีเป็นตัวแปรที่มีผลกระทบต่อการมีระดับ Direct bilirubin ในร่างกายมากกว่าการสวมหน้ากากกรองสารเคมี 0.08 มก./ดล. (95% CI = -0.15, -0.01; p-value = 0.033) โดย $R = 0.61$ (2), $R^2 = 0.34$ เมื่อเปรียบเทียบผลการตรวจการทำหน้าที่ของ

Direct bilirubin ไม่มีความแตกต่างกัน สอดคล้องกับการศึกษาของ Tas U et al. (2011) ที่ศึกษาในสัตว์ทดลองโดยการหยาดสารโกลูอินเข้าไป ผลการศึกษาพบว่าระดับโกลูอินไม่นับสำคัญต่อระดับ Total bilirubin เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม

จากการศึกษา ค่าระดับอัลบูมิน (Albumin) ส่วนใหญ่ มีค่า 3.50-5.60 มก./ดล. จำนวน 121 ตัวอย่าง (100%) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.27 (0.47) มก./ดล. ค่ามัธยฐาน (ค่าต่ำสุด-สูงสุด) เท่ากับ 24.0 (12-181) มก./ดล. ไม่มีค่าที่สูงเกินค่ามาตรฐาน เมื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อระดับอัลบูมิน ผลการศึกษาพบว่า การไม่สวมหน้ากากกรองสารเคมีเป็นตัวแปรที่มีผลกระทบต่อระดับอัลบูมินในร่างกายมากกว่าการสวมหน้ากากกรองสารเคมี 0.80 มก./ดล. (95% CI = -1.15, -0.44; p value < 0.001) โดย $R = 0.54$ (1), $R^2 = 0.29$ นอกจากนั้นการสวมหน้ากากกรองสารเคมี และอายุเป็นตัวแปรร่วมทำนายผลกระทบต่อจำนวนอัลบูมินในร่างกาย โดยการไม่สวมหน้ากากกรองสารเคมีเป็นตัวแปรที่มีผลกระทบต่อระดับอัลบูมินในร่างกายมากกว่าการสวมใส่หน้ากากกรองสารเคมี 0.82 มก./ดล. (95% CI = -1.14, -0.49; p-value < 0.001) ส่วนตัวแปรด้านอายุ หากมีอายุเพิ่มขึ้น 1 ปี จะมีผลกระทบต่อระดับอัลบูมินในร่างกายลดลง 0.03 มก./ดล. (95% CI = -0.04, -0.01) โดย $R = 0.60$ (2), $R^2 = 0.41$ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบผลการตรวจระดับอัลบูมินในเลือดระหว่างกลุ่มรับสัมผัส และกลุ่มไม่รับสัมผัสพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Tas U et al. (2011) ที่ศึกษาในสัตว์ทดลองโดยการหยาดสารโกลูอินเข้าไป ผลการศึกษาพบว่าระดับโกลูอินมีนัยสำคัญในการทำให้อัลบูมินลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม

ส่วนการศึกษาค่าเอนไซม์ของตับ พบว่า SGOT ส่วนใหญ่มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 41 มก./ดล. จำนวน 108 ตัวอย่าง (89.3%) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 28.75 (19.17) มก./ดล. ค่ามัธยฐาน (ค่าต่ำสุด-สูงสุด) เท่ากับ 24.0 (12-181) มก./ดล. มีค่าที่สูงเกินค่ามาตรฐานจำนวน 12 ตัวอย่าง (9.9%) ในแง่ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อค่าเอนไซม์การทำหน้าที่ของตับ คือ SGOT (Serum Glutamic Oxaloacetic Transferase) หรือ เรียกว่า AST (Aspartate aminotransferase) ผลการศึกษาพบว่าความเข้มข้นกรดเมทิลลิวพิริคเพิ่มขึ้น 1 มก./ก. ครีเอตินีนเป็นตัวแปรที่มีผลกระทบต่อเอนไซม์ SGOT (AST) ในร่างกายเพิ่มขึ้น 0.06 หน่วยต่อลิตร (95% CI = 0.01, 0.11; p-value = 0.027) โดย $R = 0.30$ (1), $R^2 = 0.09$ นอกจากนั้นกรดเมทิลลิวพิริค และกรดอียพิริคเป็นตัวแปรร่วมทำนายผลกระทบต่อเอนไซม์ SGOT ในร่างกาย โดยที่กรดเมทิลลิวพิริคในร่างกายเพิ่มขึ้น 1 มก./ก. ครีเอตินีนเป็นตัวแปรที่มีผลกระทบต่อเอนไซม์ SGOT ในร่างกายเพิ่มขึ้น 0.07 หน่วยต่อลิตร (95% CI = 0.02, 0.12; p-value = 0.004) ส่วนกรดอียพิริค หากมีกรดอียพิริคเพิ่มขึ้น 1 มก./ก. ครีเอตินีนจะมีผลกระทบต่อเอนไซม์ SGOT ในร่างกายลดลง 0.009 หน่วยต่อลิตร (95% CI = -0.02, 0.00) โดย $R = 0.44$ (2), $R^2 = 0.19$ ตามลำดับ ซึ่งค่าการทำหน้าที่ของตับ คือ SGOT ไม่มีความแตกต่างกับกลุ่มไม่รับสัมผัสสารตัวทำละลาย

สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Tas U et al. (2011) ที่ศึกษาผลกระทบของสารโกลูอินที่รับเข้าสู่ร่างกายทางการหยาดสารในหนูทดลอง มีการประเมินระดับการทำหน้าที่ของตับ Serum aspartate aminotransferase (AST) ผลการศึกษาระบุว่าการหยาดสารโกลูอินเข้าไปมีความสัมพันธ์กับระดับเอนไซม์ AST กรณีค่าการทำหน้าที่ของตับ คือ SGOT (AST) ไม่มีความแตกต่างกับกลุ่มไม่รับสัมผัสสารตัวทำละลาย สอดคล้องกับผลการศึกษาของ สมศักดิ์ พงษ์สุภา (2541) ที่ศึกษาตัวบ่งชี้

ทางชีวภาพสำหรับผู้สัมผัสโลหะอินในพนักงานในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตลูกบอล การตรวจวิเคราะห์ทางชีวเคมี พบว่าค่า AST, ALT, Alkaline phosphatase ในกลุ่มรับสัมผัสไม่มีความแตกต่างจากการไม่รับสัมผัส

