การศึกษาเปรียบเทียบปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์ในลมหายใจ เลือด และ ปัสสาวะ ในช่วงเวลาก่อนและหลังการออกกำลังกาย

โดย

นางสาวศิริพร ป้อมใย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2551

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

การศึกษาเปรียบเทียบปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์ในลมหายใจ เลือด และ ปัสสาวะ ในช่วงเวลาก่อนและหลังการออกกำลังกาย

โดย
นางสาวศิริพร ป้อมใย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2551
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

A COMPARISON OF ALCOHOL LEVEL IN BREATH BLOOD AND URINE BEFORE AND AFTER EXERCISE.

By

Siriporn Pomyai

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree

MASTER OF SCIENCE

Program of Forensic Science

Graduate School

SILPAKORN UNIVERSITY

2008

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร อนุมัติให้วิทยานิพนธ์เรื่อง “ การศึกษาเปรียบเทียบปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์ในลมหายใจ เลือด และปัสสาวะในช่วงเวลาก่อนและหลังการออกกำลังกาย ” เสนอโดย นางสาวศิริพร ป้อมใย เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์

…….....

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย ชินะตังกูร)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่.....เดือน..... พ.ศ.....

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

1. พันตำรวจโทณภพ ชุณหกรรณ์
2. รองศาสตราจารย์พันตำรวจเอกหญิง ดร.พัชรา สินลอยมา

คณะกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ พันตำรวจเอกสันติ์ สุขวัจน์)

...../...../.....

..... กรรมการ

(อาจารย์อรทัย เขียวพุ่ม)

...../...../.....

..... กรรมการ ..... กรรมการ

(พันตำรวจโทณภพ ชุณหกรรณ์) (รองศาสตราจารย์พันตำรวจเอกหญิง ดร.พัชรา สินลอยมา)

...../...../..... ...../...../.....

49312330 : สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์
คำสำคัญ : แอลกอฮอล์ / เลือด / ปัสสาวะ

ศิริพร ป้อมใย : การศึกษาเปรียบเทียบปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์ในลมหายใจ เลือดและปัสสาวะ ก่อนและหลังการออกกำลังกาย. อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : พ.ต.ท.ณภพ ชุณหกรรณ์ และ รศ. พ.ต.อ.หญิง ดร.พัชรา สินลอยมา. 72 หน้า.

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณการวัดระดับแอลกอฮอล์ จากลมหายใจ เลือด และปัสสาวะก่อนและหลังการออกกำลังกาย โดยทำการทดลองกับอาสาสมัครจำนวน 25 คน แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 ให้อาสาสมัครดื่มเครื่องดื่มผสมแอลกอฮอล์แล้วทำการวัดระดับแอลกอฮอล์ จากลมหายใจ เลือด และปัสสาวะ หลังจากการหยุดดื่มเป็นเวลา 15 นาที และครั้งที่ 2 ให้อาสาสมัครดื่มเครื่องดื่มผสมแอลกอฮอล์แล้วให้ออกกำลังกายโดยวิ่งบนเครื่องออกกำลังกายนาน 5 นาที แล้วจึงทำการวัดปริมาณแอลกอฮอล์ด้วยวิธีการเดียวกัน

ผลการทดลองพบว่า การออกกำลังกายหรือไม่ออกกำลังกาย ค่าที่ตรวจวัดระดับแอลกอฮอล์ได้สูงที่สุด คือ ลมหายใจ รองลงมา คือ เลือด และปัสสาวะตามลำดับ ในการเปรียบเทียบปริมาณแอลกอฮอล์ก่อนและหลังการออกกำลังกายพบว่าปริมาณแอลกอฮอล์จากลมหายใจมีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 ส่วนเลือดและปัสสาวะไม่มีความแตกต่างกัน

สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ปีการศึกษา 2551

ลายมือชื่อนักศึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์1. ..... 2.….....

49312330 : MAJOR : FORENSIC SCIENCE
KEY WORDS : ALCOHOL / BLOOD / URINE
SIRIPORN POMYAI : A COMPARISION OF ALCOHOL LEVEL IN BREATH BLOOD AND URINE BEFOR AND AFTER EXERCISE. THESIS ADVISORS : POL.LT.COL. NAPOP CHUNHAKAN AND ASSOC. PROF.POL.COL. PATCHARA SINLOYMA, Ph.D. 72 pp.

This experimental research is to compare the alcohol detected in breath blood and urine before and after exercise. The 25 volunteers had been subjected to 2 sets of alcohol detection. First 15 minutes after consuming a can of beer then detected the alcohol from all 3 sources. Secondly after 3 days without consuming any alcohol, the individual from the same group of volunteers then subjected to the set of alcohol detections after drinking a can of beer and 5 minutes fast walking

The result of this research showed that the exercise had no effect to the alcohol detection of blood and urine but the result of alcohol detection of breath analyzer showed significant difference at 0.01.

Program of Forensic Science Graduate School, Silpakorn University Academic Year 2008

Student's signature ..……..…..

Thesis Advisors' signature 1. ……..…… 2. ……..……..…..

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยเรื่อง การศึกษาเปรียบเทียบปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์ในลมหายใจ เลือด และปัสสาวะในช่วงเวลาก่อนและหลังการออกกำลังกาย สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีเพราะได้รับความกรุณาและความร่วมมือช่วยเหลือจากบุคคลหลายท่านที่ได้กรุณาสละเวลาให้ความรู้ ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นที่มีคุณค่าและเป็นประโยชน์กับงานวิจัยเป็นอย่างยิ่ง ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ พ.ต.ท. ณภพ ชุณหกรรณ์ และ รศ. พ.ต.อ.หญิง ดร.พัชรา สินลอยมา ที่ได้กรุณาเป็นที่ปรึกษาและให้คำแนะนำตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีคุณค่าและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

นอกจากนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รศ. พ.ต.อ.สันติ์ สุขวัจน์ และ อ.อรทัย เขียวพุ่ม ที่กรุณาสละเวลาและให้คำแนะนำทำให้วิทยานิพนธ์มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น รวมทั้งอาจารย์ทุกท่านที่ให้ความรู้ต่าง ๆ และอาสาสมัครผู้ที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บรวบรวมข้อมูลทุกท่าน

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณ บิดา มารดา ครู อาจารย์ทุกท่านที่ให้การสนับสนุนช่วยเหลือและเป็นกำลังใจในการศึกษามาโดยตลอด และขอขอบคุณผู้ที่มิได้เอ่ยนามมา ณ ที่นี้ ซึ่งมีส่วนช่วยเหลือจนวิทยานิพนธ์นี้ประสบผลสำเร็จไปได้ด้วยดี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ญ

บทที่

1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

สมมติฐานของการวิจัย 2

ขอบเขตของการวิจัย 2

ข้อจำกัดที่ใช้ในการวิจัย 2

นิยามศัพท์เฉพาะ 3

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย 3

กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย 3

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย 4

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5

ความสัมพันธ์ของระบบต่าง ๆ ในร่างกาย 5

ระบบการหายใจ 8

การทำงานของไต 11

การทำงานของตับ 13

เลือด 15

ปัสสาวะ 17

การออกกำลังกาย 19

การหายใจภาวะพิเศษ 25

ประวัติการศึกษาแอลกอฮอล์ 26

วิธีตรวจวิเคราะห์หาระดับแอลกอฮอล์ในเลือด 35

หลักการพื้นฐานของเครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์ 36

บทที่		หน้า
	หน่วยวัดปริมาณแอลกอฮอล์	41
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	44
3	วิธีดำเนินการวิจัย	51
	ขั้นตอนการทดลอง	51
	การเก็บตัวอย่าง	54
	เครื่องมือและสารเคมี	54
	อุปกรณ์	55
	สารเคมี	55
	สารมาตรฐาน	55
	การเตรียมตัวอย่างในการวิเคราะห์	57
	ขั้นตอนในการตรวจวิเคราะห์	57
	ความปลอดภัย	58
	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ผล	59
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	60
	ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง	60
	ผลการวิเคราะห์ระดับแอลกอฮอล์ตกค้างใน ลมหายใจ เลือด และปัสสาวะ	61
	ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการขจัดแอลกอฮอล์ตกค้างในร่างกาย	65
5	สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	67
	สรุปผลการวิจัย	67
	อภิปรายผล	68
	ข้อเสนอแนะ	69
	ข้อเสนอแนะจากการวิจัย	69
	ข้อเสนอแนะจากการวิจัยครั้งต่อไป	69
บรรณานุกรม		70
ประวัติผู้วิจัย		72

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงองค์ประกอบของน้ำปัสสาวะในคนปกติ.....	19
2	วิวัฒนาการของเทคนิคการวัดปริมาณแอลกอฮอล์ในร่างกาย.....	28
3	แสดงระดับแอลกอฮอล์ในเลือดกับอาการแสดงของผู้ดื่มสุรา.....	34
4	แสดงความสัมพันธ์ของระดับแอลกอฮอล์ในเลือดกับโอกาสเกิดอุบัติเหตุจราจร	35
5	ค่าสัมประสิทธ์ในการแปลงค่าปริมาณ แอลกอฮอล์ในเลือด	39
6	แสดงหน่วยวัดปริมาณแอลกอฮอล์ในลมหายใจ.....	43
7	แสดงหน่วยวัดปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือด.....	44
8	การวิเคราะห์หาปริมาณแอลกอฮอล์ด้วยเครื่อง GC	58
9	ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง.....	61
10	แสดงปริมาณแอลกอฮอล์ตกค้างในร่างกายจำแนกตามวิธีการออกกำลังกายและชนิดของตัวอย่าง ลมหายใจ เลือด และปัสสาวะ.....	63
11	แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณแอลกอฮอล์ตกค้างในร่างกายจำแนกตามวิธีการออกกำลังกายและชนิด ของตัวอย่าง ลมหายใจ เลือด และปัสสาวะ	64
12	แสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการขจัดแอลกอฮอล์ตกค้างในร่างกาย..	66

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงกระบวนการเผาผลาญอาหาร (Metabolism)	7
2	การทำงานของหัวใจและปอด	9
3	การฟอกเลือดของปอด	9
4	เราหายใจได้อย่างไร	10
5	การทำงานของไต	12
6	กระบวนการเกิดปัสสาวะ	13
7	การทำงานของตับ	14
8	ส่วนประกอบของเลือด	16
9	โครงสร้างของแอลกอฮอล์	30
10	เส้นทางเดินของแอลกอฮอล์ภายในทางเดินอาหาร	31
11	Pathways of alcohol (ethanol) metabolism in man. ADM, MEOS, SER	32
12	แสดงขั้นตอนการเกิดอาการแฮงค์ (Hangover)	33
13	แสดงการแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์	37
14	ความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในลมหายใจ	37
15	แสดงการอธิบายกฎของเฮนรี่(HENRY'S LAW)	38
16	แสดงองค์ประกอบที่สำคัญของเครื่อง GC	40
17	แสดงการทำงานของ Fuel cell	42
18	อาสาสมัครทำการออกกำลังกาย โดยการวิ่งบนเครื่องออกกำลังกาย	52
19	การตรวจวัดแอลกอฮอล์โดยการเป่าลมหายใจ	53
20	การเจาะเลือดและเก็บปัสสาวะของอาสาสมัคร	54
21	ตัวอย่างเลือดและปัสสาวะจากอาสาสมัครทั้ง 2 กลุ่ม	55
22	เครื่องวัดระดับแอลกอฮอล์ในเลือดLion Alcolmeter SD หมายเลข 056055 D.	56
23	เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟ (GC)ชนิด capillary column ยี่ห้อ Hewlett Packard รุ่น HP 6890 Series	56

บทที่ 1

บทนำ

1.ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันการบริโภคเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ในสังคมไทยมีแนวโน้มสูงขึ้น กล่าวคือ พ.ศ.2543 คนไทยบริโภคแอลกอฮอล์บริสุทธิ์ต่อหัวเท่ากับ 13.59 ลิตร โดยมีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างชัดเจนในช่วง 10 ปี เกือบ 1 เท่า เมื่อเทียบกับปี 2533 ที่คนไทยบริโภคเฉลี่ยต่อหัวเพียง 7.46 ลิตร การบริโภคเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์อย่างไม่ถูกต้องจะทำให้ผู้บริโภคขาดความรับผิดชอบทั้งต่อตัวเองและผู้อื่น เป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดโรคและการบาดเจ็บ (ศูนย์ข้อมูลโรคไม่ติดต่อ สำนักโรคไม่ติดต่อ กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข : 2543)

จากสถิติการบาดเจ็บและเสียชีวิตจากการดื่มแอลกอฮอล์สำนักงานระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค การดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ก่อนการขับขี่ยวดยานเทศกาลเป็นสาเหตุสำคัญในการเกิดอุบัติเหตุ โดยเฉพาะช่วงเทศกาลสงกรานต์ พบว่าเป็นสาเหตุอันดับ 1 ของการเกิดอุบัติเหตุหรือกว่าครึ่งของจำนวนอุบัติเหตุทั้งหมดมาจากการเมาสุรา 40.7% จากข้อมูลผู้บาดเจ็บรุนแรง(IS) พบผู้บาดเจ็บรุนแรง เพศชายร้อยละ 72 หญิงร้อยละ 28 เป็นผู้ขับขี่ร้อยละ 66.9 โดยเป็นผู้ขับขี่ที่ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ก่อนการขับขี่ร้อยละ 48.5 (รายงานการเฝ้าระวังทางระบาดวิทยาประจำสัปดาห์ : 2552) การดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์เป็นส่วนผสมแล้วขับยานพาหนะจึงมีส่วนให้เกิดอุบัติเหตุทางการจราจร เนื่องจากฤทธิ์ของแอลกอฮอล์จะทำให้ความสามารถของผู้ขับขี่ยานพาหนะลดลง สมองมีการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นช้าลง การตัดสินใจช้าลง ความสามารถของสายตาลดลง ทำให้มีโอกาสเกิดอุบัติเหตุสูงกว่าผู้ที่ไม่ได้ดื่มแอลกอฮอล์ ตามประกาศกระทรวงมหาดไทยฉบับที่ 16 (พ.ศ.2527) ออกตามความในพระราชบัญญัติจราจรทางบก พ.ศ.2522 แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติจราจรทางบก พ.ศ.2535 กำหนดให้มีการทดสอบว่าผู้ขับขี่เมาสุราหรือไม่ โดยการวัดระดับแอลกอฮอล์ในเลือดของผู้ขับขี่ หากผู้ขับขี่มีเอทิลแอลกอฮอล์ในเลือดเกิน 50 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ถือว่าเมาสุรา

จากการศึกษาเรื่อง “ระดับแอลกอฮอล์ในอาสาสมัครไทยหลังดื่มแอลกอฮอล์ 1 แก้วมาตรฐาน” ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณแอลกอฮอล์ที่วัดได้ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กฎหมายกำหนด คือ ต่ำกว่า 50 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ โดยเฉลี่ยผู้หญิงจะมีปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือดสูงกว่าผู้ชายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือดมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับ

น้ำหนักตัวการดื่มหลังอาหารมื้อหนักทันทีจะทำให้ปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือดต่ำมากในอาสาสมัครทุกราย แต่การดื่มพร้อมกับแกล้มหรือการเจือจางเหล้าด้วยโซดายังคงให้ค่าแอลกอฮอล์ในเลือดสูง (วีรวรรณ และคณะ : 2550)

จากข้อมูลการศึกษานี้ ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาปัจจัยที่มีผลในการตรวจหาปริมาณแอลกอฮอล์ในร่างกาย โดยผู้วิจัยศึกษาปริมาณแอลกอฮอล์ในลมหายใจ เลือด และปัสสาวะของกลุ่มอาสาสมัครที่ไม่มีการออกกำลังกายเปรียบเทียบกับกลุ่มอาสาสมัครที่มีการออกกำลังกาย ซึ่งกลุ่มอาสาสมัครทั้งสองกลุ่มนี้ถูกควบคุมให้เป็นคนเดียวกัน

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์ในลมหายใจ เลือด และปัสสาวะ ในช่วงเวลาก่อนและหลังการออกกำลังกาย

3. สมมุติฐานของการศึกษา

การออกกำลังกายมีผลต่อการตรวจวัดปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์ในร่างกาย

4. ขอบเขตของการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ทำการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์ในลมหายใจ เลือด และปัสสาวะ ในช่วงเวลาก่อนและหลังการออกกำลังกาย ซึ่งทำการเก็บตัวอย่างจากกลุ่มอาสาสมัครป้องกันภัยฝ่ายพลเรือน (อปภร.)ในจังหวัดอุทัยธานี จำนวน 25 คน โดยให้กลุ่มอาสาสมัครดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ประเภทเบียร์ ซึ่งเป็นยี่ห้อเดียวกัน ในปริมาณ 325 มิลลิลิตร ประมาณเบียร์ 1 ขวดเล็ก ให้อาสาสมัครดื่มภายในเวลา 5 นาที และหลังจากหยุดดื่ม 15 นาที ทำการตรวจวัดปริมาณแอลกอฮอล์จากลมหายใจ เลือด และปัสสาวะ ตัวอย่างที่ได้นี้เป็นตัวอย่างของครั้งที่ไม่ ออกกำลังกาย

ในการตรวจวัดปริมาณแอลกอฮอล์ครั้งที่ออกกำลังกาย ชนิดของเครื่องดื่ม ระยะเวลาในการดื่ม เหมือนกับครั้งการออกกำลังกายเช่นกัน แต่หลังจากหยุดดื่มเป็นเวลา 15 นาทีแล้ว ให้อาสาสมัครทำการออกกำลังกายประเภทการเดินเร็ว โดยใช้เครื่อง Health Strem รุ่น T 806 กำหนดอัตราความเร็วและระยะทาง 6 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เป็นเวลา 5 นาที เท่ากันทุกคน หลังจากนั้นทำการตรวจวัดปริมาณแอลกอฮอล์ จากลมหายใจ เลือด และปัสสาวะ เช่นเดียวกัน ซึ่งการเก็บตัวอย่างทั้ง 2 ครั้งนี้ ห่างกันเป็นเวลา 3 และไม่ให้อาสาสมัครดื่มแอลกอฮอล์อีกในช่วงระยะเวลา 3 วัน

5. ข้อจำกัดในการวิจัย

5.1 ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้มีข้อจำกัดคือไม่ได้นำข้อมูลทั่วไปของอาสาสมัคร ได้แก่ เพศ อายุ น้ำหนักตัว และระยะเวลาที่อาสาสมัครรับประทานอาหารในมื้อสุดท้าย มาใช้ในการวิเคราะห์

5.2 เนื่องความทนทานในการออกกำลังกายและการเจาะเลือดของอาสาสมัครที่แตกต่างกัน จึงกำหนดระยะเวลาในการออกกำลังกายและการเจาะเลือดเพียง 1 ครั้ง

6. นิยามศัพท์เฉพาะ

เอทิลแอลกอฮอล์ (Ethyl Alcohol) หมายถึง ส่วนประกอบที่สำคัญของสุราเถื่อนและสุราถูกกฎหมาย ประโยชน์ คือดื่มแล้วใช้ผ่อนคลายประสาท ทำให้รู้สึกสบาย ระงับปวดและใช้ทาผิวหนังเพื่อฆ่าเชื้อโรค โทษ คือ เมื่อดื่มมากทำให้ขาดสติ ถ้าดื่มเป็นประจำทำไห้เกิดโรคพิษสุราเรื้อรัง นอกจากนี้ยังเกิดพิษต่อตับ อาจทำให้เกิดถึงแก่ความตายได้

การออกกำลังกาย หมายถึง การเดินบนสายพานของเครื่องออกกำลังกาย ด้วยความเร็วคงที่ 6 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

เครื่องตรวจวัดแอลกอฮอล์ หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ตรวจวัดปริมาณแอลกอฮอล์ในลมหายใจ โดยมีหน่วยเป็น มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์

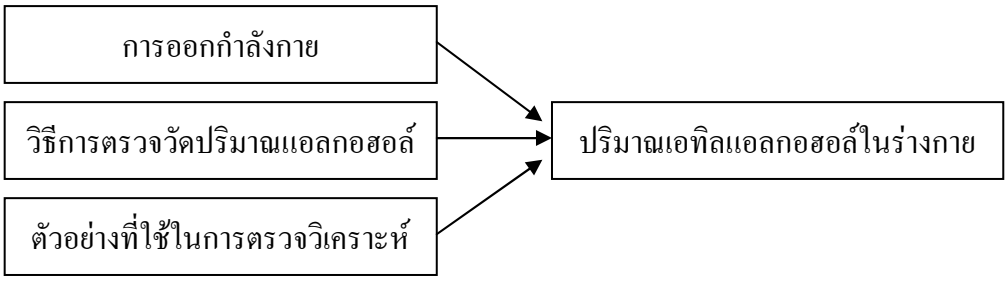
เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟ (GC) หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์

7. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การออกกำลังกาย, วิธีในการตรวจวัดปริมาณแอลกอฮอล์, ตัวอย่างที่ใช้ในการตรวจวิเคราะห์

ตัวแปรตาม ได้แก่ ปริมาณแอลกอฮอล์ที่ตรวจวัดได้

8. กรอบแนวคิดในการวิจัย



แผนภูมิที่1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

9. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

9.1 สามารถบอกปริมาณแอลกอฮอล์ในลมหายใจ เลือด และปัสสาวะภายหลังการออกกำลังกาย

9.2 เพื่อให้ทราบถึงปัจจัยที่มีผลต่อการตรวจวัดปริมาณแอลกอฮอล์

9.3 เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการวิจัยของสิ่งส่งตรวจทั้ง 3 ชนิด

10. สถานที่ในการทำการวิจัย

ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ จังหวัดนครสวรรค์

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัยเรื่อง การศึกษาเปรียบเทียบปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์ในลมหายใจ เลือด และปัสสาวะในช่วงเวลาก่อนและหลังการออกกำลังกาย ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. ความสัมพันธ์ของระบบต่าง ๆ ในร่างกาย
2. ระบบการหายใจ
3. การทำงานของไต
4. การทำงานของตับ
5. เลือด
6. ปัสสาวะ
7. การออกกำลังกาย
8. การหายใจภาวะพิเศษ
9. ประวัติการศึกษาแอลกอฮอล์
10. วิธีการตรวจหาระดับแอลกอฮอล์ในเลือด
11. หลักการพื้นฐานของเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์
12. ชนิดของเครื่องวัดปริมาณแอลกอฮอล์
13. หน่วยวัดปริมาณแอลกอฮอล์
14. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ความสัมพันธ์ของระบบต่างๆในร่างกาย

ร่างกายมนุษย์ประกอบด้วยระบบต่าง ๆ การทำงานของอวัยวะจะทำงานสัมพันธ์กันอย่างเป็นระบบ เช่น ระบบย่อยอาหาร ประกอบด้วยอวัยวะหลายอวัยวะ ซึ่งอวัยวะบางอวัยวะไม่มีสารย่อยแต่เกี่ยวข้องกับระบบย่อยอาหาร ระบบหมุนเวียนเลือดในร่างกาย อวัยวะที่เกี่ยวข้อง คือ หัวใจ เส้นเลือด การหดและการขยายตัวของเส้นเลือดตามจังหวะการเต้นของหัวใจ

ระบบหายใจ การหายใจของมนุษย์มีผลต่อการแลกเปลี่ยนแก๊สในถุงลมปอด ซึ่งประกอบด้วยอวัยวะต่างๆ คือ จมูก ปอด ถุงลม กล้ามเนื้อ กะบังลม และซี่โครง

ระบบขับถ่ายจะมีอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการขับถ่ายของเสียในรูปของเหลว คือ ไต และผิวหนังในรูปของแก๊ส คือ ปอด ในรูปของของแข็ง คือ ลำไส้ใหญ่

ในขณะออกกำลังกาย ร่างกายต้องใช้พลังงานมาก จึงต้องการแก๊สออกซิเจน และสารอาหารเพิ่มมากขึ้น เพื่อใช้ในกระบวนการเปลี่ยนแปลงสารอาหารให้เกิดพลังงาน ระบบหายใจจึงต้องทำงานหัก เราจึงหายใจถี่และเร็วเพื่อนำออกซิเจนเข้าสู่ร่างกาย และนำคาร์บอนไดออกไซด์ออกไป การหมุนเวียนเลือดในร่างกายก็จะเป็นไปอย่างรวดเร็ว หัวใจจะเต้นเร็วเพื่อสูบฉีดเลือดให้ทันต่อความต้องการของร่างกาย ของเสียในรูปของเหลวก็จะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ระบบขับถ่ายของร่างกายก็จะขับเหงื่อออกจำนวนมาก หลังจากออกกำลังกายก็จะรู้สึกหิว และกระหายน้ำ เราจึงต้องดื่มน้ำและกินอาหาร ส่งผลให้ระบบย่อยอาหารต้องทำงานต่อไป การทำงานของระบบต่างๆ ทำงานสัมพันธ์กันอย่างต่อเนื่อง หากระบบใดระบบหนึ่งบกพร่องไปร่างกายก็จะอ่อนแอส่งผลต่อสุขภาพได้

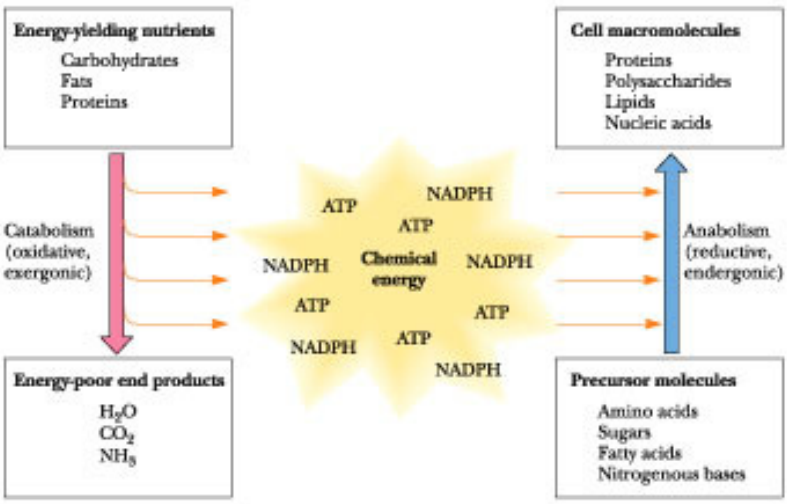
กระบวนการเผาผลาญอาหาร (Metabolism)

