การวัดระดับแอลกอฮอล์ในเลือดภายหลังการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์

โดยเครื่องตรวจวัดแอลกอฮอล์จากลมหายใจ และเครื่องแกสโครมาโตกราฟ

แม้ว่าการตรวจวัดระดับแอลกอฮอล์ในเลือดของผู้ขับขี่โดยวิธี Headspace Gas Chromatography จะเป็นวิธีที่ได้รับความเชื่อถือมากที่สุด แต่ก็มีข้อจำกัดหลายประการ คือ ต้องเจาะเลือดและเก็บตัวอย่างเลือดไว้ในภาชนะปิดที่มีอุณหภูมิต่ำ ทั้งในการวิเคราะห์ต้องใช้เครื่องมือราคาแพงซึ่งไม่ได้มีใช้อย่างแพร่หลาย ด้วยเหตุนี้จึงมีการนำเครื่องมือตรวจวัดแอลกอฮอล์จากลมหายใจ (Breath analyzer) มาใช้ เพราะมีขนาดเล็ก สามารถพกพาได้ และเหมาะสมที่จะนำไปใช้ตรวจวัดระดับแอลกอฮอล์ในบุคคล ณ สถานที่เกิดเหตุ งานวิจัยนี้จึงเป็นการศึกษาความเชื่อถือได้ของการวัดระดับแอลกอฮอล์ในเลือดด้วยเครื่องตรวจวัดแอลกอฮอล์จากลมหายใจ เพื่อเปรียบเทียบกับการตรวจวัดระดับแอลกอฮอล์ในเลือดด้วยวิธี Headspace Gas Chromatography และคำตอบที่ได้ก็คือ สามารถใช้แทนกันได้

วิไล ชินเวชกิจวานิชย์ นักวิจัย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์การแพทย์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ชนิดา พลานุเวช นักวิจัย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์การแพทย์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
สมชาย อิสระวาณิชย์ นักวิทยาศาสตร์ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์การแพทย์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ของการวัดระดับแอลกอฮอล์ในเลือดของอาสาสมัคร 29 คน หลังการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ 3 ชนิดคือ วิสกี้ ไวน์ และเบียร์ ชนิดละ 13 คน เป็นชาย 12 คน หญิง 1 คน โดยวัดระดับแอลกอฮอล์ในเลือดโดยตรงและจากลมหายใจ หลังจากหยุดดื่มแล้วนาน 40, 80, 120, 160, 200 และ 240 นาที ด้วยวิธีเฮดสเปซแกสโครมาโตกราฟี (Headspace Gas Chromatography-GC) และใช้เครื่องตรวจวัดแอลกอฮอล์ในลมหายใจ จาก 2 บริษัท คือ Lion-Alcolmeter และ Alco-Sensor IV ผลการวิจัยได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของระดับแอลกอฮอล์ จากเครื่องตรวจวัดแอลกอฮอล์ในลมหายใจ ระหว่าง 2 บริษัท เท่ากับ 0.975 (143 ตัวอย่าง) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของระดับแอลกอฮอล์ระหว่างการตรวจด้วยเครื่องแกสโครมาโตกราฟและเครื่อง Lion-Alcolmeter เท่ากับ 0.977 (217 ตัวอย่าง) และเท่ากับ 0.971 (143 ตัวอย่าง) เมื่อใช้เครื่อง Alco-Sensor IV ค่า Blood Breath ในกลุ่มประชากรที่ศึกษาเท่ากับ 2,379±440

ศัพท์สำคัญ

ระดับแอลกอฮอล์ในเลือด, เครื่องตรวจวัดแอลกอฮอล์จากลมหายใจ, เครื่องแกสโครมาโตกราฟ

Abstract

This experimental research showed the correlation of alcohol determination at postabsorptive state in 29

healthy volunteers after drinking whisky, wine or beer (13 persons, 12 male and 1 female per 1 type of spirits). The data included venous blood alcohol concentration (BAC) and end-expired breath alcohol concentration (BRAC) at simultaneous time of sample collection, at 40, 80, 120, 160, 200 and 240 min. after the end of drinking. BAC was measured by headspace gas chromatography (GC) and BRAC was measured by two breath analyzers (Lion-Alcolmeter and Alco-Sensor IV). The correlation coefficient (r) between two breath analyzers was 0.975 (n=143). The correlation coefficient between Lion-Alcolmeter and GC was 0.977 (n=217). The correlation coefficient between Alco-Sensor IV and GC was 0.971 (n=143). Blood : breath ratio in the studied population was 2,379±440.

Key word

Blood alcohol, Breath analyzer, Gas Chromatograph

บทนำ

การดื่มสุราในขณะขับขี่ยานยนต์เป็นปัจจัยหลักประการหนึ่งที่ก่อให้เกิดอุบัติเหตุจราจร (คณะทำงานวิจัยสุรา จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย, 2537) จากรายงานของภาควิชานิติเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาลในระหว่างปีพ.ศ. 2530-2535 พบแอลกอฮอล์ในเลือดของผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุจราจรทางบกถึงร้อยละ 41.6 ของตัวอย่างทั้งหมด (ภาควิชานิติเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล, มปป.) และจากงานวิจัยของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์การแพทย์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีพ.ศ. 2537 พบว่าผู้ประสบอุบัติเหตุจราจรในเขตกรุงเทพมหานครที่นำส่งห้องฉุกเฉินโรงพยาบาลตำรวจ จำนวน 838 ตัวอย่าง ตรวจพบแอลกอฮอล์ในเลือด 450 ตัวอย่าง (ร้อยละ 53.7) โดยมีระดับแอลกอฮอล์ในเลือดอยู่ระหว่าง 3-630 มิลลิกรัมต่อเลือด 100 มิลลิลิตร (วราพรรณและคณะ, 2536) การศึกษาผลของแอลกอฮอล์ในเลือดต่อการเปลี่ยนแปลงของภาวะประสาท พบว่าระดับแอลกอฮอล์เกิน 50 มิลลิกรัมต่อเลือด 100 มิลลิลิตรขึ้นไป จะมีผลทำให้สมองตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นช้าลง ขาดการควบคุมการเคลื่อนไหว (incoordination) การตัดสินใจช้าลง สายตาเริ่มเลวลง เป็นผลให้มีโอกาสเกิดอุบัติเหตุสูงขึ้นมากกว่าสองเท่าเมื่อเปรียบเทียบกับผู้ไม่ดื่มแอลกอฮอล์ (จินดา, 2536; สถาบันนิติเวชวิทยา กรมตำรวจ, 2536; จักรกริศน์ และสุจิตรา, 2524) ผลการศึกษาต่าง ๆ เหล่านี้ก่อให้เกิดความพยายามในการลดอุบัติเหตุจราจร โดยมีประกาศกฎกระทรวงฉบับที่ 16 (พ.ศ. 2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติจราจรทางบกฉบับที่ 4 (พ.ศ. 2535) กำหนดระดับแอลกอฮอล์ในเลือดของผู้ขับขี่ยานยนต์เกิน 50 มิลลิกรัมต่อเลือด 100 มิลลิลิตรขึ้นไป ว่าผิดกฎหมาย ต้องรับโทษ การควบคุมให้เป็นไปตามกฎกระทรวงจึงต้องมีการตรวจวัดระดับแอลกอฮอล์ในเลือด วิธีที่ได้รับความเชื่อถือมากที่สุดคือวิธี Headspace Gas Chromatography (Christmore, et al., 1984; Mendenhall, et al., 1980; Senkowski and Thomson, 1990) วิธีนี้ต้องเจาะเลือด และเก็บตัวอย่างเลือด ที่จะวิเคราะห์ในภาชนะปิด อุณหภูมิต่ำ เพื่อกันการระเหยของแอลกอฮอล์ การวิเคราะห์ต้องใช้เครื่องมือที่มีราคาแพง และมีตามโรงเรียนแพทย์หรือโรงพยาบาลขนาดใหญ่เท่านั้น ด้วยเหตุนี้จึงมีการนำเครื่องมือตรวจวัดแอลกอฮอล์จากลมหายใจ (Breath analyzer) มาใช้ เพราะว่าเครื่องมือนี้มีขนาดเล็ก สามารถพกพาได้ เหมาะสมที่จะใช้ตรวจวัดระดับแอลกอฮอล์ในบุคคล ณ สถานที่เกิดเหตุได้ เครื่องมือนี้อาศัยหลักการดักจับแอลกอฮอล์ในลมหายใจแล้ววัดปริมาณโดยวิธีต่าง ๆ เช่น ใช้สารเคมีทำให้เกิดสี หรือวัดการดูดกลืนแสงอินฟราเรด หรือวัดพลังงานโดยใช้เซลล์เชื้อเพลิง (fuel cell) แบบ electro-chemical sensor หรือแบบ semi-conductor sensor (Biasotti, 1984; Dubowski, and O'Neill, 1979; Emerson, et al.; 1980) แล้วคำนวณกลับเป็นระดับแอลกอฮอล์ในเลือด โดยคูณด้วยค่าสัมประสิทธิ์ Blood : Breath Ratio ซึ่งเป็นค่ากำหนดของแต่ละประเทศ โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 2,000-2,300 (Jones, 1992) สำหรับประเทศไทยกำหนดใช้ค่าสัมประสิทธิ์ Blood : Breath Ratio เท่ากับ 2,000