นอกจากนี้พบว่าค่า SGPT ส่วนใหญ่ มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 40 จำนวน 98 ตัวอย่าง (81%) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 29.60 (24.10) มก./ดล. ค่ามัธยฐาน (ค่าต่ำสุด-สูงสุด) เท่ากับ 22.0 (6-136) มก./ดล. มีค่าที่สูงเกินค่ามาตรฐานจำนวน 23 ตัวอย่าง (19%) ส่วนปัจจัยที่มีผลกระทบต่อเอนไซม์ SGPT (Serum glutamic pyruvic transaminase) หรือ เอนไซม์ ALT (Alanine aminotransferase) คือ กรดเมทิลลิวพิริคในปัสสาวะ พบว่าเมื่อปริมาณกรดเมทิลลิวพิริคในปัสสาวะเพิ่มขึ้น 1 มก./ก. ครีเอตินินทำให้มีผลกระทบต่อระดับเอนไซม์ SGPT ในร่างกายเพิ่มขึ้น 0.11 หน่วย (95% CI = 0.02, 0.20; p-value = 0.020) โดย $R = 0.32$, $R^2 = 0.10$ ซึ่งไม่สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Tas U et al. (2011) ที่พบว่าคนที่หนูทดลองได้รับสัมผัสสารโลหะอินทางการหายใจแล้วมีผลกระทบต่อตับ โดยสารโลหะอินที่หายใจเข้าไปมีความสัมพันธ์กับการลดลงของระดับเอนไซม์ SGPT (ALT) ส่วนระยะเวลาไม่มีผลกระทบต่อระดับเอนไซม์ SGPT ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Gericke C et al. (2001) ระบุว่าระยะเวลาในการรับสัมผัสสารโลหะอินในพนักงานทำหมึกพิมพ์ และผู้ช่วยไม่มีความสัมพันธ์กับระดับเอนไซม์ในการทำหน้าที่ของตับ คือ SGPT (Serum Glutamic Pyruvic Transaminase)

ในการศึกษานี้พบค่าการทำหน้าที่ของตับ คือ SGPT (ALT) ไม่มีความแตกต่างกับกลุ่มไม่รับสัมผัสสารตัวทำละลาย ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ สมศักดิ์ พองสุภา (2541) มีการศึกษาตัวบ่งชี้ทางชีวภาพสำหรับผู้สัมผัสสารโลหะอินในพนักงานในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตลูกบอลที่พบว่าค่า SGPT (ALT) ระหว่างรับสัมผัส และกลุ่มไม่รับสัมผัสสารตัวทำละลายไม่แตกต่างกัน

อย่างไรก็ตามมีผลการศึกษาโดย Dossing et al (Sotaniemi EA et al., 1982; Dossing M, 1983) ระบุว่าความสัมพันธ์ระหว่างการรับสัมผัสสารตัวทำละลายกับสภาวะที่ตับถูกทำลายไม่สามารถสรุปได้ เนื่องจากจำนวนกลุ่มไม่รับสัมผัสสารตัวทำละลายไม่เพียงพอ (Kurppa K et al., 1983) หรืออาจเนื่องจากการรับสัมผัสสารตัวทำละลายผสมจึงมีผลทำให้ระดับเอนไซม์การทำหน้าที่ของตับที่สูงขึ้น (Fischbein A et al., 1983)

เคยมีกรณีศึกษาที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างการรับสัมผัสสารตัวทำละลายรวมกับการรับประทานยา พบว่าจะทำให้ระดับเอนไซม์การทำหน้าที่ของตับ และไขมันสูงขึ้นได้ (Edling C., 1982) ไม่มีการศึกษาใดที่ให้ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างการรับสัมผัส และการตอบสนองของร่างกายที่ชัดเจน (Kurppa K, Husman K, 1982; Hane M et al., 1977; Tihti H et al., 1981; Waldron HA et al., 1982) นอกจากนั้นความเข้มข้นของสารตัวทำละลายที่พนักงานรับสัมผัสในแต่ละวันไม่สม่ำเสมอ ทำให้มีผลกระทบต่อการทำงานของตับได้ เช่น มีผลการศึกษาในพนักงานพ่นสีที่รับสัมผัสสารตัวทำละลายผสมในโรงงานอุตสาหกรรมพบว่าระดับ Microsomal enzymes ถูกยับยั้ง (Ulfvarson U, 1977) จากการสังเกตการณ์ของผู้วิจัยพบว่า การรับสัมผัสสารตัวทำละลายในโรงงานอุตสาหกรรมมีระดับความเข้มข้นที่สูงมากๆ จึงอาจมีผลที่ผิดพลาดได้

ปัจจัยในการดื่มสุราก็เป็นตัวแปรที่ทำให้ผลการศึกษาไม่แน่นอนในการศึกษาหาความสัมพันธ์กับระดับเอนไซม์การทำหน้าที่ของตับ เคยมีการศึกษาเปรียบเทียบการดื่มสุรากล็กน้อย และดื่มสุรามาก คือ ประมาณ 220 และ 300 กรัมต่อสัปดาห์ เปรียบเทียบกับกลุ่มไม่รับสัมผัสสารตัว

ทำลาย ผลการศึกษาพบว่าค่าเฉลี่ยเอนไซม์การทำงานของตับมีความใกล้เคียงกัน ดังนั้นการดื่มสุราขนาดต่างๆ อาจจะไม่มียผลกระทบต่อการทำงานของตับ การศึกษาดังกล่าวสนับสนุนข้อมูลว่าพนักงานที่ป่วยเป็นโรคตับจะไม่ได้รับผลกระทบจากการรับสัมผัสสารตัวทำลายผสม อย่างไรก็ตามควรรับสัมผัสสารตัวทำลายผสมในระดับความเข้มข้นที่ยอมรับได้

ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาการรับสัมผัสสารโกลูอินความเข้มข้นต่างๆ ในพนักงานในโรงงานปิโตรเคมี พบว่าจะมีโอกาสทำให้เกิดตับเป็นพิษได้ โดยมีการประเมินระดับโปรทรอมบิน บิลิรูบิน โปรตีนรวม (Prothrombin, total bilirubin, total proteins) เอนไซม์การทำงานของตับ คอเลสเทอรอล และระดับกรดไขมันรวม รวมทั้งระดับความเข้มข้นสารโกลูอินในบรรยากาศการทำงาน พบว่าถึงแม้ระดับความเข้มข้นสารโกลูอินจะมีระดับที่ต่ำกว่าค่ามาตรฐาน แต่การดื่มสุราอาจจะมีผลทำให้เกิดความผิดปกติต่างๆ ได้ การศึกษาครั้งนี้จะยืนยันว่าสารโกลูอินอาจจะก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อตับได้ในผู้ที่ดื่มสุรา (Sánchez E, Fernández-D'Pool J, 1996)

5.6 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออาการผิดปกติจากการรับสัมผัสสารตัวทำลาย

การศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออาการผิดปกติจากการรับสัมผัสสารโกลูอิน และสารโซลิน โดยการวิเคราะห์การถดถอย (logistic regression) ของตัวแปรอิสระ คือ เพศ อายุ ความเข้มข้นสารโกลูอิน และโซลินในบรรยากาศการทำงาน การสวมแว่นตา ระยะเวลาในการทำงาน ลักษณะงาน และตัวแปรตาม คือ อาการผิดปกติต่างๆ เช่น ผื่นคัน ตา ทางเดินหายใจส่วนต้น ปอด ระบบประสาทส่วนกลาง เช่น อาการทางระบบประสาท อาการทางจิตใจ อาการทางอารมณ์ ความจำ และสมาธิ ความเมื่อยล้า การรบกวนการนอนหลับ ซึ่งผลการศึกษาจะนำเสนอเฉพาะตัวแปรที่มีผลกระทบต่ออาการผิดปกติต่างๆ โดยมีรายละเอียดดังนี้

