บทที่ 5

วิจารณ์การทดลอง

การวิเคราะห์อนุพันธ์มอร์ฟีนในปัสสาวะด้วยวิธีราดิโออิมมิวโนแอสเสย์โดยใช้สารสำเร็จรูปจากบริษัทนี้ ไม่มีความยุ่งยากในการเตรียมแอนติบอดีและสารติดฉลาก แต่ค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์สูง การลดปริมาณของสารติดฉลากและแอนติบอดีลงเป็น ½ ของที่บริษัทแนะนำทำให้เพิ่มปริมาณตัวอย่างที่วิเคราะห์ได้จาก 100 ตัวอย่าง เป็น 400 ตัวอย่างต่อน้ำยาสำเร็จรูป 1 ชุด ถึงแม้การลดความเข้มข้นสุดท้ายของสารติดฉลากและแอนติบอดีลงจาก 200/500 เป็น 50/200 ทำให้ระดับความเชื่อถือได้ของวิธีวิเคราะห์เปลี่ยนไปบ้าง แต่ก็มิได้เป็นอุปสรรคกับการวิเคราะห์แต่อย่างใด และเป็นสภาวะที่ศูนย์วิจัยยาเสพติดของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์การแพทย์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ใช้อยู่แล้วในงานประจำ เนื่องจากผู้รายงานสนใจที่จะวิเคราะห์ตัวอย่างซึ่งมีทั้ง ปัสสาวะ น้ำนม ข้าวสาร และเมล็ดผัน การใช้สารละลายมาตรฐานละลายในปัสสาวะจึงไม่เหมาะสม ทั้งนี้เพราะในปัสสาวะอาจมีสารอื่น ๆ ซึ่งสามารถรวมตัวกับแอนติบอดีแบบไม่จำเพาะได้ ผลจากการสร้างกราฟมาตรฐานของมอร์ฟีนซึ่งละลายในบัฟเฟอร์เปรียบเทียบกับมอร์ฟีนมาตรฐานของบริษัทซึ่งละลายในปัสสาวะ ปรากฏว่ากราฟมาตรฐานที่ได้เกือบขนานกัน ในกรณีสารตัวอย่างเป็นน้ำนม ผู้รายงานได้ศึกษาอิทธิพลของน้ำนมคนปกติต่อกราฟมาตรฐานของมอร์ฟีนมาตรฐานในบัฟเฟอร์ พบว่าน้ำนมคนปกติเพียง 50 ไมโครลิตร ทำให้กราฟมาตรฐานเปลี่ยนแปลงไป แสดงว่าน้ำนมมีสารที่รบกวนต่อปฏิกิริยาด้วย การวิเคราะห์โดยวิธีกำจัดสิ่งเจือปนเสียก่อน จึงน่าจะให้ความเชื่อถือของการวิเคราะห์ดีขึ้น

การกำจัดสิ่งเจือปนในสารตัวอย่างนั้นทำได้หลายวิธี อาจใช้วิธีสกัดมอร์ฟีนออกจากสารตัวอย่าง โดยใช้เรซินที่ไม่มีประจุ เรซินที่มีประจุ และตัวทำละลายอินทรีย์ เป็นต้น สำหรับการใช้ตัวทำละลายอินทรีย์นั้น Way และ Adler (1961) รายงานว่าสกัดมอร์ฟีนได้ค่อนข้างยากเพราะมอร์ฟีนมี phenolic hydroxyl group และ tertiary nitrogen group ซึ่งมีสมบัติเป็นแอมโฟเทอริก และจำเป็นต้องปรับ pH ให้ใกล้กับ Isoelectric point ของมอร์ฟีนคือประมาณ 9 ตัวทำละลายอินทรีย์ที่ใช้กัน เช่น เอทิลอะซีเตท แอลกอฮอล์ คลอโรฟอร์ม การสกัดมอร์ฟีนด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ที่pH ที่กำหนดเป็นการแยกสารตามคุณสมบัติในการแตกตัวของสาร มอร์ฟีนส่วนที่แตกตัวละลายได้ดีในชั้น aqueous ส่วนที่ไม่แตกตัวจะอยู่ในชั้นตัวทำละลายอินทรีย์ การสกัดด้วยวิธีนี้จะสกัดได้เฉพาะมอร์ฟีนในรูปอิสระเท่านั้น ถ้าต้องการสกัดมอร์ฟีนในรูปอื่น เช่น มอร์ฟีนกลูคิวโรไนด์ ต้องไฮโดรไลซ์ก่อนด้วยเอ็นไซม์ β-กลูคิวโรไนเดสหรือกรดเกลือ

หรือใช้เรซินที่ไม่มีประจุ เช่น XAD-2 resin ซึ่งจะจับกับมอร์ฟีนกลูคิวโรไนด์ทำให้แยกจากชั้นน้ำได้ง่าย การสกัดด้วย XAD-2 resin ให้ประสิทธิภาพการสกัดสูงกว่าตัวทำละลายอินทรีย์ (Born, 1977; Stolman และ Pranitis, 1977) แต่การสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์เป็นวิธีที่สะดวก ประหยัดเวลา ไม่ต้องการผู้ชำนาญงานมาก วัสดุและเคมีภัณฑ์ที่ใช้หาได้ง่ายในห้องปฏิบัติการทั่วไป จึงมีผู้นิยมใช้วิธีนี้กันมากที่สุด Spratt (1974) รายงานว่า pH ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับสกัดมอร์ฟีนอยู่ในช่วง 8.9-9.5 การศึกษานี้จึงสกัดมอร์ฟีนจากน้ำนมโดยปรับน้ำนมให้มี pH ประมาณ 9 ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ แล้วสกัดมอร์ฟีนด้วยคลอโรฟอร์ม ในกรณีสารตัวอย่างเป็นเมล็ดฝิ่น Grove และคณะ (1976) วิเคราะห์แอลคาลอยด์ในเมล็ดฝิ่นตามส่วนต่าง ๆ 3 ส่วน คือ แอลคาลอยด์ ที่ผิวเมล็ดฝิ่น แอลคาลอยด์ในรูป free form ในเมล็ดฝิ่น และ bound form ในเมล็ดฝิ่น แอลคาลอยด์ที่ผิวเมล็ดฝิ่นนั้นเขาสกัดด้วยน้ำที่ปรับ pH เป็น 2 ด้วยกรดเกลือ นอกจากนี้เขาวิเคราะห์แอลคาลอยด์ในรูป bound form ในเมล็ดฝิ่น โดยบดเมล็ดฝิ่นแล้วกำจัดแอลคาลอยด์ที่ผิวเมล็ดฝิ่นและแอลคาลอยด์ในรูป free form ในเมล็ดฝิ่นออกก่อน โดยสกัดด้วยเฮกเซนและเอทิลแอลกอฮอล์ แล้วจึงนำเมล็ดฝิ่นไปวิเคราะห์แอลคาลอยด์ในรูป bound form โดยปกติแอลกอฮอล์ละลายแอลคาลอยด์ได้ดีกว่าน้ำ แต่แอลกอฮอล์ละลายสิ่งเจือปนอื่น ๆ ได้ดีด้วย ดังนั้นผู้รายงานจึงใช้น้ำละลายแอลคาลอยด์ออกจากสารตัวอย่างที่เป็นข้าว และเมล็ดฝิ่น เช่นเดียวกับการทดลองของ Suwanwela และคณะ (1977) แล้วจึงสกัดมอร์ฟีนออกจากชั้นน้ำอีกครั้งด้วยตัวทำละลายอินทรีย์

