

19 เล.ย. 2525

การศึกษาน้ำระเหยของคนปกติวัยหนุ่มสาว ในฤดูหนาวและฤดูร้อน

A STUDY OF EVAPORATIVE WATER LOSS OF HEALTHY

YOUNG ADULT IN WINTER AND SUMMER

นางสาว ชุมน คำทรงธรรม



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคณะหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พยาบาล)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล
พ.ศ. ๒๕๒๕
กองห้องสมุด

16983

หน้าเสนอ
วิทยานิพนธ์
เรื่อง

การศึกษาปริมาณน้ำระเหยของคนปกติวัยหนุ่มสาวในฤดูหนาวและฤดูร้อน
ซึ่งนับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพยาบาล ใต้เสนอ
คอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล เมื่อวันที่ ๒๔ มิถุนายน ๒๕๒๔

.....
(ชุมชน คำทรงธรรม)
ผู้เสนอ

.....
(อาจารย์ พรรณวดี พงษ์ชนะ)
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ยุวดี ภาสกร)
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

.....
(รองศาสตราจารย์นายแพทย์ สุชาติ อินทรประสิทธิ์)
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กร.มันตรี จุลสมัย)
คณบดี
บัณฑิตวิทยาลัย

.....
(ศาสตราจารย์นายแพทย์ รจิต บุรี)
คณบดี
คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี

หน้าอนุมัติ
คณะกรรมการไต่ทำการสอบป้องกันวิทยานิพนธ์
เรื่อง

การศึกษาปริมาณน้ำระเหยของคนปกติวัยหนุ่มสาวในฤดูหนาวและฤดูร้อน
โดย

ชื่อนี้ คำกรณ

เมื่อวันที่ ๒๔ มิถุนายน ๒๕๒๔ เห็นสมควรอนุมัติให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการ
ศึกษาตามหลักสูตร วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการพยาบาล บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
มหิดล

.....
(อาจารย์ พรรณวดี พุทธิชนะ)

ประธานกรรมการ

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ยุวดี ภาชา)

กรรมการ

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กรรณิการ์ สุวรรณโคต)

กรรมการ

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุนทร ภาณุทัต)

กรรมการ

.....
(รองศาสตราจารย์แพทย์หญิง วันทิ วรวิทย์)

กรรมการ

.....
(รองศาสตราจารย์นายแพทย์ สุชาติ อินทรประสิทธิ์)

กรรมการ

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนต์ริ จุลสมัย)

คณบดี

บัณฑิตวิทยาลัย

เรื่อง การศึกษาปริมาณน้ำระเหยของคนปกติวัยหนุ่มสาว ในฤดูหนาวและฤดูร้อน
(A Study of Evaporative Water Loss of Healthy Young
Adult in Winter and Summer.)

ผู้วิจัย นางสาว ชูชนัน คำวงษ์ธรรม

ระดับปริญญา ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พยาบาล)

ภาควิชา พยาบาลศาสตร์

คณะ แพทยศาสตร์ โรงพยาบาลรามาธิบดี

ผู้ควบคุมการวิจัย อาจารย์ พรณวดี พุทธิชนะ

วันที่สอบ ๒๔ มิถุนายน ๒๕๒๔

บทคัดย่อ

การศึกษานี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อหาปริมาณน้ำที่สูญเสียจากร่างกายโดยการระเหย ของคนปกติวัยหนุ่มสาวในช่วงฤดูหนาวและฤดูร้อน ได้ทำการศึกษากันตัวอย่างในฤดูหนาว ๑๖๕ รายและฤดูร้อน ๑๔๔ ราย โดยให้น้ำหนักตัวที่หายไปจากการชั่งน้ำหนัก ๒ ครั้งในเวลาห่างกัน ๔ ชั่วโมงแทนปริมาณน้ำระเหย พบว่าค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำระเหยในช่วงเวลา ๔ ชั่วโมงกลางคืนของเพศชายในฤดูหนาว ๓๔๖.๒๗ กรัม ฤดูร้อน ๔๑๕.๕๓ กรัม ส่วนของเพศหญิงในฤดูหนาว ๒๓๕.๐๔ กรัม ฤดูร้อน ๓๐๑.๔๓ กรัม เมื่อเทียบเป็น ๒๔ ชั่วโมงโดยคิดเป็น ๓ เท่าของปริมาณน้ำระเหยในช่วง ๔ ชั่วโมง ได้ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำระเหยของเพศชายในฤดูหนาว ๑,๐๓๘.๘๑ กรัม ฤดูร้อน ๑,๒๔๗.๗๕ กรัม ส่วนของเพศหญิงในฤดูหนาว ๗๐๗.๔๕ กรัม ฤดูร้อน ๙๐๔.๒๕ กรัม