อาการแรกที่จะขอล่าถึง คือ ผลกระทบต่ออาการผิดปกติทางตา พบว่าพนักงานมีอาการตาแห้ง คัน หรือระคายเคืองตา ส่วนใหญ่มีอาการขึ้นมาใหม่บางครั้ง จำนวน 31 คน (25.6%) ส่วนปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออาการตาแห้ง คัน หรือระคายเคืองตา พบว่าพนักงานที่ทำงานในโรงงานปัจจุบันเป็นระยะเวลาตั้งแต่ 5 ปีขึ้นไป จะมีโอกาสเกิดอาการผิดปกติที่ตา เช่น แห้ง คัน หรือระคายเคืองตา มากกว่าพนักงานที่มีระยะเวลาทำงานน้อยกว่า 1 ปี ด้วยค่า $OR = 6.26$ เท่า (95% CI of $OR = 1.07-36.47$; $p\text{-value} = 0.042$) โดยสมการที่ใช้ในการทำนายมีค่า χ^2 (d.f.) = 11.56 (8), $p\text{-value} = 0.172$, Cox&Snell $R^2 = 0.078$, Nagelkerke $R^2 = 0.106$

สอดคล้องกับการศึกษาในพนักงานที่มีการรับสัมผัสสารตัวทำลายผสม โดยมีส่วนประกอบหลัก คือ สารโกลูอินในพนักงานจำนวน 42 คน ซึ่งระบุว่าพนักงานมีอาการระคายเคืองตา (Winchester and Madjar, 1986) ซึ่งความเข้มข้นของสารโกลูอินอยู่ในระดับ 1-80 ส่วนในล้านส่วน (เฉลี่ย 15 ส่วนในล้านส่วน) และสอดคล้องกับผลการศึกษาในกลุ่มที่รับสัมผัสสารโกลูอินจำนวน 95 คน ค่า TWA เท่ากับ 41-46 ส่วนในล้านส่วน ระหว่างที่มีการทำรองเท้า ทำการพิมพ์ และผลิตอุปกรณ์เครื่องเสียง โดยมีการประเมินอาการผิดปกติระหว่างที่มีการรับสัมผัสเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมจำนวน 130 คน พบความชุกของอาการผิดปกติ คือ ระคายเคืองตา (Alfaro-Rodríguez A et al., 2011)

และสอดคล้องกับการศึกษาของ Yin et al. (1987) ที่ศึกษาการรับสัมผัสสารโกลูอินความเข้มข้น 41-46 ส่วนในล้านส่วน ระหว่างที่มีการทำรองเท้า ทำการพิมพ์ และผลิตอุปกรณ์เครื่องเสียง

พบความชุกของอาการระคายเคืองตา (Yin et al., 1987) ซึ่งมีผลการศึกษาในมนุษย์ระบุว่า การรับสัมผัสสารโทลูอีนนาน 6–8 ชั่วโมง ความเข้มข้น 100 ส่วนในล้านส่วน จะทำให้มีอาการระคายเคืองตา (Andersen et al., 1983; Baelum et al., 1985; Meulenbelt et al., 1990) อย่างไรก็ตามจะไม่มีอาการระคายเคืองตา ภายหลังการรับสัมผัสสารโทลูอีน ความเข้มข้น 40 ส่วนในล้านส่วนนาน 6 ชั่วโมง (Andersen et al., 1983) ในหนูทดลองที่ตั้งครรภ์ที่รับสัมผัสสารโทลูอีนความเข้มข้น 2,000 ส่วนในล้านส่วนนาน 6 ชั่วโมง 21 วัน ส่วนอาการน้ำตาไหล (lacrimation) (Ono et al., 1996) สอดคล้องกับความการศึกษาที่ระบุว่า การรับสัมผัสสารอะโรมาติก ในความเข้มข้นสูงๆ เกิน 1,000 ส่วนในล้านส่วนจะมีผลต่อการทำลายเซลล์ต่างๆ นอกจากนั้นเคยมีการศึกษาในอาสาสมัครที่รับสัมผัสสารที่ความเข้มข้น 200-400 ส่วนในล้านส่วน ช่วงเวลาสั้นๆ (15 นาที ถึง 4 ชั่วโมง) พบอาการระคายเคือง เช่น น้ำตาไหล โดยไอรระเหยของสารไซลีนจะทำให้เกิดการระคายเคืองเยื่อเมือกเล็กน้อย หากกระเด็นเข้าตาเกิดการบาดเจ็บที่กระจกตา (Trujillo et al., 2003) อาจทำให้ตาบอดได้ (Ansari, 1997)

ส่วนผลกระทบต่ออาการตาพร่ามัว พบว่า ส่วนใหญ่พนักงานมีอาการขึ้นมาใหม่ ซึ่งเกิดอาการบางครั้ง จำนวน 36 คน (29.8%) ปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออาการตาพร่ามัว คือ ความเข้มข้นสารโทลูอีน โดยหากมีการรับสัมผัสสารโทลูอีนในบรรยากาศการทำงานเพิ่มขึ้น 1 มก./ล. จะมีโอกาสเกิดอาการตาพร่ามัวมากขึ้น $OR = 1.02$ เท่า (95% CI of $OR = 1.00-1.05$; $p\text{-value} = 0.04$ โดยสมการที่ใช้ทำนายค่า $Chi\text{-square (d.f.)} = 13.07 (8)$, $p\text{-value} = 0.110$, $Cox\&Snell R^2 = 0.087$, $Negelkerke R^2 = 0.120$ สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Hunnewell J, Miller NR. (1998) ที่ระบุว่าหญิงอายุ 36 ปีที่มีอาการผิดปกติ คือ ตาพร่ามัว มองไม่ชัด เนื่องจากมีการติดสารโทลูอีน นอกจากนั้นสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Suzuki K et al. (1992) ที่ศึกษาในผู้ป่วยเพศชายอายุ 21 ปี ที่ป่วยเป็นโรคพิษจากสารโทลูอีนเนื่องจากการดมทินเนอร์ พบว่ามีความผิดปกติที่ส่วนต่างๆ ของสมอง เช่น Cerebral white matter, Basal ganglia, internal capsule, Brain stem and Middle cerebellar peduncle ดังนั้นทำให้ผู้ป่วยมีอาการผิดปกติทางระบบประสาท เช่น มองภาพซ้อน พุดตะกุกตะกัก ภายหลังการดมทินเนอร์นาน 8 ปี