การสกัดมอร์ฟีนด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ อาจมีสิ่งเจือปนต่าง ๆ ปนมาโดยเฉพาะสารที่สามารถละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ได้ดี เช่น ในน้ำนมก็มีไขมันปนมา จึงต้องกำจัดไขมันออก Thomas และคณะ (1977) ได้เสนอวิธีกำจัดไขมันในการวิเคราะห์หาปริมาณดี-นอร์เกสตรีล ในน้ำนมโดยใช้คอลัมน์เซฟาเดกซ์ LH-20 ใช้สารละลายผสมของไอโซออกเทน เบนซีน เมทิลแอลกอฮอล์ในอัตราส่วน 70:20:10 โดยปริมาตรเป็นตัวชะสารออกจากคอลัมน์ ผู้รายงานได้ใช้หลักการนี้ในการกำจัดไขมัน คือใช้คอลัมน์เซฟาเดกซ์ LH-20 แต่ใช้สารละลายผสมของคลอโรฟอร์ม นอร์มอลเฮพเทน เมทิลแอลกอฮอล์ น้ำ ในอัตราส่วน 500:500:75:3 โดยปริมาตรเป็นตัวชะสารออกจากคอลัมน์ วิธีนี้เป็นวิธีที่ Monk, Erb และ Molleh (1975) ใช้แยก Estrone และ Estradiol ออกจากกัน และสูตรโครงสร้างของมอร์ฟีนมีส่วนที่คล้ายกับสูตรโครงสร้างของ Estradiol การใช้คอลัมน์เซฟาเดกซ์เป็นวิธีที่สะดวก สามารถนำกลับมาใช้ได้อีก คอลัมน์มีประสิทธิภาพดีและมีอายุการใช้งานนานพอสมควร วิธีการกำจัดไขมันในการวิเคราะห์มอร์ฟีนจากน้ำนมอีกวิธีหนึ่งที่ Findlay และคณะ (1981) ใช้คือสกัดมอร์ฟีนด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ แล้วสกัดอีกครั้งหนึ่งด้วยกรดเกลือ 0.05 โมลต่อลิตร แล้วนำชั้นกรดเกลือไปวิเคราะห์หาปริมาณมอร์ฟีนโดยตรงด้วยวิธีราดิโออิมมิวโนแอสเสย์ วิธีนี้เป็นวิธีที่สะดวก ประหยัดเวลา แต่ผู้รายงานคิดว่า pH ของกรดเกลือ อาจจะรบกวนต่อปฏิกิริยาการรวมตัวของแอนติเจนและแอนติบอดีได้

โดยที่ในระยะเริ่มต้นของการศึกษาผู้รายงานไม่ทราบว่า จะมีการขับถ่ายมอร์ฟีนออกมาในน้ำนมเป็นปริมาณเท่าไร จึงได้ทดสอบความสามารถของคอลัมน์เซฟาเดกซ์ LH-20 ในการกำจัดไขมันจากน้ำนม ปริมาณต่าง ๆ เพื่อให้สามารถเพิ่มปริมาณน้ำนมที่ใช้วิเคราะห์ได้ ปรากฏว่าคอลัมน์เซฟาเดกซ์ LH-20 สามารถกำจัดไขมันจากน้ำนมตั้งแต่ 0.5-2.0 ลูกบาศก์เซนติเมตรได้

การทดสอบความเชื่อถือได้ของวิธีวิเคราะห์ ในรายงานนี้คำนวณความไวของวิธีวิเคราะห์ตามวิธีของ Abraham (1974) คือ หาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่จุดที่ไม่มีความเข้มข้นของสารมาตรฐานที่ระดับความเชื่อถือได้ 95% ความเข้มข้นนี้จะเป็นความเข้มข้นที่น้อยที่สุดที่อ่านได้จากกราฟมาตรฐาน การคำนวณความไววิธีนี้ขึ้นอยู่กับความแม่นยำในการวัด ถ้าความแม่นยำในการวัดสูง ค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนระดับต่ำ ทำให้ได้ความไวของวิธีวิเคราะห์สูง ในการศึกษานี้ได้ความไวของวิธีวิเคราะห์เป็น 0.3 นาโนกรัมต่อลูกบาศก์-เซนติเมตรของน้ำนม หรือ 0.06 นาโนกรัมต่อหลอดทดลอง สำหรับการทดสอบความแม่นยำและความถูกต้องของวิธีวิเคราะห์นั้น เมื่อวิเคราะห์ปริมาณมอร์ฟีนที่เติมลงในน้ำนมคนปกติเป็น 3 ระดับคือ 10,15 และ 25 นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ได้ค่าร้อยละของสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน ภายในการทดลองเดียวกัน เป็น 5.1,5.3 และ 6.6 และระหว่างการทดลองเป็น 7.5,6.0 และ 6.2 ตามลำดับ ส่วนความถูกต้องของวิธีวิเคราะห์ก็ให้ผลเป็นที่น่าพอใจในระดับที่ศึกษา คือได้ค่าความถูกต้องของการวิเคราะห์ระหว่างร้อยละ 95.6 ถึง 98.3 สำหรับความจำเพาะของวิธีวิเคราะห์ แอนติบอดีที่ใช้มีความจำเพาะสูง แต่ให้ปฏิกิริยาข้ามชนิดกับอนุพันธ์และเมตาโบไลท์ของมอร์ฟีน และให้ปฏิกิริยาข้ามชนิดสูงสุดกับโคเดอีน เพราะแอนติบอดีที่ใช้มีความจำเพาะกับแอนติเจนที่เป็น 3-carboxymethyl - morphine หรือ carboxycodeine ทำให้แอนติบอดีที่ได้สามารถจับกับโคเดอีนได้เท่ากับมอร์ฟีนหรือบางทีดีกว่า (Spector และ Parker, 1970) การวิเคราะห์โดยใช้แอนติบอดีที่ขาดความจำเพาะ อาจทำให้ระดับของมอร์ฟีนที่วิเคราะห์ได้สูงกว่าความเป็นจริง อย่างไรก็ดีการที่ไม่สามารถแยกความแตกต่างของมอร์ฟีนและเมตาโบไลท์ของมอร์ฟีน ในการวิเคราะห์โดยวิธีราดิโออิมมิวโนแอสเสย์นั้น นับเป็นข้อดีของวิธีนี้ คือสามารถวัดและรายงานผลเป็นอนุพันธ์ของมอร์ฟีนรวมกัน (WHO Technical Report Series 556, 1974)