หมายถึง ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในร่างกาย ภายในเซลล์เพื่อซ่อมแซมหรือเสริมสร้างเซลล์ใหม่ขึ้นมา และสร้างพลังงานให้เซลล์ทำหน้าที่ของมัน ปฏิกิริยานี้ถูกควบคุมโดยต่อมไร้ท่อซึ่งจะขับฮอร์โมนเข้าสู่กระแสเลือดพาไปสู่ส่วนต่างๆของร่างกาย กระบวนการนี้แบ่งออกเป็น

1. Catabolism หมายถึง กระบวนการเผาผลาญสารอาหารให้สลายตัวเป็นสารเล็กๆ ก่อนที่จะเกิดพลังงาน 2 ลักษณะ คือ พลังงานที่ก่อให้เกิดความร้อน กับ พลังงานที่จะใช้งาน สารเคมีต่างๆที่เกิดจากการสลายตัวนี้ หากร่างกายไม่ต้องการก็จะถูกขับออกมานอกร่างกาย

2. Anabolism หมายถึง กระบวนการเผาพลาญที่ร่างกายนำเอาผลที่ได้มาเพื่อใช้เสริมสร้างส่วนที่สึกหรอและส่งเสริมการเจริญเติบโต

3. Basal Metabolism หมายถึง ปริมาณของการเผาผลาญที่ร่างกายใช้ออกซิเจนในขณะพักผ่อน เมื่ออยู่ในสภาวะที่ไม่ได้รับประทานอาหาร ซึ่งปริมาณที่ใช้ในการเผาผลาญนี้เพื่อรักษากระบวนการของการดำดงชีวิตในระดับน้อยที่สุด เช่น การหายใจ การเผาผลาญภายในเซลล์ การไหลเวียนของเลือด การทำงานของต่อมต่างๆ รวมทั้งการรักษาและควบคุมระดับอุณหภูมิของร่างกาย



ภาพที่ 1 แสดงกระบวนการเผาผลาญอาหาร (Metabolism)

ที่มา : มิ่งขวัญ มิ่งเมือง,โครงสร้างและระบบการทำงานของร่างกาย[ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 8 เมษายน 2552. เข้าถึงได้จาก http://www.ku/science/human_body.htm

ปัจจัยที่มีผลต่อเมตาบอลิซึม

1. บริเวณพื้นผิวของร่างกาย

พื้นที่ผิวมีขนาดกว้าง ย่อมทำให้มีการสูญเสียความร้อนมากกว่า ทำให้ร่างกายต้องผลิตความร้อนเพิ่มขึ้น

2. เพศ

หญิงและชาย มีการเผาผลาญภายในร่างกายแตกต่างกัน แม้ว่าจะมีส่วนสูงและน้ำหนักเท่ากันก็ตาม ผู้หญิงจะต่ำกว่าผู้ชาย 5-10 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ เพราะผู้หญิงมีไขมันมากกว่า แต่ในระยะมีประจำเดือน ตั้งครรภ์หรือให้นมบุตร ปรากกว่ามีระดับการเผาผลาญสุงกว่าปกติ

3. อายุ

พบว่าในช่วงที่มีอายุการเจริญเติบโตเร็ว การเผาผลาญจะสูงด้วย และจะค่อยๆลดลงเมื่ออายุลดลงด้วย ทั้งนี้เพราะความตึงตัวของกล้ามเนื้อลดลง

4. ส่วนประกอบโครงร่างของร่างกาย

เป็นส่วนประกอบสำคัญในการเผาผลาญ ทั้งนี้เพราะผู้ที่มีไขมันมากและไม่อยู่ในภาวะที่จะทำงานหนักได้ อัตราการเผาผลาญในร่างกายก็จะลดลง และพบว่านักกีฬาหรือผู้ที่ออกกำลังกายเป็นประจำจะมีการเผาผลาญขั้นต่ำ สูงกว่าคนปกติ

5. ต่อมไร้ท่อ

การขับฮอร์โมนของต่อมไร้ท่อ โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าต่อมไทรอยด์ผลิตฮอร์โมนไม่เพียงพอ อัตราการเผาผลาญขั้นต่ำอาจจะลดลงจากปกติ แต่ถ้ามีฮอร์โมนไทรออกซินมากเกินไป ระดับการเผาผลาญขั้นต่ำอาจเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าของภาวะปกติ

6.สภาวะทางโภชนาการ

ในภาวะที่ร่างกายเกิดทุพโภชนาการจะพบว่า อัตราการเผาผลาญจะลดต่ำลงและอาจลดลงถึง 50 เปอร์เซ็นต์ของปกติ เพราะกิจกรรมส่วนใหญ่ต้องลดลงด้วย

7. การพักผ่อนนอนหลับ

การใช้ออกซิเจนในขณะนอนหลับจะลดลงประมาณ 10-50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับภาวะตื่น เพราะกล้ามเนื้อส่วนใหญ่ได้พักผ่อน คลายความตึงเครียดและลดกิจกรรมของระบบประสาทอัตโนมัติบางส่วน

8. ภูมิอากาศ

คนที่อยู่ในภูมิอากาศร้อน ความต้องการออกซิเจนเพื่อเผาผลาญในร่างกายจะน้อยกว่าคนที่อาศัยอยู่ในภูมิอากาศหนาว เพราะภูมิอากาศหนาวการขับฮอร์โมนไทรออกซินจะเพิ่มขึ้น

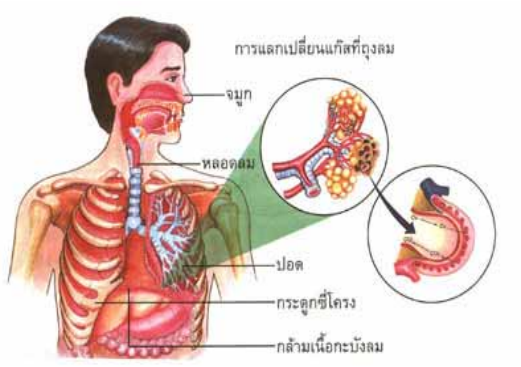
9. สภาพร่างกาย

ในสภาวะร่างกายมีไข้ จะทำให้อัตราการใช้ออกซิเจนสูงทุก 1 องศาฟาเรนไฮต์ ที่สูงขึ้นจากคนปกติจะทำให้การเผาผลาญในร่างกายสูงขึ้นถึง 7 เปอร์เซ็นต์ จากภาวะปกติ

2. ระบบการหายใจ

ระบบการหายใจ เป็นตัวจ่ายออกซิเจนไปสู่ส่วนต่างๆ ของร่างกาย โดยออกซิเจนจะเป็นองค์ประกอบสำคัญในขบวนการเผาไหม้สารอาหารให้เป็นพลังงานเพื่อนำไปใช้ในร่างกาย

อากาศรอบตัวเรานั้น มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบอยู่ประมาณ 1 ใน 5 ระบบการหายใจจะนำเอาออกซิเจนเข้าสู่ปอดและดูดซึมเข้าสู่กระแสโลหิต ในขณะเดียวกันก็ขับเอาคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นก๊าซเสียออกมาทางลมหายใจ

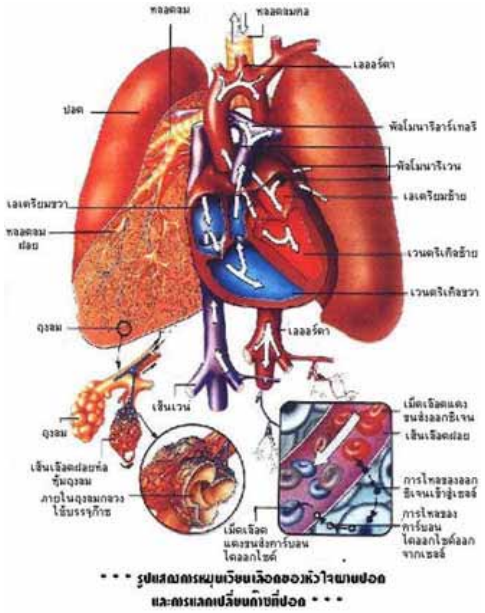


ภาพที่ 2 การทำงานของหัวใจและปอด

ที่มา : สุดารัตน์ เมืองเจริญ, เลือดและส่วนประกอบของเลือด[ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 11 กรกฎาคม 2550. เข้าถึงได้จาก http://www.med.cmu.ac.th/hospital/hpc/med/Bloodandcomponent.ppt

การทำงานของหัวใจและปอด

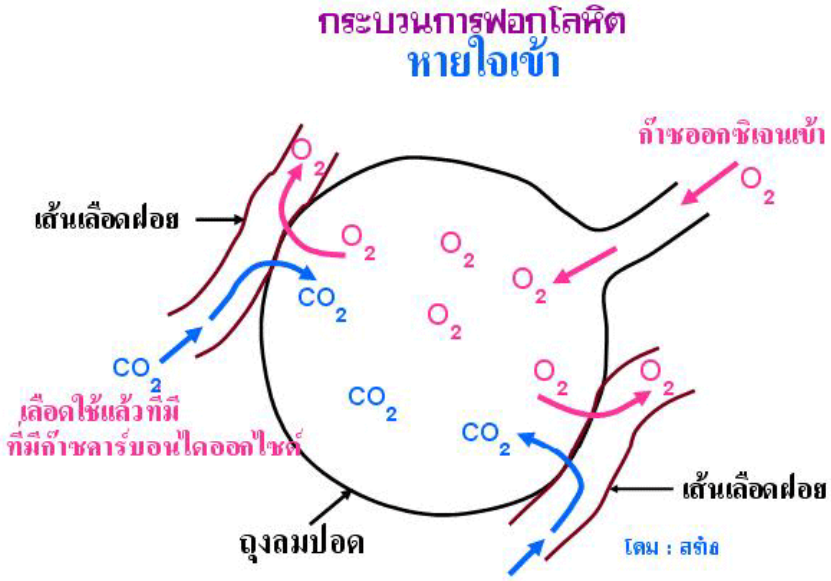
ปอดกับหัวใจเป็นอวัยวะที่ทำงานสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดมาก จากภาพจะเห็นแนวลูกศรของหลอดเลือดแดงนำเลือดดีจากปอดเข้าสู่หัวใจซีกซ้ายซึ่งจะทำหน้าที่สูบฉีดโลหิต ผ่านหลอดเลือดใหญ่ไปยังส่วนต่างๆของร่างกายและแนวลูกศรของหลอดเลือดดำ ซึ่งจะนำเลือดออกจากหัวใจซีกขวาไปฟอกที่ปอด



ภาพที่ 3 การฟอกเลือดของปอด

ที่มา : สุดารัตน์ เมืองเจริญ, เลือดและส่วนประกอบของเลือด[ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 11 กรกฎาคม 2550. เข้าถึงได้จาก http://www.med.cmu.ac.th/hospital/hpc/med/Bloodandcomponent.ppt

ปอดสามารถฟอกเลือดเสียให้กลับเป็นเลือดดีได้โดยการแลกเปลี่ยนออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ ระหว่างถุงลม (Alveoli) กับเส้นเลือดฝอย ซึ่งห่อหุ้มถึงลมอยู่โดยรอบโดยที่ผนังของถุงลมและเส้นเลือดฝอยนั้นบางมากและมีลักษณะชุ่มชื้น จึงสามารถแลกเปลี่ยนก๊าซได้ดี โมเลกุลของออกซิเจนจะซึมผ่านผนังบาง ๆ ของเส้นเลือดฝอยเข้าไปโดยมีฮีโมโกลบิลของเซลล์เม็ดเลือดแดงเป็นตัวรับเอาไว้ ในขณะเดี่ยวกันพลาสมาในเลือดก็จะปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เข้าสู่ถุงลม



ภาพที่ 4 เราหายใจได้อย่างไร

ที่มา : มิ่งขวัญ มิ่งเมือง,โครงสร้างและระบบการทำงานของร่างกาย[ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 8 เมษายน 2552. เข้าถึงได้จาก http://www.ku/science/human_body.htm

โดยปกติคนจะเราหายใจอยู่ตลอดเวลาโดยไม่รู้สึกตัว ในระดับการหายในปกติของผู้ใหญ่จะมีการหายใจเข้า และหายใจออกประมาณ 15 ครั้ง/นาที ถ้าทั้งวันก็ตกในราว 20,000 ครั้งทีเดียว ปอดทั้งสองข้างอยู่ในตำแหน่งระหว่างกระดูกไหปลาร้าและกระบังลม มีลักษณะนุ่มหยุ่นและเบาเหมือนฟองน้ำ แต่ละข้างหนักเพียง 450 กรัม หรือ 1 ปอนด์ เท่านั้น

ปอดของผู้ใหญ่สามารถบรรจุอากาศได้ประมาณ 3 ลิตร ในภาวะปกติ ลมหายใจเข้าหรือลมหายใจออกจะมีประมาณราวครึ่งลิตร ลมหายใจเข้าหรือลมหายใจออกจะมีปริมาณราวครึ่งลิตร แต่ถ้าออกกำลังอย่างหนักลมหายใจเข้าและออกในแต่ละครั้งจะเพิ่มขึ้นถึงเกือบ 4 ลิตร

ปริมาณออกซิเจนในลมหายใจเข้ามีประมาณ 21 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในลมหายใจออกมีประมาณ 16 เปอร์เซ็นต์ ในวันหนึ่งๆเราอาจจะหายใจเข้า-ออกเป็นปริมาณเกือบ 11,352 ลิตร โดยร่างกายของเราจะดูดซึมเอาออกซิเจนไว้ได้ประมาณ 570 ลิตร

เนื่องจากปอดของเรานั้นไม่มี ระบบกล้ามเนื้อของตัวเอง ดังนั้นในการหายใจจึงต้องใช้กล้ามเนื้อที่อยู่รอบๆช่องอก โดยมีกล้ามเนื้อกระบังลมซึ่งกั้นโยงอยู่ระหว่างกระดูกสันหลัง และกระดูกซี่โครงเป็นตัวหลัก กระบังลมเปรียบเสมือนฐานของปอดที่สามารถยกขึ้นลงได้ ในภาวะการหายใจระดับปกติ มันจะเคลื่อนตัวขึ้นลงได้ ในภาวการณ์หายใจระดับปกติ มันจะเคลื่อนตัวขึ้นลงในราว 1 เซนติเมตร หรือ มากกว่าเล็กน้อย แต่ถ้าเราออกกำลังกายเต็มที่ กระบังลมจะเคลื่อนตัวขึ้นลงได้ในราว 6-7 เซนติเมตร(2-3 นิ้ว)

นอกจากนั้นกล้ามเนื้อที่ยึดอยู่ระหว่างกระดูกซี่โครงแต่ละซี่ยังมีส่วนช่วยให้ช่วงอกขยายใหญ่ขึ้น โดยเฉพาะในขณะที่เราหายใจเข้าลึก ๆ

การกำจัดของเสียทางปอด

การกำจัดของเสียทางปอด กำจัดออกมาในรูปของน้ำและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นผลที่ได้จากกระบวนการหายใจ โดยน้ำและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แพร่ออกจากเซลล์เข้าสู่หลอดเลือดและเลือดจะทำหน้าที่ลำเลียงไปยังปอด แล้วแพร่เข้าสู่ถุงลมที่ปอด หลังจากนั้นจึงเคลื่อนผ่านหลอดลมแล้วออกจากร่างกายทางจมูก ซึ่งเรียกว่ากระบวนการ Metabolism

หน้าที่ของปอด

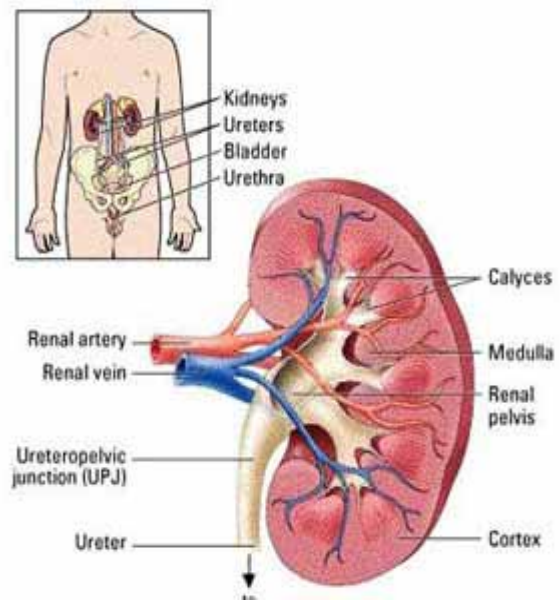
- หน้าที่เกี่ยวกับการหายใจ แลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์
- การควบคุมและขับสารต่าง ๆ เช่น ยาและ แอลกอฮอล์ออกจากระบบเลือด
- กรองลิ่มเลือดเล็ก ๆ ที่ตกตะกอนออกจากเส้นเลือดดำ
- ปกป้องและรับแรงกระแทกที่จะทำอันตรายต่อหัวใจซึ่งอยู่ตรงกลางช่องทรวงอก

3. การทำงานของไต

ไต เป็นอวัยวะที่มีรูปร่างคล้ายเม็ดถั่วเหลือง ขนาดเท่ากำปั้น คนปกติมีไต 2 ข้างวางอยู่บริเวณกลางหลังข้างละ 1 อัน โดยตั้งอยู่บริเวณด้านหลังใต้ต่อกระดูกชายโครง บริเวณบั้นเอว ไตเปรียบเสมือนเครื่องกรองชนิดพิเศษที่มีความมหัศจรรย์และมีจำเป็นอย่างมากในการดำรงชีวิต

แต่ละวันจะมีเลือดประมาณ 200 หน่วยกรองผ่านเนื้อไต ขับออกเป็นของเสียในรูปน้ำปัสสาวะ 2 หน่วย ลงสู่ท่อไตและกระเพาะปัสสาวะ เพื่อถ่ายปัสสาวะออกนอกร่างกาย

ไต ทำหน้าที่กลั่นกรองน้ำ เกลือแร่ และสารเคมีส่วนเกินที่ร่างกายไม่ต้องการ พร้อมกับทำการคัดหลั่งของเสียออกจากร่างกาย



ภาพที่ 5 การทำงานของไต

ที่มา : ลัมภู สุวรรณชุมภู, การทำงานของไต[ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 21 มีนาคม 2552. เข้าถึงได้จาก http://www.thaigoodview.com/library/sema/sukhothai/bodysystem.html

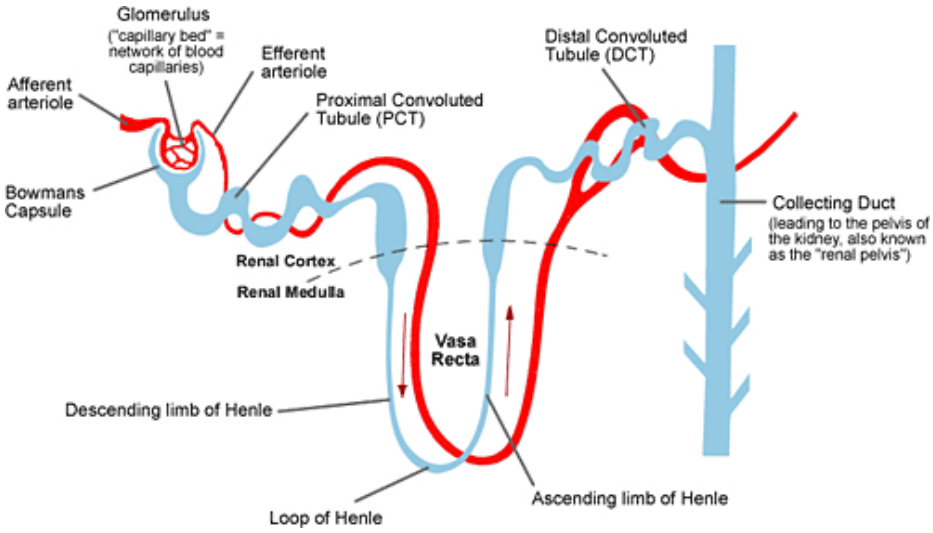
การเกิดปัสสาวะ เกิดจากการกรองเลือดในไต ไตแต่ละข้างจะมีหน่วยเนฟรอน (nephon) ประมาณหนึ่งล้านหน่วย ซึ่งทำหน้าที่กรองเลือดออกมาเป็นปัสสาวะ เนฟรอนแต่ละหน่วยประกอบด้วย Bowman ' s capsule ที่หุ้มขดเส้นเลือดฝอยโกลเมรูลัส (glomerulus) องค์ประกอบเนฟรอนอีกส่วนหนึ่ง คือ หลอดไตซึ่งยาวและขดไปมาระหว่างหมวกไต (medulla) และเปลือกหมวกไต (cortex)

โกลเมรูลัสทำหน้าที่กรองเลือด ฟิลเรตที่กรองแล้วจะผ่านเข้าสู่ Bowman ' s capsule ผ่านลงไปยังไต ซึ่งจะดูดสารที่เป็นประโยชน์ เช่น น้ำตาล กรดอะมิโน เกลือแร่ น้ำ ฯลฯ ส่วนที่เหลือจะไหลผ่านหลอดไตไปยังหลอดปัสสาวะ สรุปแล้วกระบวนการเกิดปัสสาวะประกอบด้วย 2 กระบวนการดังต่อไปนี้

1. กระบวนการกรอง ตัวกรองคือเซมิเพอร์มิเอเบิลเมมเบรนของโกลเมรูลัส ปกติองค์ประกอบที่เป็นคอลลอยด์ในเลือดไม่สามารถผ่านเมมเบรนนี้ยังคงอยู่ในเลือด แรงดันที่ใช้ใน

การกรองมีค่าประมาณ 25 มม.ของปรอท ปกติแล้วความดันโลหิตในเส้นเลือดฝอยในโกลเมรูลัสประมาณ 75 มม.ของปรอท แต่เกิดแรงดันตรงข้ามจากความดันโลหิตในเส้นเลือดฝอยและความดันจากส่วนที่เป็นแคปซูลรวมกันมีค่าประมาณ 50 มม.ของปรอท จึงเหลือแรงดันประมาณ 20 มม.ของปรอท

2. กระบวนการดูดกลับ เมื่อฟิลเตรตที่กรองผ่านลงมายังหลอดไตส่วนต้น คือ น้ำ สารอาหารที่เป็นประโยชน์ที่ละลาย (เช่น กลูโคส กรดอะมิโน และเกลือ) จะถูกดูดกลับเข้าสู่เลือด ส่วนของเสียและสารที่ไม่เป็นประโยชน์ จะถูกขับออกมาเป็นปัสสาวะ จากการศึกษาพบว่า เลือด 70 ลิตร ที่ผ่านกระบวนการกรองในไต จะกลายเป็นปัสสาวะประมาณ 1 ลิตร ส่วนอีก 90 เปอร์เซ็นต์ของสารที่กรองแล้วจะถูกดูดกลับเข้าไปในเลือด



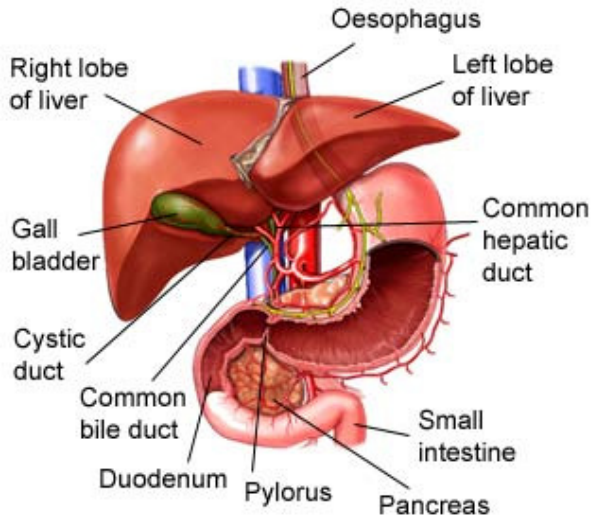
ภาพที่ 6 กระบวนการเกิดปัสสาวะ

ที่มา : อนัญญา มุขธระโกษา, กระบวนการขับถ่ายปัสสาวะ[ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 11 มีนาคม 2552. เข้าถึงได้จาก http://student.mahidol.ac.th/~u4809240/index.htm

4. การทำงานของตับ

ตับมีหน้าที่สำคัญหลายประการ อันได้แก่การสร้างน้ำดี ซึ่งออกมาในลำไส้ ช่วยให้อาหารประเภทไขมันถูกย่อยและดูดซึมง่ายขึ้น เก็บสำรองอาหาร โดยเก็บเอากลูโคส ไปสะสมไว้

ในเซลล์ตับ ในสภาพของกลัยโคเจน และจะเปลี่ยนกัลโคเจนกลับออกมาเป็นกลูโคสในกรณีที่ร่างกายต้องการใช้ได้ทันที สะสมวิตามินเอ ดี และวิตามินบีสิบสอง



ภาพที่ 7 การทำงานของตับ

ที่มา : มิ่งขวัญ มิ่งเมือง,โครงสร้างและระบบการทำงานของร่างกาย[ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 8 เมษายน 2552. เข้าถึงได้จาก http://www.ku/science/human_body.htm

นอกจากนี้ยังกำจัดสารพิษที่ลำไส้ดูดซึมเข้าไปในกระแสเลือด เมื่อสารพิษผ่านตับ ตับก็จะทำลาย แต่สารพิษบางชนิดตับทำลายไม่ได้ตรงกันข้ามจะไปทำลายเซลล์ตับ เช่น แอลกอฮอล์ คาร์บอนเตตราคลอไรด์ และคลอโรฟอร์ม