โดยการรับสัมผัสสารโทลูอีนความเข้มข้นต่างๆ นอกจากจะมีผลกระทบทำให้ตาพร่ามัว ยังมีผลกระทบต่อการมองเห็นสีด้วย เช่น การศึกษาในพนักงานที่รับสัมผัสสารโทลูอีนความเข้มข้น 80–150 ส่วนในล้านส่วน (Boey et al., 1997; Murata et al., 1993; Orbaek and Nise, 1989) มีหลายการศึกษาที่ศึกษาการรับสัมผัสจากการทำงานแบบเรื้อรังที่ความเข้มข้น 30–130 ส่วนในล้านส่วน พบว่าทำลายกลไกการมองเห็นสี ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของความผิดปกติของระบบประสาทส่วนกลาง (Morata et al., 1997) การเปลี่ยนแปลงการมองเห็น (Vrca et al., 1997) และการมองเห็นสี (Zavalic et al., 1998) ที่ศึกษาในช่วงทำรองเท้าที่รับสัมผัสสารโทลูอีน ที่ความเข้มข้น 0, 35, หรือ 156 ส่วนในล้านส่วน พบนัยสำคัญของการมองสีบกพร่องของกลุ่มรับสัมผัสมากกว่ากลุ่มควบคุม

อาการผิดปกติในทางเดินหายใจส่วนต้น พบว่าพนักงานมีอาการน้ำมูกไหล โดยมีอาการขึ้นมาใหม่ และเกิดอาการบางครั้งจำนวน 15 คน (12.4%) และปัจจัยที่มีผลกระทบต่อทางเดินหายใจส่วนต้น คือ การน้ำมูกไหล โดยพบว่าปัจจัยมีผลกระทบต่ออาการน้ำมูกไหล คือ การไม่สวมหน้ากากกรองสารเคมี ซึ่งการไม่สวมหน้ากากกรองสารเคมีจะมีโอกาสทำให้เกิดอาการน้ำมูกไหลมากกว่าการ

สวมหน้ากาก OR = 0.30 เท่า (95% CI of OR = 0.11-0.80; p-value = 0.01 โดยสมการที่ใช้ทำนายค่า Chi-square (d.f.) = 11.30 (10), p-value = 0.335, Cox & Snell R^2 = 0.076, Nagelkerke R^2 = 0.104 ซึ่งมีหลายการศึกษาที่ระบุถึงผลกระทบของสารโหลูอินต่อทางเดินหายใจ ทำให้มีอาการผิดปกติ คือ ระคายเคือง และน้ำมูกไหล เช่น การศึกษาในอาสาสมัคร (Andersen et al., 1983; Baelum et al., 1985) และกลุ่มผู้รับสัมผัส (Parmeggiani and Sassi, 1954) ระบุว่า การรับสัมผัสสารโหลูอินทำให้เกิดอาการระคายเคืองทางเดินหายใจระดับเล็กน้อยจนถึงปานกลาง ซึ่งมีผลการศึกษาในสัตว์ทดลองโดย von Oettingen et al. (1942) ซึ่งรายงานว่าหนูแรทที่รับสัมผัสสารโหลูอินความเข้มข้นสูงๆ ได้รับผลกระทบต่อทางเดินหายใจ คือ ระคายเคืองทางเดินหายใจ (NTP, 1990)

และสอดคล้องกับผลการศึกษาในพนักงานพ่นสีจำนวน 13 คน ความเข้มข้น (0.8–4.8 ส่วนในล้านส่วน) ที่มีส่วนประกอบของสารโหลูอิน และบิวทิล อะซิเตด (Toluene and Isobutylacetate) พบว่ามีความผิดปกติเกี่ยวกับเยื่อจมูก (Hellquist et al., 1983) เคยมีรายงานการศึกษาการรับสัมผัสสารตัวทำละลายผสม โดยมีส่วนประกอบหลัก คือ สารโหลูอินในพนักงานจำนวน 42 คน ซึ่งระบุว่าพนักงานมีอาการผิดปกติต่างๆ คือ ระคายเคืองจมูกเมื่อรับสัมผัสสารโหลูอิน ที่ความเข้มข้น 1-80 ส่วนในล้านส่วน (เฉลี่ย 15 ส่วนในล้านส่วน) (Winchester and Madjar, 1986)

ซึ่งการสวมหน้ากากป้องกันสารตัวทำละลายมีความสำคัญมากในการป้องกันการรับสัมผัสสารตัวทำละลายในการทำงาน ซึ่งผู้ที่สวมหน้ากากขณะปฏิบัติงานจะมีโอกาสรับสัมผัสสารเคมีน้อยกว่าผู้ไม่สวม โดย Ogata et al. (1999) ได้ศึกษาระดับสารโหลูอินทางลมหายใจออก เลือด และปัสสาวะ และหาสารกรดฮิพพิวริก และโอ ครีซอลในปัสสาวะในพนักงานที่สวมหน้ากากอุปกรณ์ป้องกัน ซึ่งมีกลุ่มที่ไม่สวมหน้ากากป้องกันเป็นกลุ่มไม่รับสัมผัสสารตัวทำละลาย ผลการศึกษาพบว่าระดับความเข้มข้นของโหลูอินในผู้สวมใส่หน้ากากจะมีระดับดัชนีชี้วัดของการรับสัมผัสสารโหลูอินน้อยกว่ากลุ่มไม่รับสัมผัสสารตัวทำละลายในลมหายใจออก เลือด ปัสสาวะ และกรดฮิพพิวริก และโอ ครีซอลในปัสสาวะ ในการศึกษาพบว่าส่วนใหญ่พนักงานจะรับสัมผัสสารความเข้มข้นค่อนข้างต่ำ ทำให้พนักงานมักจะสวมหน้ากากเฉพาะช่วงที่รับสัมผัสสารโหลูอินความเข้มข้นสูงๆ เท่านั้น จึงมีโอกาสเสี่ยงต่อการรับสัมผัสสารโหลูอินเข้าสู่ได้มาก