ปริมาณน้ำระเหยของเพศชายและหญิงในฤดูร้อนมากกว่าในฤดูหนาวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ๐.๐๑ และปริมาณน้ำระเหยของเพศชายมากกว่าเพศหญิงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ๐.๐๑ เช่นกัน นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณน้ำระเหยมีความสัมพันธ์กับน้ำหนัก พื้นที่ผิวกาย และพลังงานที่ร่างกายใช้ ดังนั้นจึงอาจใช้สิ่งเหล่านี้ช่วยในการคำนวณหาปริมาณน้ำระเหยได้ การศึกษาครั้งนี้ได้ทำที่ โรงพยาบาลรามาธิบดี กรุงเทพมหานคร



๙

Thesis Title A Study of Evaporative Water Loss of Healthy
Young Adult in Winter and Summer

Author Chuchuen Damrongtham

Degree Master of Science (Nursing)

Department Department of Nursing

Faculty Faculty of Medicine, Ramathibodi Hospital

Major Advisor Panwadee Putwatana

Date of Thesis Defense 24 June 1981

Abstract

The Evaporative water loss (EWL) of healthy young adult were investigated in winter and summer. The decreased body weight during 8 hours was used to determined the water losing by evaporation.

The result showed that the average 8 hours EWL at night of 165 subjects in winter and 148 subjects in summer, was found to be 346.27 grams in winter, 415.93 grams in summer for male and 239.04 grams in winter, 301.43 grams in summer for female. The 24 hours EWL which calculated from 3 times of 8 hours EWL was to be 1,038.81 grams in winter, 1,247.79 grams in summer for male and 717.49 grams in winter, 904.29 grams in summer for female.

4

The EWL of both sex in summer were significantly higher than in winter ($p < .01$). Moreover there was a significant greater EWL of the male than the female in both seasons ($p < .01$). There were correlations between the EWL and weight, surface area and body metabolism. So that, the weight, surface area and body metabolism may be used to calculate the EWL.

This study was done at Ramathibodi Hospital in Bangkok, Thailand

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ

ชูชน - คำวงษ์วรรณ

สถานที่เกิด

จังหวัดสมุทรสงคราม ประเทศไทย

การศึกษา

วิทยาศาสตรบัณฑิต (พยาบาล) (เกียรตินิยม) คณะพยาบาลศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น พฤษภาคม ๒๕๖๑



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้เนื่องจากผู้วิจัยได้รับความกรุณาจากอาจารย์พรพนวดี พุทธิวัฒน์ รองศาสตราจารย์ นายแพทย์สุชาติ อินทรประสิทธิ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ยุวดี ภาษา ได้เป็นที่ปรึกษาให้ความช่วยเหลือแนะนำแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ตลอดจนให้กำลังใจในการทำวิจัยเสมอมา จนงานวิจัยสำเร็จลุล่วงลงด้วยดี พร้อมทั้งรองศาสตราจารย์สมจิต หนูเจริญกุล และอาจารย์อัญชลี เวชชนินนาท ได้กรุณาให้คำแนะนำและให้ความร่วมมือในการหาข้อมูลตัวอย่างเป็นอย่างดี ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของท่านเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณมา ณ.ที่นี้