ในการป้องปรามไม่ให้ผู้ดื่มสุราแล้วมาขับขี่ยานยนต์ อันจะก่อให้เกิดอุบัติเหตุบนท้องถนนได้นั้น ประเทศไทยมีนโยบายให้ใช้เครื่องตรวจวัดแอลกอฮอล์จากลมหายใจเป็นเครื่องมือหลักในการตรวจวัดระดับแอลกอฮอล์ในเลือดของผู้ขับขี่ยานยนต์ โดยหวังว่าจะเป็นวิถีทางหนึ่งในการลดอุบัติเหตุจราจรได้ ในกรณีที่ไม่สามารถเป่าลมหายใจได้จึงจะตรวจวัดแอลกอฮอล์จากเลือดหรือปัสสาวะแทน (กฎกระทรวง ฉบับที่ 16, 2537) คณะผู้วิจัยต้องการศึกษาความเชื่อถือได้ของการวัดระดับแอลกอฮอล์ในเลือดด้วยเครื่องตรวจวัดแอลกอฮอล์จากลมหายใจ เปรียบเทียบกับการตรวจวัดระดับแอลกอฮอล์ในเลือดด้วยวิธี Headspace Gas Chromatography และหาค่าสัมประสิทธิ์ Blood : Breath Ratio ของคนไทย

วิธีการศึกษาวิจัย

คัดเลือกอาสาสมัคร ชาย 27 คน หญิง 2 คน อายุระหว่าง 20-42 ปี สุขภาพแข็งแรง ไม่เป็นผู้ติดสุรา และไม่ดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์อย่างน้อย 24 ชั่วโมงก่อนทำการทดลอง เริ่มการทดลองโดยให้อาสาสมัครเป่าลมหายใจเข้าเครื่องตรวจวัดแอลกอฮอล์จากลมหายใจ เพื่อดูว่าระดับแอลกอฮอล์ในเลือดก่อนการทดลองเป็น 0 มิลลิกรัมต่อเลือด 100 มิลลิลิตร แล้วให้อาสาสมัครดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ ในการดื่มนี้อาสาสมัครจะดื่มในปริมาณต่างๆ กันตามความสามารถของแต่ละคนโดยมีข้อกำหนดว่าจะยังคงอยู่ในสภาพที่สามารถเป่าลมหายใจผ่านเครื่องตรวจวัดแอลกอฮอล์จากลมหายใจได้ กำหนดระยะเวลาในการดื่มโดยเฉลี่ยประมาณ 2 ชั่วโมง อาสาสมัครสามารถผสมเครื่องดื่มด้วยน้ำ น้ำโซดาหรือน้ำอัดลม และรับประทานของว่างได้ตามต้องการ จากนั้นเจ้าหน้าที่เก็บบันทึกข้อมูลปริมาณที่ดื่มเวลาที่เริ่มดื่มและเวลาที่หยุดดื่มของแต่ละคนไว้

หลังจากหยุดดื่มไปแล้วทุก 40 นาที ให้อาสาสมัครเป่าลมหายใจเข้าเครื่องตรวจวัดแอลกอฮอล์จากลมหายใจของ 2 บริษัท คือ Lion Alcolmeter 400 series และ Alco-Sensor IV เครื่องละ 1 ครั้ง และเจาะเลือดจากเส้นเลือดดำที่แขนเพื่อตรวจวัดระดับแอลกอฮอล์ ทำเช่นนี้จนครบ 6 ครั้ง หรือเมื่อระดับแอลกอฮอล์ในเลือด (จากเครื่องตรวจวัดแอลกอฮอล์จากลมหายใจ) เป็น 0 มิลลิกรัมต่อเลือด 1(มิลลิลิตร

การวิเคราะห์หาปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือดด้วยเครื่ตรวจวัดแอลกอฮอล์จากลมหายใจ (Breath analyzer)

ใช้เครื่องตรวจวัดแอลกอฮอล์จากลมหายใจจาก 2 บริษั คือ Lion Alcolmeter 400 series และ Alco-Sensor I ทั้งสองเครื่องนี้เป็นเครื่องตรวจวัดแอลกอฮอล์จากลมหาย โดยใช้ระบบ Fuel cell (Electrochemical sensor) กำหน ค่าสัมประสิทธิ์ Blood : Breath Ratio เท่ากับ 2,0(และผ่านการตรวจสอบความถูกต้อง (calibration) ก่อนนำ ใช้งาน

การตรวจวัดแอลกอฮอล์ทำโดยให้อาสาสมัครเป่าล หายใจผ่านทาง mouth piece (ซึ่งเป็นหลอดพลาสติกที่ ไว้เฉพาะของแต่ละคน) เข้าเครื่องตรวจวัดแอลกอฮอล์จา ลมหายใจ เครื่องจะคำนวณหาระดับแอลกอฮอล์ในเลื จากสมการ

$$BAC = BRAC \times 2,000$$

(BAC = ความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในเลือด, BRAC ความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในลมหายใจออก)

จากนั้นรายงานผลเป็นมิลลิกรัมของแอลกอฮอล์ต่อเลื 100 มิลลิลิตร

การวิเคราะห์หาปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือดโดยว Headspace Gas Chromatography (GC)

เจาะเลือดจากหลอดเลือดดำที่แขนโดยเช็ดทำความ สะอาดผิวหนังบริเวณที่จะเจาะด้วยน้ำยา povidone-iodi แทนการใช้แอลกอฮอล์เช็ดแผล (rubbing alcohol) เ เลือดประมาณ 2 มิลลิลิตรในขวดเก็บตัวอย่างที่เติมส potassium oxalate ป้องกันเลือดแข็งตัว และเติมสาร sodiu fluoride เพื่อรักษาความเสถียรของแอลกอฮอล์ในตัวอย่ ปิดขวดด้วยจุก hycar เพื่อป้องกันการระเหยของแอลกอฮอ

เมื่อสิ้นสุดการทดลองในแต่ละวัน นำตัวอย่างเลือดม เตรียมการวิเคราะห์โดยปิเปตเตรียมเลือด 500 ไมโครลิ ใส่ในขวดแก้วขนาด 25 มิลลิลิตร เติม 0.1 % v/v isopropan 500 ไมโครลิตร เป็น internal standard ปิดด้วยจุก hyc พันทับด้วย parafilm เก็บในตู้แช่แข็งอุณหภูมิ -10°C จนก จะวิเคราะห์ (1-3 วัน)