เนื่องจากการวิเคราะห์อนุพันธ์มอร์ฟีนโดยวิธีราดิโออิมมิวโนแอสเสย์มีจุดอ่อนในแง่ของความจำเพาะ ผู้รายงานจึงใช้วิธีแกสโครมาโตกราฟฟีในการตรวจสอบชนิดของยา เพื่อเป็นการยืนยันผลการวิเคราะห์โดยวิธีราดิโออิมมิวโนแอสเสย์ด้วย WHO Final Report (1979) รายงานว่าวิธีแกสโครมาโตกราฟฟีมีข้อดีคือ มีความจำเพาะ ความแม่นยำ ความถูกต้อง และความไวสูง แต่มีข้อเสียคือ เครื่องมือราคาแพง และต้องได้รับการดูแลรักษาสม่ำเสมอ ผู้ทดลองต้องมีความชำนาญสูง และต้องใช้เวลามากในการวิเคราะห์ตัวอย่างกลุ่มใหญ่ ผู้รายงานมีความเห็นว่าในแง่ของความจำเพาะ แกสโครมาโตกราฟสามารถแยกความแตกต่างของมอร์ฟีนและ

โคเดอีนได้ แต่โอกาสที่ยาชนิดอื่น ๆ และสิ่งเจือปนจะให้ peak มี retention time ตรงกับตำแหน่งของมอร์ฟีนและโคเดอีนก็มีมาก นอกจากนี้ความไวของวิธีวิเคราะห์ยังขึ้นอยู่กับชนิดของดีเทคเตอร์ที่ใช้ด้วย ถ้ามีความไวสูงมากอาจจะทำให้ความถูกต้องลดลงได้

องค์ประกอบที่สำคัญที่สุดในการวิเคราะห์สารโดยวิธีแกสโครมาโตกราฟฟีคือคอลัมน์ สารตัวอย่างจะแยกกันได้ดีหรือไม่ขึ้นกับชนิดของ stationary phase ในคอลัมน์ stationary phase ที่ใช้ในการวิเคราะห์มอร์ฟีนได้แก่ OV-17 (phenylmethyl silicone) (Wallace, Biggs และ Blum, 1972; Yeh, Mcquinn และ Gorodetzky, 1977; Moore, 1978), SE-30 (methyl silicone) (Yeh และ Mcquinn, 1975), OV-1 (methyl silicone) (Wilkinson และ Way, 1969) OV-210 (Trifluoropropyl methyl silicone) (Gough และBaker, 1981) และ OV-225 (Cyanopropyl phenyl methyl silicone) (Garratt และคณะ 1978) สำหรับในการทดลองนี้ได้ทดลองใช้ stationary phase 2 ชนิด คือ OV-17 และ OV-101 หรือ SE-30 ในการวิเคราะห์มอร์ฟีน

มีปัจจัยบางปัจจัยที่มีผู้เชื่อว่าอาจเพิ่มประสิทธิภาพการวิเคราะห์สารด้วยวิธีแกสโครมาโตกราฟฟีได้คือ การซิลาไนซ์คอลัมน์และใยแก้ว เพื่อลดการสูญเสียสารตัวอย่างในคอลัมน์ ได้มีการทดลองเปรียบเทียบระหว่างคอลัมน์ที่ผ่านการซิลาไนซ์และไม่ผ่านการซิลาไนซ์ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยยะสำคัญ (Ottenstein และ Supina, 1977) แต่จากการทดลองของ Gough และBaker (1981) รายงานว่าคอลัมน์ที่ผ่านการซิลาไนซ์จะมีการสูญเสียสารตัวอย่างในคอลัมน์น้อยกว่าคอลัมน์ที่ไม่ผ่านการซิลาไนซ์

ในการศึกษานี้ใช้วิธีวิเคราะห์อนุพันธ์ของมอร์ฟีนและโคเดอีน เพราะมอร์ฟีนอิสระมี polarity สูง มีการดูดซับ (adsorption) ที่ผิวของ stationary phase ไม่สม่ำเสมอ ทำให้พื้นที่ใต้ peak ไม่เป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเข้มข้นของสาร (Wallace, Biggs และ Blum, 1972; Rasmussen, 1976) การเตรียมอนุพันธ์นี้นอกจากเพื่อช่วยลดการดูดซับสารที่ stationary phase แล้วยังมีจุดประสงค์เพื่อเพิ่มความไวของวิธีวิเคราะห์ ช่วยในการตรวจสอบชนิดของสาร ช่วยให้สารแยกจากกันได้ดีขึ้น อาจทำให้สารมีจุดหลอมเหลวต่ำลงหรือความสามารถในการกลายเป็นไอสูงขึ้น (Bosin, 1977) การเตรียมอนุพันธ์นี้มีข้อควรระวังหลายประการ เช่น ควรเลือกปฏิกิริยาการเตรียมอนุพันธ์ที่เกิดรวดเร็ว สมบูรณ์ และไม่เกิดปฏิกิริยาข้างเคียง (side reaction) อนุพันธ์ที่ได้ต้องเสถียรไม่ทำปฏิกิริยากับ stationary phase และสามารถแยกออกจากสารละลายที่เหลือได้ง่าย (Nicholson, 1978) การเตรียมอนุพันธ์ที่เสนอในรายงานนี้ ใช้อะซีติกแอนไฮไดรด์ในอะเซทิลเลชั่นของมอร์ฟีนและโคเดอีน และใช้ไพริดีนซึ่งเป็น aromatic amine เพื่อทำปฏิกิริยากับกรดอะซีติกที่เกิดขึ้นในปฏิกิริยา กำจัดอะซีติกแอนไฮไดรด์ที่เหลือโดยการระเหยและเติมเมทิลแอลกอฮอล์เพื่อเปลี่ยนอะซีติกแอนไฮไดรด์ให้เป็นเมทิลอะซีเตท ซึ่งระเหยได้ง่ายขึ้น (Wallace, Biggs และ Blum, 1972) อนุพันธ์