ขอขอบพระคุณท่านอธิบดีกรมอุตุนิยมวิทยา รท.วิรัช มณีสาร และคุณ นุกูล ทรัพย์เจริญ ที่ได้กรุณาให้ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพอากาศ และให้ยืมเครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นของอากาศ รวมทั้งอาจารย์แมบ้านและเจ้าหน้าที่ประจำหอพักนักศึกษาพยาบาล ๑ และหอพักแพทย์ที่ได้กรุณาอนุญาตให้ใช้สถานที่ตลอดจนอำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูล ตลอดจน

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดีในการจัดหาอุปกรณ์เครื่องใช้จากคุณ ปิยะนุช โกวิททรงศ์ คุณ ฉลวย พรหมสวรรค์ หัวหน้าห้องน้ำ และพยาบาลประจำตึกอายุรกรรมหญิง อายุรกรรมชาย เด็ก ๒ และ ICU. เด็ก นอกจากนี้เจ้าหน้าที่ นักเรียน และนักศึกษาคณะแพทยศาสตร์ โรงพยาบาลรามาธิบดี ได้ให้ความร่วมมือในการเป็นกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ช่วยเก็บข้อมูล และให้กำลังใจในการทำวิจัยครั้งนี้ตั้งแต่เริ่มทำการศึกษาทดลองเบื้องต้น (pilot study) จนการเก็บข้อมูลสำเร็จลงได้ จึงขอขอบคุณทุกท่านที่ได้กรุณาให้ความร่วมมือในงานวิจัยไว้ ณ.โอกาสนี้

ชูชน คำทรงธรรม

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
ประวัติผู้วิจัย	จ
กิจกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ช
บทนำ	๑
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	๔
การดำเนินการวิจัย	๒๒
ผลการศึกษา	๒๔
สรุปอภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	๓๔
บรรณานุกรม	๕๑
ภาคผนวก	๕๕

รายการตารางประกอบ



ตารางที่

หน้า

- ๑ แสดงปริมาณน้ำระเหยใน ๒๔ ชั่วโมง จากผลการศึกษาที่ผ่านมา พร้อมทั้งรายละเอียดเกี่ยวกับผู้ศึกษา จำนวนตัวอย่างที่ศึกษา ลักษณะตัวอย่าง อุณหภูมิของอากาศ และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศขณะทำการศึกษา ๒๑
- ๒ แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนัก ส่วนสูง พื้นที่ผิวกาย และพลังงานที่ไ้ของเพศชาย ๓๐
- ๓ แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนัก ส่วนสูง พื้นที่ผิวกาย และพลังงานที่ไ้ของเพศหญิง ๓๐
- ๔ แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณน้ำระเหย ๔ ชั่วโมงกลางคืน และค่าที่ได้จากการเทียบเป็น ๒๔ ชั่วโมง ของเพศชายและหญิงในฤดูหนาวและฤดูร้อน ๓๑
- ๕ แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณน้ำระเหย เนื่องมาจากฤดูและเพศ ๓๒
- ๖ แสดงผลการวิเคราะห์ Simple main effect ของฤดูกาล ๓๓
- ๗ แสดงผลการวิเคราะห์ Simple main effect ของเพศ ๓๓
- ๘ แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำระเหยต่อพื้นที่ผิวกาย ๑ ตารางเมตร ของเพศชายและหญิงในฤดูหนาวและฤดูร้อน ๓๔
- ๙ แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำระเหยต่อน้ำหนักตัว ๑ กิโลกรัม ของเพศชายและหญิงในฤดูหนาวและฤดูร้อน ๓๔
- ๑๐ แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำระเหยต่อ ๑๐๐ กิโลแคลอรี ของเพศชายและหญิงในฤดูหนาวและฤดูร้อน ๓๕