ส่วนผลกระทบต่อการแน่น คัดจมูก พบว่าโดยส่วนใหญ่มีอาการขึ้นมาใหม่ ซึ่งเกิดอาการบางครั้งจำนวน 16 คน (13.2%) ซึ่งปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการแน่นจมูก คือ การสูบบุหรี่ โดยผลการศึกษาพบว่า การสูบบุหรี่จะมีโอกาสทำให้เกิดอาการแน่นจมูก คัดจมูกมากกว่าการไม่สูบบุหรี่ OR = 0.30 เท่า (95% CI of OR = 0.12-0.87; p-value = 0.02 โดยสมการที่ใช้ทำนายค่า Chi-square (d.f.) = 7.96 (10), p-value = 0.633, Cox&Snell R^2 = 0.054, Nagelkerke R^2 = 0.075 ซึ่งสอดคล้องกับความเป็นจริงที่การสูบบุหรี่อาจทำให้เกิดอาการผิดปกติ เช่น แน่นจมูก คัดจมูก เช่น จากผลการศึกษาแบบตัดขวาง โดยการใช้แบบสัมภาษณ์ในพนักงานช่างสีในงานก่อสร้างชาวฟินแลนด์เมื่อเปรียบเทียบกับช่างไม้ จำนวน 1,000 คน และช่างไม้จำนวน 1,000 คน จากการวิเคราะห์ Multivariate logistic regression models ที่ควบคุมอายุ การสูบบุหรี่ ผลการศึกษาพบว่าการทำงานนอกอาคารมีความสัมพันธ์ต่อการคล้ายหอบหืดมากกว่าการทำงานภายในอาคาร OR = 2.7-6.5, อาการน้ำมูกไหล OR = 2.4, (95% CI = 1.1-5.2), อาการหอบหืด OR = 4.7, (95% CI = 1.4-16.1) และอาการหลอดลมอักเสบ OR = 2.9, (95% CI = 1.0-8.4) ปัจจัยเสี่ยงของโรคทางเดินหายใจ และ

หลอดลมอักเสบ คือ การใช้สารอปิออกซี ยูรีเทน สี พลาสเตอร์ กาว (Kaukiainen A et al., 2008)

นอกจากนั้นการสูบบุหรี่จะเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ร่างกายมีการรับสัมผัสสารตัวทำลายเข้าสู่ร่างกายมากขึ้น เช่น Chambers DM et al. (2011) ระบุว่า การสูบบุหรี่เป็นแหล่งกำเนิดที่สำคัญของการรับสัมผัสสารเบนซิน สไตรีน โทลูอิน และไซลีน และมีผลการศึกษาระเบียบการรับสัมผัสสารโทลูอิน ไซลีน เบนซินในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเฟอร์นิเจอร์ใน Karabaglar, Izmir ในการศึกษาพบว่าพนักงานที่ปฏิบัติงานมากกว่า 8 ชั่วโมงต่อวัน และสูบบุหรี่ มีระดับการรับสัมผัสสารโทลูอิน และเบนซินในเลือดสูงกว่ากลุ่มที่ปฏิบัติงานน้อยกว่า 8 ชั่วโมงต่อวัน (Mandiracioglu A et al., 2011)

ผลกระทบต่ออาการผิดปกติทางปอด พบว่าพนักงานมีอาการแน่นหน้าอก พบว่าโดยส่วนใหญ่มีอาการขึ้นมาใหม่ ซึ่งเกิดอาการบางครั้งจำนวน 27 คน (22.3%) ส่วนปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออาการแน่นหน้าอก คือ อายุ พบว่าอายุเพิ่มขึ้น 1 ปี จะมีอาการแน่นหน้าอกเพิ่มขึ้น $OR = 1.09$ เท่า (95% CI of $OR = 1.02-1.17$; p value = 0.01 โดยสมการที่ใช้ทำนายค่า Chi-square (d.f.) = 18.76 (10), p -value = 0.043, Cox&Snell $R^2 = 0.123$, Nagelkerke $R^2 = 0.178$ โดยอายุมีผลกระทบต่ออาการแน่นหน้าอก แต่การรับสัมผัสสารโทลูอิน สารไซลีนไม่มีผลกระทบต่ออาการดังกล่าว ไม่สอดคล้องผลการศึกษาของ Wang and Chen, (1993) ในพนักงานผลิตสีที่รับสัมผัสสารตัวทำลายผสมในโรงงานผลิตสี ที่พบว่าความรุนแรงของการรับสัมผัสสารโทลูอินมีความสัมพันธ์กับอาการผิดปกติ คือ แน่นหน้าอก

ผลกระทบต่ออาการผิดปกติทางระบบประสาท คือ อาการ คลื่นไส้ อาเจียน พบว่าพนักงานมีอาการคลื่นไส้ อาเจียน โดยมีอาการขึ้นมาใหม่ ซึ่งเกิดอาการบางครั้งจำนวน 13 คน (10.7%) ส่วนปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออาการคลื่นไส้ อาเจียน คือ โดยพบว่า การไม่สวมอุปกรณ์ป้องกันผิวหนัง จะมีโอกาสทำให้เกิดอาการคลื่นไส้ อาเจียนมากกว่าการสวมอุปกรณ์ป้องกันผิวหนัง $OR = 4.20$ เท่า (95% CI of $OR = 1.06-16.61$; p -value = 0.04 โดยสมการที่ใช้ทำนายค่า Chi-square (d.f.) = 17.44 (11), p -value = 0.095, Cox&Snell $R^2 = 0.115$, Nagelkerke $R^2 = 0.203$ ซึ่งการไม่สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันผิวหนัง เช่น ถุงมือ ชุดคลุมจะมีโอกาสรับสัมผัสสารโทลูอิน สารไซลีนมากกว่าการสวมใส่จนเกิดผลกระทบต่อการทำงานของระบบประสาท คือ อาการคลื่นไส้ อาเจียนได้ สอดคล้องกับการศึกษาในพนักงานที่มีการรับสัมผัสสารตัวทำลายผสม โดยมีส่วนประกอบหลัก คือ สารโทลูอิน ในพนักงานจำนวน 42 คน ซึ่งระบุว่าพนักงานมีอาการผิดปกติ คือ คลื่นไส้ (Winchester and Madjar, 1986) นอกจากนั้นหากรับสัมผัสที่ความเข้มข้นของสารโทลูอินอยู่ในระดับ 1-80 ส่วนในล้านส่วน (เฉลี่ย 15 ส่วนในล้านส่วน) ความเข้มข้นน้อยกว่า 200 ส่วนในล้านส่วนจะทำให้มีอาการผิดปกติ เช่น ปวดศีรษะ คลื่นไส้ อาเจียน (Alfaro-Rodríguez A et al., 2011)

ผลกระทบต่ออาการสูญเสียสมรรถภาพ ความจำไม่ดี พบว่าโดยส่วนใหญ่พนักงานมีอาการขึ้นมาใหม่ ซึ่งเกิดอาการบางครั้งจำนวน 21 คน (17.4%) ส่วนปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออาการสูญเสียสมรรถภาพ คือ อายุ โดยพบว่าอายุเพิ่มขึ้น 1 ปี จะมีโอกาสทำให้เกิดอาการสูญเสียสมรรถภาพ และสูญเสียความทรงจำเพิ่มขึ้น โดยค่า $OR = 1.07$ เท่า (95% CI of $OR = 1.00-1.14$), p -value = 0.04 โดยสมการที่ใช้ทำนายค่า Chi-square (d.f.) = 10.30 (11), p -value = 0.504, Cox&Snell $R^2 = 0.069$, Nagelkerke, $R^2 = 0.099$ ส่วนการรับสัมผัสสารโทลูอิน และสารไซลีนไม่มีผลกระทบต่ออาการสูญเสียสมรรถภาพ และสูญเสียความทรงจำ ซึ่งไม่สอดคล้องกับจากการศึกษาที่ผ่านมาพนักงานที่รับสัมผัสสารโทลู