ที่ได้คือเฮโรอีนและอะเซทิลโคเดอีน มี polarity ลดลงแต่จุดหลอมเหลวสูงขึ้น ทำให้อนุพันธ์ที่ได้มี retention time ยาวกว่าสารตั้งต้น แต่ก็ไม่เป็นปัญหาในการวิเคราะห์

นอกจากนี้ยังได้เตรียมอนุพันธ์อีกวิธีหนึ่ง เพื่อช่วยในการตรวจสอบชนิดของสารให้แน่ชัดโดยซิลิเลชั่นมอร์ฟีนและโคเดอีนด้วย N,O-บิส (ไตรเมทิลซิลิล) อะเซตาไมด์ (BSA) ตัวทำละลายที่นิยมใช้กันคือ อะซีโตไนไทรล์ ไดเมทิลฟอร์มาไมด์ เตทตราไฮโดรฟูราน และไพริดีน แต่ในการศึกษานี้ ใช้ BSA เป็นตัวทำละลายไปด้วยเช่นเดียวกับการทดลองของ Nakamura และ Way (1975) อนุพันธ์ที่ได้คือ O-ไตรเมทิลซิลิลโคเดอีน และบิส (O-ไตรเมทิลซิลิล) มอร์ฟีน มี polarity และจุดหลอมเหลวต่ำลง Prager และคณะ(1979) ทดลองเตรียมอนุพันธ์ชนิดนี้และพบว่าถ้าให้ความร้อน 5 นาที จะได้เป็น monosilylated derivative และ disilylated derivative แต่ถ้าเพิ่มเวลาขึ้น monosilylated derivative ก็ค่อย ๆ ลดลง ถ้าเพิ่มเวลาเป็น 30 นาทีจะทำให้เกิดปฏิกิริยาซิลิเลชั่นสมบูรณ์ ดังนั้นในการทดลองจึงให้ความร้อนเป็นเวลา 30 นาที ข้อควรระวังของการใช้อนุพันธ์แบบนี้คือ สารละลายของมอร์ฟีนและ BSA จะถูกไฮโดรไลซ์ได้ง่าย เมื่อทิ้งไว้จะมีบางส่วนตกผลึก (Wilkinson และWay, 1969) และเมื่อฉีดเข้าเครื่องแกสโครมาโตกราฟ จะมี BSA บางส่วนสลายได้เป็น SiO_2 ติดที่ flame tip และ alkali bead ของ FID และ TSD ตามลำดับ ทำให้สัญญาณของดีเทคเตอร์ลดลง นอกจากนี้ BSA ทำปฏิกิริยาได้ง่ายหรือเกิดปฏิกิริยารุนแรงกับสารที่มีโปรตรอนที่ไวต่อปฏิกิริยา เช่น น้ำ ซึ่งจะสลายทั้งสารเคมีที่ใช้ และอนุพันธ์ที่ได้ทำให้ได้เป็น hexamethyldisiloxane $(CH_3)_3$- Si - O - Si - $(CH_3)_3$ ซึ่งจะ inert ดังนั้นในการเตรียมอนุพันธ์ต้องเตรียมในสภาวะที่แห้ง (Bosin, 1977)

ผลการศึกษาเพื่อหาชนิดของคอลัมน์ที่เหมาะสมในการวิเคราะห์อนุพันธ์ของมอร์ฟีนและโคเดอีน ปรากฏว่าเมื่อใช้คอลัมน์ที่บรรจุด้วย 3% OV-17 บน Chromosorp WHP (80-100 mesh) อนุพันธ์แบบอะเซทิลเลชั่นของมอร์ฟีนและโคเดอีนให้ peak กว้าง แยกจากกันไม่ชัดเจน และอนุพันธ์ของโคเดอีนมี retention time สั้นกว่าอนุพันธ์ของมอร์ฟีน ขณะที่อนุพันธ์แบบซิลิเลชั่นของมอร์ฟีนและโคเดอีนไม่แยกจากกัน การที่คอลัมน์ที่บรรจุด้วย OV-17 ไม่สามารถแยกอนุพันธ์แบบซิลิเลชั่นของมอร์ฟีนและโคเดอีนออกจากกันได้อาจเนื่องจาก polarity ของ OV-17 อยู่ในระดับกลาง นอกจากนี้ polarity ของอนุพันธ์ของมอร์ฟีนและโคเดอีนไม่แตกต่างกันมาก ประสิทธิภาพของคอลัมน์จึงอาจจะไม่เพียงพอ Nakamura และ Way (1975) ก็รายงานผลในทำนองเดียวกัน แต่เขาพบว่าเมื่อเปลี่ยน carrier gas จากไนโตรเจนเป็นฮีเลียม จะสามารถแยกอนุพันธ์ของมอร์ฟีนและโคเดอีนได้ โดยที่อนุพันธ์ของมอร์ฟีนมี retention time สั้นกว่าอนุพันธ์ของโคเดอีน แต่การแยกนั้นไม่สมบูรณ์ นอกจากนี้มีผลการศึกษาของ Ikekawa และคณะ(1969) ซึ่งรายงานการใช้คอลัมน์ชนิดเดียวกันแต่เส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 4 มิลลิเมตร ให้ retention time ของอนุพันธ์ของมอร์ฟีนและ