วิเคราะห์หาปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือดโดยนำตัวอย่างที่เตรียมไว้มา incubate ใน shaking water bath 50°C นาน 5 นาที ดูดไอปริมาตร 500 ไมโครลิตร ฉีดเข้าเครื่อง Gas Chromatograph (Varian Gas Chromatograph Vista 6000, Varian Integrator 4270) ใช้คอลัมน์แก้วขนาด 2 มม. x 2 ม. บรรจุด้วย 80/100 mesh Carbopack C/0.2% Carbowax 1500 อุณหภูมิคอลัมน์ 100°C ความเร็วของแก๊สตัวพา (N_2 gas) 30 มิลลิลิตรต่อนาที

วิธีนี้สามารถวิเคราะห์แอลกอฮอล์ได้ตั้งแต่ 0-300 มก.% (linearity) มีความถูกต้อง 98.2% (accuracy) % CV ตลอดการทดลอง 3.2% (precision)

ผลการศึกษาวิจัย

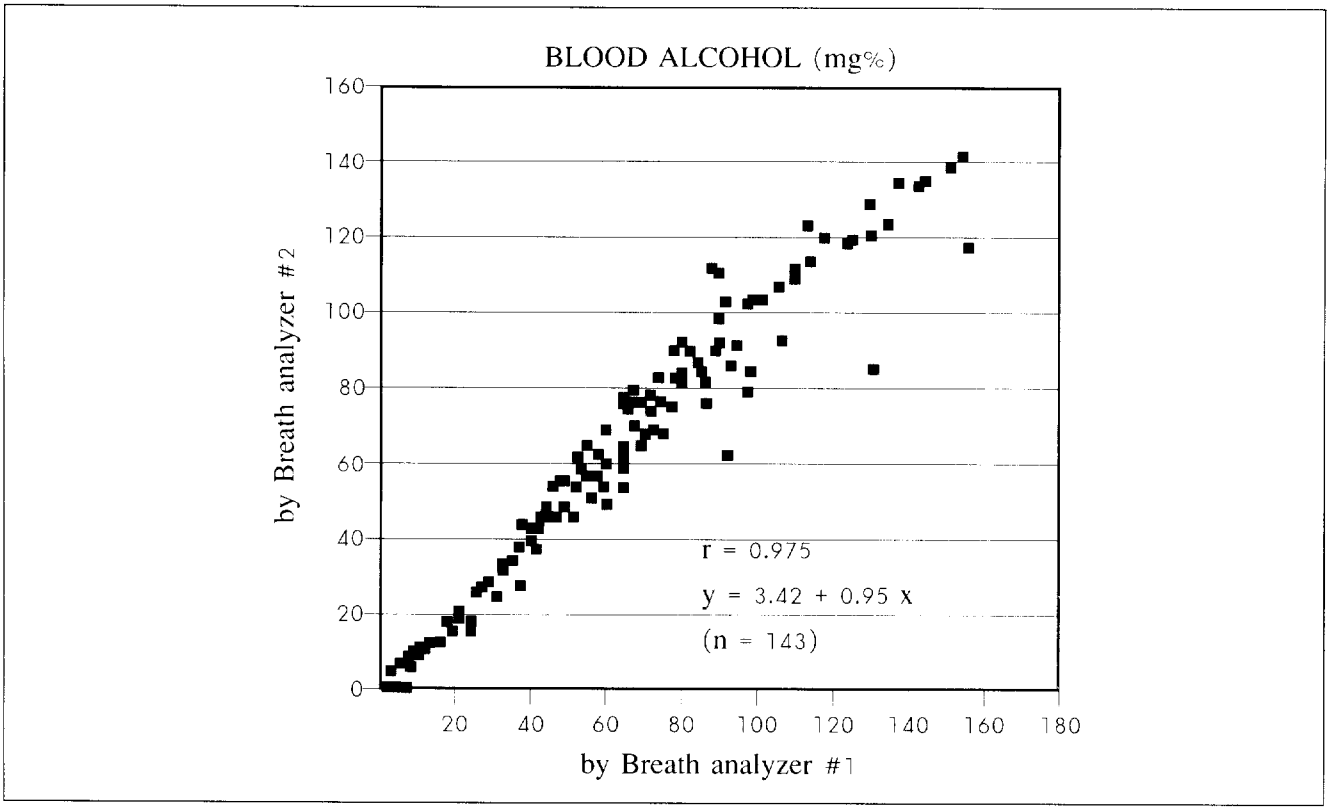
ลักษณะประชากรที่ศึกษา

ประชากรทั้งสิ้น 29 คน เป็นชาย 27 คน หญิง 2 คน อายุเฉลี่ย 23.3±4.8 ปี (20-42) น้ำหนักเฉลี่ย 58.6±9.4 กก. (46-96)

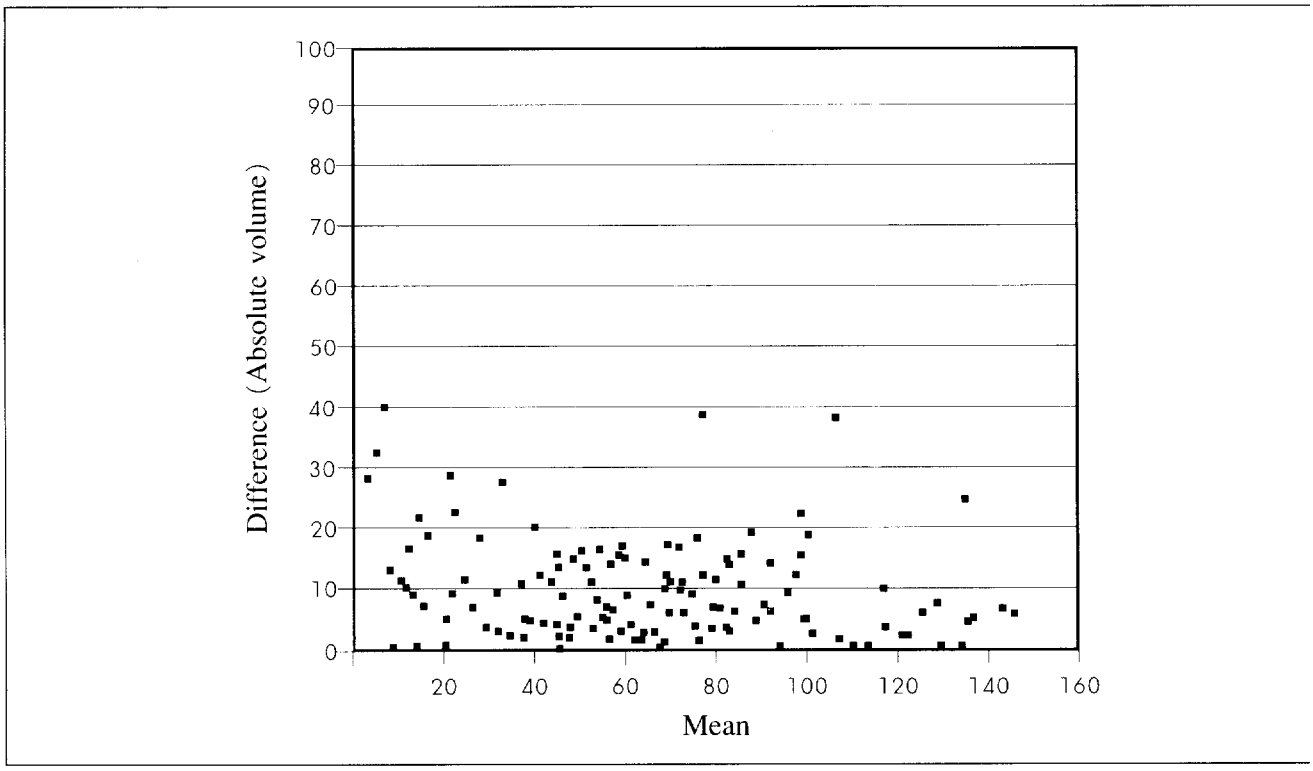
ผลการเปรียบเทียบระดับแอลกอฮอล์ในเลือดโดยใช้เครื่องตรวจวัดแอลกอฮอล์จากลมหายใจของ 2 บริษัท