อื่น พบความสัมพันธ์อย่างมากระหว่างความบกพร่องของระบบประสาท ในพนักงานเพศหญิง 30 คน ที่รับสัมผัสสารโกลูอินความเข้มข้น 88 ส่วนในล้านส่วน กลุ่มควบคุม จำนวน 30 คน ที่อยู่โรงงานเดียวกันที่รับสัมผัสสารโกลูอิน 13 ส่วนในล้านส่วน (Foo et al., 1990)

Cruz et al. (2011) ระบุว่า การรับสัมผัสแบบเรื้อรังมีหลักฐานบ่งชี้อย่างชัดเจนว่า ทำให้ความทรงจำบกพร่อง และมีการทำลายระบบประสาท เนื่องจากสารตัวทำลายเป็นสารระงับสารสื่อประสาท และยับยั้งกลไกการทำงาน การรับสัมผัสสารตัวทำลายระยะเวลาดสั้นๆ และระยะยาวจะทำให้มีผลกระทบต่อร่างกายได้ สอดคล้องกับการศึกษาของ Morck et al. (1988) ระบุว่า การรับสัมผัสสารโกลูอินระยะสั้น และระยะยาวจะทำให้มีการสูญเสียความทรงจำ เคลิบเคลิ้มระหว่างที่ปฏิบัติงาน และซึมเศร้าระหว่างวันหยุดสุด (Iregren, 1982; Foo et al., 1990, 1993) และการรับสัมผัสสารโกลูอินอย่างเรื้อรังในโรงงานผลิตสี และแล็กเกอร์โดยมีความเข้มข้นของสารโกลูอินสูงเกินค่ามาตรฐาน จะทำให้มีอาการสูญเสียสมรรถิมากกว่ากลุ่มไม่รับสัมผัสสารตัวทำลาย (Jovanović J et al., 2004)

ส่วนการศึกษาผลกระทบต่อระบบประสาทต่ออาการไม่ได้กลิ่นหรือได้กลิ่นลดลง พบว่าพนักงานมีอาการไม่ได้กลิ่นหรือได้กลิ่นลดลง โดยเป็นอาการขึ้นมาใหม่ ซึ่งเกิดอาการบางครั้งจำนวน 11 คน (9.1%) ซึ่งปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออาการไม่ได้กลิ่นหรือการได้กลิ่นลดลง คือ การรับสัมผัสสารโกลูอิน โดยพบว่าการรับสัมผัสปานกลางถึงมากจะมีโอกาสทำให้เกิดอาการไม่ได้กลิ่นหรือการได้กลิ่นลดลง มากกว่ากลุ่มที่ไม่รับสัมผัสหรือรับสัมผัสน้อย $OR = 6.06$ เท่า (95% CI of $OR = 1.53-23.95$), $p\text{-value} = 0.01$ โดยสมการที่ใช้ทำนายค่า Chi-square (d.f.) = 15.17 (11), $p\text{-value} = 0.175$, Cox & Snell $R^2 = 0.101$, Nagelkerke $R^2 = 0.178$ ซึ่งการรับสัมผัสสารโกลูอินมีผลกระทบต่ออาการดังกล่าว อาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของเยื่อ Olfactory epithelium ดังเช่นการศึกษาที่ผ่านมาระบุว่าสารโกลูอิน มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของเยื่อดังกล่าวภายหลังการรับสัมผัสสารโกลูอินความเข้มข้น 1,000 ส่วนในล้านส่วน 5 ชั่วโมงต่อวัน 5 วันต่อสัปดาห์ นาน 4 สัปดาห์ และจำนวนเซลล์ในช่วงสัปดาห์ที่ 1-2 ไม่มีการเปลี่ยนแปลงใดๆ และเริ่มมีจำนวนลดลงในช่วงสัปดาห์ที่ 3-4 หลังจากนั้นในสัปดาห์ที่ 5 เริ่มฟื้นฟูสภาพเข้าสู่สภาวะปกติ และคงที่ในสัปดาห์ที่ 6-8 (Jacquot L et al., 2006)

นอกจากนั้น Von Oettingen et al. (1942) รายงานว่าหนูแรทที่รับสัมผัสสารโกลูอินความเข้มข้นสูงๆ ต่อทางเดินหายใจพบว่าทำให้เกิดพยาธิสภาพที่โพรงจมูกรวมถึงความผิดปกติที่เยื่อการดมกลิ่นในหนูทดลองที่รับสัมผัสสารที่ความเข้มข้นจาก 600 -1,200 ส่วนในล้านส่วน 6.5 ชั่วโมงต่อวัน 5 วันต่อสัปดาห์ นาน 2 ปี (NTP, 1990)

ส่วนการศึกษาผลกระทบต่อระบบประสาทต่ออาการการรับรสเปลี่ยนแปลงไป พบว่าพนักงานส่วนใหญ่มีอาการขึ้นมาใหม่ ซึ่งเกิดอาการบางครั้งจำนวน 7 คน (5.8%) ซึ่งปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออาการสูญเสียการรับรส คือ ความเข้มข้นสารโกลูอินในบรรยากาศการทำงาน โดยพบว่าความเข้มข้นสารโกลูอินเพิ่มขึ้น 1 มก./ล. จะมีโอกาสทำให้เกิดการรับรสลดลง $OR = 0.88$ (95% CI of $OR = 0.78-1.00$), $p\text{-value} = 0.04$ โดยสมการที่ใช้ทำนายค่า Chi-square (d.f.) = 15.21 (11), $p\text{-value} = 0.173$, Cox&Snell $R^2 = 0.101$, Nagelkerke $R^2 = 0.254$ สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Gauthereau-Torres MY et al. (2009) ที่บ่งชี้ว่าการรับสัมผัสสารตัวทำลายแบบเรื้อรังเป็นสาเหตุของการเบื่ออาหาร เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงการรับรส โดยศึกษาในหนูแรทที่รับสัมผัสสาร

ตัวทำละลายชนิดต่างๆ เช่น โทลูอิน เบนซีน และไซลีนที่ความเข้มข้น 6,000 ส่วนในล้านส่วนใน ผลการศึกษาพบว่าค่า Glutamate solution ที่ได้รับเข้าไปในหนูกลุ่มรับสัมผัสสารตัวทำละลายจะมากกว่ากลุ่มควบคุม