โคเดอีน เป็น 14.2 และ 15.7 นาที ตามลำดับ แต่มิได้แสดงประสิทธิภาพของการแยก สำหรับอีก 2 คอลัมน์ที่ศึกษาคือ 5% OV-101 บน Chromosorp GHP (100-120 mesh) และ 3% SE-30 บน Gas Chrom Z (100-120 mesh) มี stationary phase ชนิดเดียวกัน แต่คอลัมน์แรกแยกสารได้ไม่ดีเท่าคอลัมน์ที่สอง อาจเป็นเพราะคอลัมน์แรกมีความยาวเพียงเศษหนึ่งส่วนสี่ของคอลัมน์ที่ 2 เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการใช้คอลัมน์ 3 ชนิด ผู้รายงาน สรุปว่าการใช้คอลัมน์ที่บรรจุด้วย 3% SE-30 บน Gas Chrom Z (100-120 mesh) และ FID ให้ peak ของ อะเซติลโคเดอีน เฮโรอีน O-ไตรเมทิลซิลิล โคเดอีนและบิส (O-ไตรเมทิลซิลิล) มอร์ฟีน แคบ มี symmetry อนุพันธ์ที่ได้แยกกันชัดเจน และมี retention time ไม่ยาวเกินไป เหมาะสำหรับที่จะใช้ในการวิเคราะห์สารตัวอย่าง

เพื่อเป็นการยืนยันผลการวิเคราะห์มอร์ฟีนและโคเดอีนในสารตัวอย่าง จึงได้ใช้ ดีเทคเตอร์ TSD ช่วยในการตรวจสอบด้วย ในกรณีที่ใช้ TSD อัตราการไหลของแกสไฮโดรเจน มีส่วนสำคัญต่อความไวของวิธีวิเคราะห์ (Smith และ Cole, 1975) ผลการศึกษาพบว่า อัตราการไหลที่เหมาะสมของแกสไฮโดรเจนเป็น 4 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาที การใช้ ดีเทคเตอร์ TSD นี้มีข้อดีกว่าการใช้ FID คือ ดีเทคเตอร์แบบแรกมีความจำเพาะกับสารที่มี ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบ แต่ก็มีข้อเสียเปรียบคือสารที่บรรจุในคอลัมน์ สาร ที่ใช้ในการเตรียมอนุพันธ์ และตัวทำละลายที่ใช้ต้องไม่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ ทั้งนี้เพื่อ ป้องกัน liquid phase บางส่วนระเหยออกไป ทำให้เกิด negative peak บนโครมา-โตแกรม และป้องกันไม่ให้เกิด tail ที่ peak ของตัวทำละลาย ในการศึกษานี้จึงไม่ได้ ใช้ TSD ในการวิเคราะห์อนุพันธ์แบบซิลิเลชั่น เนื่องจากสารเคมีที่ใช้เตรียมอนุพันธ์ คือ BSA เป็นสารที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ

การวิเคราะห์น้ำนมสตรีชาวเขาที่ติดฝิ่น 4 ราย และสตรีที่ใช้เฮโรอีน 1 ราย โดยวิธีราดิโออิมมิวโนแอสเสย์ พบว่าปริมาณอนุพันธ์มอร์ฟีนในน้ำนมมีค่าสูงสุด 243 นาโนกรัม ต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ความเข้มข้นในน้ำนมสตรีแต่ละคนมีค่าแตกต่างกัน Wilson (1980) รายงานว่าปริมาณยาที่ขับถ่ายออกมาในน้ำนมขึ้นกับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ขนาดยาที่ใช้ ความถี่ ของการใช้ยา วิธีการที่ได้รับยาเข้าร่างกาย ความสามารถของร่างกายในการทำลายยา เมตาโบลิซึมของยา คุณสมบัติของยาซึ่งได้แก่น้ำหนักโมเลกุล pKa การละลายในไขมันและน้ำ และความสามารถในการจับกับโปรตีน นอกจากนี้ยังขึ้นกับองค์ประกอบของโปรตีนไขมัน และ น้ำ ในน้ำนม pH ของน้ำนม pH ของพลาสมา เป็นต้น ผลการทดลองที่แสดงในรายงานนี้ยัง ไม่สามารถสรุปลักษณะการขับถ่ายของอนุพันธ์มอร์ฟีนที่ออกมาในน้ำนมได้ เนื่องจากมีปัญหา ในการเก็บสารตัวอย่าง สตรีชาวเขามีความเชื่อในเรื่องไสยศาสตร์ จึงไม่ค่อยยอมให้ น้ำนม ทำให้เก็บตัวอย่างได้น้อย ตลอดจนไม่ทราบเวลาที่แน่นอนในการเก็บน้ำนม แต่ จากข้อมูลที่ได้อาจสรุปได้ว่า สตรีที่ได้รับสารประเภทฝิ่น จะขับถ่ายอนุพันธ์ของมอร์ฟีนออกมา ในน้ำนม