ผลของแอลกอฮอล์ต่อตับ

ตับเป็นอวัยวะที่รับผลจากแอลกอฮอล์หนักที่สุดในร่างกาย จะเห็นว่าระหว่างการทำลาย (ฟอก สกัด กรอง) ของตับนั้น ตัว Niacin ซึ่งเป็นวิตามินชนิดหนึ่งที่ช่วยในการขจัดแอลกอฮอล์ออกจากระบบ ทำให้สารอื่นๆดดยเฉพาะกรดไขมัน คั่งค้าง เมื่อปฏิกิริยานี้เกิดต่อเนื่องจากการดื่มที่มีมาไม่หยุด กรดไขมันก็จะพอกตัวในตับเป็นจำนวนมาก ซึ่งจะพบในคนที่ดื่มสุราหนักๆ เรียกสภาพนี้ว่า Fatty Liver สภาพนี้สามารถทำให้กลับคืนปกติได้หากหยุดดื่มเหล้า ซึ่งเป็นระยะแรกที่ตับเริ่มมีความไม่ปกติ และมีอันตรายต่อเซลล์ของตับ เมื่ออาการเป็นมากขึ้นเนื่องจากดื่มไม่หยุดดื่มจะมีอาการทำให้เกิดโรคตับอักเสบ เพราะเกิดจากการสะสมของสิ่งที่ไม่พึงประสงค์และขาดสารอาหารที่สำคัญที่ตับควรจะได้ แต่ร่างกายยังสามารถที่จะซ่อมแซมกลับมาได้เกือบปกติ

อาการของโรคนี้คือ มีไข้ ตัวเหลือง ปวดท้อง หากตับอักเสบมากอาจรุนแรงถึงตายได้ ในระยะต่อไปเมื่อไม่มีการหยุดดื่มตับอาจถูกทำรายมากขึ้น เรียกว่าโรคตับแข็ง

5. เลือด

เลือดเป็นเนื้อเยื่อไหลเวียนที่ต่างจากเนื้อเยื่อร่างกาย เพราะมีเซลล์ที่ต่างกัน มีโปรตีนแตกต่างกัน เลือดทั้งหมดจะไหลเวียนอยู่ในระบบปิดในหลอดเลือด แต่สัมผัสกับเนื้อเยื่อของร่างกายโดยท่อน้ำเหลืองและของไหลระหว่างเซลล์

หน้าที่ของเลือด

1. ขนส่งออกซิเจนจากปอดไปสู่เนื้อเยื่อทั่วร่างกาย เพื่อใช้ในกระบวนการเมตาบอลิซึมสารอาหาร

2. นำของเสียที่เกิดจากกระบวนการเมตาบอลิซึมจากเนื้อเยื่อไปยังร่างกายส่วนต่างๆ เพื่อสกัดออก เช่น นำคาร์บอนไดออกไซด์มาสกัดที่ปอด นำยูเรียและเกลือแอมโมเนียจากเมตาบอลิซึมโปรตีนมาสกัดที่ไต ฯลฯ

3. เป็นตัวกลางนำอาหารที่ดูดซึมจากลำไส้ไปยังเนื้อเยื่อทั่วร่างกาย

4. นำวิตามิน ฮอร์โมนและเกลือแร่ไปยังเนื้อเยื่อต่างๆ เพื่อควบคุมเมตาบอลิซึมของเนื้อเยื่อนั้นๆ

5. คุ้มกันร่างกายไม่ให้ติดเชื้อ โดยมีเม็ดเลือดขาวและแอนติบอดีไว้ขจัดเชื้อโรคและสิ่งแปลกปลอมอื่นๆ

6. รักษาอุณหภูมิของร่างกายโดยกระจายความร้อน

7. รักษาสมดุล-กรดเบสของร่างกาย

8. รักษาดุลของน้ำ โดยการแลกเปลี่ยนน้ำระหว่างและเนื้อเยื่อต่างๆ

คุณสมบัติบางชนิดของเลือด

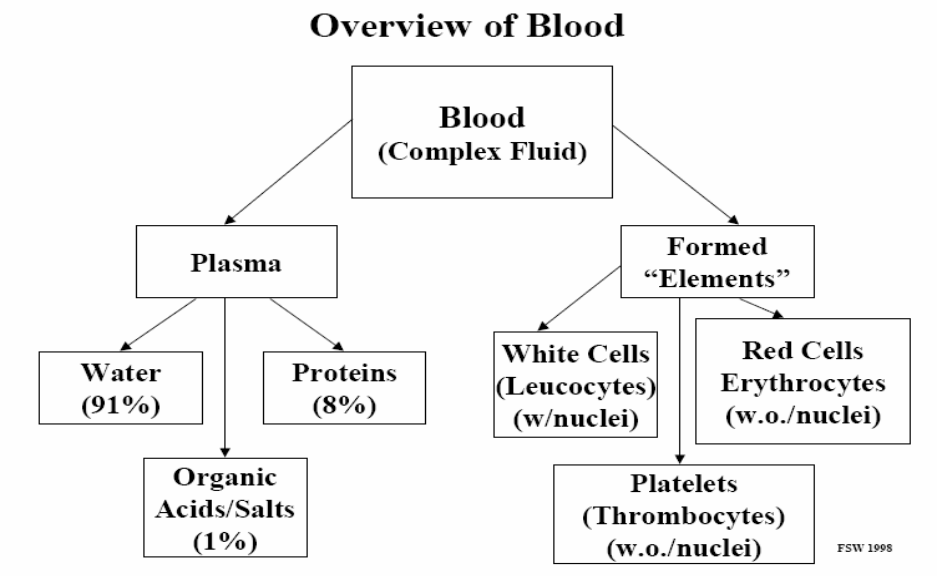
เลือดมีประมาณ 8-9 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักร่างกาย ผู้ใหญ่ที่มีน้ำหนักร่างกายประมาณ 60 กิโลกรัม จะมีเลือดไหลเวียนอยู่ประมาณ 5 มิลลิลิตร เลือดดำจะคล้ำบางที่มีสีค่อนข้างม่วง เลือดแดงจะมีสีแดงเลือดหมู เลือดจะหนักว่าน้ำเล็กน้อย มีความถ่วงจำเพาะประมาณ 1.0551-1.060 เลือดปกติจะมีสภาพเป็นด่างเล็กน้อย pH ประมาณ 7.35-7.45

องค์ประกอบของเลือด

ส่วนใหญ่มีน้ำเป็นองค์ประกอบพื้น 78 เปอร์เซ็นต์ และอีก 22 เปอร์เซ็นต์ เป็นสารที่ละลายอยู่ในเส้นเลือดและของแข็งที่แขวนลอยในเลือด องค์ประกอบของเลือดแบ่งออกเป็น 2 พวกใหญ่ๆ คือ

1. ส่วนที่เป็นเซลล์ประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์
2. พลาสมา 60 เปอร์เซ็นต์

เซลล์เลือดแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ เซลล์เม็ดเลือดแดง (erythrocyte) เซลล์เม็ดเลือดขาว (leukocyte) และเกล็ดเลือด (Platet หรือ thrombocyte) พลาสมาเป็นของเหลวใสมีสีเหลืองอ่อนๆ ประกอบด้วยสารอาหาร พลาสมาโปรตีน แร่ธาตุ ของเสีย ฯลฯ พลาสมามีน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่ประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างที่เลือดแข็งตัว ไฟบริโนเจน (โปรตีนที่ละลาย) จะเปลี่ยนเป็นไฟบริน(โปรตีนที่ไม่ละลาย)และไฟบรินจะชักนำให้เลือดแข้งตัวเหลือของเหลวสีเหลืองอ่อนเรียกว่า ซีรัม (serum) ดังนั้นซีรัม ก็คือพลาสมาที่แยกเอาไฟบรินโนเจนออกแล้ว



ภาพที่ 8 ส่วนประกอบของเลือด

ที่มา : สุดารัตน์ เมืองเจริญ, เลือดและส่วนประกอบของเลือด[ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 11 กรกฎาคม 2550. เข้าถึงได้จาก http://www.med.cmu.ac.th/hospital/hpc/med/Bloodandcomponent.ppt

เซลล์เม็ดเลือดขาว

มีจำนวนตั้งแต่ 6,000 ถึง 10,000 ต่อเลือด 1 ลบ.มม ทั้งในชายและหญิง เซลล์เม็ดเลือดขาวมีขนาดใหญ่กว่าเซลล์เม็ดเลือดแดง นิวเคลียสรูปร่างไม่คงที่

หน้าที่หลักของเซลล์เม็ดเลือดขาว คือ คุ้มกันร่างกาย ต่อต้านการติดเชื้อโดยการเพิ่มจำนวนแล้วกินหรือทำลายแบคทีเรียหรือสิ่งแปลกปลอมอื่นๆได้

เกล็ดเลือด

มีจำนวนเฉลี่ยประมาณ 350,000 ต่อเลือด 1 ลบ.มม มีจำนวนน้อยกว่าเซลล์เม็ดเลือดแดง รูปร่างมีไม่แน่นอน และไม่มีนิวเครียส เป็นส่วนสำคัญในการแข้งตัวของเลือด

โปรตีนในพลาสมา

โปรตีนที่สำคัญในพลาสมา คือ อัลมูบิน โกลบูลิน และไฟบริโนเจน ซึ่งเป็นองค์ประกอบของพลาสมาประมาณ 7 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งองค์ประกอบของพลาสมา ประกอบด้วย อัลบูมิน 56 เปอร์เซ็นต์ โกลบูลิน 38 เปอร์เซ็นต์ และไฟบริโนเจน 4 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนในพลาสมาจะทำให้มีความหนืดมากขึ้น ซึ่งมีความสัมพันธ์ต่อความดันออสโมติคของเลือดและสมดุลของน้ำระหว่างเลือดและเนื้อเยื่อ ผลที่เกิดขึ้นทั้ง 2 นี้ คือ สมบัติของโปรตีนในพลาสมา ซึ่งไม่สามารถแพร่ผ่านผนังหลอดเลือดและแสดงสมบัติเป็นคอลลอยด์ ไอโดรฟิลิก

โกลบูลิน แบ่งออกได้หลายชนิด เช่น ชนิดแอลฟา เบตา และแกรมมา

ไฟบริโนเจน เป็นโปตีนจำเป็นในการแข้งตัวของเลือด

การแข็งตัวของเลือด

เมื่อมีบาดแผลเลือดจะไหล 3-5 นาที แล้วจะหยุดไหล เพราะเลือดแข็งตัวอุดบริเวณบาดแผล เลือดสดๆจะไม่แข็งตัว ถ้ามีออกซาเลตหรือซเตรตละลายอยู่

6. ปัสสาวะ

การสกัดของเสีย

อวัยวะที่สกัดของเสียออกจากร่างกาย คือ ปอด ตับ ลำไส้ ผิวหนังและไตคาร์บอนไดออกไซด์สกัดออกจากเลือดที่ ปอด ตับ เป็นแหล่งของรงค์วัตถุในน้ำดีและโคเลสเตอรอล ซึ่งสกัดออกจากร่างกายทางเดินลำไส้ ผลิตภัณฑ์ของเสียจากกระบวนการย่อยอาหาร เช่น เซลลูโลส และเกลือของธาตุบางชนิดก็สกัดออกมาเป็นอุจจาระทางลำไส้ใหญ่ด้วย

เหมือนกัน ผิวหนังสกัดสารหลายชนิดที่พบในปัสสาวะด้วยเหมือนกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง น้ำและเกลือ หน้าที่ร่วมกันระหว่างผิวหนังและไต คือการรักษาสมดุลของร่างกาย

ของเสียจากเมตาบอลิซึมจะอยู่ในกระแสเลือด (ยกเว้นคาร์บอนไดออกไซด์) ออกจากเลือดรวมกันเป็นปัสสาวะที่ไต ผลสุดท้ายองค์ประกอบของปัสสาวะก็สามารถบ่งบอกถึงการทำงานของไตได้ และอาจนำมาวินิจฉัยโรคบางชนิดได้อีกด้วย โดยเฉพาะที่เกี่ยวกับความผิดปกติในกระบวนการเมตาบอลิซึม

คุณสมบัติของปัสสาวะ

ปัสสาวะของคนปกติในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง เฉลี่ยประมาณ 1200-1500 ซี.ซี. ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมารน้ำที่ดื่ม อุณหภูมิ อาหาร สภาพของร่างกายและจิตใจ เช่น ถ้าอากาศร้อนออกกำลังกายมากๆ น้ำจำนวนมากจะออกจากร่างกายทางผิวหนังและที่ปอด ทำให้ปัสสาวะมีปริมาณต่ำกว่าปกติ

ปัสสาวะใหม่ๆจะใสและมีสีเหลืองอ่อน ถึงสีชา ขึ้นอยู่กับน้ำที่รับประทานและรงควัตถุในปัสสาวะซึ่งส่วนใหญ่ ได้แก่ ยูโรโครม (Urochrome) อาจมียูดรบิลิน (Urobilin) และเฮมาโตพอไฟริน (hematoporphyrin) อยู่บ้างเมื่อตั้งปัสสาวะทิ้งไว้จะขุ่น ปกติเกิดจากเกลือแคลเซียมและแมกนีเซียมฟอสเฟต และอาจเกิดจากผลึกยูเรตด้วย ปัสสาวะใหม่ๆมีกลิ่นเล็กน้อย เมื่อตั้งทิ้งไว้จะมีกลิ่นแรงขึ้น เพราะแบคทีเรียทำให้ยูเรียสลายเป็นแอมโมเนีย

ปกติปัสสาวะเป็นกรดเล็กน้อย pH ประมาณ 6.0 เพราะโปรตีนในอาหารมีกำมะถันและฟอสฟอรัส ส่วนผักและผลไม้ ให้ผลเป็ด่างในเลือด นอกจากนี้ไตยังทำหน้าที่หลั่งสารอิเลคตไลต์ เพื่อให้ปัสสาวะมีส่วนประกอบและ pH คงที่ เมื่อตั้งปัสสาวะทิ้งไว้จะเปลี่ยนสภาพเป็นด่าง เพราะยูเรียสลายเป็นแอมโมเนีย

องค์ประกอบของปัสสาวะ

ปัสสาวะประกอบด้วยน้ำ 95-96 เปอร์เซ็นต์ มีของแข็งละลายอยู่ 50 เปอร์เซ็นต์ เป็นสารประกอบยูเรีย 80-90 เปอร์เซ็นต์ ของสารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจนที่สกัดออกในปัสสาวะ ซึ่งขึ้นอยู่กับโปรตีนที่ได้จากอาหาร ปัสสาวะปกติมียูเรีย 25-30 กรัม ต่อ 24 ชั่วโมง

นอกจากสารประกอบไนดตรเจนที่เป็นผลิตภัณฑ์ของเสียในเมตาบอลิซึมแล้ว ปัสสาวะยังประกอบด้วยเกลือคลอไรด์ ซัลเฟต และฟอสเฟตของแคลเซียม แมกนีเซียม และโพตัสเซียม สารเหล่านี้เป็นเกลืออิออนิค และมีโซเดียมคลอไรด์ประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ของของแข็งทั้งหมด และมีเกลือฟอสเฟต 2 ชนิด คือ NaH_2PO_3 เป็นกรด และ Na_2HPO_3 เป็นเบส ซึ่งควบคุม pH ของปัสสาวะ

ตารางที่ 1 แสดงองค์ประกอบของน้ำปัสสาวะในคนปกติ

องค์ประกอบ	กรัมต่อ 24 ชั่วโมง
น้ำ	1200.0
ของแข็งรวม	60.0
สารอินทรีย์	
ยูเรีย	30.0
กรดยูริค	0.8
ครีเอตินีน	1.4
สารอนินทรีย์	
คลอไรด์	12.0
ฟอสเฟต	2.5
ซัลเฟต	2.0
แอมโมเนีย (ในรูป)เกลือ)	0.7

7. การออกกำลังกาย

มีผู้ให้ความหมายของการออกกำลังกาย (Exercise) ไว้หลายแง่มุม ดังนี้

ชูศักดิ์ เวชแพศย์ (2519 : 2) ให้ความหมายว่า การออกกำลังกาย หมายถึง การให้กล้ามเนื้อลายทำงานเพื่อให้ร่างกายมีการเคลื่อนไหวพร้อมกับการได้แรงงานด้วย ในขณะเดียวกันยังมีการทำงานของระบบต่าง ๆ ในร่างกาย เพื่อช่วยในการจัดแผนงาน ควบคุมและปรับปรุงส่งเสริมให้มีการออกกำลังกายมีประสิทธิภาพและคงอยู่

วรศักดิ์ เพียรชอบ (2525 : 37) กล่าวว่า การออกกำลังกาย หมายถึง การที่เราทำให้ร่างกายได้ใช้แรงงานหรือกำลังงานที่มีอยู่ในตัวนั้น เพื่อให้ร่างกายหรือส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกายเกิดการเคลื่อนไหวนั่นเอง เช่น การเดิน การกระโดด การวิ่ง การทำงาน หรือในการเล่นกีฬา

เสก อักษรานุเคราะห์ (2534:1) อธิบายว่า การออกกำลังกาย คือ การที่กล้ามเนื้อต่าง ๆ หดตัวพลังงานที่ใช้ในการหดตัวของกล้ามเนื้อนี้ได้มาจากการแปรสภาพของสารพลังงาน (Adenosine triphosphate) โดยปกติกล้ามเนื้อสามารถเก็บสารพลังงานไว้ได้เป็นจำนวนเล็กน้อย จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่เซลล์ของกล้ามเนื้อจะต้องสังเคราะห์สารพลังงานขึ้นมาเพิ่มเติมเมื่อจะต้องออกกำลังกายต่อไป เพราะจำนวนสารพลังงานที่กล้ามเนื้อเก็บไว้นั้นจะใช้ได้

เพียงไม่กี่วินาทีก็จะหมดไป การสังเคราะห์สารพลังงานในกล้ามเนื้อกระทำที่ไมโตคอนเดรีย ซึ่งเป็นส่วนของเซลล์กล้ามเนื้อจะต้องอาศัยออกซิเจนที่มากับเม็ดเลือดและไฮโดรเจนที่ได้จากการแตกตัวของกรดไขมันและกลูโคส

การออกกำลังกาย (Physical exercise) หมายถึง การออกแรง การใช้พลังงานหรือกิจกรรมทางร่างกาย (Physical activities) ที่บุคคลได้กระทำเพื่อต้องการให้ร่างกายได้รับการเคลื่อนไหว อาทิเช่น การเล่นกีฬาประเภทต่าง ๆ การบริหารร่างกาย การเดินทางไกล การปีนเขา การเพาะกาย ฯลฯ ซึ่งมีผลทำให้ร่างกายแข็งแรง และสมบูรณ์ทางสุขภาพอนามัย การออกกำลังกายเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่ง ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตทางร่างกายโดยเฉพาะอย่างยิ่งในวัยเด็กและวัยรุ่น การออกกำลังกายจะทำให้กระดูกและกล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ มีการเจริญและพัฒนาขึ้นทั้งความยาวและความหนา เนื่องจากมีการสะสมแร่ธาตุแคลเซียมในกระดูกทำให้กระดูกมีความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้น การออกกำลังกายที่กระทำโดยถูกต้องจะมีคุณค่าแก่ร่างกายมากโดยเฉพาะเด็ก ๆ และเยาวชน จะทำให้ร่างกายเติบโตสมวัย ผู้ที่ไม่ค่อยได้ออกกำลังกายมักมีร่างกายเล็ก แคระแกร็น และขี้โรค ในวัยหนุ่มสาวการออกกำลังกายจะช่วยให้ระบบประสาทและจิตใจทำงานได้เป็นปกติ ในวัยสูงอายุการออกกำลังกายจะช่วยป้องกัน และรักษาอาการหรือโรคที่เกิดในวัยชรา เช่น อาการเมื่อย อาการท้องผูกเป็นประจำ ตลอดจนความรู้สึกวิงเวียนหน้ามืดและการไหลเวียนของโลหิตไม่เพียงพอ การออกกำลังกายเพื่อมุ่งให้เกิดสมรรถภาพทางกายจะต้องเป็นการฝึกในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ความอ่อนตัว การสัมพันธ์ระหว่างระบบประสาท และกล้ามเนื้อ การทรงตัว ความยืดหยุ่น รวมทั้งความอดทนของการทำงานของปอด และหัวใจ ซึ่งจะมีผลต่อการความเหนื่อยช้า หรือเร็วของบุคคลด้วย

สำนักงานสถิติแห่งชาติ (2542 :3) ให้นิยามว่า การออกกำลังกาย หมายถึง การกระทำการใด ๆ ที่ทำให้มีการเคลื่อนไหวส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมสุขภาพ เพื่อความสนุกสนาน เพื่อสังคม เพื่อการแข่งขัน การเล่น การฝึก อาจจะเคร่งครัดต่อกฎกติกาหรือไม่ก็ได้ การเล่นกีฬาเป็นการออกกำลังกายอย่างหนึ่ง (ยกเว้นกีฬาที่ไม่ใช้แรง เช่น หมากกระดาน บริดส์)

จากคำจำกัดความที่ได้กล่าวมาแล้ว สามารถสรุปได้ว่า การออกกำลังกาย หมายถึง การเคลื่อนไหวส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบการทำงานต่าง ๆ ของร่างกายให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ประโยชน์ของการออกกำลังกาย

การออกกำลังกายที่กระทำได้โดยสม่ำเสมอ มีความหนักและความนานที่พอเหมาะ ทำให้มีผลในการเปลี่ยนแปลงต่ออวัยวะเกือบทุกระบบของร่างกายไปในทางที่ดีขึ้นอย่างเห็นได้ชัด กล่าวคือผลการออกกำลังกายต่อระบบต่าง ๆ ของร่างกาย

1. ระบบการเคลื่อนไหว

1.1 กระดูกจะมีความหนาและแข็งขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณที่มีกล้ามเนื้อเกาะ

1.2 ข้อต่อ เอ็นของข้อต่อมีความเหนียวและหนาขึ้น ทำให้ข้อต่อมีความแข็งแรง สามารถเคลื่อนไหวอย่างมีประสิทธิภาพ ในข้อที่มีการสร้างน้ำหล่อเลี้ยงข้อ เยื่อบุข้อจะสร้างน้ำหล่อเลี้ยงข้อในปริมาณพอเหมาะที่ทำให้การเคลื่อนไหวเป็นไปโดยคล่องตัว และไม่ทำให้บริเวณหัวกระดูกเกิดการเสียดสีกันจนเกิดอันตราย

1.3 กล้ามเนื้อ เอ็นของกล้ามเนื้อมีความแข็งแรงขึ้น และยืดหยุ่นได้มากสามารถทำให้ ลดแรงที่มากระทำต่อกล้ามเนื้อโดยทันทีทันใดได้เป็นจำนวนมาก เป็นการลดอันตรายที่จะเกิดแก่กล้ามเนื้อและเอ็นกล้ามเนื้อในตัวกล้ามเนื้อเอง ถ้าเป็นการออกกำลังกายชนิดต่อต้านกับน้ำหนักมาก(การฝึกกำลังกล้ามเนื้อ) กล้ามเนื้อจะมีขนาดใหญ่ มีแรงในการหดตัวมากขึ้น แต่ถ้าเป็นการออกกำลังกายชนิดแรงต้านทานไม่มาก แต่มีการทำซ้ำเป็นเวลานาน (การฝึกความอดทน) ขนาดของกล้ามเนื้อไม่อาจเปลี่ยนแปลง แต่จะมีการกระจายของหลอดเลือดฝอยในกล้ามเนื้อมากขึ้น ทำให้กล้ามเนื้อสามารถรับออกซิเจนและสารอาหารที่มาเลี้ยงกล้ามเนื้อได้ดีขึ้น ขณะเดียวกันจะมีการสะสมอาหารต้นตอพลังงาน โดยเฉพาะพวกแป้งและสารเร่งปฏิกิริยาใน การเผาผลาญสารอาหารจำพวกแป้งและไขมันทำให้เกิดพลังงานมากขึ้น กล้ามเนื้อ จึงสามารถทำงานได้ติดต่อกันเป็นเวลานานขึ้น การออกกำลังกายยังมีผลทำให้ความตึงของกล้ามเนื้ออยู่ในสภาวะพอเหมาะทำให้ข้อและกระดูกต่าง ๆ วางตัวอยู่ในทางที่เหมาะสม

2. ระบบหายใจ

2.1 กล้ามเนื้อในการหายใจ คือ กล้ามเนื้อระหว่างช่องซี่โครง และกล้ามเนื้อกะบังลมแข็งแรงขึ้น

2.2 ปอดมีขนาดใหญ่ขึ้น มีเลือดหล่อเลี้ยงมากขึ้น และมีความสามารถในการแลกเปลี่ยนก๊าซดีขึ้นในขณะพัก อัตราการหายใจจะต่ำลงเป็นการประหยัดพลังงานที่ใช้ในการหายใจปริมาณอากาศที่สามารถหายใจเข้าออกได้สูงสุดเพิ่มมากขึ้น

3. ระบบการไหลเวียนเลือด

3.1 ในการออกกำลังกายประเภทที่ใช้ความอดทนเป็นเวลานานหัวใจจะมีปริมาตรมากขึ้น กล้ามเนื้อมีความแข็งแรงขึ้น สามารถสูบฉีดเลือดออกจากหัวใจได้รับเลือด หล่อเลี้ยง

เพียงพอ ไม่เกิดการขาดเลือดได้ง่ายในขณะพัก อัตราการเต้นของหัวใจช้าลงเป็นการประหยัดพลังงานของหัวใจ ในขณะออกกำลังกาย อัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้นน้อยกว่าเดิม ทำให้สามารถเพิ่มความหนักของการออกกำลังกายได้สูงสุดเพิ่มขึ้น

3.2 หลอดเลือด มีการกระจายของหลอดเลือดฝอยในกล้ามเนื้อและอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการออกกำลังกายมากขึ้น หลอดเลือดมีความยืดหยุ่นมากขึ้น ความดันโลหิตต่ำลง

3.3 เลือดมีปริมาตรเพิ่มขึ้น มีสารฮีโมโกลบิน (hemoglobin) สำหรับจับออกซิเจนเพิ่มขึ้น สารเคมีบางตัวในเลือดลดต่ำลง เช่น ไขมัน เป็นต้น

4. ระบบประสาท

4.1 ระบบประสาทสั่งงานในอำนาจจิต โดยเฉพาะการสั่งงานกล้ามเนื้อจะทำงานได้ดีขึ้นทำให้กล้ามเนื้อกลุ่มต่าง ๆ ประสานงานกันได้ดี การเคลื่อนไหวเป็นไปโดยถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