๑๑	แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์และสมการถดถอย ระหว่างปริมาณน้ำระเหยกับน้ำหนัก ส่วนสูง พื้นที่ผิวกาย และพลังงานที่ใช้	๓๖
๑๒	แสดงจำนวนตัวอย่างและค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำระเหยของ ตัวอย่างกลุ่มที่ใช้พักลมและไม่ใช้พักลม ทั้งเพศชายและ หญิงในฤดูหนาวและร้อน	๓๗
๑๓	แสดงอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในฤดูหนาว	๖๑
๑๔	แสดงอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในฤดูร้อน	๖๒
๑๕	แสดงน้ำหนัก ส่วนสูง พื้นที่ผิวกาย และปริมาณน้ำระเหย ของกลุ่มตัวอย่างเพศหญิงในฤดูหนาว	๖๔
๑๖	แสดงน้ำหนัก ส่วนสูง พื้นที่ผิวกาย และปริมาณน้ำระเหย ของกลุ่มตัวอย่างเพศหญิงในฤดูร้อน	๖๕
๑๗	แสดงน้ำหนัก ส่วนสูง พื้นที่ผิวกาย และปริมาณน้ำระเหย ของกลุ่มตัวอย่างเพศชายในฤดูหนาว	๗๔
๑๘	แสดงน้ำหนัก ส่วนสูง พื้นที่ผิวกาย และปริมาณน้ำระเหย ของกลุ่มตัวอย่างเพศชายในฤดูร้อน	๗๕

ร่างกายมีโอกาสที่จะเกิดการเสียสมดุลของน้ำและเกลือแร่ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่ออยู่ในภาวะเจ็บป่วย ภาวะขาดน้ำหรือมีน้ำคั่งในร่างกายขณะเจ็บป่วยเกิดจากสาเหตุหลายประการ ได้แก่ กลไกการปรับสมดุลของน้ำผิดปกติ ร่างกายได้รับน้ำในปริมาณที่ไม่เหมาะสม หรือมีการสูญเสียน้ำออกจากร่างกายที่ผิดปกติ ตลอดเวลาการเสียน้ำระเหยทางปอดและผิวหนังเป็นการสูญเสียที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง แม้แต่ในขณะที่ยังคงขาดน้ำอยู่แล้วก็ตาม ภาวะขาดน้ำจึงเกิดได้ง่ายในผู้ป่วยที่ช่วยเหลือตัวเองไม่ได้ ดื่มน้ำได้น้อย ดื่มน้ำไม่ได้เลย หรือต้องอดอาหารและน้ำดื่ม^{๑,๒} การแก้ไขทำได้โดยให้น้ำทดแทนทางสายยางที่ใส่เข้าไปถึงกระเพาะอาหารหรือทางเส้นเลือดดำ ปริมาณน้ำที่ผู้ป่วยได้รับขึ้นอยู่กับอาการของแพทย์และพยาบาล ซึ่งอาจมากหรือน้อยไปได้ ความไม่สมดุลของน้ำจึงเป็นปัญหาที่พบได้เสมอ ยิ่งเป็นโรคหรือมีพยาธิสภาพของอวัยวะที่ทำหน้าที่ในการรักษาสมดุลของน้ำ เช่น โรคไต โรคทางเดินอาหารหรือโรคทางเดินหายใจ โอกาสที่จะเกิดปัญหานี้ก็ยิ่งมากขึ้น คูโบและคณะ^๓ ได้แสดงให้เห็นถึงปัญหาความไม่สมดุลของน้ำและอิเล็กโทรลัยต์ซึ่งเป็นภาวะแทรกซ้อนที่สำคัญในผู้ป่วยที่ได้รับอาหารทางสายยางว่าอาจมีความรุนแรงมากถึงกระทบกระเทือนความรู้สึกตัวของผู้ป่วย และบางครั้งก็เป็นสาเหตุของการตายด้วย

^๑Irene L. Beland, and Joyee Y. Passos, Clinical Nursing 3rd ed. (New York : Mc. Millan Publishing Co., Inc., 1975), 491.

^๒Joan Luckman, and Karen Sorensen, Medical Surgical Nursing (London : W.B. Saunders Company, 1974), 201.