การศึกษารูปแบบการขับถ่ายอนุพันธ์มอร์ฟีนในน้ำนมเปรียบเทียบกับในปัสสาวะในสตรีที่ใช้เฮโรอีนเบอร์ 4 ครั้งสุดท้าย 50 มิลลิกรัมโดยฉีดเข้าเส้นเลือด เมื่อได้รับการรักษาด้วยเมทาโดน ระดับอนุพันธ์มอร์ฟีนทั้งในน้ำนมและในปัสสาวะลดลงโดยมีค่าสูงต่ำสลับกันตลอดช่วงการรักษา จากข้อมูลที่ได้คาดว่าคนไข้กลับไปใช้เฮโรอีนอีกเป็นครั้งคราว และจากการสอบถามคนไข้ยอมรับว่า เมื่อได้รับการรักษาครั้งแรกคนไข้กลับไปใช้เฮโรอีนในวันที่ 5 ของการรักษา จากผลการวิเคราะห์พบว่า ตั้งวันที่ 20 ของการรักษา ระดับอนุพันธ์มอร์ฟีนทั้งในน้ำนมและในปัสสาวะขึ้นสูงเกือบจะเท่ากับก่อนการรักษา ซึ่งชี้บ่งว่าคนไข้กลับไปใช้ยาอีก เมื่อคนไข้มารับการรักษาครั้งที่ 2 ระดับอนุพันธ์มอร์ฟีนในน้ำนมระหว่างการรักษาครั้งที่ 2 ค่อนข้างต่ำกว่าการรักษาครั้งแรก อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์ระดับอนุพันธ์มอร์ฟีนทั้งในน้ำนมและในปัสสาวะ เป็นการวัดความเข้มข้นของสาร ไม่ได้วัดปริมาณทั้งหมด การรับประทานน้ำ, การขับถ่ายน้ำนมหรือปัสสาวะมากหรือน้อยย่อมมีผลต่อระดับความเข้มข้นของอนุพันธ์มอร์ฟีนในน้ำนมหรือในปัสสาวะด้วย ผลการติดตามศึกษาต่อมาพบว่าในการรักษาครั้งที่ 2 ความเข้มข้นของอนุพันธ์มอร์ฟีนในน้ำนม และในปัสสาวะเริ่มสูงขึ้นเมื่อ 2 วัน หลังจากคนไข้หยุดไปรับการรักษา คนไข้กลับไปใช้ยา โดยวันแรกใช้ 2 ครั้ง เวลา 6.00 น., 17.00 น. และวันที่ 2 ใช้ 3 ครั้ง เวลา 6.00 น., 17.00 น. และ 23.00 น. การรักษาคนไข้ทั้ง 2 ครั้ง จึงไม่ได้ผลเพราะคนไข้กลับไปใช้ยาอีก แต่ในแง่ของการวิเคราะห์เห็นได้ชัดเจนว่าระดับอนุพันธ์มอร์ฟีนในน้ำนม และในปัสสาวะมีความสัมพันธ์กัน โดยถ้าระดับอนุพันธ์มอร์ฟีนในปัสสาวะสูง ระดับอนุพันธ์มอร์ฟีนในน้ำนมก็จะสูงด้วย แต่ระดับอนุพันธ์มอร์ฟีนในน้ำนมต่ำกว่าระดับอนุพันธ์มอร์ฟีนในปัสสาวะมาก ระดับอนุพันธ์มอร์ฟีนสูงสุดที่พบในน้ำนมคือ 855 นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ดังนั้นถ้าทารกรับประทานน้ำนมมารดาที่ติดเฮโรอีน ในกรณีที่มารดาไม่ได้รับการรักษาและยังใช้ยาขนาดเดิมอยู่ ทารกอาจจะได้รับยาเข้าร่างกายในปริมาณที่สูงและเกิดอันตราย ตอนที่ทารกอยู่ในครรภ์มารดาก็จะได้รับยาผ่านทางรกระดับหนึ่งอยู่แล้ว เมื่อคลอดออกมาก็ได้รับต่ออีกโดยผ่านทางน้ำนม สมมุติว่าทารกรับประทานน้ำนมมารดา วันละ 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร ถ้าในน้ำนมมีปริมาณอนุพันธ์มอร์ฟีนโดยเฉลี่ยเท่ากับครึ่งหนึ่งของปริมาณที่พบสูงที่สุด คือ ประมาณ 400 นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ทารกจะได้รับอนุพันธ์มอร์ฟีนวันละ 200 ไมโครกรัม ปริมาณอนุพันธ์มอร์ฟีนที่ทารกได้รับอาจจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภายในร่างกาย จึงน่าสนใจที่จะติดตามศึกษาว่า เมื่อทารกเติบโตขึ้นจะมีลักษณะบางอย่างแตกต่างจากคนปกติเช่นเดียวกับที่พบในสัตว์ทดลอง ซึ่งมรกต พันธเศรษฐ (2522) พบในหนูแรทหรือไม่ ถ้ามีข้อชี้แนะว่า ปรากฏการณ์ในคนเกิดได้เช่นเดียวกับในสัตว์ทดลอง ทารกเหล่านี้เมื่อเติบโตขึ้นก็มีแนวโน้มที่จะสร้างปัญหาในสังคมได้สูงกว่าคนปกติ อย่างไรก็ดีผู้รายงานไม่สามารถนำข้อมูลจากการศึกษารูปแบบการขับถ่ายอนุพันธ์มอร์ฟีนในน้ำนมในรายงานนี้ไปเปรียบเทียบกับผลจากการศึกษาอื่น ๆ เนื่องจากยังไม่พบรายงานการศึกษาในทำนองเดียวกัน สำหรับการศึกษาในลักษณะอื่น ๆ ที่ปรากฏ เช่น ในรายงานของ

Terwilliger และHatcher (1934) และ Kwit และ Hatcher (1935) ซึ่งรายงานว่าไม่พบมอร์ฟีนในน้ำนมนั้น อาจเนื่องมาจาก วิธีวิเคราะห์ที่ใช้วิธีมาร์คริส มีความไวต่ำไม่ถึงระดับนาโนกรัม มีบางรายงานที่แสดงว่า พบระดับมอร์ฟีนในน้ำนม ในอาสาสมัครที่รับประทานโคเดอีน (Findlay และคณะ, 1981) แต่ปริมาณที่พบอยู่ในระดับต่ำ ผู้รายงานสันนิษฐานว่าการรับประทานโคเดอีนอาจให้เมตาโบไลท์เป็นมอร์ฟีน ยังไม่เป็นที่ทราบกันว่าเมตาโบไลท์ของมอร์ฟีนในน้ำนมจะอยู่ในรูปใดบ้าง จะเหมือนกับเมตาโบไลท์ของมอร์ฟีนในปัสสาวะหรือไม่ การศึกษาในแนวนี้จึงเป็นสิ่งน่าสนใจ