ผลกระทบต่อระบบประสาทต่ออาการขาปลายมือปลายเท้า พบว่าพนักงานมีอาการขึ้นมาใหม่ ซึ่งเกิดอาการบางครั้ง จำนวน 14 คน (11.6%) ซึ่งปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออาการขาปลายมือปลายเท้า คือ ความเข้มข้นสารโทลูอินในบรรยากาศการทำงานเพิ่มขึ้น 1 มก./ล. จะมีโอกาสทำให้เกิดอาการขาปลายมือปลายเท้าเพิ่มขึ้น $OR = 1.08$ (95% CI of $OR = 1.01-1.16$), $p\text{-value} = 0.02$ โดยสมการที่ใช้ทำนายค่า Chi-square (d.f.) = 16.44 (11), $p\text{-value} = 0.126$, Cox&Snell $R^2 = 0.109$, Nagelkerke $R^2 = 0.169$ สอดคล้องกับการศึกษาของ Jovanović J et al. (2004) ที่ศึกษาผลกระทบจากการรับสัมผัสสารโทลูอินอย่างเรื้อรังในโรงงานผลิตสี และแล็กเกอร์ ผลการศึกษาพบว่าความเข้มข้นของสารโทลูอินสูงเกินค่ามาตรฐานการประเมินการรับสัมผัสสารโทลูอินในกลุ่มรับสัมผัสจะทำให้มีอาการขาถี่มากกว่ากลุ่มไม่รับสัมผัสสารตัวทำละลาย

ผลกระทบต่ออาการผิดปกติทางจิตใจ และอารมณ์ พนักงานส่วนใหญ่มีอาการเหงื่อออกโดยไม่ทราบสาเหตุ พบว่า โดยส่วนใหญ่มีอาการขึ้นมาใหม่ ซึ่งเกิดอาการบางครั้งจำนวน 9 คน (7.4%) ซึ่งปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออาการเหงื่อออกโดยไม่ทราบสาเหตุ คือ การไม่สวมหน้ากากกรองสารเคมีจะมีโอกาสทำให้เกิดอาการเหงื่อออกโดยไม่ทราบสาเหตุมากกว่าการสวมหน้ากากกรองสารเคมี $OR = 0.21$ (95% CI of $OR = 0.05-0.93$), $p\text{-value} = 0.04$ โดยสมการที่ใช้ทำนายค่า Chi-square (d.f.) = 9.62 (11), $p\text{-value} = 0.565$, Cox&Snell $R^2 = 0.065$, Nagelkerke $R^2 = 0.129$ ไม่สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Hiley PG. et al. (1977) ที่ศึกษาผลกระทบของสารตัวทำละลายต่อไขมันสัตว์ชนิดต่างๆ เช่น ในอูฐ สุนัข และในมนุษย์ โดยภายหลังมีการทดสอบด้วยสารตัวทำละลายต่อการกระตุ้นต่อมเหงื่อพบว่าไม่มีการสูญเสียความชื้นเพิ่มขึ้น

นอกจากนั้นจากผลการศึกษาพบว่า การรับสัมผัสสารไซลีนในบรรยากาศการทำงานเพิ่มขึ้น 1 ส่วนในล้านส่วน จะมีโอกาสเกิดอาการมีผลต่ออาการนอนไม่หลับ หลับยาก $OR = 1.43$ (95% CI of $OR = 1.00-2.04$), $p\text{-value} = 0.04$ โดยสมการที่ใช้ทำนายค่า Chi-square (d.f.) = 19.01 (11), $p\text{-value} = 0.061$, Cox&Snell $R^2 = 0.124$, Nagelkerke $R^2 = 0.169$ สอดคล้องกับการศึกษาของ Indulski JA et al. (1996) ที่พบว่าการรับสัมผัสสารกลุ่มไฮโดรคาร์บอน เช่น สารโทลูอิน สารไซลีน จะมีความสัมพันธ์ต่ออาการผิดปกติต่างๆ เช่น นอนไม่หลับ หลับยาก ปวดศีรษะ วิงเวียนศีรษะ

5.7 ข้อเสนอแนะจากงานวิจัย

5.7.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ผลการศึกษาพบว่าความเข้มข้นสารโทลูอิน และสารไซลีนในบรรยากาศการทำงานระหว่างกลุ่มรับสัมผัสสารตัวทำละลาย และกลุ่มไม่รับสัมผัสสารตัวทำละลายมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีความสัมพันธ์กับระดับสารเมแทบอลิท์ในร่างกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนั้นพบว่าความเข้มข้นของสารโทลูอินในบรรยากาศการทำงาน และลักษณะงานมีผลกระทบต่อความเข้มข้นกรดพิพิริคในปัสสาวะ และพบว่าความเข้มข้นของสารไซลีนในบรรยากาศการทำงาน และอายุมีผลกระทบต่อความเข้มข้นกรดเมทิลพิพิริคในปัสสาวะ

ดังนั้นควรมีการตรวจวัดความเข้มข้นสารโกลูอิน สารโซลินในบรรยากาศการทำงาน ตามกฎหมายกำหนด เช่น การตรวจแบบติดตัวบุคคล หรือ แบบพื้นที่ และประเมินการรับสัมผัสสาร ในร่างกาย เช่น ในเลือด และปัสสาวะ พร้อมทั้งแนะนำพนักงานที่มีโอกาสรับสัมผัสสารโกลูอิน และ สารโซลินให้หลีกเลี่ยงการรับสัมผัสสารเข้าสู่ร่างกาย โดยเฉพาะพนักงานที่มีอายุมากขึ้นมีโอกาสรับ สัมผัสสารเหล่านี้มากขึ้น ดังนั้นควรเคร่งครัดในการป้องกันการรับสัมผัส และควรได้รับการตรวจการ รับสัมผัสสารในร่างกายอย่างสม่ำเสมอ

2. จากผลการตรวจทางชีวเคมี พบว่าจำนวนเม็ดเลือดแดง (RBC , Red blood cell) ค่าฮีโมโกลบิน (HGB, Hemoglobin), ค่าฮีมาโทคริต (HCT, Hematocrit), จำนวนเกล็ดเลือด (Platelet Count) , ลักษณะของเม็ดเลือดขาว (WBC morphology) การทำหน้าที่ของไต คือ ค่าครีเอตินิน และค่าการทำหน้าที่ของตับ คือ อัลบูมิน ระหว่างกลุ่มรับสัมผัสสารตัวทำละลาย และกลุ่มไม่ รับสัมผัสสารตัวทำละลายมีความแตกต่างกันกันมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการศึกษาปัจจัยที่มี ผลกระทบต่อผลตรวจทางชีวเคมีในเลือด พบว่า (1) เพศชายเป็นตัวแปรที่มีผลกระทบต่อจำนวนเม็ด เลือดแดง และเกล็ดเลือด และระดับครีเอตินินในเลือดมากกว่าเพศหญิง (2) ระยะเวลาในการทำงาน เป็นตัวแปรที่มีผลกระทบต่อระดับยูเรียไนโตรเจนในเลือดเพิ่มขึ้น (3) ลักษณะงานที่รับสัมผัสสารโกลูอิน ปานกลางหรือมากเป็นตัวแปรที่มีผลกระทบต่อค่าการมีระดับ Direct bilirubin ในร่างกายมากกว่าการ ไม่รับสัมผัสหรือรับสัมผัสน้อย (4) พบว่าการไม่สวมหน้ากากกรองสารเคมีเป็นตัวแปรที่มีผลกระทบต่อ ระดับอัลบูมินในร่างกายมากกว่าการสวมหน้ากากกรองสารเคมี (5) ความเข้มข้นกรดเมทิลลิวพิริค เพิ่มขึ้นเป็นตัวแปรที่มีผลกระทบต่อเอนไซม์ SGOT (AST) และ SGPT ในร่างกายเพิ่มขึ้น