^๓Winifred Matsui Kubo, et.al., "Fluid and Electrolyte Problems of Tube-Fed Patients" American Journal of Nursing, Vol.76, No.6 (1976), 912 - 916.

ความไม่สมดุลของน้ำมีผลกระทบกระเทือนการทำงานของร่างกายต่างกันไปตามปริมาณของน้ำที่ขาดหรือเกิน ในภาวะขาดน้ำ ถ้าขาดน้ำประมาณ ๒% ของน้ำหนักตัวขึ้นไปจะทำให้รู้สึกกระหายน้ำ ถ้าร่างกายไม่ได้รับน้ำเพียง ๓ - ๔ วัน อาจขาดน้ำได้ถึง ๖% ของน้ำหนักตัว ซึ่งจะทำให้กระวนกระวายมาก ลึนเหง คอแห้ง น้ำลายน้อย กลืนลำบาก หากขาดน้ำมากกว่า ๗% ของน้ำหนักตัวอาจทำให้ไม่รู้สึกตัว และถ้าขาดมากกว่านี้ ความดันโลหิตอาจลดลงและมีการล้มเหลวของระบบทางเดินหายใจได้^๑ ส่วนในภาวะที่น้ำเกินเฉียบพลัน จะมีอาการปวดศีรษะ คลื่นไส้ อาเจียน พฤติกรรมผิดปกติอาจกระตุกและชัก บางรายมีความดันโลหิตสูงกว่าปกติ ม่านตาขยายไม่เท่ากัน ชีพ ไม่รู้สึกตัว รีเฟล็กซ์ (reflex) ไวขึ้น บางรายอาจหยุดหายใจก็ได้ ในรายที่มีน้ำเกินเรื้อรังจะอ่อนเพลีย ชีพ ไม่สนใจสิ่งแวดล้อม เลอะเลือน^๒ อาการแสดงถึงความไม่สมดุลของน้ำจะค่อยเป็นค่อยไป และมักปรากฏให้เห็นได้ชัดเมื่อเกิดความรุนแรงขึ้นแล้ว การบันทึกปริมาณน้ำที่เข้าและออกจากร่างกายเพื่อจัดน้ำทดแทนให้เหมาะสมกับส่วนที่ออกจากร่างกาย จึงเป็นทางหนึ่งที่จะช่วยป้องกันและลดการเกิดปัญหาความไม่สมดุลของน้ำที่ใช้ปฏิบัติทั่วไปในการดูแลผู้ป่วยในคลินิกได้

การให้น้ำทดแทนแก่ผู้ป่วย ต้องพิจารณาว่าที่สูญเสียจากร่างกาย ซึ่งปกติเป็นไปได้ ๓ ทางคือ ทางปัสสาวะ อุจจาระ และการระเหยออกจากปอดและผิวหนังในรูปของไอน้ำที่เสียไปโดยไม่รู้สึกตัวและเหงื่อ นอกจากนี้บางรายอาจสูญเสียได้ทางระดู (menstruation) น้ำลายและน้ำตา การวัดปริมาณน้ำที่เสียไปทางปัสสาวะเป็นสิ่งที่ทำได้ในคลินิก แต่ส่วนที่เสียไปทางอุจจาระและการระเหยต้องอาศัยเครื่องมือและกรรมวิธีต่างๆ ยากที่จะหาปริมาณที่แน่นอนได้ จึงต้องอาศัยการกะประมาณ ปริมาณน้ำที่เสียไปทางอุจจาระ

^๑สง่า นิลวางกูร, Fluid and Electrolyte (กรุงเทพฯ : โครงการตำราศิริราช, ๒๕๒๐), ๑๕ - ๑๖.

^๒Ibid., 25.