การวิเคราะห์ข้าวสารโดยวิธีราดิโออิมมิวโนแอสเสย์ พบอนุพันธ์มอร์ฟีนปริมาณเล็กน้อย สอดคล้องกับการทดลองของ Suwanwela และคณะ (1977) ซึ่งเป็นการชี้แนะว่าชาวไทยภูเขาที่ไม่ได้สูบฝิ่นอาจได้รับอนุพันธ์มอร์ฟีนเข้าร่างกายทางหนึ่งจากการรับประทานข้าว กรณีที่มีอนุพันธ์มอร์ฟีนติดอยู่ที่ผิวข้าวสารนั้น อาจมีอยู่เพียงบางส่วนไม่ได้มีการกระจายอย่างสม่ำเสมอ การสุ่มตัวอย่างข้าวไปวิเคราะห์ตัวอย่างข้าวชนิดเดียวกัน อาจให้ผลการวิเคราะห์ไม่เหมือนกันก็ได้ ผลการวิเคราะห์ที่ได้ไม่สามารถบอกได้ว่า อนุพันธ์มอร์ฟีนที่เจือปนในข้าวมาได้อย่างไร ข้อสันนิษฐานที่ว่าการเจือปนอาจเกิดขึ้นตอนตำข้าว อาจจำเป็นต้องอาศัยการศึกษาเพิ่มเติม ผู้รายงานได้ทดลองวิเคราะห์เปรียบเทียบข้าวตัวอย่างที่ชาวเขาตำกับข้าวตัวอย่างที่ปลูกและสีในโรงสีพื้นราบ ปรากฏว่าไม่พบอนุพันธ์มอร์ฟีนในข้าวตัวอย่างจากพื้นราบ อย่างไรก็ตีมีข้อควรคำนึงถึงคือ ข้าวตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์เป็นข้าวที่เก็บไว้ในสภาวะปกติประมาณ 2 ปีแล้ว และข้าวบางส่วนขึ้นรา ผลการวิเคราะห์ที่ได้จึงอาจคลาดเคลื่อนจากค่าที่แท้จริง นอกจากนี้การวิเคราะห์ตัวอย่างข้าวสาร และเมล็ดฝิ่นโดยวิธีราดิโออิมมิวโนแอสเสย์ไม่ได้ศึกษาโดยทำให้สารที่สกัดได้บริสุทธิ์ก่อนที่จะนำไปวิเคราะห์ เนื่องจากมีเวลาจำกัด ดังนั้นค่าที่ได้อาจจะสูงกว่าค่าที่แท้จริง เพราะเป็นค่าที่รวมถึงผลของตัวทำละลายอินทรีย์และสิ่งเจือปนอื่น ๆ ที่มีต่อปฏิกิริยาการรวมตัวของแอนติเจนและแอนติบอดี

การวิเคราะห์ข้าวสารด้วยวิธีแกสโครมาโตกราฟฟีไม่พบมอร์ฟีนและโคเดอีน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากวิธีการศึกษามีความไวไม่พอ ถ้าพิจารณาจากผลของราดิโออิมมิวโนแอสเสย์ว่าข้าวตัวอย่าง 50 กรัม มีอนุพันธ์มอร์ฟีนอยู่ 125 นาโนกรัม เมื่อนำไปวิเคราะห์ด้วยวิธีแกสโครมาโตกราฟฟีในสภาวะที่ศึกษา ซึ่งให้ความไวประมาณ 500 นาโนกรัม การตรวจไม่พบมอร์ฟีนหรือโคเดอีน จึงเป็นสิ่งที่ไม่น่าแปลกใจ นอกจากนี้การทำให้สารที่สกัดได้บริสุทธิ์ ยังทำให้สูญเสียสารตัวอย่างไปด้วย อย่างไรก็ดีการวิเคราะห์สารที่มีปริมาณมอร์ฟีนน้อยมากเช่นนี้อาจทำได้โดยเตรียมอนุพันธ์แบบเอซิลเลชั่นด้วย fluorinated reagent เช่น heptafluorobutyric anhydride, trifluoroacetic anhydride หรือ heptafluorobutyrylimidazole และใช้ดีเทคเตอร์แบบ electron capture โดยวิธีนี้สามารถวิเคราะห์ trifluoroacetylated morphine ได้น้อยกว่า 100 พิโครกรัม (Wallace และคณะ, 1974) และสามารถวิเคราะห์ O - heptafluorobutyrylcodeine และ O,O - bis

(heptafluorobutyryl) morphine ได้ต่ำสุดถึงประมาณ 100 และ 20 พิโคกรัม ตามลำดับ (Christophersen และ Rasmussen, 1979)

การวิเคราะห์เมล็ดฝิ่น โดยวิธีราดิโออิมมิวโนแอสเสย์พบอนุพันธ์มอร์ฟีนตั้งแต่ 2,162-5,000 นาโนกรัมต่อเมล็ดฝิ่น 1 กรัม ซึ่งต่ำกว่าค่าที่ Suwanwela และคณะ (1977) เคยรายงานไว้แล้วคือ 28 ไมโครกรัมต่อเมล็ดฝิ่น 1 กรัม ทั้งนี้อาจเนื่องจากตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์เป็นตัวอย่างคนละชุดและต้นฝิ่นอาจจะสังเคราะห์แอลคาลอยด์ได้ต่างกันด้วย ทำให้โอกาสที่จะได้ค่าแตกต่างกันจึงมีมาก เมื่อเปรียบเทียบการทำให้สารที่สกัดจากเมล็ดฝิ่นบริสุทธิ์ระหว่างวิธีทินเลเยอร์โครมาโตกราฟฟี และวิธี Back extraction ผู้รายงานเห็นว่า วิธี back extraction เป็นวิธีที่สะดวกกว่ามาก ประหยัดเวลาไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษ แต่มี peak ของสิ่งเจือปนใกล้กับอนุพันธ์ของมอร์ฟีน Grove และคณะ (1976) คาดว่าสิ่งเจือปนนี้เป็นสารพวกคาร์โบไฮเดรท จากผลการศึกษาที่เสนอในรายงานนี้ ผู้รายงานคาดว่าเป็นพวกโปลีแซคคาไรด์ ส่วนวิธีทินเลเยอร์โครมาโตกราฟฟี แม้จะยุ่งยากกว่าแต่ก็อาจจะกำจัดสิ่งเจือปนออกได้มากกว่า

เมื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์เมล็ดฝิ่นโดยวิธีราดิโออิมมิวโนแอสเสย์ และวิธีแกสโครมาโตกราฟฟี เนื่องจากวิธีแรกวิเคราะห์รวมเป็นปริมาณอนุพันธ์มอร์ฟีน ขณะที่วิธีหลังวิเคราะห์เฉพาะปริมาณของมอร์ฟีนและโคเดอีนเท่านั้น ทำให้วิธีราดิโออิมมิวโนแอสเสย์ได้ค่าสูงกว่าวิธีแกสโครมาโตกราฟฟี