จะเห็นว่าปัจจัยหลายตัวที่มีผลกระทบต่อค่าการตรวจวิเคราะห์ทางชีวเคมีในเลือดของ พนักงานที่รับสัมผัสสารโกลูอิน สารโซลิน จึงขอเสนอแนะสิ่งที่ได้จากการศึกษา คือ ควรมีการตรวจ ความเข้มข้นสารโกลูอิน สารโซลินในบรรยากาศการทำงาน และสารดังกล่าวภายในร่างกายควบคู่กัน เสมอ พร้อมทั้งควรติดตามเฝ้าระวังสุขภาพพนักงานที่รับสัมผัสสารตัวทำละลาย โดยการตรวจ สุขภาพในระบบต่างๆ และการตรวจวิเคราะห์ทางชีวเคมีอย่างเป็นประจำ เช่น ตรวจการทำหน้าที่ของ เม็ดเลือด ไต ตับ และอื่นๆ เนื่องจากการรับสัมผัสสารเหล่านี้มีผลกระทบต่อผลการตรวจวิเคราะห์ทาง ชีวเคมี โดยเฉพาะพนักงานที่มีอายุการทำงานนานมากขึ้น หากเป็นไปได้ควรมีการเปลี่ยนการทำงาน ให้อยู่ในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงน้อยกว่า นอกจากนั้นพนักงานเพศหญิง ควรได้รับการใส่ใจมากยิ่งขึ้น พร้อมทั้งแนะนำให้พนักงานกลุ่มเสี่ยงให้สวมอุปกรณ์ป้องกัน เช่น หน้ากากกรองสารเคมีอย่าง เคร่งครัด

3. จากการศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออาการผิดปกติจากสารตัวทำละลาย พบว่ามี หลายปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออาการผิดปกติที่ ประกอบด้วย (1) พนักงานที่ทำงานในโรงงานเป็น ระยะเวลาตั้งแต่ 5 ปีขึ้นไป จะมีโอกาสเกิดอาการตาแห้ง คัน หรือระคายเคืองตามากกว่าพนักงานที่มี ระยะเวลาทำงานน้อยกว่า 1 ปี (2) ความเข้มข้นสารโกลูอิน โดยหากมีการรับสัมผัสสารโกลูอินใน บรรยากาศการทำงานเพิ่มขึ้น 1 มก./ล. จะมีโอกาสเกิดอาการตาพร่ามัวมากขึ้น และการรับลดลง นอกจากนั้นพบว่าการรับสัมผัสปานกลางถึงมากจะมีโอกาสทำให้เกิดอาการไม่ได้กลิ่นหรือการได้กลิ่น ลดลงมากกว่ากลุ่มที่ไม่รับสัมผัสหรือรับสัมผัสน้อย (3) การไม่สวมหน้ากากกรองสารเคมี ซึ่งการไม่ สวมหน้ากากกรองสารเคมีจะมีโอกาสทำให้เกิดอาการน้ำมูกไหล และอาการเหงื่อออกโดยไม่ทราบ

สาเหตุมากกว่าการสวมหน้ากาก และการไม่สวมอุปกรณ์ป้องกันผิวหนังจะมีโอกาสเกิดอาการคลื่นไส้อาเจียนมากกว่าการสวมอุปกรณ์ป้องกันผิวหนัง (4) การสูบบุหรี่จะมีโอกาสทำให้เกิดอาการแน่นจมูกคัดจมูกมากกว่าการไม่สูบบุหรี่ และ (5) พบว่าอายุเพิ่มขึ้น 1 ปี จะมีอาการแน่นหน้าอก และมีอาการสูญเสียสมาธิ และสูญเสียความทรงจำเพิ่มขึ้น

จากผลการศึกษาพบว่า มีปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออาการผิดปกติจากการรับสัมผัสสารโหลูอิน สารไซลีน จึงขอเสนอแนะสิ่งที่ได้จากการศึกษา คือ เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงาน ควรประเมินความเข้มข้นสารโหลูอิน สารไซลีนในบรรยากาศการทำงาน และประเมินสารโหลูอิน และสารไซลีนในร่างกาย เช่น ในเลือด ปัสสาวะตามกฎหมายกำหนด ร่วมกับการตรวจคัดกรองพิเศษอื่นๆ ในพนักงานที่มีอายุการปฏิบัติงานนานกว่า 5 ปี เช่น การตรวจสมรรถภาพการมองเห็น นอกจากนั้นควรมีประเมินสุขภาพโดยการใช้แบบคัดกรองมาใช้ในการคัดกรองอาการผิดปกติต่างๆ ในกลุ่มเสี่ยงที่รับสัมผัสสารเคมีดังกล่าว เนื่องจากการรับสัมผัสสารตัวทำลายอาจมีผลกระทบต่อระบบประสาทจนทำให้เกิดอาการผิดปกติแบบเฉียบพลัน เช่น ระคายเคืองตา ตาแห้ง และแบบเรื้อรัง เช่น ตาพร่ามัว มองสีไม่ชัด การรับรส รับกลิ่นลดลง เหงื่อออกโดยไม่ทราบสาเหตุ เป็นต้น

นอกจากนั้นควรแนะนำพนักงานที่ปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับสารตัวทำลายให้มีการดูแลสุขภาพทางสุขอนามัยส่วนบุคคลให้ดี เพื่อป้องกันการรับสัมผัสสารตัวทำลาย และป้องกันผลกระทบต่อสุขภาพ เช่น ไม่ควรสูบบุหรี่ ไม่ดื่มเหล้า ควรป้องกันตนเองโดยการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกัน เช่น หน้ากากกรองสารเคมี ถุงมือ ชุดป้องกัน แวนตาเพื่อป้องกันการรับสัมผัสสารตัวทำลาย ชำระล้างร่างกายที่รับสัมผัสสารตัวทำลายให้สะอาด เช่น มือ หน้า ด้วยน้ำ และสบู่ก่อน รับประทานอาหาร เป็นต้น

5.7.2 ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาปัจจัยการรับสัมผัสสารตัวทำลายผสมด้วยสารโหลูอิน สารไซลีนต่อการมองเห็น และการสูญเสียการได้ยิน
2. ควรมีการศึกษาปัจจัยการรับสัมผัสสารตัวทำลายผสมด้วยสารโหลูอิน สารไซลีนต่อระบบประสาท โดยการใช้เครื่องมือทางการแพทย์ประเมินให้ละเอียดยิ่งขึ้น