เปรียบเทียบระดับแอลกอฮอล์ในเลือดของอาสาสมัครที่วัดได้จากการใช้เครื่อง Lion-Alcolmeter กับ Alco-Sensor IV นำมาสร้างผังการกระจาย (scatter diagram) พบว่ามีความสัมพันธ์กันเป็นเส้นตรง ($p<0.001$) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient) เท่ากับ 0.975 และได้สมการความสัมพันธ์เป็น $y = 3.42+0.95x$ (รูปที่ 1)

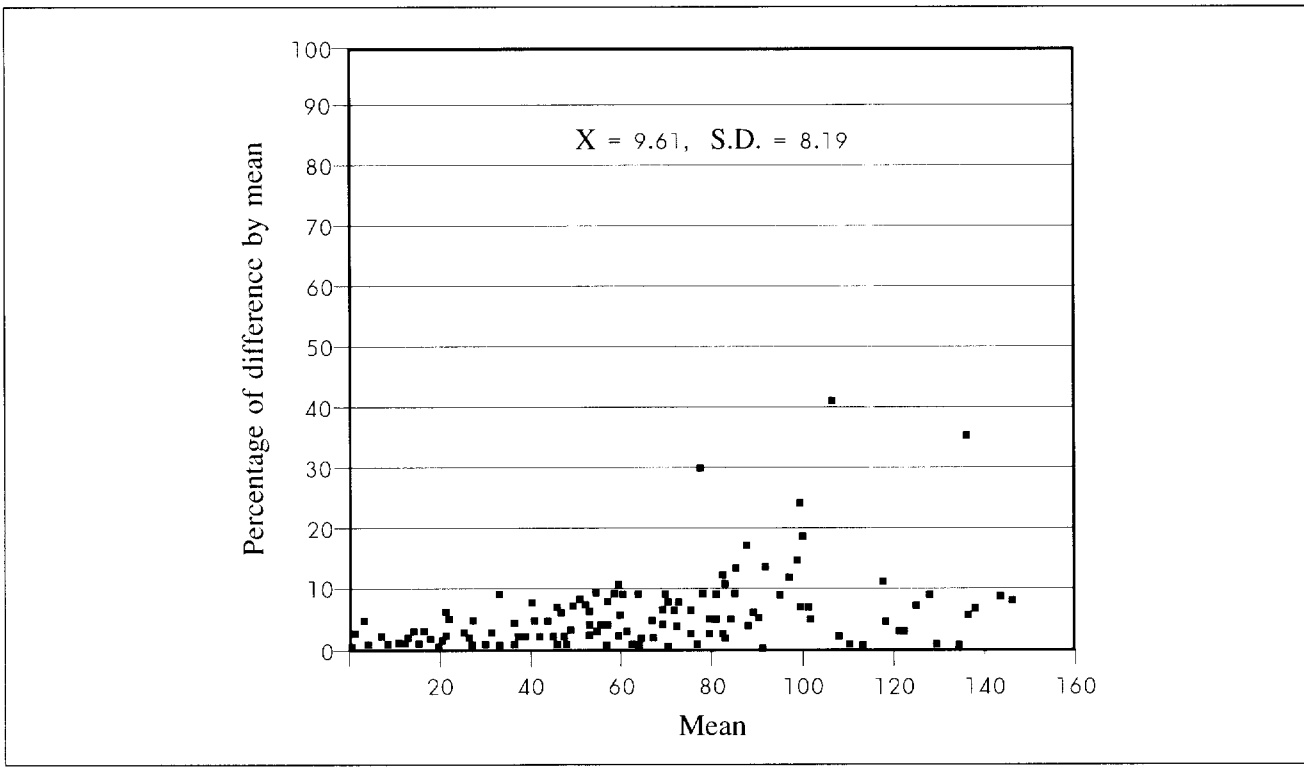
ถ้านำค่าที่วัดได้จากเครื่องทั้งสองมาหาค่าเฉลี่ย [(X+Y)/2] และค่าความแตกต่าง |X-Y| (รูปที่ 2) แล้วคำนวณสัดส่วนของความแตกต่างต่อค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ (รูปที่ 3) พบว่าผลการวัดจากเครื่อง Lion-Alcolmeter กับ Alco-Sensor IV มีความแตกต่างกันเฉลี่ย 9.6% (X±S.D. = 9.6±8.2%, N=133) ถ้าพิจารณาเฉพาะในช่วงความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในเลือด 40-60 มก.% เครื่องทั้งสองจะมีความแตกต่างกันเฉลี่ย 9.1% (X±S.D. = 9.1±5.4%, N=33)



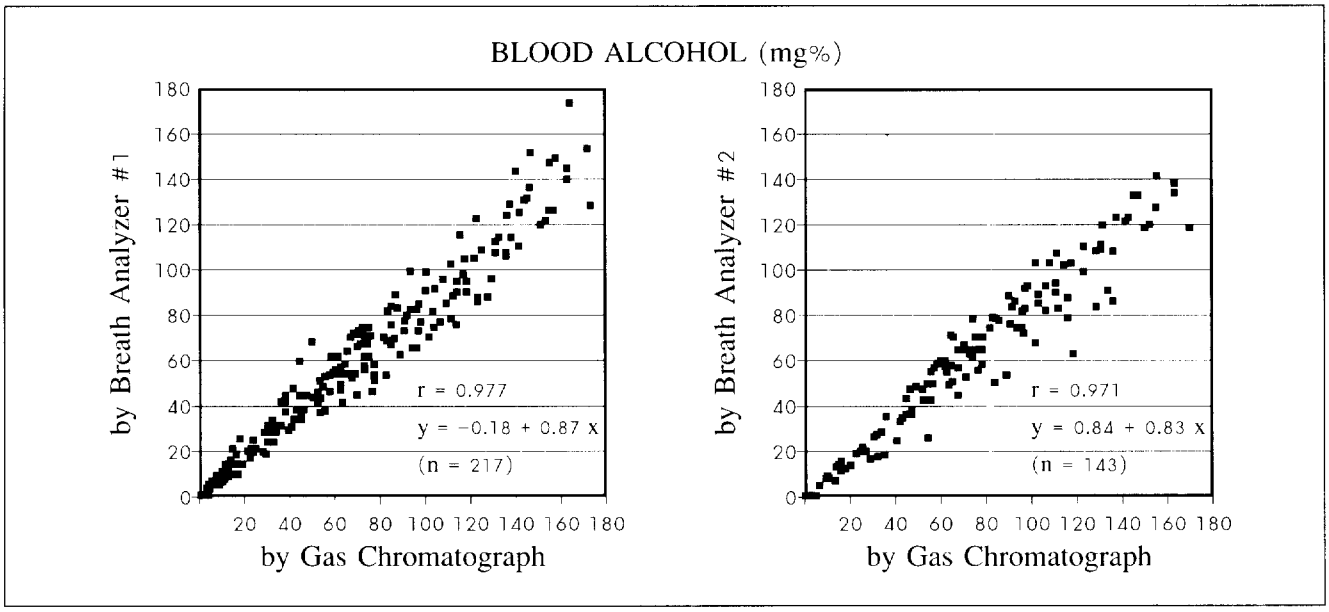
รูปที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับแอลกอฮอล์ในเลือดที่วัดโดยการใช้เครื่องตรวจวัดแอลกอฮอล์จากลมหายใจ 2 บริษัท (#1 = Lion-Alcolmeter 400 series #2 = Alco-Sensor IV)