4.2 ระบบประสาทเสรีซึ่งมีอยู่ 2 จำพวก ทำหน้าที่เหนี่ยวรั้งซึ่งกันและกันจะทำงานได้สมดุลกันทั้งในขณะพักและขณะออกกำลังกาย ทำให้อวัยวะต่าง ๆ ที่ควบคุมด้วยระบบปราสาทเสรีทำงานได้ดีขึ้น เช่น ระบบการไหลเวียนเลือด การหลั่งเหงื่อ การย่อยอาหาร การขับถ่าย ตลอดจนต่อมที่ให้ฮอร์โมนต่าง ๆ

4.3 จิตใจ การออกกำลังกายมีผลโดยตรงต่อจิตใจ ในการลดความเคร่งเครียดได้ทันที การออกกำลังกายเป็นประจำอาจช่วยแก้ไขสภาพผิดปกติทางจิตใจบางอย่าง นอกจากนั้นผลจากการออกกำลังกายต่อระบบอื่น ๆ ทำให้ร่างกายมีความแข็งแรง มีสมรรถภาพของร่างกายดี จึงมีผลทำให้สุขภาพจิตดีขึ้นด้วย

ประเภทของการออกกำลังกาย

การออกกำลังกาย มีหลายวิธี ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์หรือข้อจำกัดในการออกกำลังกาย จากการรวบรวมวิธีการออกกำลังกายประเภทต่าง ๆ สามารถทำการแบ่งประเภทของการออกกำลังกายออกได้ดังนี้

1. การเกร็งกล้ามเนื้อโดยไม่เคลื่อนไหวอวัยวะ (Isometric Exercise) เป็นการออกกำลังกายโดยการเกร็งกล้ามเนื้อโดยอวัยวะส่วนอื่น ๆ ไม่มีการเคลื่อนไหวหรือออกแรงผลักวัตถุที่ไม่เคลื่อนไหวการออกกำลังกายประเภทนี้ สามารถเพิ่มขนาดและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมัดที่ฝึกได้ แต่ไม่เกิดประโยชน์ต่อระบบหัวใจและหลอดเลือด และการออกกำลังกายแบบนี้จะทำให้ความดันสูงขึ้น จึงไม่เหมาะกับผู้ที่เป็นโรคความดัน (ฐิติกร, 2541:65) การออกกำลังกายวิธีนี้เหมาะสำหรับนักบริหารไม่พยายามหาเวลาไปออกกำลังกายอย่างอื่น หรือมนุษย์

อวกาศ เป็นต้น ตัวอย่างของการออกกำลังกายประเภทนี้ได้แก่การใช้วัตถุเครื่องใช้ในห้องทำงาน เช่น กำแพง โต๊ะ เก้าอี้ ประตู หรือในรถประจำทาง เช่น พนักเก้าอี้ หรือราวจับสำหรับผู้โดยสารที่ยืนออกมาเป็นอุปกรณ์การออกกำลังกายโดยจับยึดสิ่งเหล่านั้นซึ่งอยู่กับที่ ด้วยการเกร็งกล้ามเนื้อหรือห้อยโหน หรือบีบหมุนข้อ หรือบิดลำตัว ต้นคอ เอว และข้อต่อต่างๆเป็นต้น(เฉก,2541:46)

การออกกำลังแบบยกน้ำหนัก(Isotonic Exercise)เป็นการออกกำลังเกร็งกล้ามเนื้อพร้อมกับมีการเคลื่อนไหวข้อต่อ หรือแขน ขาด้วย เช่นการยกน้ำหนักของนักเพาะกาย การออกกำลังกายแบบนี้เป็นการบริหารกล้ามเนื้อมัดต่างๆให้แข็งแรงและโตขึ้น แต่พัฒนาหลอดเลือดและหัวใจน้อยมาก

1. การออกกำลังกายแบบกายบริหาร (Calisthenic Exercise) เป็นการออกกำลังกายเพื่อให้ร่างกายเกิดการตื่นตัว ใช้สำหรับการอบอุ่นร่างกายก่อนเล่นกีฬา(Warm-up) หรือใช้เป็นกิจกรรมการออกกำลังกายในผู้สูงอายุ เป็นต้น ท่ากายบริหารที่นิยม เช่น ดันพื้น ลุกนั่ง กระโดดตบ เป็นต้น

2. การออกกำลังกายแบบเหยียดยืด (Stretch Exercise)เป็นการออกกำลังกายที่เน้นการพัฒนาบุคลิกภาพท่าทาง ความอ่อนตัวและการผ่อนคลายความตึงเครียด(Clark,1992 :17)การออกกำลังกายแบบเหยียดยืดเหมาะสำหรับใช้ในช่วงเวลาที่จะปรับอุณหภูมิในร่างกายลง(Cool down) และต้องการให้กล้ามเนื้อมีการผ่อนคลายหลังการเล่นกีฬาหรือออกกำลังกายด้วย

3. การออกกำลังต่อสู้แรงต้านด้วยความเร็วคงที่ (Isokinetic Exercise) เป็นการออกกำลังกายโดยอาศัยเครื่องมือที่ทันสมัย(สามารถควบคุมความเร็วและแรงต้านให้คงที่ได้) การออกกำลังกายคล้ายแบบยกน้ำหนักแตกต่างกันที่การออกแรงกับเครื่องมือไม่ว่าจะดึงเข้าดึงออก ยกขึ้นหรือยกลงด้วยความเร็วคงที่และแรงต้านทานเท่ากัน(ฐิติกร,2541:65)

4. การออกกำลังกายแบบไม่ใช้ออกซิเจน(Anaerobic Exercise)เป็นการออกกำลังกายที่ไม่ได้นำออกซิเจนมาใช้ในการสันดาปพลังงาน ได้แก่ การวิ่งอย่างเร็วระยะสั้น การยกน้ำหนัก กระโดดไกล เป็นต้น การเล่นกีฬาหลายประเภทเป็นการออกกำลังกายแบบไม่ใช้ออกซิเจน เช่น การเล่นฟุตบอล เพราะการเล่นฟุตบอลจะมีการวิ่งอย่างเร็วระยะสั้น ๆ แล้วหยุดวิ่ง แล้ววิ่งต่อ เป็นต้น

5. การออกกำลังกายแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic Exercise) เป็นการออกกำลังกายที่พัฒนาระบบหายใจและระบบไหลเวียนโลหิต โดยมีวิธีการฝึกแบบใช้ความเร็วปานกลางในระยะ เวลาอย่างน้อย 15 นาทีขึ้นไป เช่น ว่ายน้ำ กระโดดเชือก วิ่ง ขี่จักรยาน เป็นต้น(ฐิติกร,2541:65)การออกกำลังกายแบบใช้ออกซิเจนมีความจำเป็นที่สุดในการมีสุขภาพดี เพราะการมีหัวใจ ปอดและการไหลเวียนโลหิตที่ดี ทำให้การนำออกซิเจนและอาหารเข้าสู่ร่างกายได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึง

การขับของเสียออกจากร่างกายความทนทานของระบบหายใจและระบบไหลเวียนโลหิต ทำให้การใช้ชีวิตประจำวันเป็นไปได้อย่างราบรื่น

การออกกำลังกายสามารถทำได้หลายวิธี เช่น เดิน วิ่ง ว่ายน้ำ ถีบจักรยาน และได้ผลต่อการลดไขมันในเลือดสูง คือ แอโรบิก การเดินเร็ว ดังนั้นแต่ละบุคคลจำเป็นต้องทราบสภาพร่างกายของตนเองว่าเหมาะแก่การออกกำลังกายแบบใด

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การออกกำลังกายจำแนกตามลักษณะได้ 4 ประเภท คือ

1. การออกกำลังกายชนิดแอโรบิก (Aerobic Exercises) เป็นการออกกำลังกายที่มีการเคลื่อนไหวเป็นจังหวะ และต่อเนื่องกันระยะเวลานาน ๆ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นการทำงานของกล้ามเนื้อมัดใหญ่ ๆ โดยเฉพาะที่ขา เช่น การเดินเร็ว ๆ วิ่งเยาะ ๆ ว่ายน้ำ ปั่นจักรยาน เต้นรำ แบดมินตัน บาสเกตบอล หรือเทนนิส เป็นต้น พลังงานที่ใช้ในการออกกำลังกายชนิดนี้จะได้จากการสันดาปสารให้พลังงาน โดยการใช้ออกซิเจน ซึ่งมีแหล่งพลังงานที่สำคัญ คือ ไขมันที่สะสมอยู่ในร่างกาย การออกกำลังกายชนิดนี้ หากได้กระทำอย่างสม่ำเสมอจะช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้แก่หัวใจ ปอด และระบบการไหลเวียนเลือดในร่างกาย

2. กายบริหาร (Calisthenics Exercises) เป็นการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงทนทานของกล้ามเนื้อ พร้อมช่วยยืดกล้ามเนื้อ และทำให้ข้อต่อเคลื่อนไหวคล่องตัว เช่น การแกว่งแขน บิดส่ายเอว วิดพื้น ฯลฯ เหมาะสำหรับผู้ไม่เคยออกกำลังกายมาก่อน หรือผู้ที่มีปัญหาทางกระดูกหรือข้อต่อ แต่จะไม่มีผลในการลดน้ำหนักหรือไขมันส่วนเกินในร่างกายเนื่องจากใช้พลังงานน้อย เว้นแต่ว่าจะใช้ร่วมกับการออกกำลังกายชนิดแอโรบิค โดยทำการบริหารกายก่อนและหลังวิ่งออกกำลังกาย

3. การดัดตัวหรือการยืดเส้น (Relaxation Exercise) เป็นการฝึกเพื่อควบคุมการเคลื่อนไหวของร่างกายร่วมกับการฝึกสมาธิและการหายใจเพื่อให้เกิดความผ่อนคลายทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจ เช่น การฝึกโยคะ หรือรำมวยจีน การออกกำลังกายชนิดนี้ ใช้พลังงานน้อยมากเหมาะสำหรับผู้สูงอายุ หรือผู้ที่ไม่คุ้นเคยกับการออกกำลังกายมาก่อน และมีผลต่อการทำงานของหัวใจ ปอด และการไหลเวียนเลือดในร่างกายไม่มากนัก

4. การออกกำลังกายชนิดอแนโรบิก (High Resistance Anaerobic Exercises) เป็นการออกกำลังกายที่ต้องออกแรงมาก ๆในระยะเวลาสั้น ฯลฯเหมาะสำหรับผู้ที่มีสุขภาพดีหรือนักกีฬาไม่เหมาะสำหรับผู้สูงอายุหรือผู้ที่มีปัญหาทางสุขภาพ พลังงานที่ใช้ในการออกกำลังกายชนิดนี้ จะได้จากการสันดาปสารพลังงานโดยการไม่ใช้ออกซิเจน แหล่งพลังงานที่สำคัญ คือ กลูโคสในกระแสเลือด และไกลโคเจนในกล้ามเนื้อ

ภญ.ผศ.ดนิตา ภาณุจรัส (2545) ได้ศึกษา เรื่อง การออกกำลังกายด้วยการวิ่งและการเดิน โดยสรุปได้ว่า

1. การวิ่งหรือจ๊อกกิ้งเพื่อสุขภาพ เป็นวิธีการฟิตร่างกายของคนเกือบทุกวัย โดยเฉพาะกลุ่มคนทำงานที่มีเวลาออกกำลังกายน้อย หลายๆ คนประทับใจการวิ่งตรงที่เป็นกีฬาที่แข่งกับตัวเอง ทำได้คนเดียวไม่ต้องรอใครหรือให้ใครรอ และไม่ต้องอาศัยอุปกรณ์อื่นใดนอกเสียจากรองเท้าวิ่งดีๆเพียงคู่เดียว สามารถวิ่งไปชมวิวไปรอบหมู่บ้าน สวนสาธารณะหรือวิ่งเอามันบนลู่วิ่งในฟิตเนส ก็ได้ทั้งนั้น ถือว่าเป็นการออกกำลังกายแบบแอโรบิคชนิดหนึ่ง การวิ่งอย่างสม่ำเสมอจะช่วยเพิ่มความคงทนให้กับร่างกายทีละนิดๆ ความสนุกอยู่ที่การได้เอา

2. การเดิน เป็นการออกกำลังกายยอดนิยมในกลุ่มคนวัยทำงาน ไปจนถึงรุ่นใหญ่วัยอาวุโส ที่อาจจะไม่ถนัดกับการวิ่ง หรือไม่สามารถจะทำกิจกรรมที่ออกแรงเหนื่อยมาก ๆ ได้ เช่น ผู้ป่วยโรค หัวใจ โรคกระดูกและข้อ เป็นต้น เป็นการออกกำลังแบบแอโรบิคที่ช่วยให้ปอดและหัวใจได้ทำงานเต็มที่ ส่งผลดีต่อระบบไหลเวียนโลหิตคล้ายกับการวิ่ง คนส่วนใหญ่นิยมเดินเพื่อสุขภาพกันเป็น เรื่องเป็นราวในสวนสาธารณะ เดินสูดอากาศบริสุทธิ์ ดูทัศนียภาพสองข้างกับคนรู้ใจเดินไปคุยไปอาจจะได้การบริหารความรักเป็นเรื่องแถมท้ายแต่บางคนไม่มีเวลาไปสวนสาธารณะก็เลี่ยงไปเดิน ช๊อปปิ้งตามห้างสรรพสินค้าแทนเหมาเอาว่าเป็นการเดินเพื่อสุขภาพบริหารร่างกายไปด้วยในตัวแต่ก็ต้องบริหารเงินในกระเป๋าให้ดีด้วยในขณะเดียวกัน

- การเดินเพื่อสุขภาพให้ได้ผลดี ควรจะเดินเร็ว ๆ ให้ได้ระยะทางวันละ 5-6 กิโลเมตร วันละประมาณ 30-40 นาที ผลที่ได้ต่อการทำงานของปอดและหัวใจจะเกือบเทียบเท่ากับการวิ่ง หลังจากปรับตัวได้ ไม่เหนื่อยเร็วแล้วค่อย ๆ เพิ่มเวลาเดินให้ยาวนานขึ้น ประมาณ 45-60 นาทีต่อวันก็จะถือว่าเพียงพอสำหรับการออกกำลังกายด้วยวิธีนี้

- บางคนที่ต้องการเพิ่มความหนักในการออกกำลังกายวิธีนี้ อาจเพิ่มน้ำหนักด้วยการสวมถุงน้ำหนัก 1-2 กิโลกรัม ลงไปที่ข้อมือ ข้อเข่า บั้นเอว หรือข้อเท้า ก็จะทำให้ร่างกายต้องออกแรงขณะเดินมากขึ้น แต่หากทำแล้วรู้สึกทนไม่ไหวก็ไม่ต้องฝืน กลับมาเดินเร็วตามธรรมดาก็เพียงพอแล้ว

8. การหายใจภาวะพิเศษ

การหายใจช่วงออกกำลังกาย

ระหว่างการออกกำลังกายจะมีการใช้ออกซิเจนเพิ่มขึ้น และขับถ่ายคาร์บอนไดออกไซด์ออกมามาก ซึ่งอาจมากกว่าสภาวะพักถึง 15-20 เท่า เช่นเพิ่มการใช้ออกซิเจนจากประมาณ 250 มิลลิลิตรต่อนาที ในสภาวะพักเป็น 4,000 มิลลิลิตรต่อนาทีเมื่อออกกำลังกาย

ในภาวะออกกำลังกายปานกลาง ในเบื้องต้นร่างกายอาจเพิ่มการใช้ออกซิเจน มากกว่าการระบายคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา ทำให้สัดส่วนคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถ่ายออกต่อออกซิเจนที่ใช้มีค่าน้อยทั้งนี้เนื่องจากร่างกายสามารถเก็บสะสมคาร์บอนไดออกไซด์ไว้ได้ปริมาณสูง จึงไม่จำเป็นต้องปล่อยเพิ่มออกมาทันที เมื่อมีการสร้างเพิ่ม ซึ่งผิดกับออกซิเจนซึ่งไม่มีการเก็บสำรองในร่างกายมากนัก เมื่อต้องการใช้เพิ่มก็ต้องหายใจเพิ่มขึ้น เมื่อออกกำลังกายมากขึ้น การหายใจที่เพิ่มแล้วส่งออกซิเจน ให้ใช้ไม่ทัน กล้าเนื้อจึงต้องเปลี่ยนวิธีการสรรหาพลังงาน จากกระบวนการที่ใช้ออกซิเจนมาเป็นกระบวนการไม่ใช้ออกซิเจนมา เมื่อเริ่มต้นใช้กระบวนการแบบไม่ใช้ออกซิเจน กรดแล็คติกจะถูกสร้างขึ้นจากไกลโคเจน และถูกปลดปล่อยเข้าสู่กระแสเลือด เกิดมีภาวะกรดเกินในเลือด เราเรียกว่าร่างกายออกกำลังมาถึงจุดหรือระดับที่เริ่มไม่ใช้ออกซิเจนบางส่วน เมื่อมีการออกกำลังกายสิ้นสุดลง หนึ่งส่วนห้าของกรดแล็คติกที่เกิดขึ้นจะถูกสลายต่อไปด้วย กระบวนการที่ต้องใช้ออกซิเจนเพื่อนำพลังงานมาใช้สำหรับการเปลี่ยนกรดแล็คติกที่เหลือในห้าส่วน ให้กลับไปเป็นไกลโคลเจนดังเดิม ในช่วงนี้การใช้ออกซิเจนยังสูงอยู่ เพราะต้องใช้ออกซิเจนสำหรับมาสลายแล็คติกและสร้างไกลโคลเจนดังเดิม ในช่วงนี้การใช้ออกซิเจนยังสูงอยู่ เพราะต้องใช้ออกซิเจนสำหรับมาสลายกรดแล็คตินและสร้างไกลโคลเจนดังกล่าวมาแล้ว และนี้คือการชดใช้หนี้อกซิเจน ที่ร่างกายต้องชดใช้สำหรับตอนที่ร่างกายต้องการรับออกซิเจนเข้ามาไม่ทันนั่นเอง ในระหว่างที่ร่างกายมีภาวะกรดเกิน จากผลของกรดแล็คติกเข้าสู่กระแสเลือดนั้น ปอดอาจหายใจเอาคาร์บอนไดออดไซด์ออกมามากกว่าคาร์บอนไดอกไซด์ที่ถูกผลิตจากกระบวนการ Aerobic metabolism เสียอีก ทั้งนี้เพราะกรดแล็คติกช่วยเร่งปฏิกิริยาการสร้างคาร์บอนไดออกไซด์ และช่วงนี้ CO_2 ที่ถูกกำจัดออกจากปอดมีปริมาณมากกว่า O_2 ที่ร่างกายใช้

9. ประวัติการศึกษาแอลกอฮอล์

การศึกษาวิธีที่จะวัดระดับแอลกอฮอล์ในร่างกายมีมากว่า 150 ปีแล้ว

ในปี ค.ศ. 1833 - ค.ศ. 1874 Francis Edmund Anstie นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ พบว่าแอลกอฮอล์ที่ดื่มเข้าไปจะสามารถพบบางส่วนได้ในลมหายใจ และปัสสาวะ

ในปี ค.ศ. 1848 - ค.ศ. 1910 Nielous นักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศส ศึกษาพบว่าแอลกอฮอล์ที่ดื่มเข้าไปจะพบในลมหายใจ ปัสสาวะ น้ำลาย และเหงื่อ หลังจากนั้นได้มีนักวิทยาศาสตร์ทำการศึกษาวิจัยอีกหลายท่าน

ในระยะแรกการวิเคราะห์หาปริมาณแอลกอฮอล์ใช้วิธีเก็บตัวอย่างจากเลือด หรือปัสสาวะจากผู้ต้องสงสัย แต่มีปัญหาคือ ต้องวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการและต้องใช้ผู้ที่มีความชำนาญ ทราบผลช้า และที่สำคัญคือ ไม่สามารถสื่อไปถึงปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือดได้อย่างแท้จริง

ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำในร่างกาย ฉะนั้นได้มีการนำวิธีการวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือดจากลมหายใจมาใช้

ในช่วงปี 1930-1953 ได้มีการคิดค้นเครื่องวัดแอลกอฮอล์ในเลือดโดยวิธีเป่าลมหายใจขึ้น และได้มีการพัฒนาเครื่องมือวัดเป็นรุ่น ๆ จนถึงปัจจุบัน การพัฒนาเครื่องวัดนี้ เพื่อออกแบบให้เครื่องสามารถวัดได้เฉพาะแอลกอฮอล์ชนิดที่เป็นเอทิลแอลกอฮอล์

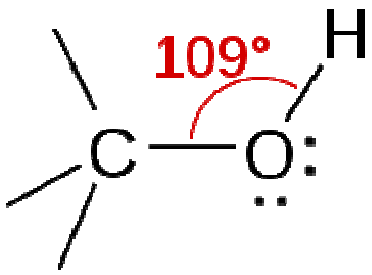
ตารางที่ 2 แสดงถึงวิวัฒนาการของเทคนิคการวัดปริมาณแอลกอฮอล์ในร่างกาย ตั้งแต่ปี ค.ศ 1874-1974

Year	Investigators(country) and Brief description of research
1874	Austic(U.K) Used a mixture of $K_2Cr_2O_7+H_2SO_4$ as oxidizing reagent todemonstrate that only a small fraction of alcohol invested was excreted in breath and urine
1896	Nicloux(France) Improved on the dichromate oxidation procedure for quantitative analysis of alcohol
1927	Bogen(U.S) First use of breath-alcohol analysis for diagnosis of drunkenness. Ethanol was oxidized by $K_2Cr_2O_7+H_2SO_4$ and visible colorimetry was used to detect the end-point. The urine : breath ratio of alcohol was approximately 2000 :1
1938	Harger(U.S) Started to develop the first portable device for breath-alcohol analysis (the Drunkometer) in 1931. Reported in detail in 1938 and was oxidized with acidified $KMnO_4$
1941	Forrester St...(U.S) Developed the Intoximeter device which alcohol. An on-the-spot screening test involving oxidation with $KMnO_4$ to determine if BAC exceeded 0.15 g% w/v. If the test was positive another portion of breath was adsorbed on $MgClO_4$ crystals for later analysis at a laboratory.
1941 Greenberg and	Developed the Alcometer breath-alcohol analyzer which used heated Keator(U.S iodine pentoxide as oxidizing agent.

1951	Grosskopf(Germany) Development of chemical tube and bag breath-alcohol screening test Kitigawa(Japan) based on oxidation with $K_2Cr_2O_7+H_2SO_4$ on silica gel.
1956	Wolthers(Denmark) First application of gas chromatography for separation and analysis of aliphatic alcohol for forensic purposes.
1962-64	Lester(U.S) ; Use of headspace sampling for analysis of blood by gas chromatography Machata(Austria) with flame ionization detector(FID).
1971	Harte(U.S) Described a compact single wavelength (3.4 μm) IR analyzer for evidential breath-alcohol analysis called the Intoxilyzer.
1974	Johns, Johns, Williams, Introduced a hand-held device for breath-alcohol analysis based on and Wright(U.K.) electrochemical oxidation with a fuel cell detector.