จากผลการวิเคราะห์ทั้งวิธีราดิโออิมมิวโนแอสเสย์ และวิธีแกสโครมาโตกราฟฟี พอจะสรุปได้ว่าชาวไทยภูเขาที่รับประทานเมล็ดฝิ่น จะขับถ่ายอนุพันธ์มอร์ฟีนออกมาในปัสสาวะได้ อนุพันธ์ที่ตรวจพบ อาจมาจากสารที่มีอยู่ในเมล็ดฝิ่นจริง ๆ หรือมาจากยางฝิ่น ชิ้นส่วนของกระเปาะฝิ่นที่ปนมากับเมล็ดฝิ่นที่นำไปวิเคราะห์ก็ได้ Fairbairn และ El-Masry (1968) รายงานว่าตรวจพบโคเดอีนและสารซึ่งคล้ายมอร์ฟีนในเมล็ดฝิ่นที่กำจัดแอลคาลอยด์ที่ผิวออกแล้วและไฮโดรไลซ์ด้วยกรดเกลือ เขาจึงสันนิษฐานว่าในเมล็ดฝิ่นมีมอร์ฟีนที่อยู่ในรูป bound form ซึ่งเกิดจากยางฝิ่นที่เปลี่ยนรูปไป และบางส่วนได้ถูกขนส่งไปเก็บไว้ที่เมล็ด Grove และคณะ (1976) วิเคราะห์พบมอร์ฟีนและโคเดอีนอิสระที่ผิวเมล็ดฝิ่น 0.5-1.7 ไมโครกรัม และ 0.1-0.5 ไมโครกรัมต่อเมล็ดฝิ่น 100 กรัม ตามลำดับ และวิเคราะห์ bound alkaloid ของเมล็ดฝิ่นพบมอร์ฟีนและโคเดอีนเป็น 0.6-4.2 ไมโครกรัม และ 0.5-1.5 ไมโครกรัมต่อเมล็ดฝิ่น 100 กรัม ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามเขาสรุปว่า ต้องใช้เมล็ดฝิ่นถึง 3.5 กิโลกรัม จึงจะได้มอร์ฟีนในขนาดที่ใช้รักษา ปริมาณมอร์ฟีนและโคเดอีนในเมล็ดฝิ่นจึงไม่พอที่จะทำให้ติดยา

การวิเคราะห์มอร์ฟีนที่เสนอในรายงานนี้ ผู้รายงานได้พยายามปรับปรุงวิธีการวิเคราะห์ให้สามารถนำไปใช้ วิเคราะห์มอร์ฟีนในสารตัวอย่างจากร่างกาย ตลอดจนวิเคราะห์

จากสารตัวอย่างอื่น ๆ เช่น เมล็ดฝิ่น และข้าวสาร การวิเคราะห์ด้วยวิธีแกสโครมาโตกราฟฟี ได้วิเคราะห์ที่ปริมาณเท่านั้น การวิเคราะห์ให้ทราบปริมาณแน่นอนจึงอาจทำได้โดย ควรติดตามการสูญเสียในขั้นตอนต่าง ๆ และวิเคราะห์เชิงปริมาณ โดยใช้ internal standard ถ้าใช้วิธี back extraction สามารถใช้ internal standard คือ nalorphine ติดตามปฏิกิริยาตั้งแต่ต้นได้ แต่ถ้าใช้วิธีทินเลเยอร์โครมาโตกราฟฟี ต้องติดตามการสูญเสียด้วยสารกัมมันตภาพรังสี แล้วจึงเติม internal standard ตอนเตรียมอนุพันธ์ เพื่อไม่ให้มี peak สิ่งเจือปนข้อนที่ตำแหน่งของอนุพันธ์ของมอร์ฟีนและโคเดอีน ควรเตรียมอนุพันธ์ด้วยวิธีอะเซทิลเลชั่นและใช้ดีเทคเตอร์ TSD ในการวิเคราะห์ นอกจากนี้เพื่อเป็นการลดการสูญเสียสารตัวอย่าง ตอนสกัดมอร์ฟีนและโคเดอีนออกจากซิลิกาเจล จะใช้เมทิลแอลกอฮอล์สกัดโดยตรงก็ได้

ชาวเขาอาจได้รับสารเสพติดเข้าร่างกาย โดยไม่ตั้งใจจากหลายแหล่งด้วยกัน แต่ผู้รายงานศึกษาจากเมล็ดฝิ่นและข้าวสารเท่านั้น การศึกษาให้ทราบปริมาณมอร์ฟีนและโคเดอีนที่ชาวเขาได้รับในชีวิตประจำวัน อาจเป็นประโยชน์ในทางการแพทย์เพื่อหาแนวทางในการตอบปัญหาต่าง ๆ เช่น เหตุใดชาวเขาจึงทนต่อขนาดยาที่ได้รับได้สูงกว่าคนปกติ การได้รับฝิ่นเข้าร่างกายในระดับที่ศึกษานี้ ชาวเขามีโอกาสติดมอร์ฟีนโดยไม่รู้ตัวหรือไม่ เป็นต้น

การวิเคราะห์ปริมาณมอร์ฟีนในน้ำนมนั้น ผู้รายงานวิเคราะห์เฉพาะวิธีราดิโอ-อิมมิวโนแอสเสย์เท่านั้น ค่าที่ได้จึงเป็นปริมาณอนุพันธ์ของมอร์ฟีน การศึกษาเมตาโบไลท์ของมอร์ฟีนในน้ำนมที่วิเคราะห์ได้เป็นรูปใดจึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจ

ข้อมูลที่เสนอในรายงานนี้ นอกจากจะเป็นประโยชน์ในการให้ความรู้เกี่ยวกับการศึกษาลักษณะของปัญหาการได้รับสารเสพติดเข้าร่างกายโดยไม่ตั้งใจ และหาแนวทางแก้ไขแล้ว ยังอาจจะเป็นประโยชน์ในทางการแพทย์ เช่น การบำบัดรักษาและติดตามผลการรักษาคนไข้เสพติด เป็นต้น และเป็นความรู้พื้นฐานสำหรับผู้ที่สนใจจะวิเคราะห์มอร์ฟีนด้วยวิธีอื่นและใช้ประยุกต์สำหรับการศึกษาด้าน การวิเคราะห์ยาชนิดอื่น ๆ ได้อีกด้วย