รูปที่ 2 แสดงความแตกต่างของระดับแอลกอฮอล์ในเลือดต่อค่าเฉลี่ยที่วัดโดยเครื่องตรวจแอลกอฮอล์จากลมหายใจจาก 2 บริษัท



รูปที่ 3 แสดงค่าสัดส่วนความแตกต่างของระดับแอลกอฮอล์ในเลือดต่อค่าเฉลี่ยที่วัดโดยเครื่องตรวจวัดแอลกอฮอล์จากลมหายใจจาก 2 บริษ



รูปที่ 4-5 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับแอลกอฮอล์ในเลือดที่วัดโดยการใช้เครื่อง Breath analyzer กับ Gas Chromatograph (#1= Lion-Alcolmeter 400 series, #2 = Alco-Sensor IV)

ผลการเปรียบเทียบระดับแอลกอฮอล์ในเลือดโดยใช้เครื่องตรวจวัดแอลกอฮอล์จากลมหายใจกับการวิเคราะห์เลือดโดยวิธี Headspace Gas Chromatography - GC

เปรียบเทียบระดับแอลกอฮอล์ในเลือดของอาสาสมัครที่วัดได้จากการใช้เครื่อง Lion-Alcolmeter กับผลการวิเคราะห์หาปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือดโดยวิธี GC นำมาสร้างผังการกระจาย (scatter diagram) พบว่ามีความสัมพันธ์กันเป็นเส้นตรง ($p<0.001$) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient) เท่ากับ 0.977 (n=217) และได้สมการความสัมพันธ์ $y = -0.18+0.87 x$ (รูปที่ 4)

เปรียบเทียบระดับแอลกอฮอล์ในเลือดของอาสาสมัครที่วัดได้จากการใช้เครื่อง Alco-Sensor IV กับผลการวิเคราะห์หาปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือดโดยวิธี GC นำมาสร้างผังการกระจาย (scatter diagram) พบว่ามีความสัมพันธ์กันเป็นเส้นตรง ($p<0.001$) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient) เท่ากับ 0.971 (n=143) และได้สมการความสัมพันธ์ $y = 0.84+0.83 x$ (รูปที่ 5)

ผลการศึกษาความเชื่อถือได้ของเครื่องตรวจวัดแอลกอฮอล์จากลมหายใจทั้ง 2 บริษัท เปรียบเทียบกับวิธีมาตรฐานคือ วิธี GC ที่ระดับแอลกอฮอล์ในเลือดระหว่าง 40-60 มก.% (ตารางที่ 1, 2) พบว่า ทั้งสองเครื่องมีความจำเพาะ 100% มีความไว 42.9% และ 35.7% ตามลำดับ มีค่าผลบวกปลอม 0% และค่าผลลบปลอม 44.4% และ 47.4% ตามลำดับ มีค่าผลบวกที่คาดการณ์ 100% และค่าผลลบที่คาดการณ์ 55.6% และ 52.6% ตามลำดับ มีความถูกต้อง 66.7% และ 62.5% ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

ความสัมพันธ์ระหว่างระดับแอลกอฮอล์ในลมหายใจกับระดับแอลกอฮอล์ในเลือดในกลุ่มประชากรที่ศึกษา

คำนวณหาระดับแอลกอฮอล์ในลมหายใจของอาสาสมัครโดยใช้ระดับแอลกอฮอล์ในเลือดจากการตรวจวัดด้วยเครื่อง Lion-Alcolmeter หารด้วย 2,000 นำระดับแอลกอฮอล์ในลมหายใจมาสร้างผังการกระจายตามระดับแอลกอฮอล์ในเลือดที่วิเคราะห์โดยวิธี GC (รูปที่ 6) พบว่ามีความสัมพันธ์กันเป็นเส้นตรง ($p<0.001$) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.977 และมีสมการความสัมพันธ์ดังนี้

$$BAC = 2{,}194\ BRAC + 3.2$$

(BAC = blood alcohol concentration, mg.% ; BRAC = breath alcohol concentration, mg.%)

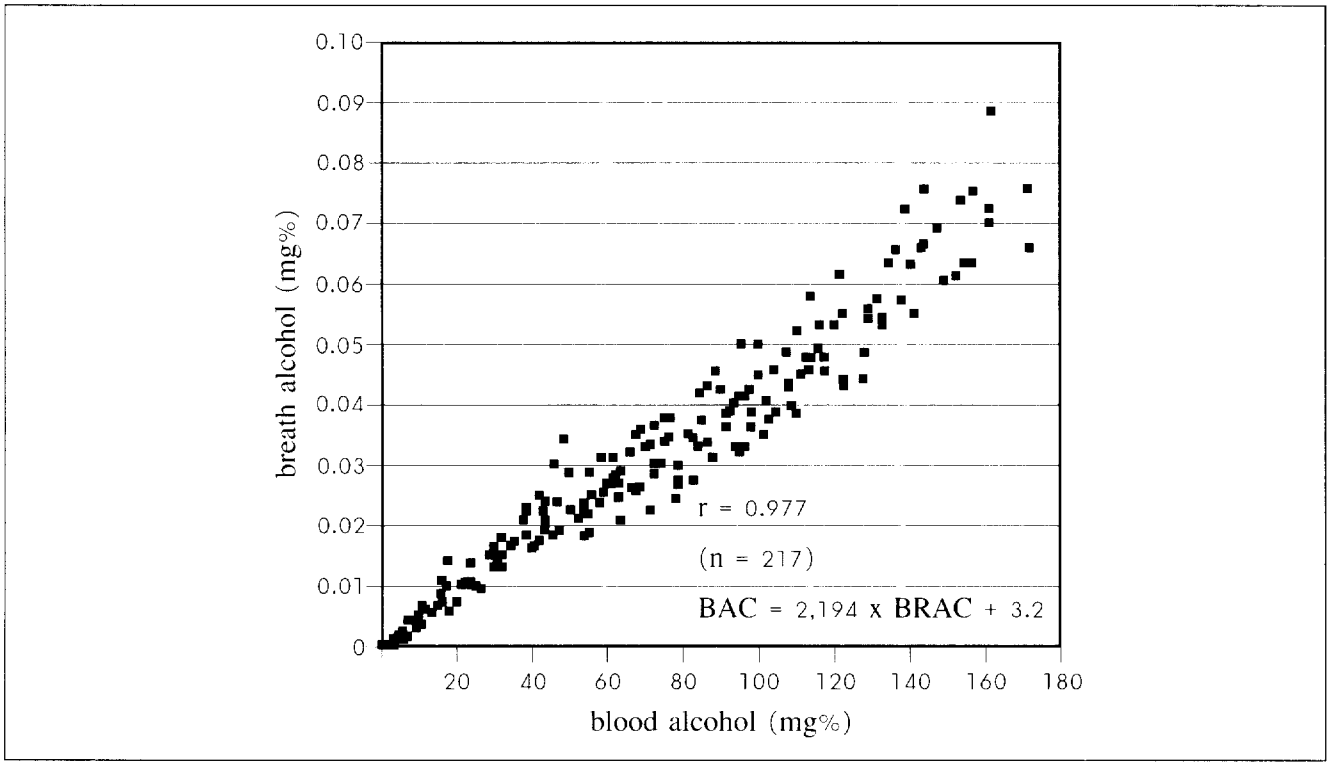
ตารางที่ 1, 2 การเปรียบเทียบระดับแอลกอฮอล์ในเลือด (มก.%) ที่วัดโดยเครื่องตรวจวัดแอลกอฮอล์จากลมหายใจ #1, #2 กับวิธี GC