9.1 แอลกอฮอล์

แอลกอฮอล์ (Alcohol) เป็นของเหลวใสไม่มีสี แอลกอฮอล์ในเครื่องดื่มมึนเมา คือ เอทิลแอลกอฮอล์ (Ethyl alcohol) เป็นสารประกอบอินทรีย์ ที่มีหมู่ไฮดรอกซิล (-OH) ต่อกับอะตอมคาร์บอนของหมู่แอลคิล หรือหมู่ที่แทนแอลคิล สูตรทั่วไปของแอลกอฮอล์แบบอะริฟาติกไฮโดรคาร์บอน คือ $C_nH_{2n+1}OH$



ภาพที่ 9 โครงสร้างของแอลกอฮอล์

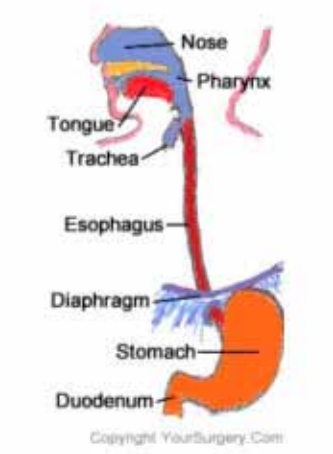
ที่มา : คลังปัญญาไทย, การตรวจวัดแอลกอฮอล์[ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 9 มีนาคม 2552. เข้าถึงได้จาก http://www.panyathai.or.th

คุณสมบัติของเอทิลแอลกอฮอล์ (Ethyl alcohol)

มีสูตร C_2H_5OH ลักษณะเป็นของเหลว ใสไม่มีสี มีขีดเดือด 78.5 ˚C ซ. จุดไฟติด ดื่มเข้าไปทำให้เกิดอาการมึนเมา เป็นองค์ประกอบสำคัญของสุราเมรัยทุกประเภท ใช้ประโยชน์เป็นตัวทำละลาย เป็นเชื้อเพลิง และใช้สังเคราะห์สารเคมีอื่นได้

9.2 เส้นทางเดินของแอลกอฮอล์ ในร่างกาย

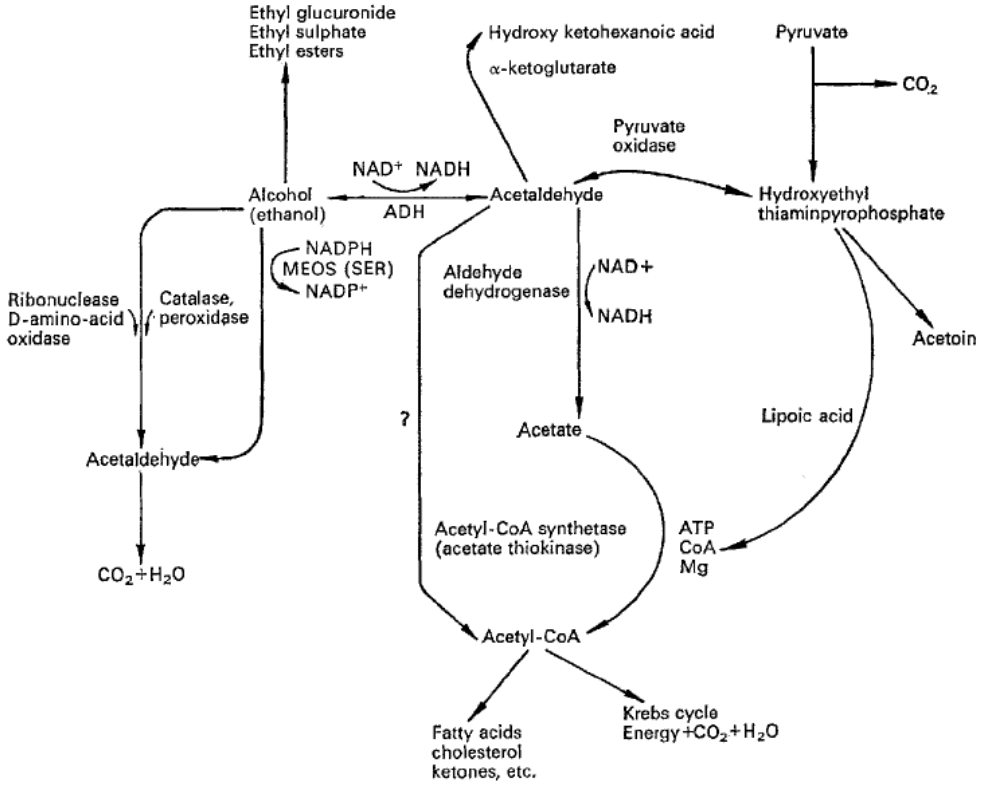
เมื่อดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ผสมอยู่ เช่น เบียร์ ไวน์ สุรา แอลกอฮอล์จะถูกดูดซึมผ่านปาก กระเพาะอาหาร และลำไส้เล็ก เข้าสู่เลือด เนื่องจากโมเลกุลของแอลกอฮอล์มีขนาดเล็กและไม่ต้องการน้ำย่อย แอลกอฮอล์จะเคลื่อนที่ตามทิศทางเดินของเลือด บางส่วนจะถูกทำลายโดยตับ จากนั้นเลือดจะผ่านไปทางหัวใจด้านขวา และเลือดถูกสูบฉีดไปที่ปอด เพื่อรับออกซิเจน แล้วเลือดจะถูกส่งไปทางหัวใจด้านซ้าย และถูกสูบฉีดไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกายตามเนื้อเยื่อต่าง ๆ ที่มีน้ำอยู่รวมทั้งสมอง จึงมีผลทำให้การสั่งงานของสมองช้าลง ในช่วงที่แอลกอฮอล์ผ่านปอด แอลกอฮอล์บางส่วนจะออกมากับลมหายใจมากน้อยตามสัดส่วนของปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือด ดังนั้น การวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ในลมหายใจจึงสามารถนำไปสู่การวิเคราะห์หาปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือดได้



ภาพที่ 10 แสดงเส้นทางเดินของแอลกอฮอล์ภายในทางเดินอาหาร
ที่มา : คลังปัญญาไทย, การตรวจวัดแอลกอฮอล์[ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 9 มีนาคม 2552. เข้าถึงได้จาก http://www.panyathai.or.th

ถ้าหากกระเพาะอาหารว่าง แอลกอฮอล์จะถูกดูดซึมหมดภายใน 30 นาทีหลังการดื่ม แต่ถ้ากระเพาะอาหารมีอาหารอยู่อาจต้องใช้เวลานานถึง 90 นาที หรือนานกว่าแอลกอฮอล์ไม่สามารถถูกดูดซึมเข้าร่างกายโดยการหายใจเอาไอ และไม่สามารถดูดซึมผ่านผิวหนังได้

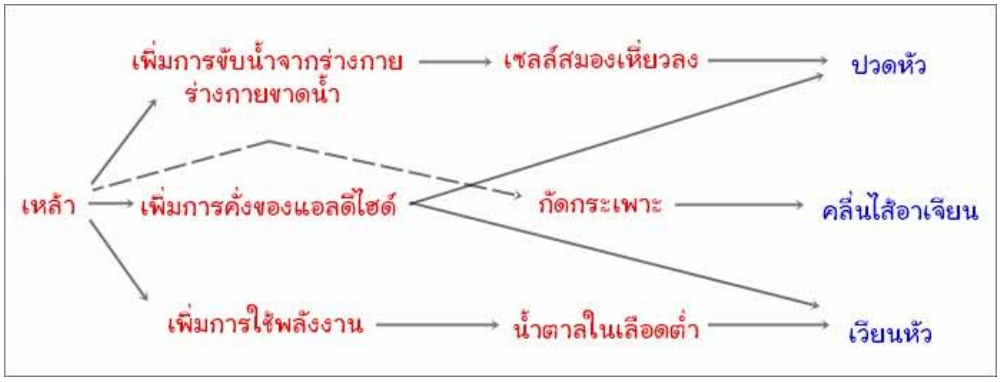
เมื่อแอลกอฮอล์เข้าสู่เลือดแล้ว จะเคลื่อนที่ตามทิศทางเดินของเลือด จากลำไส้เล็กสู่ตับ แอลกอฮอล์บางส่วนจะถูกทำลายโดยตับ จากนั้นเลือดจะผ่านไปทางหัวใจด้านขวา และเลือดถูกสูบฉีดไปปอด เพื่อรับออกซิเจน แล้วเลือดจะถูกส่งไปทางหัวใจด้านซ้าย และถูกสูบฉีดไป สู่ส่วนต่างๆ ของร่างกาย ผ่าน Aorta จึงทำให้ แอลกอฮอล์ถูกส่งไปตามเนื้อเยื่อต่างๆที่มีน้ำอยู่ เมื่อแอลกอฮอล์เข้าสู่สมอง จะทำให้การสั่งงานของสมองช้าลง เมื่อ แอลกอฮอล์ผ่านปอด แอลกอฮอล์บางส่วนจะแพร่ออกสู่อากาศ(ลมหายใจ) ซึ่งการวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ในลมหายใจจะสามารถนำไปสู่การวิเคราะห์หาปริมาณ แอลกอฮอล์ในเลือดได้แอลกอฮอล์ในร่างกายถูกเปลี่ยนเป็น acetaldehyde แล้วถูกเปลี่ยนเป็น acetic acid สุดท้ายจะถูกเปลี่ยนเป็น Carbondioxide การเปลี่ยนแปลงทั้งหมด จะให้พลังงาน 7 กิโลแคลอรี ต่อ กรัมของแอลกอฮอล์



ภาพที่ 11 แสดง Pathways of alcohol (ethanol) metabolism in man. ADM, alcohol dehydrogenase; MEOS, microsomal ethanol oxidizing system; SER, smooth endoplasmic reticulum.
ที่มา : คลังปัญญาไทย, การตรวจวัดแอลกอฮอล์[ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 9 มีนาคม 2552. เข้าถึงได้จาก http://www.panyathai.or.th

เมื่อแอลกอฮอล์เข้าสู่ร่างกายแล้ว ethanol ในร่างกายจะถูกกำจัดโดยตับในอัตราที่คงที่ โดยกลุ่มของเอ็มไซม์เรียกว่า Alcohol dehydrogenase จะเปลี่ยนให้เป็น acetaldehyde โดยปกติแล้ว acetaldehyde มีความเป็นพิษต่อร่างกายมากกว่า ethanol โดยอาการคลื่นไส้ เวียนศีรษะ และอาเจียน ล้วนเป็นพิษของผลจาก acetaldehyde จากนั้น Acetaldehyde จะถูกเอ็มไซม์ acetyldehyde dehydrogenaseเปลี่ยนให้ไปเป็นรูปของ Acetyl-CoA เป็นสารกลุ่มที่ไม่มีพิษ อัตราการเกิดขึ้นในตับเป็นไปในแบบอัตราที่คงที่ อาการแฮงค์(Hangover) เป็นผลจากพิษของ acetaldehyde การแฮงโอเวอร์ของแต่ละคนจะมากหรือน้อยจะขึ้นกับประสิทธิภาพและปริมาณของเอ็มไซม์acetaldehyde dehydrogenase ของแต่ละคน

อาการแฮงค์ (Hangover) คืออาการมึนงงปวดหัวคลื่นไส้อาเจียนหลังจากที่ฤทธิ์ของเหล้าที่ดื่มหมดไปแล้ว อาการที่ว่านี้เชื่อว่าเกิดจากหลายปัจจัยร่วมกันได้แก่ การขาดน้ำ + การคั่งของสารแอลดีไฮด์ + น้ำตาลต่ำ



ภาพที่ 12 แสดงขั้นตอนการเกิดอาการแฮงค์ (Hangover)
ที่มา : คลังปัญญาไทย, การตรวจวัดแอลกอฮอล์[ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 9 มีนาคม 2552. เข้าถึงได้จาก http://www.panyathai.or.th

9.3 ปัจจัยที่มีผลต่อระดับแอลกอฮอล์ในเลือด

ปกติคนที่ดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์มากและเข้มข้นจะมีระดับของแอลกอฮอล์ในเลือดและลมหายใจสูง แต่อย่างไรก็ตามยังมีปัจจัยอื่นที่มีผลต่อความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในเลือดและลมหายใจ คือ

9.3.1 พฤติกรรมของการดื่ม

เครื่องดื่มที่มีความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ประมาณ 20%โดยปริมาตรจะถูกดูดซึมเข้าเลือดได้ดีที่สุด ถ้าความเข้มข้นสูงกว่านี้ แอลกอฮอล์จะไปกดอัตราการเปิดของ pyloric valveที่เชื่อมระหว่างกระเพาะอาหารและลำไส้เล็กให้มีการทำงานช้าลงทำให้การดูดซึมแอลกอฮอล์เข้าระบบเลือดช้า ระดับของแอลกอฮอล์ในลมหายใจจะต่ำ

9.3. 2 เวลา

ถ้าดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์แบบช้าๆหรือค่อยๆดื่มไปจะทำให้อัตราการเพิ่มของแอลกอฮอล์ในเลือดเท่ากับอัตราการทำลายแอลกอฮอล์ของตับ ซึ่งจะมีผลทำให้แอลกอฮอล์ในเลือดต่ำ

9.3.3 อาหารในกระเพาะ

ถ้าในกระเพาะอาหารและลำไส้เล็กไม่มีอาหารอยู่จะมีผลทำให้แอลกอฮอล์ถูกดูดซึมได้เร็ว แต่ถ้ามีอาหารที่มีไขมันมากจะทำให้การดูดซึมช้า

9.3.4 น้ำหนักของร่างกาย

เนื่องจากร่างกายของคนเราประกอบด้วยน้ำ2 ใน 3 ส่วน ฉะนั้นคนที่มีน้ำหนักมากเมื่อแอลกอฮอล์ถูกดูดซึมเข้าร่างกายจะทำให้แอลกอฮอล์ในเลือดมีความเข้มข้นน้อยกว่าคนที่มีน้ำหนักเบา คนอ้วนจะมีน้ำในร่างกายน้อยกว่าคนผอมถ้าน้ำหนักเท่ากัน เนื่องจากแอลกอฮอล์จะละลายได้น้อยในไขมันเมื่อเทียบกับน้ำ ด้วยเหตุนี้ ปริมาณความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในเลือดคนอ้วนจะสูงกว่าคนผอมเมื่อดื่มเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของแอลกอฮอล์เท่ากัน

9.4 ระดับแอลกอฮอล์ที่มีผลต่อร่างกาย

ความรุนแรงของฤทธิ์ในการกดการทำงานของระบบประสาทส่วนกลางของแอลกอฮอล์ เป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในเลือด มีการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับแอลกอฮอล์ในเลือดและอาการผิดปกติของร่างกาย ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3 แสดงระดับแอลกอฮอล์ในเลือดกับอาการแสดงของผู้ดื่มสุรา

ระดับแอลกอฮอล์ในเลือด (มก.%)	**อาการและผลต่อร่างกาย**
30	สนุกสนาน ร่าเริง
50	ขาดการควบคุมการเคลื่อนไหว
100	เดินไม่ตรงทาง
200	สับสน
300	ง่วง งง ซึม
400	สลบ อาจถึงตาย

9.5 ความสัมพันธ์ของระดับแอลกอฮอล์กับการเกิดอุบัติเหตุ

ผลของแอลกอฮอล์จะทำให้การทำงานของร่างกายช้าลง ประสาทตาจะหย่อนสมรรถภาพ มีผลทำให้การรับรู้ภาพ แสงและสี ของสัญญาณต่าง ๆ ช้าลง ขอบเขตของการมองแคบ

ลง ทำให้เห็นภาพการจราจรไม่พอและการคาดคะเนระยะผิดไป ความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในเลือดกับโอกาสเกิดอุบัติเหตุจราจร ดังนี้

ตารางที่ 4 แสดงความสัมพันธ์ของระดับแอลกอฮอล์ในเลือดกับโอกาสเกิดอุบัติเหตุจราจร

ระดับแอลกอฮอล์ในเลือด(มก.%)	สมรรถภาพในการขับรถ	โอกาสที่จะเกิดอุบัติเหตุเมื่อเทียบกับคนที่ไม่ดื่มสุรา
20	มีผลเพียงเล็กน้อยเฉพาะบางคน	ใกล้เคียงกับคนไม่ดื่มสุรา
50	ลดลงโดยเฉลี่ยร้อยละ 8	โอกาสที่จะเกิดอุบัติเหตุเป็น 2 เท่า
80	ลดลงโดยเฉลี่ยร้อยละ 12	โอกาสที่จะเกิดอุบัติเหตุเป็น 3 เท่า
100	ลดลงโดยเฉลี่ยร้อยละ 15	โอกาสที่จะเกิดอุบัติเหตุเป็น 6 เท่า
150	ลดลงโดยเฉลี่ยร้อยละ 33	โอกาสที่จะเกิดอุบัติเหตุเป็น 40 เท่า
มากกว่า 200	ลดลงเป็นสัดส่วนกับระดับแอลกอฮอล์ในเลือด	ไม่สามารถวัดได้เนื่องจากควบคุมการทดลองไม่ได้

10. วิธีการตรวจหาระดับแอลกอฮอล์ในเลือด

วิธีการตรวจหาระดับแอลกอฮอล์ในเลือดในปัจจุบัน ทำได้ 3 วิธีหลักๆ คือ

10.1 ทางลมหายใจ โดยให้ผู้ดื่มสุราเป่าลมหายใจเข้าไปในเครื่องตรวจหาระดับแอลกอฮอล์ในเลือดทางลมหาใจ ตัวเลขที่ปรากฏบนจอของเครื่องจะบอกระดับแอลกอฮอล์ในเลือดหน่วยเป็นมิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะให้ผลตรวจได้รวดเร็วและสามารถตรวจได้ในสถานที่เกิดเหตุ แต่ควรตรวจหลังจากดื่มแอลกอฮอล์แล้วเกินกว่า 15 นาที เพื่อป้องกันแอลกอฮอล์ที่มีอยู่ในปาก

10.2 ทางเลือด โดยการเจาะเลือดจากผู้ดื่มสุราหรือผู้ที่เสียชีวิตแล้ว ในคนที่มีชีวิตเจาะที่เส้นเลือดดำ ส่วนคนที่เสียชีวิตเก็บจากเลือด Aorta ในการเจาะเลือดไม่ควรใช้สารฆ่าเชื้อที่มีแอลกอฮอล์เป็นส่วนผสมเพื่อป้องกันการตรวจผิดพลาด กรณีที่จำเป็นต้องใช้แอลกอฮอล์ควรให้แอลกอฮอล์ระเหยแห้งเสียก่อน การเก็บรักษาตัวอย่างเลือดควรใส่ภาชนะที่มีฝาปิดสนิทป้องกันการระเหยของแอลกอฮอล์ และควรใส่ โซเดียมฟลูออไรด์ ป้องกันการแข้งตัวของเลือด แล้วส่งตรวจหาระดับแอลกอฮอล์ในเลือดโดยตรงในห้องปฏิบัติการผู้ตรวจวิเคราะห์ต้องมีความชำนาญเฉพาะทาง ผลที่ได้มีความถูกต้องมาก กรณีที่ต้องตรวจสอบ โดยวิธีตรวจวัดจากเลือด ให้ส่งตัวไปยังโรงพยาบาล เจาะเลือดภายใต้การกับดูแลของผู้ประกอบวิชาชีพเวชกรรมตามกฎหมายว่าด้วยวิชาชีพเวชกรรม

10.3 ทางปัสสาวะโดยการเก็บตัวอย่างปัสสาวะจากผู้ที่ดื่มสุราหรือผู้ที่เสียชีวิตในคนที่มีชีวิตควรเก็บหลังจากดื่มแอลกอฮอล์แล้วเกินกว่า 15 นาที และเก็บในภาชนะที่ปิดสนิท เพราะแอลกอฮอล์ในปัสสาวะมีโอกาสที่จะระเหยได้เช่นเดียวกับในเลือดจากนั้นนำปัสสาวะส่งตรวจหาระดับแอลกอฮอล์ในเลือดในห้องปฏิบัติการ ผลที่ได้มีความถูกต้องใกล้เคียงกับในเลือด

กรณีตรวจวัดจากลมหายใจหรือปัสสาวะ ให้เทียบปริมาณแอลกอฮอล์โดยใช้ปริมาณเป็นเกณฑ์มาตรฐาน ดังนี้

ก. กรณีตรวจวัดลมหายใจ ให้ใช้ค่าสัมประสิทธิ์ในการแปลงค่าเท่ากับ 2000

ข. กรณีตรวจวัดจากปัสสาวะให้ใช้ค่าสัมประสิทธิ์ในการเปลี่ยนแปลงค่าเท่ากับเศษ 1 ส่วน 3

นอกจากนี้แล้วในการตรวจวัดแอลกอฮอล์ยังสามารถตรวจวัดได้จาก serum, plasma และน้ำลาย ได้ โดยให้เทียบปริมาณแอลกอฮอล์โดยใช้ปริมาณเป็นเกณฑ์มาตรฐาน ดังนี้

ค. กรณีที่ตรวจจาก serum หรือ plasma ใช้สัมประสิทธิในการแปลงค่า = 1/1.13

ง. กรณีที่ตรวจจากน้ำลายใช้สัมประสิทธิ์ในการแปลงค่า = 1

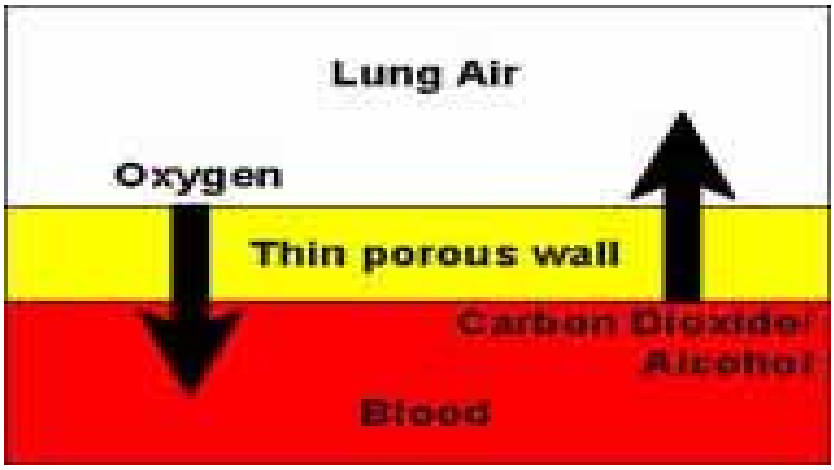
11. หลักการพื้นฐานของเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์

11.1 เครื่องตรวจวัดแอลกอฮอล์ในลมหายใจ

หลักการทำงาน

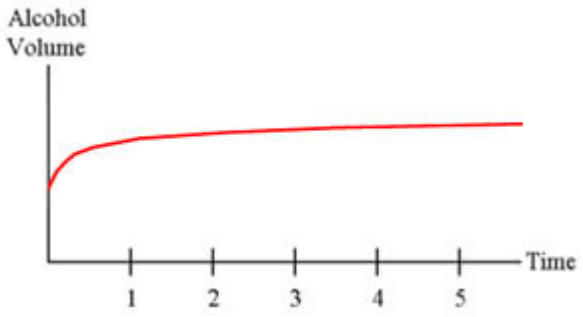
ในการตรวจจะให้ผู้ตรวจเป่าลมหายใจเข้าเครื่องซึ่งมีตัวตรวจจับแอลกอฮอล์ (Alcohol Detector) ตัวตรวจจับเมื่อได้รับแอลกอฮอล์จากลมหายใจ จะมีการแปรสภาพซึ่งอาจมองเห็นได้ เช่นการเปลี่ยนแปลงสีของสารเคมี หรือวัดได้จากพลังงาน เช่น กระแสไฟฟ้า ความต่างศักย์ การเปลี่ยนแปลงสภาพนี้จะถูกแปลค่าให้รายงานออกมาที่หน้าปัดของเครื่อง ในของปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือด (Blood Alcohol Concentration: BAC)

ทั้งนี้โดยอาศัยการคำนวณค่า จากค่าความสัมพันธ์ของสัมประสิทธิ์ในการแปลงค่าปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือดเป็นปริมาณแอลกอฮอล์ในลมหายใจ การที่เครื่องวัดจะวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือดจากลมหายใจได้ถูกต้อง ต้องใช้ลมหายใจจากส่วนลึกของปอดที่สัมผัสกับเส้นเลือดฝอยในปอดเพื่อจะให้ได้ค่าปริมาณแอลกอฮอล์ที่ถูกต้อง ปอดทำหน้าที่แลกเปลี่ยนกาซคาร์บอนไดออกไซด์ และออกซิเจนของเลือด เมื่อเราหายใจออก กาซคาร์บอนไดออกไซด์จะถูกคลายจากเลือดและจะมีไอแอลกอฮอล์ออกมา



ภาพที่ 13 แสดงการแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์
ที่มา : เลียงชัย ลิ้มล้อมวงศ์, ปอดและการหายใจ[ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 11 เมษายน 2552. เข้าถึงได้จาก http://www.med.cmu.ac.th/hospital/hpc/med/lungair.ppt

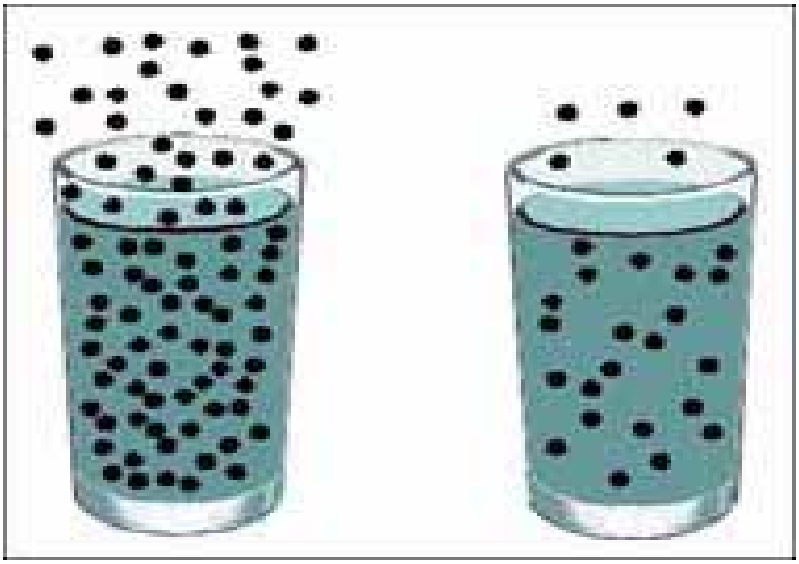
เมื่อถูกเป่าลมหายใจเข้าเครื่องต่อเนื่องไปได้ระยะหนึ่ง ความแรงในการเป่าจะลดลง สูบไฟฟ้าในเครื่องฯ จะเก็บตัวอย่างลมหายใจประมาณ 1 ซีซี แบบอัตโนมัติ ในกรณีที่เครื่องไม่ได้ออกแบบให้เก็บตัวอย่างลมหายใจแบบอัตโนมัติ การตรวจวัดต้องให้ผู้ถูกตรวจเป่าลมหายใจเข้าเครื่องอย่างต่อเนื่อง และผู้ที่ทำการตรวจวัด จะนับ 1 ถึง 5 ในใจอย่างช้า ๆ เมื่อนับครบแล้ว จึงกดปุ่มรับตัวอย่าง เพื่อให้สูบไฟฟ้าเก็บตัวอย่าง แอลกอฮอล์ในลมหายใจกับปริมาตรของลมหายใจที่เป่าออกมา จะเห็นว่าเมื่อเป่าลมหายใจเข้าเครื่องวัด ความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในลมหายใจจะเริ่มต้นที่จุด ๆ หนึ่ง แล้วค่อย ๆ เพิ่มขึ้น และความเข้มข้นจะค่อย ๆ คงที่ในที่สุด ดังนี้



ภาพที่ 14 แสดงความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในลมหายใจกับของลมหายใจที่เป่าออกมา
ที่มา : คลังปัญญาไทย, การตรวจวัดแอลกอฮอล์[ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 9 มีนาคม 2552. เข้าถึงได้จาก http://www.panyathai.or.th

11.1.1.กฎของเฮนรี (HENRY'S LAW)

กฎของเฮนรี กล่าวไว้ว่า ความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในลมหายใจขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในเลือด



ภาพที่ 15 แสดงการอธิบายกฎของเฮนรี (HENRY'S LAW)
ที่มา : คลังปัญญาไทย, การตรวจวัดแอลกอฮอล์[ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 9 มีนาคม 2552. เข้าถึงได้จาก http://www.panyathai.or.th

ตัวอย่างที่จะอธิบายกฎของเฮนรีง่ายๆ คือ ถ้าเอาแอมโมเนียผสมลงในน้ำแก้วหนึ่ง ถ้าเราเติมปริมาณลงไปน้อย เราจะได้กลิ่นแอมโมเนียของอากาศบนแก้วแบบเจือจาง ถ้าเพิ่มปริมาณแอมโมเนียลงไปอีก 1 เท่า เราจะได้กลิ่นแอมโมเนียแรงขึ้น 1 เท่า นั่นคือ ถ้าเราสามารถวัดปริมาณแอมโมเนียในอากาศได้อย่างถูกต้อง ก็จะสามารถวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนียละลายในน้ำได้ถูกต้อง