Br#1	GC		
	> 50	≤ 50	รวม
> 50	6	-	6
≤ 50	8	10	18
รวม	**14**	**10**	**24**

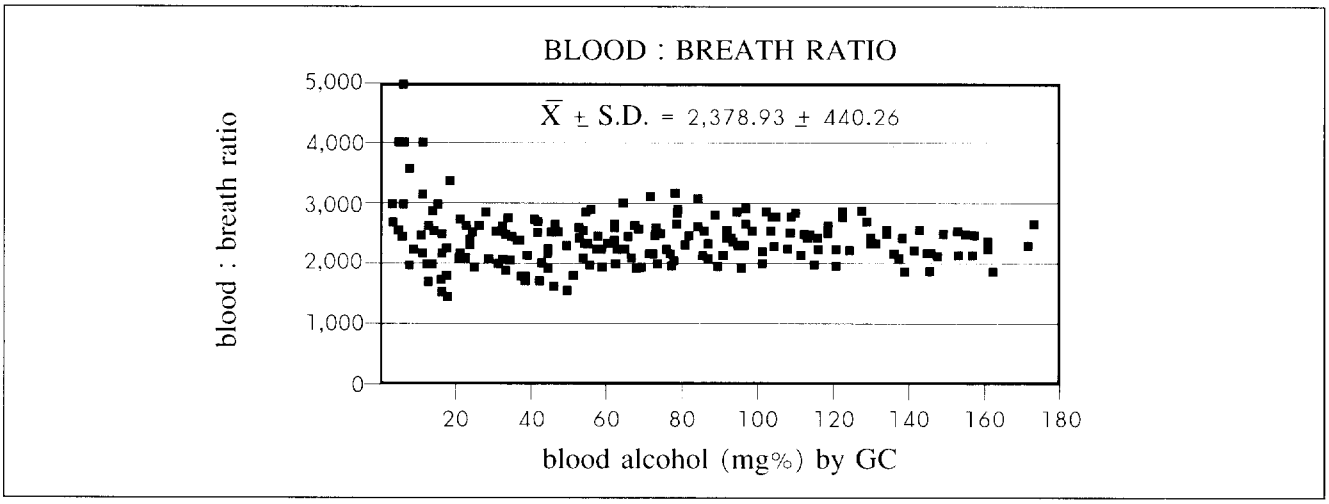
Br#2	GC		
	> 50	≤ 50	รวม
> 50	5	-	5
≤ 50	9	10	19
รวม	**14**	**10**	**24**

ตารางที่ 3 ความเชื่อถือได้ของเครื่องตรวจวัดแอลกอฮอล์จากลมหายใจ

ความเชื่อถือได้	%	
	Br#1	Br#2
1. ความไว (sensitivity)	42.9	35.7
2. ความจำเพาะ (specificity)	100.0	100.0
3. ความถูกต้อง (accuracy)	66.7	62.5
4. ผลบวกปลอม (false positive)	0	0
5. ผลลบปลอม (false negative)	44.4	47.4
6. ผลบวกที่คาดการณ์ (positive predictive value)	100.0	100.0
7. ผลลบที่คาดการณ์ (negative predictive value)	55.6	52.6



รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับแอลกอฮอล์ในลมหายใจกับระดับแอลกอฮอล์ในเลือด



รูปที่ 7 ค่าสัมประสิทธิ์ Blood : Breath Ratio ในกลุ่มประชากรที่ศึกษาระดับแอลกอฮอล์ในเลือด 0-180 มก.%

ค่าสัมประสิทธิ์ Blood : Breath Ratio ในกลุ่มประชากรที่ศึกษา

ค่าเฉลี่ยสัมประสิทธิ์ Blood : Breath Ratio ของประชากรกลุ่มที่ศึกษานี้เท่ากับ 2,379 ดังแสดงในรูปที่ 7

บทสรุป

แอลกอฮอล์เมื่อเข้าสู่ร่างกายจะถูกดูดซึมที่ลำไส้เล็กเข้าสู่กระแสเลือด แอลกอฮอล์ในกระแสเลือดจะผ่านไปที่หัวใจ ปอด และไปถูกดูดซึม (metabolise) ที่ตับ ลมหายใจจากปอดจึงเป็นแหล่งที่สามารถตรวจวัดระดับแอลกอฮอล์ได้นอกเหนือจากการตรวจวัดในเลือดโดยตรง (Dubowski and O'Neill, 1979) และสามารถใช้ระดับแอลกอฮอล์ในลมหายใจออกนี้เป็นตัวบ่งชี้ถึงระดับแอลกอฮอล์ในเลือด หรือระดับความเมา (intoxication) ได้ โดยหาค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในเลือดกับในลมหายใจ (Blood : Breath Ratio) ซึ่งประเทศไทยกำหนดให้ใช้เป็น 2,000 : 1 แม้ว่าการตรวจวัดแอลกอฮอล์จากลมหายใจออกจะเป็นวิธีที่สะดวกและมีความเชื่อถือได้ แต่ก็ต้องพิจารณาถึงองค์ประกอบต่างๆ ของขบวนการดูดซึมสารเข้าสู่กระแสเลือด และขบวนการแลกเปลี่ยนสารในเลือดกับไอของสารในลมหายใจที่ปอดด้วย มีการศึกษาพบว่า Blood : Breath Ratio ในระยะ absorptive state จะสูงกว่าในระยะ postabsorptive state นอกจากนี้ระยะเวลาที่ใช้ในการดูดซึมแอลกอฮอล์ (absorption time) ยังขึ้นอยู่กับลักษณะของการดื่มด้วย การดื่มเพื่อเข้าสังคม (social drinking) จะมีลักษณะที่ใช้เวลาในการดื่มนานเกินกว่า 30 นาที พบว่า absorption time จะสั้น คือระดับแอลกอฮอล์ในเลือดจะขึ้นสูงสุดในระยะเวลาประมาณ 30 นาที หลังจากเริ่มดื่ม (Winek, et al., 1996; Simpson, 1987; Mason and Dubowski, 1988)

งานวิจัยนี้ออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาความเชื่อถือได้ของเครื่องตรวจวัดระดับแอลกอฮอล์ในเลือดจากลมหายใจ และติดตามระดับแอลกอฮอล์ในเลือดหลังจากดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ โดยจำลองสถานการณ์ของการดื่มให้ใกล้เคียงกับการดื่มในสภาพสังคมจริงด้วยการให้อาสาสมัครมาร่วมดื่มกันเป็นกลุ่ม มีความรู้จักคุ้นเคยกันสามารถพูดคุยเย้าแหย่กันได้ มีกับแกล้มและน้ำอัดลมหรือน้ำโซดาสำหรับผสมเครื่องดื่มได้ตามความพอใจ มีวิดีทัศน์ทั้งภาพยนตร์และคาราโอเกะให้ชมระหว่างการทดลอง อาสาสมัครใช้เวลาในการดื่มโดยเฉลี่ย 2 ชั่วโมง และดื่มตามความพอใจและความสามารถในการดื่มของแต่ละคน เริ่มวัดระดับแอลกอฮอล์ในเลือดหลังจากหยุดดื่มไปแล้ว 40 นาที และวัดต่อทุก 40 นาที จนถึง 240 นาที หลังจากหยุดดื่มไปจนเสร็จสิ้นการทดลอง อาสาสมัครสามารถรับประทานอาหาร ของว่าง และเครื่องดื่มที่ไม่มีแอลกอฮอล์ได้ อย่างไรก็ตามก่อนเริ่มการทดลองได้อธิบายประกอบการสาธิตวิธีการเป่า และให้

อาสาสมัครหัดเป่าก่อน และยังเป็นการตรวจวัดแอลกอฮอล์ในเลือดก่อนดื่มเพื่อยืนยันว่าก่อนการทดลองอาสาสมัครไม่มีแอลกอฮอล์ในเลือด หลังจากหยุดดื่ม ก่อนเป่าลมหายใจครั้งแรกได้ให้อาสาสมัครบ้วนปากก่อนเพื่อล้างแอลกอฮอล์ในช่องปากให้หมด

การวัดระดับแอลกอฮอล์ในลมหายใจออกและในเลือดของการทดลองนี้ เป็นการวัดในระยะ postabsorptive state โดยใช้เครื่องตรวจจาก 2 บริษัท คือ Lion-Alcolmeter กับ Alco-Sensor IV ที่ผ่านการทดสอบความถูกต้องโดยเจ้าหน้าที่จากบริษัทมาดำเนินการให้ที่สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์การแพทย์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย การตรวจจากเลือดใช้วิธี Headspace Gas Chromatography ซึ่งสถาบันฯ ได้พัฒนาขึ้น ผลการวิจัยแสดงถึงผลการเปรียบเทียบเครื่องตรวจ แอลกอฮอล์ในลมหายใจออก ของ 2 บริษัท คือ Lion-Alcolmeter กับ Alco-Sensor IV โดยเปรียบเทียบกันเองและเปรียบเทียบกับผลการตรวจเลือดโดยวิธี GC ข้อมูลที่ใช้วิเคราะห์เป็นค่าที่เครื่องตรวจวัดแอลกอฮอล์จากลมหายใจ แสดงผลออกมาให้ในรูปของระดับแอลกอฮอล์ในเลือด โดยกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ Blood : Breath Ratio = 2,000 : 1 ผลการเปรียบเทียบเครื่องทั้งสองโดยวัดตัวอย่างลมหายใจทั้งสิ้น 143 ตัวอย่าง คำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ได้เท่ากับ 0.975 และมีสมการความสัมพันธ์เป็น y = 3.42+0.95x เมื่อ x และ y คือระดับแอลกอฮอล์ในเลือดที่ได้จากเครื่อง Lion-Alcolmeter และ Alco-Sensor IV ตามลำดับ จากสมการความสัมพันธ์นี้แสดงว่าเมื่อใช้เครื่อง Lion-Alcolmeter ตรวจวัดแอลกอฮอล์ในเลือดได้ 50 มก.% เครื่อง Alco-Sensor IV จะวัดได้ 51 มก.% และเมื่อใช้เครื่อง Lion-Alcolmeter ตรวจวัดแอลกอฮอล์ในเลือดได้ 100 มก.% เครื่อง Alco-Sensor IV จะวัดได้ 98 มก.% หรือเมื่อใช้เครื่อง Alco-Sensor IV ตรวจวัดแอลกอฮอล์ในเลือดได้ 50 มก.% เครื่อง Lion-Alcolmeter จะวัดได้ 49 มก.% ข้อมูลนี้เป็นตัวอย่างแสดงความแปรปรวนที่เกิดขึ้นได้จากการวัดไม่ว่าจะเป็นการวัดโดยเครื่องมือใดๆ ในกรณีที่ผลการวัดมีความหมายต่อการตัดสินคดีในทางกฎหมาย ยิ่งต้องมีความระมัดระวังควบคุมให้การวัดมีข้อผิดพลาดน้อยที่สุด ซึ่งอาจทำได้โดยใช้ค่าเฉลี่ยจากการวัดซ้ำโดยใช้เครื่องมือตัวเดิมหรือใช้ 2 เครื่องจากบริษัทเดียวกันหรือต่างบริษัทกัน ในการศึกษานี้ได้นำผลการวัดจากเครื่องทั้งสองมาคำนวณสัดส่วนของค่าความแตกต่างต่อค่าเฉลี่ยของระดับแอลกอฮอล์ในเลือด พบว่ามีความแตกต่างกันโดยเฉลี่ย 9.1% ที่ระดับแอลกอฮอล์ในเลือด 40-60 มก.%

การเปรียบเทียบผลการวัดระดับแอลกอฮอล์ในเลือดโดยการใช้เครื่อง Lion-Alcolmeter และ Alco-Sensor IV ซึ่งเป็นการตรวจวัดแอลกอฮอล์จากลมหายใจออก กับการใช้วิธี GC ซึ่งเป็นการตรวจวัดระดับแอลกอฮอล์ในเลือดโดยตรง พบว่าทั้งสองวิธีมีความสัมพันธ์กันเป็นเส้นตรง มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.977 และ 0.971 ตามลำดับ แสดงว่าสามารถวัดระดับแอลกอฮอล์ในเลือดโดยใช้เครื่องตรวจวัดแอลกอฮอล์ในลมหายใจออกแทนการเจาะเลือดเพื่อตรวจซึ่งเป็นวิธีที่ยุ่งยากกว่าได้

เมื่อนำผลการทดลองมาคำนวณหาความเชื่อถือได้ของเครื่องทั้งสอง โดยเปรียบเทียบกับวิธีมาตรฐานคือวิธี GC ที่ระดับแอลกอฮอล์ในเลือดระหว่าง 40-60 มก.% ซึ่งเป็นค่าบริเวณเกณฑ์ตัดสินผิด-ถูก (มีระดับแอลกอฮอล์ในเลือด > 50 มก.% ขณะขับรถถือว่าผิดกฎหมาย) พบว่าทั้งสองเครื่องมีความจำเพาะ 100% ไม่ให้ผลบวกปลอม และคาดการณ์ผลบวกได้ 100% เครื่อง Lion-Alcolmeter มีความไว 42.9% ให้ผลลบปลอม 44.4% ผลลบที่คาดการณ์ 55.6% เครื่อง Alco-Sensor IV มีความไว 35.7% ให้ผลลบปลอม 47.4% นั่นคือ เมื่อใช้เครื่องตรวจวัดแอลกอฮอล์จากลมหายใจตรวจผู้ขับขี่แล้วพบว่ามีแอลกอฮอล์ในเลือดเกินกว่า 50 มก.% แสดงว่ามีแอลกอฮอล์ในเลือดเกินกว่า 50 มก.% จริง แต่เมื่อใช้เครื่องตรวจวัดแอลกอฮอล์จากลมหายใจตรวจแล้วพบว่ามีแอลกอฮอล์ในเลือดไม่เกิน 50 มก.% ดังนั้นจะมีผู้ขับขี่ประมาณครึ่งหนึ่งที่มีแอลกอฮอล์ในเลือดเกินกว่า 50 มก.%

เครื่องตรวจวัดแอลกอฮอล์ในลมหายใจออกที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ทั้งสองเครื่องมีลักษณะการทำงานเหมือนกัน คือ กำหนดปริมาตรลมหายใจที่ผ่านเข้าเครื่องไว้ 1.5 ลิตร เพื่อเป็นการวัดแอลกอฮอล์ในลมหายใจจากปอดจริงๆ (deep lung air) และถ้าผู้เป่าไม่สามารถเป่าลมหายใจออกได้ตามปริมาตรที่กำหนด เครื่องจะไม่ทำงานต่อและจะส่ง

สัญญาณเตือนให้เป่าใหม่ คุณสมบัติข้อนี้ถือเป็นข้อดี เพราะผู้ใช้เครื่องไม่จำเป็นต้องมีประสบการณ์หรือต้องรับการอบรมการใช้เครื่องมาอย่างดี นอกจากนั้นเครื่องมือยังมีน้ำหนักเบา พกพาได้สะดวก ใช้เวลาในการตรวจน้อย เหมาะสำหรับการทำงานภาคสนาม