จากกฎของเฮนรี นี้จะสามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณของแอลกอฮอล์ในเลือดจากแอลกอฮอล์ในลมหายใจได้ ในการนี้จะต้องมีค่าคงที่ค่าหนึ่งที่ใช้ในการเปลี่ยนค่าปริมาณ แอลกอฮอล์ในเลือด เป็นปริมาณ แอลกอฮอล์ใน ลมหายใจ ค่าคงที่นี้เรียกว่า blood/breath ratio

11.1.2 blood/breath ratio

คือค่าสัมประสิทธิ์ในการแปลงค่าปริมาณ แอลกอฮอล์ในเลือด เป็นปริมาณ แอลกอฮอล์ในลมหายใจ ค่าที่ใช้มีหลายค่า เช่น 2000 :1 , 2100 :1 , 2300 : 1 ซึ่งแต่ละประเทศอาจจะใช้ค่าไม่เหมือนกัน ค่า blood/breath ratio ที่แต่ละประเทศใช้มีค่าต่างกัน ไม่สามารถจะกำหนดเป็นค่าเดียวได้ ขึ้นอยู่กับว่าแต่ละประเทศจะเห็นว่าค่าที่ใช้เหมาะสมกับประเทศของตน ทั้งนี้เพราะ มีตัวแปรที่เป็นปัจจัยหลายอย่างที่จะกระทบกับค่าสัมประสิทธิ์นี้ ตัวแปรเหล่านี้

ตารางที่ 5 แสดงค่าสัมประสิทธ์ในการแปลงค่าปริมาณ แอลกอฮอล์ในเลือด เป็นปริมาณแอลกอฮอล์ในลมหายใจ

blood : breath ratio	country
2000 : 1	France, Australia, Norway, U.S.A, Thailand
2100 : 1	Germany, Czech Rep., Hungary, Sweden, Spain, Australia
2300 : 1	United Kingdom, Turkey, New Zealand, Malaysia, Singapore, Zimbabwe, Tanzania, Belgium, Holland, Portugal, Rep. of South Africa

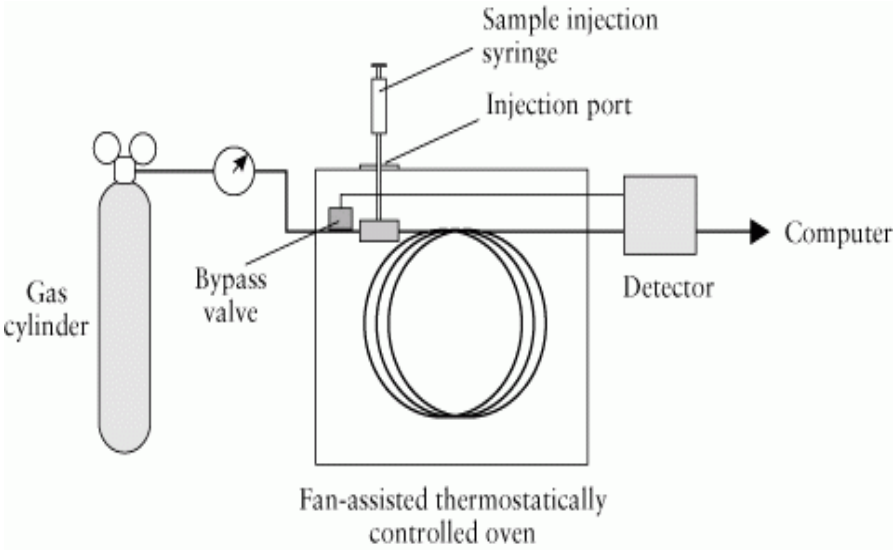
ลักษณะการเป่าลมหายใจ อุณหภูมิของร่างกาย และระยะการดูดซึมของแอลกอฮอล์เข้าระบบเลือด สำหรับประเทศไทยได้เลือกใช้ค่าสัมประสิทธิ์ในการแปลงค่าปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือด เป็นปริมาณแอลกอฮอล์ในลมหายใจ 2000 : 1 ซึ่งหมายความว่า ถ้าเครื่องวัดปริมาณแอลกอฮอล์ในลมหายใจได้ 1 ส่วน เมื่อแปลงเป็นปริมาณแอลกอฮอล์ ในเลือด 2000 ส่วน

11.2 เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟ (GC)

หลักการ

แอลกอฮอล์ สารระเหยต่างๆ และ internal standard จะแบ่งตัวอยู่ระหว่าง 2 วัฏภาค คือ ในวัฏภาคที่เป็นแก๊สและวัฏภาคที่เป็นของเหลวตามค่า partition coefficient โดยมีความร้อนและความดันเป็นตัวเร่งให้เกิดสมดุล เมื่ออยู่ในสภาวะที่สมดุล ดูดอากาศเหนือตัวอย่างในปริมาตรที่กำหนด แล้วใช้แก๊สเฉื่อยไล่ตัวอย่างอากาศดังกล่าวเข้าสู่ เครื่อง GC เพื่อแยกแอลกอฮอล์หรือสารที่สนใจออกจากกันโดยอาศัยหลักการทาง Chromatography แล้วตรวจหาเอกลักษณ์ และ/หรือปริมาณของสารที่สนใจ โดยเปรียบเทียบ retention time และสัญญาณที่ตอบ สนองจากเครื่องกับสารมาตรฐาน

องค์ประกอบที่สำคัญของเครื่อง GC สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน คือ



ภาพที่ 16 แสดงองค์ประกอบที่สำคัญของเครื่อง GC

ที่มา : คลังปัญญาไทย, การตรวจวัดแอลกอฮอล์[ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 9 มีนาคม 2552. เข้าถึงได้จาก http://www.panyathai.or.th

1. Injector คือ ส่วนที่สารตัวอย่างจะถูกฉีดเข้าเครื่องและระเหยเป็นแก๊ส พร้อมกับถูกให้เป็นเนื้อเดียวกันก่อนที่จะเข้าสู่คอลัมน์ อุณหภูมิที่เหมาะสมของ Injector ควรเป็นอุณหภูมิที่สูงพอที่จะทำให้สารตัวอย่างสามารถระเหยได้ แต่ต้องไม่ถูกทำให้สลายตัว (decompose)

2. Oven คือ ส่วนที่ใช้สำหรับบรรจุคอลัมน์เอาไว้ และเป็นส่วนที่ควบคุมอุณหภูมิของคอลัมน์ให้เปลี่ยนไปตามความเหมาะสมกับสารที่ถูกฉีด ซึ่งอุณหภูมิของ Oven นั้นจะสามารถปรับเปลี่ยนได้ 2 แบบ คือ isocratic temperature และ gradient temperature แล้วแต่ความต้องการของผู้วิเคราะห์ ข้อดีของการทำ gradient temperature คือ สามารถใช้กับสารตัวอย่างที่มีจุดเดือดกว้าง (wideboiling rangse) และยังช่วยลดเวลาในการวิเคราะห์ลงได้อีกด้วย (analysis time)

3. Detector คือ ส่วนที่จะใช้สำหรับตรวจวัด องค์ประกอบของสารที่มีอยู่ในตัวสารตัวอย่าง ดูว่าสารที่เราสนใจนั้นมีปริมาณอยู่เท่าไร ซึ่งความสามารถของการตรวจวัดนั้นจะขึ้นอยู่กับชนิดของ Detector ที่เลือกใช้กับเครื่อง GC

12. ชนิดของเครื่องวัดปริมาณแอลกอฮอล์

เครื่องวัดระดับแอลกอฮอล์ในเลือดโดยวิธีเป่าลมหายใจ แบ่งตามวัตถุประสงค์การใช้งาน แบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

1. เครื่องวัดระดับแอลกอฮอล์ในเลือดโดยวิธีเป่าลมหายใจแบบตรวจคัดกรอง (screening) โดยที่เครื่องวัดระดับแอลกอฮอล์ในเลือดโดยวิธีเป่าลมหายใจแบบตรวจคัดกรอง เป็นเครื่องที่ใช้ในการทดสอบปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือด โดยวิธีเป่าลมหายใจเข้าเครื่องวัด ผลที่แสดงจะเป็นตัวหนังสือว่าเกิน หรือไม่เกินค่ามาตรฐานที่ตั้งไว้ เช่น แสดงเป็น pass หรือ Fail หรืออาจแสดงเป็นตัวเลขก็ได้

2. เครื่องวัดระดับแอลกอฮอล์ในเลือดโดยวิธีเป่าลมหายใจแบบตรวจยืนยันผล (Evidential) เครื่องวัดระดับแอลกอฮอล์แบบตรวจยืนยันผล เป็นเครื่องที่ใช้ในการตรวจวัดปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือด โดยวิธีเป่าลมหายใจเข้าเครื่องวัด ผลที่ได้จะแสดงเป็นตัวเลขว่ามีปริมาณในหน่วย mg/100ml เช่น 50 mg/100ml (แสดงว่าในเลือด 100 มิลลิลิตรมีปริมาณแอลกอฮอล์อยู่ 50 มิลลิกรัม)

เครื่องวัดระดับแอลกอฮอล์ในเลือดโดยวิธีเป่าลมหายใจ แบ่งตามลักษณะของเครื่องได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบพกพา (Mobile)

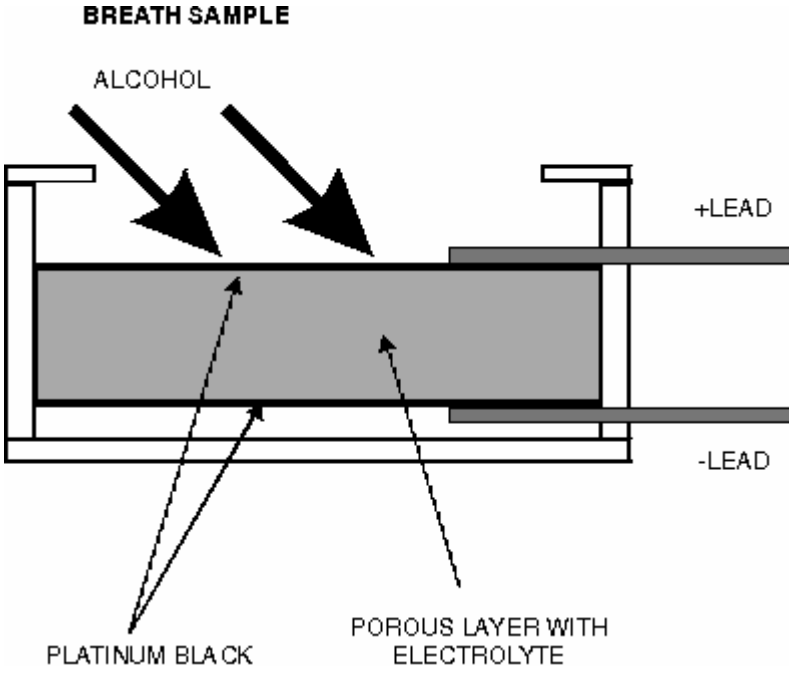
2. แบบประจำที่ (Stationary)

ตัวตรวจจับ (Detector) แบบต่าง ๆ

ตัวตรวจจับแบบต่าง ๆ ที่ใช้ในการวัดแอลกอฮอล์จากลมหายใจ ปัจจุบันที่นิยมมีด้วยกัน 3 แบบ คือ

1. แบบ Semiconductor ใช้หลักการ ไอของแอลกอฮอล์ไปจับ semiconductor ทำให้ความต้านทาน ของ semiconductor เปลี่ยนแปลง

2. แบบ Fuel cell เป็นแบบเซลล์ไฟฟ้าเคมี (Electrochemical Fuel Cell) เป็นแผ่นบางๆที่มีรูพรุนจำนวนมาก ผิวของแผ่นเซลล์ จะถูกเคลือบด้วยทองและปลาตินัมทั้งสองด้าน เมื่อไอของแอลกอฮอล์ถูกดูดซับโดยเซลล์ จะทำให้เกิดปฏิกริยากลายเป็น กรดอะซิตริก และทำให้เกิดศักย์ไฟฟ้าซึ่งเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณแอลกอฮอล์ โดยมีปฏิกริยาดังภาพที่ 16

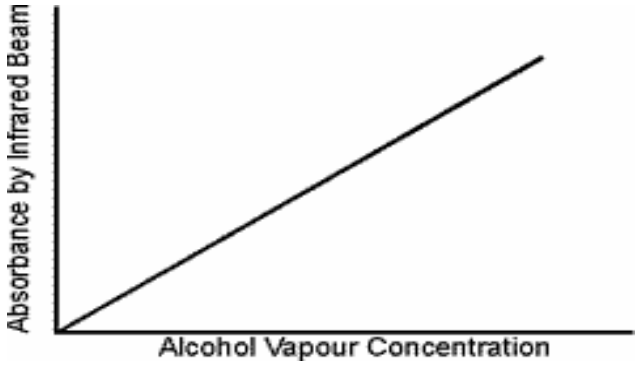


ภาพที่ 17 แสดงการทำงานของ Fuel cell

ที่มา : คลังปัญญาไทย, การตรวจวัดแอลกอฮอล์[ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 9 มีนาคม 2552. เข้าถึงได้จาก http://www.panyathai.or.th

3. แบบ Infrared Absorption อาศัยหลักการ การดูดกลืนแสง Infrared ของ Hydroxy group (C-OH) ในโมเลกุลของแอลกอฮอล์ ที่มีความยาวคลื่น 3.4 μm แสง Infrared จะถูก

ดูดกลืนมากน้อยเท่าใดขึ้นกับความเข้มข้น ของไอของแอลกอฮอล์ ซึ่งสามารถอธิบายได้ด้วย Beer's Law ดังกราฟที่ 1



กราฟที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของ แอลกอฮอล์กับการดูดกลืนรังสีอินฟราเรด (Beer's Law)

ที่มา : คลังปัญญาไทย, การตรวจวัดแอลกอฮอล์[ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 9 มีนาคม 2552. เข้าถึงได้จาก http://www.panyathai.or.th

13. หน่วยวัดปริมาณแอลกอฮอล์

หน่วยวัดปริมาณแอลกอฮอล์แบ่งเป็น 2 อย่างคือ หน่วยวัดปริมาณแอลกอฮอล์ในลมหายใจและ หน่วยวัดปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือด ดังนี้

ตารางที่ 6 แสดงหน่วยวัดปริมาณแอลกอฮอล์ในลมหายใจ (Breath Alcohol Concentration(BrAC) Unit)

BrAC Unit	Abbreviation	Used in (Example)
milligrams per litre	mg/l	Continental Europe, Scandinavia, Japan South Africa, Thailand
micrograms per hundred milliliters	μg/100 ml,μg% μg/dl	United Kingdom
micrograms per liter	μg/l	New Zealand, Netherlands

ตารางที่ 7 แสดงหน่วยวัดปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือด (Blood Alcohol Concentration (BAC)

BAC units	Abbreviation	Used in (Example)
milligrams per hundred milliliters	mg/100ml, mg/%, mg%, mg/dl	UK, Africa(parts),Middle East, Malaysia, Canada, Thailand
percent blood alcohol	%BAC, %BAL	USA, Australia, South Africa
promille(w/v)*part per thousand	%, g/l	France, Portugal, Italy
promille(w/w)*part per thousand	%, g/kg	Germany,East Europe, Scandinavia

* w/v = weight of alcohol by volume of blood

* w/v = weight of alcohol by weight of blood

14. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วิไล ชินเวชกิจวานิชย์ และคณะ (2539) ได้ทำการศึกษาเรื่อง “การวัดระดับแอลกอฮอล์ในเลือดภายหลังการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ โดยเครื่องตรวจวัดแอลกอฮอล์จากลมหายใจและเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟ“ จากผลการศึกษาพบว่าการวัดระดับแอลกอฮอล์ในเลือดของอาสาสมัคร 29 คน หลังการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ 3 ชนิด คือ วิสกี้ ไวน์ และเบียร์ โดยวัดระดับแอลกอฮอล์ในเลือดโดยตรงและจากลมหายใจ หลังจากหยุดดื่ม ผลการวิจัยได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของระดับแอลกอฮอล์จากเครื่องตรวจวัดแอลกอฮอล์ในลมหายใจ ระหว่าง 2 บริษัท เท่ากับ 0.975 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของระดับแอลกอฮอล์ระหว่างการตรวจด้วยแก๊สโครมาโทกราฟ เท่ากับ 0.977 และ 0.971 เมื่อใช้เครื่อง Alco – Sensor ค่า blood Breath ในกลุ่มประชากรที่ศึกษาเท่ากับ 2379±440

สาธิต (2548) ได้ทำการศึกษาเรื่อง “ การศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อความถูกต้องของเครื่องวัดปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือดโดยวิธีเป่าลมหายใจ “จากการศึกษาพบว่าความแม่นและความเที่ยงของผลการอ่านค่าของเครื่องวัดปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือด มีความเป็นเชิงเส้น โดยมีค่า R^2 [0.9941.1] ความแม่นมีค่าคลาดเคลื่อนสูงสุดเป็น 1.000 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ และความเที่ยงมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงสุดเป็น ±1.046 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์สากล

วิเชียร ยงมานิตชัย (2543) ได้ทำการศึกษาเรื่อง “การศึกษาเปรียบเทียบความเข้มข้นแอลกอฮอล์ในเลือดกับในวุ้นลูกนัยน์ตาของคนไทยที่เสียชีวิตเนื่องจากอุบัติเหตุจราจรทางบก” จากการศึกษาจากคนไทยที่เสียชีวิต 110 ศพ นำมาวิเคราะห์ความเข้มข้นแอลกอฮอล์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟีแบบเทคนิคเฮดสเปซ พบว่าผลความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในเลือด(BAC)และความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในวุ้นลูกนัยน์ตา(VHAC)มีความสัมพันธ์กันในเชิงเส้นตรงในทางบวก ค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ 0.932 และสมการถดถอยเชิงเส้นตรง (R2 = 0.868)ค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนระหว่างความเข้มข้นแอลกอฮอล์ในเลือดต่อวุ้นลูกนัยน์ตา (conversion factor) เท่ากับ 1.06 นำสมการถดถอยเชิงเส้นตรงและ conversion factor ที่ได้มาทดสอบกับข้อมูลชุดที่สองจำนวน84 ราย พบว่า ค่าความเข้มข้นแอลกอฮอล์ที่ได้จากการพยากรณ์โดยใช้สมการถดถอยเชิงเส้นตรงและ conversion factor ไม่แตกต่างกับค่าความเข้มข้นแอลกอฮอล์ที่วัดได้จริงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P = 0.960 และ P =0.938 ตามลำดับ) ผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการนำค่า VHAC มาใช้พยากรณ์ค่า BACในกรณีที่ไม่มีตัวอย่างเลือด ที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์ BAC

วีรวรรณ เล็กสกุลไช และคณะ(2550)ได้ทำการศึกษาเรื่อง “ปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือดของอาสาสมัครไทยหลังจากดื่มเครื่องดื่มมีแอลกอฮอล์ หนึ่งปริมาณมาตรฐาน“ จากการศึกษาจากอาสาสมัครชาวไทยจำนวน 30 คน เป็นชาย 15 คนและหญิง 15 คน อดอาหารข้ามคืนแล้วทำการดื่มเครื่องดื่มมีแอลกอฮอล์ “หนึ่งปริมาณมาตรฐาน” ในลักษณะต่างๆจากนั้นจะได้รับการตรวจวัดปริมาณแอลกอฮอล์ ในเลือดทุก 15 นาที เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ผลการศึกษาพบว่า การดื่มในปริมาณนี้เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จะให้ปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือดต่ำกว่าเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนดคือต่ำกว่า 50 mg/dL หรือ 0.05% หลังดื่ม 45 นาที พบว่าโดยเฉลี่ยหญิงจะมีปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือดสูงกว่าชายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ปริมาณแอลกอฮอล์ ในเลือดมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับน้ำหนักตัว การดื่มหลังจากการกินอาหารมื้อหนักทันทีให้ค่าปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือดต่ำอย่างมากในอาสาสมัครทุกรายแต่การดื่มพร้อมกับกับแกล้มหรือการเจือจางเหล้าด้วยโซดายังคงให้ค่าปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือดสูง

สิริพันธ์ และคณะ (2549) ได้ทำการศึกษาเรื่อง “อุบัติการณ์การตรวจพบความเข้มข้นแอลกอฮอล์ในเลือดของผู้ที่เสียชีวิตโดยผิดธรรมชาติในภาคเหนือของประเทศไทย” จากการศึกษาในศพที่ตายโดยผิดธรรมชาติที่ถูกส่งมาตรวจชันสูตรที่ภาควิชานิติเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ระหว่าง มกราคม ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2547โดยการคัดเลือกตัวอย่างเพื่อทำการศึกษาแบบสุ่ม จำนวน 153 ศพ พบว่าความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในเลือดของผู้ที่เสียชีวิตโดยอุบัติเหตุจราจร 74 ราย คิด

เป็นร้อยละ 90.2 ของจำนวนที่ตรวจพบแอลกอฮอล์ทั้งหมด 82 ราย จากศพทั้งหมด 1,138 ศพ ในจำนวนนี้เป็นเพศชายถึงร้อยละ 99 ช่วงอายุที่พบมากที่สุดคือ 26-35 ปีจำนวนร้อยละ 42.7 อาชีพรับจ้างจำนวนร้อยละ 48 แต่งงานแล้วร้อยละ 57.3 พบว่าเสียชีวิตจากการบาดเจ็บจากจราจรร้อยละ 52.4 และมีพฤติกรรมการตายในลักษณะอุบัติเหตุ ร้อยละ 54.9 ส่วนความเข้มข้นแอลกอฮอล์ในเลือดของผู้ตายในการศึกษาครั้งนี้มีความเข้มข้นสูงมาก โดยพบว่าความเข้มข้นแอลกอฮอล์ในเลือดเกินกว่า 50 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์จำนวนร้อยละ 81.7 ความเข้มข้นมากกว่า 100 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์พบร้อยละ 70.7และความเข้มข้นน้อยกว่า 50 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์จำนวนร้อยละ 18.3 และพบว่าความเข้มข้นแอลกอฮอล์ในเลือด151-200 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์พบบ่อยที่สุดจำนวนร้อยละ 20.7 ในการศึกษาครั้งนี้ตรวจพบระดับแอลกอฮอล์ในเลือดสูงที่สุด คือ 396 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ แต่เสียชีวิตจากสาเหตุอื่นที่ไม่ใช่เกิดจากพิษของแอลกอฮอล์

อตินุช นารถน้ำพอง และคณะ(2550) ได้ทำการศึกษาเรื่อง “ การตรวจสอบความถูกต้องวิธีวิเคราะห์และหาค่าความไม่แน่นอนการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณแอลกอฮอล์ด้วยเครื่อง Headspace Gaschromatography (HS-GC) ชนิด Flame ionization detector” จากผลการศึกษาพบว่าแอลกอฮอล์ในช่วงความเข้มข้น 5.08 ถึง 355.86 mg% มีความสัมพันธ์กับพื้นที่ใต้กราฟเป็นเส้นตรง โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์(r2) เท่ากับ 0.9997 สำหรับความถูกต้องและความแม่นยำของวิธีวิเคราะห์อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ โดยความถูกต้องของวิธีวิเคราะห์ที่ความเข้มข้น 25.03, 61.94 และ 131.66 mg% มี % Recovery เท่ากับ 95.56, 97.26 และ 96.66 ตามลำดับ และมีความแม่นยำเมื่อทำการทดสอบความทวนซ้ำได้ โดยผู้วิเคราะห์คนเดียวกันและวิเคราะห์ในคราวเดียวกัน พบว่ามีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (%RSD) เท่ากับ 0.46, 1.73 และ 1.27 ตามลำดับ ผลการทดสอบความแม่นยำเมื่อทดสอบความทำซ้ำได้ โดยตรวจวิเคราะห์จำนวน 3 วันในหนึ่งสัปดาห์ พบว่าผลที่ได้จากวิธีการตรวจเดียวกันเครื่องเดียวกันในแต่ละวันไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value เท่ากับ 0.57 และ 0.10 ตามลำดับ) ผลการทดสอบความแม่นยำเมื่อทดสอบความทำซ้ำได้โดยผู้วิเคราะห์แตกต่างกัน ผลที่ได้ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (F< Fcrit) ความเข้มข้นต่ำสุดของแอลกอฮอล์ที่สามารถตรวจพบ (LOD) คือ 1.02 mg% และความเข้มข้นต่ำสุดของแอลกอฮอล์ที่สามารถหาปริมาณได้ (LOQ) คือ 5.08 mg% จากการหาค่าความไม่แน่นอนของการตรวจวิเคราะห์ คำนวณค่าความไม่แน่นอนรวมได้เท่ากับ 0.037044663โดยมีค่าความไม่แน่นอนขยายที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เท่ากับ 0.074089327

ประเสริฐ ศรีเพ็ชร์และ คณะ(2550) ได้ทำการศึกษาเรื่อง “ปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือดของผู้ประสบอุบัติเหตุทางจราจรบนท้องถนน” จากผลการศึกษาพบว่าข้อมูลผู้ประสบอุบัติเหตุทางจราจรบนท้องถนนที่เข้ารับการ ช่วงระหว่างเดือนมกราคมถึงธันวาคม พ.ศ. 2548 จากฐานข้อมูลรวม 1,220 ราย พบว่าเป็นผู้ประสบอุบัติเหตุเพศชาย 951 ราย(ร้อยละ 78.0) และผู้ประสบอุบัติเหตุเพศหญิง 267 ราย (ร้อยละ 21.9) ผู้ประสบอุบัติเหตุเพศชายที่มีระดับแอลกอฮอล์ในเลือดมากกว่า50 มก% มีจำนวน 503 ราย (ร้อยละ 52.9) โดยมีปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือดช่วงระหว่าง 101-150 มก% มากที่สุดจำนวน 149 ราย(ร้อยละ 15.7) รองลงมาคือช่วงระหว่าง 151-200 มก% จำนวน 136 ราย (ร้อยละ 14.3) ขณะที่ผู้ประสบอุบัติเหตุเพศหญิงที่มีปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือดมากกว่า 50 มก% มีจำนวนเพียง 35 ราย (ร้อยละ 13.1) ส่วนใหญ่มีปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือดอยู่ระหว่าง101-150 มก% จำนวน 12 ราย (ร้อยละ 4.5) ความสัมพันธ์ระหว่างเพศและปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือดของผู้ประสบอุบัติเหตุพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value < 0.05) สำหรับอายุของผู้ประสบอุบัติเหตุพบว่ามีอายุเฉลี่ย 30.8 ปี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 13.1 ปี ช่วงอายุที่ประสบอุบัติเหตุมากที่สุดคือช่วงอายุ 15-20 ปี จำนวน 274 ราย (ร้อยละ 22.6) รองลงมาคือช่วงอายุ21-25 ปี จำนวน 244 ราย (ร้อยละ 20.1) ความสัมพันธ์ระหว่างอายุและปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือดของผู้ประสบอุบัติเหตุพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