ระดับแอลกอฮอล์ในเลือดที่วัดได้จากเครื่อง Lion-Alcolmeter เมื่อมาคำนวณกลับไปเป็นระดับแอลกอฮอล์ในลมหายใจ แล้วใช้ระดับแอลกอฮอล์ในลมหายใจนี้เปรียบเทียบกับระดับแอลกอฮอล์ในเลือดที่ตรวจโดยวิธี GC คำนวณค่าสัมประสิทธิ์ Blood : Breath Ratio ในกลุ่มประชากรที่ศึกษาได้โดยเฉลี่ยเท่ากับ 2,379 : 1 ซึ่งใกล้เคียงกับผลการศึกษาของ Entiknap และ Wright (2,367 : 1) และ Jones (2,367 : 1) (Alobaidi, et al., 1976; Entiknap, and Wright, 1966; Jones, 1974) ค่าสัมประสิทธิ์ Blood : Breath Ratio ที่กำหนดใช้ในแต่ละประเทศจะแตกต่างกัน ไป เนื่องจากความแตกต่างของกระบวนการเปลี่ยนแปลงแอลกอฮอล์ในร่างกาย (pharmacokinetics : absorption, distribution, metabolism) แม้แต่ในคนเดียวกัน ค่าสัมประสิทธิ์ Blood : Breath Ratio ในช่วงระหว่างการดูดซึมแอลกอฮอล์เข้าสู่กระแสเลือด (absorptive state) กับในช่วงหลังการดูดซึม (postabsorptive state) ก็แตกต่างกัน (Dubowski, 1985) ในแต่ละประเทศควรศึกษาเพื่อให้ได้ค่าสัมประสิทธิ์ Blood : Breath Ratio ที่ถูกต้องเหมาะสมสำหรับประชากรของตน

ข้อเสนอแนะ

1. ทดลองใช้การตรวจวัดแอลกอฮอล์ในลมหายใจออกในภาคสนามโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาค่าความผิดพลาดจากการวัด (measurement error) และหามาตรการลดความผิดพลาดดังกล่าว

2. เปรียบเทียบการตรวจวัดแอลกอฮอล์ในลมหายใจออกกับแอลกอฮอล์ในเลือดในประชากรไทย โดยใช้ขนาดตัวอย่างที่มากขึ้น เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ Blood : Breath Ratio ที่ถูกต้องเหมาะสม

เอกสารอ้างอิง

1. *กฎกระทรวง ฉบับที่ 16.* ออกตามความในพระราชบัญญัติจราจรทางบก พ.ศ. 2522. ลงวันที่ 15 พฤศจิกายน 2537.
2. คณะทำงานวิจัยสุรา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. *สุรากับสังคมไทย: ข้อสนเทศและผลงานวิจัย ความรู้ ทัศนคติ การดื่ม และแนวทางแก้ไข.* บทความวิชาการโดยความร่วมมือของสถาบันวิจัยสังคม สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์การแพทย์ และวิทยาลัยการสาธารณสุข จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กันยายน พ.ศ. 2537.
3. จักรกริศน์ กนกกัณฑพงษ์; สุจิตรา ลีลาวัลย์. (2524) ผลของสุราต่อการขับรถ-อุบัติเหตุจราจร. *วิศวกรรมสาร* 34 (1), 69-74.
4. จินดา โสมนัส. (2536) *สุรากับผลต่อสุขภาพและสังคม.* รายงานของคณะผู้เชี่ยวชาญสุราที่เกี่ยวข้องกับอุบัติเหตุยานยนต์. โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก, กรุงเทพมหานคร.
5. พระราชบัญญัติจราจรทางบก ฉบับที่ 4. *ราชกิจจานุเบกษา.* เล่มที่ 109 ตอนที่ 39. ลงวันที่ 6 เมษายน 2535.
6. *ภาควิชานิติเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล. สถิติผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุจราจรทางบก พ.ศ. 2530-2535.*
7. วราพรรณ ด่านอุตรา; ศศิธร แจ่มถาวร; สมชาย อิสระวาณิชย์; อนุสรณ์ รังสิโยธิน; วิไล ชินเวชกิจวานิชย์; ชนิดา พลานุเวช. (2536) *การศึกษาปัจจัยทางสังคมและพฤติกรรมของผู้ประสบอุบัติเหตุจากการจราจรทางบกในเขตกรุงเทพมหานครที่สัมพันธ์กับอัตราเสี่ยงที่เกิดจากการเสพของมึนเมา.* โครงการวิจัยของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์การแพทย์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทุนวิจัยงบประมาณแผ่นดิน (อยู่ในระหว่างการเขียนรายงาน).

8. สถาบันนิติเวชวิทยา กรมตำรวจ. (2536) *การหาค่าระดับต่ำสุดของแอลกอฮอล์ในเลือดคนไทยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของภาวะประสาท.* รายงานของคณะผู้เชี่ยวชาญสุราที่เกี่ยวข้องกับอุบัติเหตุยานยนต์. โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก, กรุงเทพมหานคร.

9. Alobaidi, T.A.A.; Hill, D.W.; Payne, J.P. (1976) Significance of variations in blood : breath partition coefficient of alcohol. *Br Med J* 2, 1479-1481.

10. Biasotti, A.A. (1984) The role of the forensic scientist in the application of chemical tests for alcohol in traffic law enforcement. *J Forensic Sci* 29(4), 1164-1172.

11. Christmore, D.S.; Kelly, R.C.; Doshier, L.A. (1984) Improved recovery and stability of ethanol in automated headspace analysis. *J Forensic Sci* 29(4), 1038-1044.

12. Dubowski, K.; O'Neill, B. (1979) The blood/breath ratio of ethanol. *Clin Chem* 25, 1144.

13. Dubowski, K. (1985) Absorption, distribution and elimination of alcohol: highway safety aspects. *J Stud Alcohol* 10(suppl.), 98-108.

14. Emerson, V.J.; Holleyhead, R.; Isaaes, D.J.; Fuller, N.A.; Hunt, D.J. (1980) The measurement of breath alcohol. *J Forensic Sci Soc* 20, 1-70.

15. Entiknap, J.P.; Wright, B.M. (1966) *Proceedings of the 4th International Conference on Alcohol and Traffic Safety.* Indiana University, Blooming, Indiana.

16. Jones, A.W. (1974) *Ph.D. Thesis.* University of Wales, Institute of Science and Technology, United Kingdom.

17. Jones, A.W. (1978) Variability of the blood: breath ratio in vivo. *J Stud Alcohol* 39, 1931-1939.

18. Jones, A.W. (1992) Blood and breath alcohol concentrations. *Br Med J* 305, p 995.

19. Mason, M.F.; Dubowski, K.M. (1988) *Medicological aspects of alcohol determination in biological specimens.* Garriott, J.C., editor. PSG publishing Co., Littleton, MA.

20. Mendenhall, C.L.; MacGee, J.; Green, E.S. (1980) Simple rapid and sensitive method for the simultaneous quantitation of ethanol and acetaldehyde in biological materials using head-space gas chromatography. *J Chromatogr Sci* 190(1), 197-200.

21. Senkowski, C.M.; Thomson, K.A. (1990) The accuracy of blood alcohol analysis using headspace gas chromatography when performed on clotted samples. *J Forensic Sci* 35(1), 176-180.

22. Simpson, G. (1987) Accuracy and precision of breath alcohol measurements for subjects in the absorption state. *Clin Chem* 33(6), 753-756.

23. Simpson, G. (1989) Do breath tests really underestimate blood alcohol concentration? *J Anal Toxicol.* 13, 120-123.

24. Winek, C.L.; Wahba, W.W.; Dowdell, J.L. (1996) Determination of absorption time of ethanol in social drinkers. *Forensic Sci.Int.* 77, 169-177.