รศ.พญ.เยาวรัตน์ ปรปักษ์ขาม และ คณะ(2549) ได้ทำการศึกษาเรื่อง “การดื่มแอลกอฮอล์ของคนไทย” จากการศึกษาสภาวะสุขภาพอนามัยของปนระชาชนไทย โดยการตรวจร่างกาย ครั้งที่ 3 พ.ศ.2546-2547 ซึ่งดำเนินการสำรวจโดย สำนักงานการสำรวจสภาวะสุขอนามัยภายใต้สถาบันสาธารณสุข ได้มีการสุ่มตัวอย่างในระดับเขตสาธารณสุข 12 เขต และกรุงเทพมหานคร พบว่าผู้ที่ไม่เคยดื่มแอลกอฮอล์มีร้อยละ 65 ในหญิงอายุ 15 ปีขึ้นไป ร้อยละ 27 ในชายวันเดียวกัน โดยชายอายุ 15 ปีขึ้นไป ร้อยละ 16.6 และ หญิงร้อยละ 2.1 โดยเครื่องดื่มที่นิยมดื่มมากที่สุดคือ เบียร์ รองลงมาคือ วิสกี้

สุรศักดิ์ ปรัสัญญกุล และคณะ (2542) ได้ทำการศึกษาเรื่อง “ความคลาดเคลื่อนของเครื่องวัดปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือดโดยวิธีเป่าลมหายใจชนิดตัวตรวจรับแบบเซลไฟฟ้าเคมีเมื่อไม่ได้รับสอบเทียบ” จากการศึกษาจากเครื่องตรวจวัดแบบ เซลไฟฟ้าเคมีจำนวน 48 ตัวอย่าง และไม่เคยได้รับการสอบเทียบหลังจากซื้อมาเป็นเวลา 2 ปี เพื่อจะเป็นแนวทางให้ผู้ใช้เครื่องได้รับทราบถึงความคลาดเคลื่อนที่อาจจะเกิดขึ้น ผลจากการศึกษาพบว่า ความคลาดเคลื่อนในช่วง $\pm$ 5% มี 1 เครื่อง ความคลาดเคลื่อนในช่วง 5-15 % มี 11 เครื่อง ความคลาดเคลื่อนในช่วง 15-25 % มี 7 เครื่อง

ความคลาดเคลื่อน 25-35 % มี 17 เครื่อง ความคลาดเคลื่อนในช่วง -5 ถึง -15 % มี 6 เครื่อง ความคลาดเคลื่อนในช่วง -15 ถึง -25 % มี 2 เครื่อง ความคลาดเคลื่อน -25 ถึง -35%มี 4 เครื่อง

สถาบันธัญญารักษ์ (2549) ได้ทำการศึกษา “ศึกษาเปรียบเทียบความไว (sensitivity) ความจำเพาะ (specificity) ความถูกต้อง (accuracy) และความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแอลกอฮอล์ในน้ำลายปรียบเทียบกับเลือดด้วยวิธี Gas Chromatography - Flame Ionization (GC-FID) และวิธี enzyme alcohol dehydrogenase (ชุดตรวจแอลกอฮอล์สำเร็จรูป)” จากการศึกษาโดยเก็บน้ำลายและทำการเจาะเลือดในผู้ป่วยสุราที่มีประวัติดื่มสุราภายใน 24 ชั่วโมงและเข้ามาบำบัดรักษาที่สถาบันธัญญารักษ์ จำนวน 94ราย พบว่าตรวจแอลกอฮอล์ในน้ำลายวิธี GC-FID มีความไวเท่ากับ 95.71%ความจำเพาะเท่ากับ 100% ความถูกต้องเท่ากับ 75.83 %การตรวจแอลกอฮอล์ในเลือดด้วยวิธี GC-FID มีความสัมพันธ์กับการตรวจแอลกอฮอล์ในน้ำลายวีธี GC-FID ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหความสัมพันธ์(Coefficient of correlation) 0.940 และregression y =11.57 +1.1 x เมื่อ y เท่ากับความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในเลือด(mg/l) ตรวจด้วยวิธี GC-FID และx เท่ากับ ความเข้มข้นแอลกอฮอล์ในน้ำลายตรวจด้วยวิธี GC- FID แอลกอฮอล์ในน้ำลายที่ตรวจด้วยชุดตรวจสำเร็จรูป มีความไวเท่ากับ 88.57% ความจำเพาะเท่ากับ 12.50% ความถูกต้องเท่ากับ 54.17% จากผลการศึกษาจะเห็นได้ว่าการเก็บตัวอย่างน้ำลายเพื่อตรวจหาแอลกอฮอล์ด้วยวิธี GC-MS มีขั้นตอนวิธีง่ายๆ รวดเร็ว ไม่ต้องอาศัยผู้ชำนาญ สามารถเก็บตัวอย่างได้ด้วยตนเอง ไม่มีความเจ็บปวด แต่ต้องพิจารณาถึงวัตถุประสงค์ และกลุ่มเป้าหมายในการตรวจ หากนำไปยืนยันในกระบวนการยุติธรรม หรือรับรองตัวบุคคล ค่าความไวเพียง 95.71 % ถือว่าไม่เพียงพอ

สมชาย ผลเอี่ยมเอก และคณะ (2537) ได้ทำการศึกษาเรื่อง “การศึกษาความสัมพันธ์ของแอลกอฮอล์ในเลือดและลมหายใจด้วยเครื่องตรวจวัดลมหายใจจากกลุ่มผู้ประสบอุบัติเหตุจราจร” จากการศึกษาจากผู้บาดเจ็บ ในโรงพยาบาลศิริราช จำนวน 120 คน พบระดับแอลกอฮอล์ในเลือดมีค่าเฉลี่ย 127.44 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ได้ความสัมพันธ์ ดังสมการ y = 0.9189 , X = 8.3478 เมื่อ y เป็นปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือดวิเคราะห์ด้วยเครื่องวัดลมหายใจ และ X เป็นปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือดวิเคราะห์ด้วยวิธีเฮดสเปซแก๊สโครมาโตรกราฟฟี มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.9787 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001

อนันต์ เสนียมวงศ์ ณ อยุธยา และคณะ (2545) ได้ทำการศึกษาเรื่อง “แอลกอฮอล์และการบาดเจ็บ” จากการศึกษาจากผู้บาดเจ็บ 120 คน พบว่า การตรวจวัดแอลกอฮอล์ในเลือดเกิน 100 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ร้อยละ 74.4 และ มีระดับแอลกอฮอล์ 80 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ทำให้ขาดความยับยั้ง ชั่งใจ ถ้าเกิน 150 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ การเกิดอุบัติเหตุมีมากขึ้น

พิมพ์ประไพ เสนียมวงศ์ ณ อยุธยา และคณะ (2549) ได้ทำการศึกษาเรื่อง “ผลของแอลกอฮอล์ในเลือดระดับต่ำต่อระยะเวลาของปฏิกิริยาตอบสนองของร่างกาย” จากการศึกษาในอาสาสมัคร 72 คน โดยแบ่งตามกลุ่มการศึกษา 3 กลุ่ม คือ เพศ อายุ และลักษณะนิสัยการดื่ม ทำการตรวจวัดปริมาณแอลกอฮอล์ก่อนและหลังดื่ม โดยเครื่องวัดปริมาณแอลกอฮอล์จากลมหายใจ พบว่า ทุกกลุ่มที่ระดับแอลกอฮอล์อยู่ระหว่าง 0 และ 30-80 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ มีค่าระยะเวลาของปฏิกิริยาตอบสนองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยระดับแอลกอฮอล์ในเลือดเพิ่มขึ้นทำให้ระยะเวลาปฏิกิริยาตอบสนองเพิ่มขึ้น ยกเว้นกลุ่มตามลักษณะนิสัยในการดื่ม กลุ่มที่ดื่มเป็นครั้งคราว และ ปานกลาง ที่ระดับแอลกอฮอล์ในเลือด 0 และ 30 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ค่าระยะเวลาของปฏิกิริยาตอบสนองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ $p > 0.05$ แต่มีค่าระยะเวลาของปฏิกิริยาตอบสนองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสิติ ($p < 0.001$) ที่ระดับแอลกอฮอล์ในเลือดระหว่าง 0 และ 40-80 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ในการศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าระดับที่น้อยกว่า 50 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ อาจมีผลต่อการขับรถซึ่งนำไปสู่การเกิดอุบัติเหตุได้

สุภชัย และคณะ (2549) ได้ทำการศึกษาเรื่อง “ความสัมพันธ์ระหว่างระดับแอลกอฮอล์ในก้อนเลือดบริเวณเหนือหรือใต้ต่อเยื่อหุ้มสมองชั้นดูราและเลือดเปรียบเทียบกับระดับแอลกอฮอล์ในน้ำลูกตาและในเลือดของผู้เสียชีวิตโดยผิดธรรมชาติ” จากการศึกษาจากจำนวน 880 ศพ โดยทำการชันสูตรพลิกศพ ณ โรงพยาบาลมหาราชนครเชียงใหม่ ภายในเวลา 24 ชั่วโมงหลังการเสียชีวิต และตรวจหาระดับแอลกอฮอล์โดยเครื่อง Gas Chromatography Head space (GC-HS) จากการศึกษาพบว่าแอลกอฮอล์ในก้อนเลือดใต้ต่อเยื่อหุ้มสมองชั้นดูรา สามารถใช้เป็นค่าอ้างอิงได้เช่นเดียวกับแอลกอฮอล์ในเลือดจากเส้นเลือด femoralและน้ำในลูกตา ในผู้ที่มีประวัติเสียชีวิตในที่เกิดเหตุและไม่อยู่ในสภาพเน่าหรือผู้ตายไม่ได้รับการรักษา

อตินุช นารถน้ำพอง และคณะ (2550) ได้ทำการศึกษาเรื่อง “การวิเคราะห์หาปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์ในเลือดหรือซีรัมโดย Headspace GC ” จากการศึกษาพบว่า เอทิลแอลกอฮอล์ในช่วงความเข้มข้น 5.08-355.86 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ เท่ากับ 0.9998

ผลการทดสอบความแม่นของวิธีที่ความเข้มข้น 25.03, 61.94 และ 131.66 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ พบว่า % Recovery อยู่ในช่วง 95.6-97.3 %RSD ในเลือดซ้ำ 7 ครั้ง ที่ 3 ระดับความเข้มข้น เท่ากับ 0.46, 1.73, และ 1.27 ตามลำดับ ผลทดสอบความเที่ยง โดวิเคราะห์จำนวน 3 วัน พบว่าผลวิเคราะห์แอลกอฮอล์ใน 2 ตัวอย่าง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ความเข้มข้นต่ำสุดของเอทิลแอลกอฮอล์ที่สามารถตรวจพบ (LOD) คือ 1.02มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ความเข้มข้นต่ำสุดของเอทิลแอลกอฮอล์ที่สามารถหาปริมาณได้ (LOQ) คือ 5.08 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ และคำนวณค่าความไม่แน่นอนขยายที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เท่ากับ 0.06

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาเปรียบเทียบปริมาณแอลกอฮอล์ในลมหายใจ เลือดและปัสสาวะ ก่อนและหลังการออกกำลัง จากกลุ่มอาสาสมัคร กลุ่มอาสาสมัครป้องกันภัยฝ่ายพลเรือน(อปภร.) ในจังหวัดอุทัยธานี จำนวน 25 คน ซึ่งทำการวิเคราะห์จากกลุ่มอาสาสมัครภายหลังที่มีการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ปริมาณ 350 มิลลิลิตร ประมาณเบียร์ 1 ขวดเล็ก ซึ่งเป็นยี่ห้อเดียวกัน โดยทำการวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ ก่อนและหลังการออกกำลังกาย

1. ขั้นตอนการทดลอง

1.1 ครั้งที่ไม่มีการออกกำลังกาย

อาสาสมัครดื่มเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของแอลกอฮอล์ ปริมาตร 325 มิลลิลิตรและให้อาสาสมัครดื่มภายในเวลา 5 นาที หลังจากหยุดดื่ม 15 นาที แล้วให้อาสาสมัครทำการตรวจวัดแอลกอฮอล์โดยการเป่าลมหายใจ จากนั้นทำการเจาะเลือดและเก็บปัสสาวะ

1.2 ครั้งมีการออกกำลังกาย

อาสาสมัครดื่มเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของแอลกอฮอล์ ปริมาตร 325 มิลลิลิตร ประมาณเบียร์ 1 ขวดเล็ก และให้อาสาสมัครดื่มภายในเวลา 5 นาที หลังจากหยุดดื่ม 15 นาที แล้วให้อาสาสมัครออกกำลังกาย โดยการเดินเร็วบนเครื่องออกกำลังกายในอัตราการกำหนดความเร็วและระยะทาง 6 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เป็นเวลา 5 นาที เท่ากันทุกคน แล้วให้อาสาสมัครทำการตรวจวัดแอลกอฮอล์โดยการเป่าลมหายใจ จากนั้นทำการเจาะเลือดและเก็บปัสสาวะ ดังภาพที่ 18 - 20

นำตัวอย่างเลือดและปัสสาวะทั้ง 2 ครั้ง ดังภาพที่ 21 ตรวจวิเคราะห์หาปริมาณแอลกอฮอล์ด้วยวิธี Headspace Gas Chromatography (GC) โดยเลือกสภาวะที่เหมาะสมในการวิเคราะห์

ภาพที่ 18 อาสาสมัครทำการออกกำลังกาย โดยการเดินเร็วบนเครื่องออกกำลังกาย

ภาพที่ 19 การตรวจวัดแอลกอฮอล์โดยการเป่าลมหายใจ

ภาพที่ 20 การเจาะเลือดและเก็บปัสสาวะของอาสาสมัคร

ภาพที่ 21 ตัวอย่างเลือดและปัสสาวะจากอาสาสมัครทั้ง 2 กลุ่ม

2. การเก็บตัวอย่าง

2.1 การวัดวัดปริมาณแอลกอฮอล์โดยเป่าจากลมหายใจ

การใช้เครื่องวัดปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือดจากลมหายใจจะต้องแน่ใจว่าหลอดเป่าที่ใช้ต้องเป็นของใหม่ที่ได้ทำให้ปลอดเชื้อ (Sterilization) แล้ว

2.2 การเจาะเลือด

โดยเจาะที่เส้นเลือดดำที่แขนซึ่งทำความสะอาดผิวหนังบริเวณที่เจาะด้วยน้ำยาโพวิโดไอโอดีน เก็บเลือดประมาณ 3 มิลลิลิตรในขวดเก็บตัวอย่างที่เติมสาร sodium fluoride ปิดด้วยจุกพลาสติก พันทับด้วยพาราฟิล์ม แช่ที่อุณหภูมิ 4 – 8 C^{o}

2.3 การเก็บตัวอย่างปัสสาวะ

ทำการเก็บตัวอย่างปัสสาวะ โดยเก็บในขวดพลาสติกขนาด 60 มิลลิลิตร ปิดปากขวดให้สนิท พันทับด้วยพาราฟิล์ม แช่ที่อุณหภูมิ 4 – 8 C^{o}

3. เครื่องมือและสารเคมี

3.1 เครื่องวัดระดับแอลกอฮอล์ในเลือด Lion Alcolmeter SD หมายเลข 056055 D ดังภาพที่ 21

3.2 เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟ (GC) ชนิด capillary column ซึ่งมีหน่วยตรวจวัดชนิด Flame Ionization Detector (FID) ของยี่ห้อ Hewlett Packard รุ่น HP 6890 Series ดังภาพที่ 22

3.2.1 สภาวะของเครื่อง

Injection temperature	:	200 $^{\circ}$C
Oven temperature	:	40 $^{\circ}$C
Detector temperature	:	220 $^{\circ}$C
Carrier flow	:	1.0 ml/min
Split ratio	:	50 : 1
Split flow	:	75 mL/min
Column	:	HP 5 : 30m x 0.32 mm, 0.25 μm film thickness

3.3.เครื่องออกกำลังกาย Health Strem รุ่น T 806

กำหนดอัตราความเร็วและระยะทาง 6 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เป็นเวลา 5 นาที

4. อุปกรณ์

4.1 Sample vial ขนาด 10 ml

4.2 จุกยางและฝาครอบอะลูมิเนียม

4.3 Micropipette ขนาด 200 μL

4.4 Volumetric flask ขนาด 100 mL

4.5 Beaker ขนาด 25 mL , 250 mL

4.6 Aluminium Crimper เส้นผ่าศูนย์กลาง 20 mm.

4.7 เข็มเจาะเลือด No.21

4.8 Tube ชนิด EDTA ขนาด 3 มิลลิลิตร

4.9 Syringe ขนาด 5 CC

4.10 Tunige (สายยางรัดแขน)

4.11 Tip

4.12 ถุงมือ

4.13 สำลี

4.14 นาฬิกาจับเวลา

5. สารเคมี

5.1 Isopropanol, AR grade

5.2 การเตรียม Internal Standard Solution, 0.25% V/V

ปิเปต Isopropanol 250 μL ใส่ volumetric flask ขนาด 100 mL แล้วปรับปริมาตรเป็น 100 mL ผสมให้เข้ากัน เก็บไว้ใน vial ขนาด 10 ml ปิดด้วยจุกยางและฝาครอบอะลูมิเนียม พร้อมเขียนฉลากระบุรายละเอียด ความเข้มข้น วันที่เตรียม แล้วเก็บไว้ในตู้เย็น

5.3 โพวิโดน ไอโอดีน

6. สารมาตรฐาน

6.1 DMSc. Ethyl Alcohol Standard Solutions Level 1 2 3 และ 4 ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์จากศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์นครสวรรค์

ภาพที่ 22 เครื่องวัดระดับแอลกอฮอล์ในเลือด Lion Alcolmeter SD หมายเลข 056055 D

ภาพที่ 23 เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟ (GC) ชนิด capillary column ยี่ห้อ Hewlett Packard รุ่น HP 6890 Series

7. การเตรียมตัวอย่างในการวิเคราะห์

7.1 การเตรียมตัวอย่าง เลือด

ปิเปตเลือด 200 μL โดย Vortex ให้เลือดเป็นเนื้อเดียวกันแล้วปิเปตตัวอย่างโดยเร็ว จากนั้นปิดด้วยจุกยาง ทับด้วยฝาครอบอะลูมิเนียมให้สนิท

7.2 การเตรียมตัวอย่าง ปัสสาวะ

ปิเปตปัสสาวะ 200 μL โดยเขย่าให้เป็นเนื้อเดียวกันแล้วปิเปตตัวอย่างโดยเร็ว จากนั้นปิดด้วยจุกยาง ทับด้วยฝาครอบอะลูมิเนียมให้สนิท

8. ขั้นตอนในการวิเคราะห์

8.1 นำตัวอย่างสารมาตรฐาน ออกจากตู้เย็น ตั้งทิ้งไว้จนมีอุณหภูมิเท่าอุณหภูมิห้อง

8.2 ก่อนเตรียมตัวอย่าง ทำการ Call Micropipette ขนาด 200 μL ทุกครั้ง

8.3 เตรียม Sample vial ขนาด 10 ml เพื่อเตรียม Instrument blank, Method blank, Ethyl Alcohol Standard Solutions, QC Sample

8.4 ปิเปต Isopropanol 200 μL ใส่ทุก Sample vial

8.5 ปิเปต สารมาตรฐาน 1 2 3 และ 4 200 μL ตัวอย่างละ 2 ซ้ำ (duplicate) ปิดด้วยจุกยางและหุ้มทับด้วยฝาครอบอะลูมิเนียมให้สนิท ก่อนนำไปวิเคราะห์

8.6 ปิเปต QC ต่ำ และ QC สูง 200 μL ตัวอย่างละ 2 ซ้ำ (duplicate) ปิดด้วยจุกยางและหุ้มทับด้วยฝาครอบอะลูมิเนียมให้สนิท ก่อนนำไปวิเคราะห์

8.7 ปิเปต Sample 200 μL ใส่ Sample vial ตัวอย่างละ 2 (duplicate) ซ้ำ ปิดด้วยจุกยางและหุ้มทับด้วยฝาครอบอะลูมิเนียมให้สนิท ก่อนนำไปวิเคราะห์

นำไปวิเคราะห์หาปริมาณแอลกอฮอล์ด้วยเครื่อง Headspace Gas Chromatograph ดังตารางที่ ภาพที่ 23

ตารางที่ 8 การวิเคราะห์หาปริมาณแอลกอฮอล์ด้วยเครื่อง GC

			No. of measurement	Acceptable criteria
Contaminate	0	Instrument blank	1	ไม่พบ peak ที่ RT ในช่วง 1.0 – 2.0 นาที
Calibration	1	Method	1	พบในช่วง peak ของ Isopropanol ในช่วง 1.0 – 2.0 นาที
	2	Standard [1] [2] [3] [4]	2	
	3	Blank	1	
	4	Qc [ต่ำ] [สูง]	2	
	5	Blank	1	
	6	Sample	2	
	7	Blank	1	
	8	Qc [ต่ำ] [สูง]	2	
End	9	Blank	1	

9. ความปลอดภัย (Safety)

9.1ทุกครั้งที่ปฏิบัติงานต้องปฏิบัติตามหลักสากลว่าด้วยความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการและหากตัวอย่างที่ตรวจวิเคราะห์เป็นตัวอย่างที่ติดเชื้อได้จะต้องปฏิบัติตามหลักสากลเกี่ยวกับการป้องกันการติดเชื้ออย่างเคร่งครัด

9.2 เครื่องแก้วและอุปกรณ์ทุกชิ้นหากสัมผัสกับตัวอย่างติดเชื้อจะต้องฆ่าเชื้อด้วยแอลกอฮอล์ 70% หรือแช่ด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อตามความเหมาะสมก่อนทำความสะอาดเสมอ

9.3 ตัวอย่างติดเชื้อหรืออาจจะติดเชื้อตลอดจนภาชนะบรรจุตัวอย่างดังกล่าวจะต้องฆ่าเชื้อด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อก่อนทิ้งหรือนำส่งหน่วยงานที่มีเตาเผาขยะติดเชื้อ

10. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ผล

การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสังคมศาสตร์ (Statistical Package for the Soial Science) สถิติที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) , ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อน (Mean Error) , สถิติ F-test

บทที่ 4

ผลการศึกษา

ผลการวิเคราะห์การศึกษาปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์ในลมหายใจ เลือด และปัสสาวะก่อนและหลังการออกกำลังกาย ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาโดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มอาสาสมัครป้องกันภัยฝ่ายพลเรือน (อปภร.) ในจังหวัดอุทัยธานี จำนวน 25 คน โดยทำการตรวจวิเคราะห์ปริมาแอลกอฮอล์ในลมหายใจด้วยเครื่องตรวจวัดปริมาณแอลกอฮอล์ ยี่ห้อ Lion Alcolmeter รุ่นSD-400 และตรวจวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือดและปัสสาวะด้วยเครื่อง Headspace Gas Chromatography (GC) ยี่ห้อ Hewlett Packard รุ่น HP 6890 Series โดยทำการวิเคราะห์และเสนอข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง
2. ผลการวิเคราะห์ระดับแอลกอฮอล์ตกค้างใน ลมหายใจ เลือด และปัสสาวะ
3. ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการขจัดแอลกอฮอล์ตกค้างในร่างกาย

1. ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง

1.1 เพศ พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ เป็นเพศชายร้อยละ 92 และ เพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 8

1.2 อายุ พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ มีอายุระหว่าง 21-30 ปี คิดเป็นร้อยละ 52 รองลงมามีอายุ 31 ปีขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 40 และมีอายุน้อยกว่า 20 ปี คิดเป็นร้อยละ 8 อายุ

1.3 น้ำหนัก พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ มีน้ำหนักมากกว่า 61 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 68 รองลงมาคือ น้ำหนัก 51 ถึง 60 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 24 และน้ำหนักต่ำกว่า 50 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 8

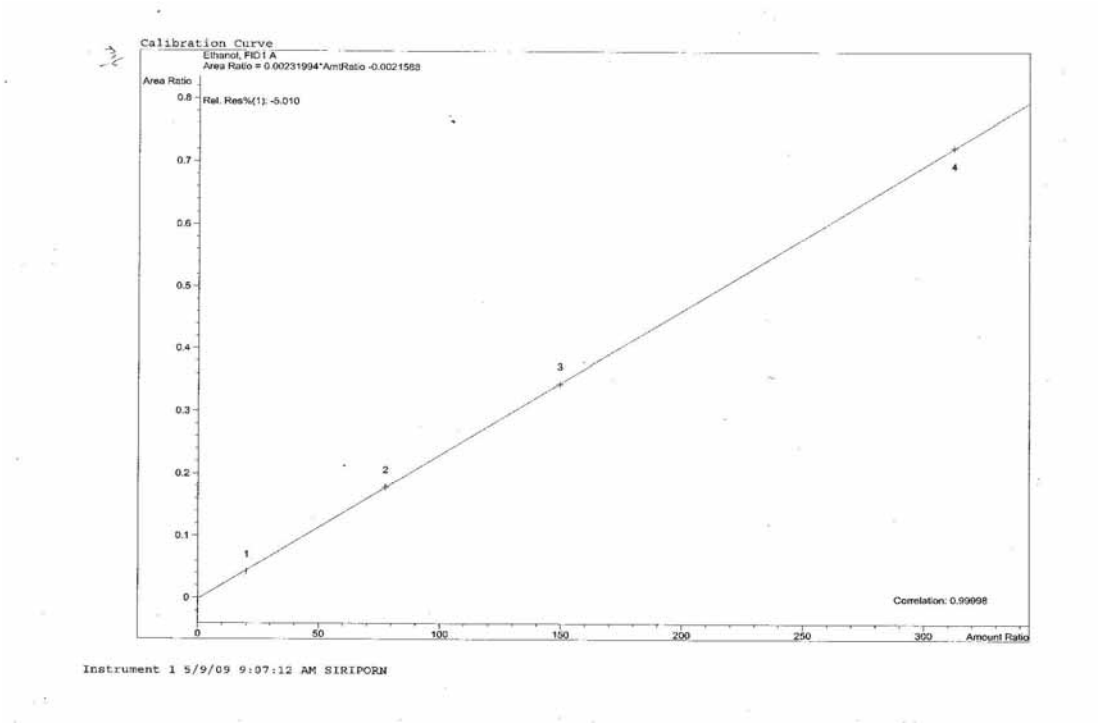
ตารางที่ 9 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง	จำนวน	ร้อยละ
1. **เพศ**		
1) ชาย	23	92
2) หญิง	2	8
รวม	**25**	**100**
2. **อายุ**		
1) ไม่เกิน 20 ปี	2	8
2) 21 – 30 ปี	13	52
3) ตั้งแต่ 31 ปีขึ้นไป	10	40
รวม	**25**	**100**
3. น้ำหนักตัว		
1) ต่ำกว่า 50 กิโลกรัม	2	8
2) 51 – 60 กิโลกรัม	6	24
3) มากกว่า 61 กิโลกรัม	17	68
รวม	**25**	**100**

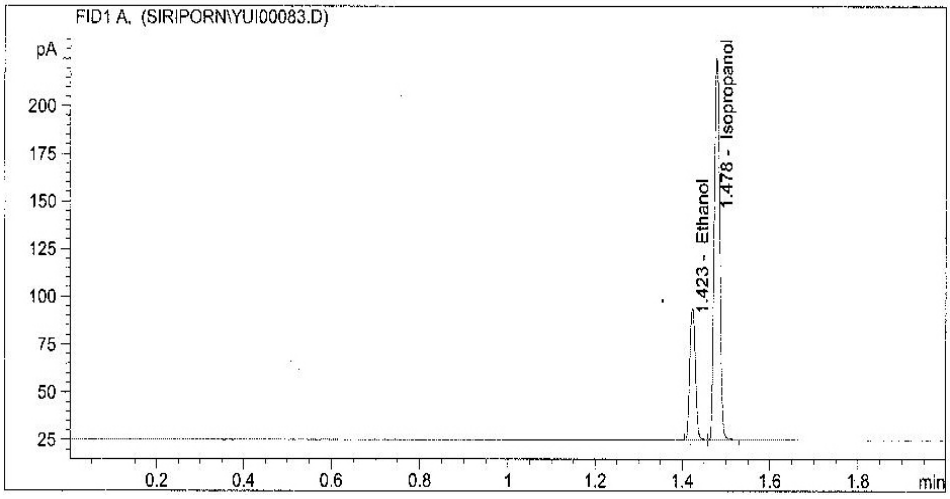
2. ผลการวิเคราะห์ระดับแอลกอฮอล์ตกค้างในลมหายใจ เลือด และปัสสาวะ

เมื่อนำสารมาตรฐาน แอลกอฮอล์ที่มีใบรับรองมาตรฐานซึ่งความเข้มข้นที่ใช้ 20.06, 77.53, 149.44, 312.45 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ฉีดเข้าไปในเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟฟี (GC) จากนั้นสร้างกราฟมาตรฐาน (Calibration cruve) ที่มีปริมาณแอลกอฮอล์อยู่ในแกน x และค่าพื้นที่ของ Peak อยู่ในแกน y ผลโดยมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) สูงถึง 0.99998 ในลักษณะแบบแปรผันตรง กล่าวคือเมื่อใช้ความเข้มข้นสูง ผลของความชันของกราฟที่ได้รับจะสูงตามและในทางตรงกันข้าม ถ้าหากใช้ความเข้มข้น ส่งผลให้ความชันของกราฟลดลง ดังกราฟที่ 3

กราฟที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Peak area และความเข้มข้นของสารมาตรฐาน



กราฟที่ 4 แสดง Chromatogram ของ Ethanol และ Isopropanol



จากกราฟที่ 4 แสดงโครมาโตแกรมในการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์ โครมาโตแกรม Ethanol ณ เวลา 1.478 นาที และ Isopropanol ที่ใช้เป็น Internol standard แสดงโครมาโตแกรม ณ เวลา 1.478 นาที

ตารางที่ 10 แสดงปริมาณแอลกอฮอล์ตกค้างในร่างกายจำแนกตามวิธีการออกกำลังกายและชนิดของตัวอย่าง ลมหายใจ เลือด และปัสสาวะ

คนที่	ค่าเฉลี่ยของผลการศึกษาลักษณะการออกกำลังกาย (mg%)					
	ไม่มีการออกกำลังกาย			ออกกำลังกาย		
	เลือด	ปัสสาวะ	ลมหายใจ	เลือด	ปัสสาวะ	ลมหายใจ
1	25	4	26	19	4	25
2	27	14	27	23	5	31
3	23	16	40	24	5	29
4	32	4	39	4	4	0
5	29	18	43	33	5	40
6	19	4	31	39	7	46
7	30	3	48	0	8	0
8	22	0	38	0	7	0
9	17	0	28	0	15	0
10	33	22	42	21	4	23
11	20	0	38	24	4	29
12	13	24	15	22	2	31
13	28	17	43	12	2	16
14	28	25	46	22	15	36
15	27	8	45	8	4	9
16	27	2	37	6	11	9
17	10	18	9	14	2	15
18	18	3	25	38	4	25
19	30	14	46	23	3	31
20	28	17	43	11	7	29
21	12	5	16	19	4	31
22	24	19	13	33	5	16
23	28	0	46	0	3	36
24	29	0	37	0	8	9
25	17	24	28	20	4	9

จากตารางที่ 10 เป็นผลของการตรวจวัดปริมาณแอลกอฮอล์ของกลุ่มอาสาสมัครทั้ง 25 คน ภายหลังการดื่มแอลกอฮอล์ ในครั้งที่ไม่มีการออกกำลังกาย ค่าที่ตรวจวัดได้ สูงที่สุดคือในลม

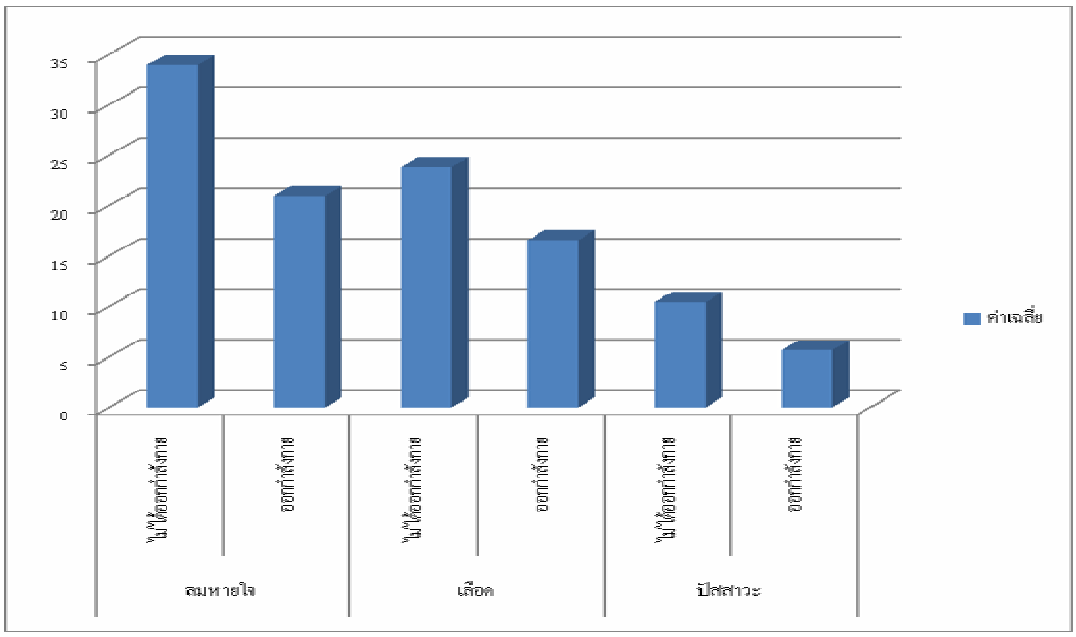
หายใจ รองลงมาคือในเลือด และน้อยที่สุดในปัสสาวะ ตามลำดับ ส่วนการตรวจวัดปริมาณแอลกอฮอล์ในครั้งที่มีการออกกำลังกาย ค่าที่ตรวจวัดได้ให้ผลเช่นเดียวกับครั้งที่ไม่มีการออกกำลังกาย

ตารางที่ 11 แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณแอลกอฮอล์ตกค้างในร่างกายจำแนกตามวิธีการออกกำลังกายและชนิดของตัวอย่าง ลมหายใจ เลือด และปัสสาวะ

		จำนวน (คน)	ค่าเฉลี่ย (mg%)	ค่าความคาดเคลื่อน	95% CI	
					ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
ลมหายใจ	ไม่ได้ออกกำลังกาย	25	33.96	11.534	29.20	38.72
	ออกกำลังกาย	25	21.00	13.678	15.35	26.65
เลือด	ไม่ได้ออกกำลังกาย	25	23.84	6.453	21.18	26.50
	ออกกำลังกาย	25	16.60	12.200	11.56	21.64
ปัสสาวะ	ไม่ได้ออกกำลังกาย	25	10.44	8.968	6.74	14.14
	ออกกำลังกาย	25	5.68	3.520	4.23	7.13

จากตารางที่ 11 เป็นผลในการตรวจวัดปริมาณแอลกอฮอล์ตามชนิดของตัวอย่างพบว่าในครั้งที่ไม่ออกกำลังกาย จำนวน 25 คน ปริมาณแอลกอฮอล์ที่ตรวจวัดได้จาก ลมหายใจ เลือด และปัสสาวะ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 33.96 mg% , 23.84 mg% และ 10.44 mg% ตามลำดับ ส่วนครั้งที่มีการออกกำลังกาย จำนวน 25 คน คน ปริมาณแอลกอฮอล์ที่ตรวจวัดได้จาก ลมหายใจ เลือด และปัสสาวะ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21 mg%, 23.84 mg% , 5.68 mg% ตามลำดับ

แผนภูมิ 3 แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณแอลกอฮอล์ตกค้างในร่างกายจำแนกตามวิธีการออกกำลังกายและชนิดของตัวอย่าง ลมหายใจ เลือด และปัสสาวะ



ผลการวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ตกค้างในร่างกายด้วยชนิดตัวอย่าง ลมหายใจ เลือด และปัสสาวะ โดยครั้งที่ออกกำลังกายและไม่ได้ออกกำลังกาย พบว่าปริมาณแอลกอฮอล์จากการตรวจจากลมหายใจขณะที่ยังไม่ได้ออกกำลังกายมากกว่าการตรวจวัดหลังจากการออกกำลังกาย ในทำนองเดี่ยวกันปริมาณแอลกอฮอล์ในตัวอย่างเลือด และปัสสาวะ ผลการตรวจกายมากกว่าผลการตรวจหลังจากการออกกำลังกาย

3. ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการขจัดแอลกอฮอล์ตกค้างในร่างกาย

ผลการวิเคราะห์และการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของกาขจัดแอลกอฮอล์ออกจากร่างกายด้วยวิธีการออกกำลังกายและไม่ออกกำลังกายดังปรากฏดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 แสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการขจัดแอลกอฮอล์ตกค้างในร่างกาย

		จำนวน (คน)	**ค่าเฉลี่ย (mg%)**	**F**	**Sig.**
ลมหายใจ	ไม่ได้ออกกำลังกาย	25	33.96	14.664*	0.001
	ออกกำลังกาย	25	20.20		
เลือด	ไม่ได้ออกกำลังกาย	25	23.84	7.432	0.012
	ออกกำลังกาย	25	16.36		
ปัสสาวะ	ไม่ได้ออกกำลังกาย	25	10.44	6.103	0.017
	ออกกำลังกาย	25	5.68		

หมายเหตุ : * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

จากตารางที่ 12 ประสิทธิภาพในการขจัดแอลกอฮอล์ตกค้างในร่างกายจากตัวอย่างลมหายใจ เลือด และปัสสาวะ โดยเปรียบเทียบประสิทธิภาพการขจัดแอลกอฮอล์ตกค้างของร่างกายระหว่างการออกกำลังกายและการไม่ออกกำลังกาย ซึ่งการขจัดแอลกอฮอล์ตกค้างของร่างกายที่ตรวจจากลมหายใจระหว่างการออกกำลังกายและการที่ไม่ออกกำลังกาย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 ส่วนการขจัดแอลกอฮอล์ตกค้างของร่างกายที่ตรวจจากลมเลือดและปัสสาวะระหว่างการออกกำลังกายและการที่ไม่ออกกำลังกาย ไม่มีความแตกต่างกัน

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์ในลมหายใจ เลือดและปัสสาวะก่อนและหลังออกกำลังกาย โดยได้รับความอนุเคราะห์จากกลุ่มอาสาสมัครป้องกันภัยฝ่ายพลเรือน(อปภร.)ในจังหวัดอุทัยธานี จำนวน 25 คน และความอนุเคราะห์จากการใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ในการวิเคราะห์จากศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์นครสวรรค์ ในการทดลองนี้ได้เก็บตัวอย่างจากกลุ่มอาสาสมัครดังกล่าวภายหลังจากการดื่มแอลกอฮอล์ในปริมาณ 325 มิลลิลิตร ประมาณเบียร์ 1 ขวดเล็ก ให้อาสาสมัครดื่มภายในเวลา 5 นาที และหลังจากหยุดดื่ม 15 นาที ทำการตรวจวัดปริมาณแอลกอฮอล์จากลมหายใจ เลือด และปัสสาวะ สำหรับครั้งที่ออกกำลังกาย อาสาสมัครทำการดื่มแอลกอฮอล์เช่นเดียวกับครั้งที่ไม่ออกกำลังกาย แต่หลังจากหยุดดื่มแอลกอฮอล์เป็นเวลา 15 นาที แล้วให้อาสาสมัครออกกำลังโดยการวิ่งบนเครื่องออกกำลังกายเครื่อง Health Strem รุ่น T 806 กำหนดอัตราความเร็วและระยะทาง 6 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เป็นเวลา 5 นาที เท่ากันทุกคน จากนั้นทำการตรวจวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ในลมหายใจ จากเครื่องตรวจวัดปริมาณแอลกอฮอล์ ยี่ห้อ Lion Alcolmeter รุ่น SD-004 และทำการตรวจวัดปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือด และปัสสาวะ ทำการตรวจวิเคราะห์ด้วย Head space Gas Chromatography (GC)

สรุปผล

จากการศึกษาการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์ในลมหายใจ เลือดและปัสสาวะ ภายหลังการดื่มแอลกอฮอล์สรุปได้ดังนี้

1. ปริมาณแอลกอฮอล์ตกค้างในร่างกายด้วยชนิดตัวอย่าง ลมหายใจ เลือด และปัสสาวะ โดยการออกกำลังกายและไม่ได้ออกกำลังกาย พบว่าปริมาณแอลกอฮอล์จากการตรวจจากลมหายใจของการที่ไม่ได้ออกกำลังกายมากกว่าการออกกำลังกาย ในทำนองเดี่ยวกันปริมาณแอลกอฮอล์ในตัวอย่างเลือด ปัสสาวะของการที่ไม่ได้ออกกำลังกายมากกว่าการออกกำลังกาย

2. ประสิทธิภาพในการขจัดแอลกอฮอล์ตกค้างในร่างกายจากตัวอย่าง ลมหายใจ เลือด และปัสสาวะ โดยเปรียบเทียบประสิทธิภาพการขจัดแอลกอฮอล์ตกค้างของร่างกายระหว่างการออกกำลังกายและการไม่ออกกำลังกาย ซึ่งการขจัดแอลกอฮอล์ตกค้างของร่างกายที่ตรวจจาก

ลมหายใจระหว่างการออกกำลังกายและการที่ไม่ออกกำลังกาย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

ส่วนการขจัดแอลกอฮอล์ตกค้างของร่างกายที่ตรวจจากลมเลือดและปัสสาวะระหว่างการออกกำลังกายและการที่ไม่ออกกำลังกาย ไม่มีความแตกต่างกัน

อภิปรายผล

จากการศึกษาการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์ในลมหายใจ เลือดและปัสสาวะ ภายหลังการดื่มแอลกอฮอล์อภิปรายผลได้ดังนี้

ประสิทธิภาพในการขจัดแอลกอฮอล์ตกค้างในร่างกายจากตัวอย่าง ลมหายใจ เลือด และปัสสาวะ โดยเปรียบเทียบประสิทธิภาพการขจัดแอลกอฮอล์ตกค้างของร่างกายระหว่างการออกกำลังกายและการไม่ออกกำลังกาย ซึ่งการขจัดแอลกอฮอล์ตกค้างของร่างกายที่ตรวจจากลมหายใจระหว่างการออกกำลังกายและการที่ไม่ออกกำลังกาย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 ทั้งนี้น่าจะเนื่องมาจาก เมื่ออาสาสมัครดื่มแอลกอฮอล์แล้ว แอลกอฮอล์จะถูกดูดซึมโดยทางกระเพาะอาหารเข้าสู่กระแสเดือดโดยตรง เพราะโมเลกุลของแอลกอฮอล์มีขนาดเล็กจะเคลื่อนที่ไปตามการไหลเวียนของเลือดผ่านไปยังหัวใจ ปอด และ เนื้อเยื่อต่างๆ ที่มีน้ำอยู่ ซึ่งบางส่วนจะระเหยออกมาจากลมหายใจ บางส่วนถูกขับออกมาทางปัสสาวะ โดยที่บางส่วนจะถูกทำลายที่ตับ ดังนั้นปริมาณของแอลกอฮอล์ที่ตรวจวัดจาก 3 ตัวอย่าง น่าจะสัมพันธ์ไปในทางเดียวกัน แต่จากการทดลองปรากฏว่า ผลการตรวจวัดแอลกอฮอล์ที่มีค่าลดลง สาเหตุที่เป็นไปได้ น่าจะมาจากความเจือจางของอากาศที่ออกมาจากปอดที่หายใจแรง ดังนั้นปริมาณอากาศที่ผ่านปอดเข้าไปจึงมีมากขึ้นในช่วงเวลาเท่าๆกัน ในขณะที่แอลกอฮอล์ที่อยู่ในเลือดหากยังมีปริมาณเท่าเดิมจะระเหยออกมาในปริมาณเท่าเดิมหรืออาจเพิ่มขึ้นบาง ตามปริมาณการไหลของโลหิตที่เพิ่มขึ้น แต่เมื่อเทียบกับอากาศที่หายใจผ่านปอดเข้าไปเพิ่มนั้นหลังจากออกกำลังกาย เมื่อเทียบอัตราส่วนกับก่อนออกกำลังกาย อาจทำให้แอลกอฮอล์ที่ออกมาจากลมหายใจมีความเจือจางลง ค่าที่ได้จึงต่ำกว่าที่ควรจะเป็น

ส่วนการขจัดแอลกอฮอล์ตกค้างของร่างกายที่ตรวจจากลมเลือดและปัสสาวะระหว่างการออกกำลังกายและการที่ไม่ออกกำลังกาย ไม่มีความแตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องมาจากเมื่ออาสาสมัครดื่มแอลกอฮอล์แล้ว แอลกอฮอล์จะถูกดูดซึมโดยตรงเพราะโมเลกุลของแอลกอฮอล์มีขนาดเล็ก เมื่อแอลกอฮอล์เข้าสู่กระแสเลือดแล้วจะเคลื่อนที่ผ่านไปตามการไหลเวียนของโลหิตผ่านไปยังหัวใจ ปอด และเนื้อเยื่อต่างๆที่มีอยู่ ซึ่งบางส่วนจะระเหยผ่านปอดออกมา ได้ผลสอดคล้องกับการศึกษาของ สมชาย ผลเอี่ยมเอก และคณะกล่าวคือระหว่างการวัดระดับ

แอลกอฮอล์ลมหายใจและในเลือดมีความสอดคล้องกัน และการศึกษาของพิมพ์ประไพและคณะกล่าวคือระดับแอลกอฮอล์ในเลือดเพิ่มขึ้นทำให้ระยะเวลาการตอบสนองเพิ่มขึ้นด้วย

ส่วนปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการวัดปริมาณแอลกอฮอล์ เช่น อากาศ น้ำหนัก การขับถ่ายของเสียออกจากร่างกายในแต่ละคน ก็อาจมีผลต่อการศึกษาในครั้งนี้

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

การวัดปริมาณแอลกอฮอล์จากลมหายใจไม่ว่าจะเพื่อการวิจัยหรือในภาคสนามก็ตาม ควรให้ผู้ตรวจวัดหายใจให้เป็นปกติก่อนแล้วจึงเป่าเครื่องวัด ค่าที่ตรวจวัดได้จากการหายใจจึงเข้าใกล้ค่าจริงได้มากที่สุด

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรเพิ่มระยะเวลาในการออกกำลังกายให้มากขึ้น เพื่อเปรียบเทียบปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือดและในปัสสาวะก่อนและหลังออกกำลังกาย

2.2 ควรเพิ่มปริมาณแอลกอฮอล์ที่ใช้ในการทดลอง เพื่อทำให้เห็นผลวิเคราะห์ที่ชัดเจนขึ้น

2.3 ควรเพิ่มช่วงอายุของกลุ่มตัวอย่างให้มีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น เช่น วัยกลางคน วัยรุ่น

2.4 การออกกำลังกายที่ใช้หากไม่มีสายพานออกกำลังกาย อาจปรับใช้วิธีอื่น เช่น การวิ่งอยู่กับที่ กระโดดเชือก เป็นต้น

2.5 ควรควบคุมตัวแปร เช่นน้ำหนักตัว เพศ อายุ ให้แคบลง และอาจลดการตรวจวัดเหลือเพียง 2 อย่าง เพื่อที่จะทำการตรวจวัดได้หลายช่วงเวลามากขึ้น

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

มานิตย์ เหรียญสุวรรณ และ อรทัย ทองประดิษฐ์. “ปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือดของศพที่ตายโดยผิดธรรมชาติ” สารศิริราช. 37 (2525) : 987-992.

แม้น อมรสิทธิ์ และ อมร เพชรสม. หลักการและเทคนิคการวิเคราะห์เชิงเครื่องมือ. กรุงเทพฯ : หจก. ภาพพิมพ์, 2535.

สมประสงค์ ปรารถนาดี. นิติวิทยาศาสตร์ว่าด้วยการพิสูจน์หลักฐาน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา, 2519.

สุรศักดิ์ ปริสัญญกุล. “การวัดระดับแอลกอฮอล์ในเลือดโดยวิธีเป่าลมหายใจ”. กองรังสีและเครื่องมือแพทย์, 2541. (อัดสำเนา)

อรรถพล แช่มสุวรรณวงศ์, พล.ต.อ. และคณะ. นิติวิทยาศาสตร์ 1-4 เพื่อการสืบสวนสอบสวน (Forensic Science 1-4 for Crime Investigation) พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : บริษัท ทีซีจี พริ้นติ้ง จำกัด, 2546.

ภาษาต่างประเทศ

Hewlett-Packard. HP 6890 Series Gas Chromatograph. USA. Hewlett-Packard Company, 1994.

Hewlett-Packard. HP 7694 Headspace Sampler. USA. Hewlett-Packard Company, 1996.

Kolb K., Ettre, L.S. Static Headspace-Gas Chromatography Theory and Practice. 2nd ed. USA. Wiley-VCH, Inc, 1997.

การอ้างอิงจากฐานข้อมูลออนไลน์

ลัมภู สุวรรณชุมภู. เลือดและส่วนประกอบของเลือด[ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 21 มีนาคม 2552. เข้าถึงได้จาก http://www.thaigoodview.com/library/sema/sukhothai/bodysystem.html

อนัญญา มุขธระโกษา, กระบวนการขับถ่ายปัสสาวะ[ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 11 มีนาคม 2552. เข้าถึงได้จาก http://student.mahidol.ac.th/~u4809240/index.htm

คลังปัญญาไทย. การตรวจวัดแอลกอฮอล์[ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 9 มีนาคม 2552. เข้าถึงได้จาก http://www.panyathai.or.th

เลียงชัย ลิ้มล้อมวงศ์. ปอดและการหายใจ[ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 11 เมษายน 2552. เข้าถึงได้จาก http://www.med.cmu.ac.th/hospital/hpc/med/lungair.ppt

มิ่งขวัญ มิ่งเมือง. โครงสร้างและระบบการทำงานของร่างกาย[ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 8 เมษายน 2552. เข้าถึงได้จาก http://www.ku/science/human_body.htm

สุดารัตน์ เมืองเจริญ, เลือดและส่วนประกอบของเลือด[ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 11 กรกฎาคม 2550. เข้าถึงได้จาก http://www.med.cmu.ac.th/hospital/hpc/med/Bloodandcomponent.ppt

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นางสาวศิริพร ป้อมใย
ที่อยู่	84 หมู่ที่ 8 ตำบลเนินขาม อำเภอเนินขาม จังหวัดชัยนาท 17130
ที่ทำงาน	ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์นครสวรรค์

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2547	สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาสาสตรบัณฑิต วิชาเอกเคมี จากสถาบันราชภัฏนครสวรรค์
พ.ศ.2549	ศึกษาต่อระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ประวัติการทำงาน

พ.ศ.2547-2548	นักเคมี บริษัท เฟมินา เลค ไดร์ เวคร์
พ.ศ.2550	นักวิทยาศาสตร์การแพทย์นครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์