ปกติมีประมาณวันละ ๑๐๐ - ๒๐๐ มล.^๑ หากการขับถ่ายอุจจาระเป็นปกติ ซึ่งถือได้ว่าเป็นปริมาณน้อยมากเมื่อเทียบกับปริมาณน้ำที่สูญเสียทั้งหมดในแต่ละวัน และพอที่จะกะประมาณจำนวนได้ จึงไม่น่าจะมีอิทธิพลต่อระดับสมดุลของน้ำในร่างกายมากนัก ส่วนน้ำที่สูญเสียโดยการระเหยนั้น เป็นการสูญเสียที่อยู่ภายนอกกลไกการปรับสมดุลของน้ำในร่างกาย^{๒,๓} ส่วนใหญ่มีอิทธิพลจากสภาพแวดล้อมภายนอก ขนาดและลักษณะของบุคคล จึงทำให้มีปริมาณที่แตกต่างกันไ้มากในแต่ละชนชาติ แต่ละประเทศซึ่งมีความแตกต่างกันในเรื่องสภาพดินฟ้าอากาศ ขนาดและลักษณะของบุคคลในประเทศนั้น ๆ การประเมินภาวะและจัดน้ำให้แก่ผู้ป่วยจึงต้องทำอย่างระมัดระวังให้ถูกต้องเหมาะสม โดยคำนึงถึงปริมาณน้ำที่สูญเสีย และปัจจัยที่ทำให้เกิดการเสียน้ำด้วย ทั้งนี้เพื่อป้องกันและลดภาวะความไม่สมดุลของน้ำที่อาจเกิดขึ้นได้ ซึ่งจะเป็นการช่วยพัฒนาให้การดูแลผู้ป่วยมีคุณภาพดียิ่งขึ้น

ปริมาณน้ำที่ระเหยออกจากร่างกายมีความแตกต่างกันในแต่ละสถานที่และฤดูกาล เช่น ที่รัฐเนวาดาของประเทศสหรัฐอเมริกา ขณะที่อากาศร้อน น้ำระเหยออกจากร่างกายได้ถึงวันละ ๕,๕๐๐ กรัม^๔ แต่ที่ชุกานขณะที่อากาศร้อนร่างกายเสียน้ำระเหยประมาณวันละ ๓,๐๖๓ กรัม และเมื่ออากาศเย็นปริมาณน้ำระเหยลดลงเหลือเพียงวันละ ๖๖๗ กรัม^๕

^๑Zeb L. Burrell and Lenette Owens Burrell, Criticalcare (St. Louis : The C.V. Mosby Company, 1977), 271.

^๒Laurence F. Tinckler, "Fluid and electrolyte observations in tropical surgical practice," British Medical Journal, Vol.1 (1966), 263 - 7.

^๓สง่า นิลวรรณกร, เรื่องเดิม, ๑๓.

^๔Samson Wright, Applied Physiology (London : Oxford University Press, 1971), 336.

^๕A. Kambal, "Evaporative water loss in adult surgical patient in Sudan" British Journal of Surgery, Vol.65, No.2 (1978), 128 - 130.

ถ้าเปรียบเทียบค่าปริมาณน้ำระเหยที่แตกต่างกันจะเห็นได้ว่า เป็นปริมาณมากถึงวันละประมาณ ๕,๐๐๐ กรัม จึงเป็นการยากที่จะพิจารณาเลือกค่าใดมาใช้ให้เหมาะสมกับคนไทย และสภาพอากาศในประเทศไทย ทั้งนี้เนื่องจากมีความแตกต่างกันในปัจจัยต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำระเหยทั้งทางด้านร่างกาย และสภาพภูมิอากาศ ค่าที่ใช้อยู่ในปัจจุบันจึงอาจไม่เหมาะสม และอาจเป็นสาเหตุหนึ่งของปัญหาความไม่สมดุลของน้ำในผู้ป่วยที่พบในคลินิกได้ นอกจากนี้ เพศหญิงและเพศชายก็มีความแตกต่างกันมากเกี่ยวกับอัตราเมตาบอลิซึมของร่างกาย การสูญเสีย น้ำระเหยจึงน่าจะมีความแตกต่างกันด้วย ในประเทศไทยและประเทศใกล้เคียงยังไม่พบว่าได้มีการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องนี้มาก่อน ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาปริมาณน้ำระเหยที่ออกจากร่างกายของคนไทยปกติทั้งสองเพศในขณะที่อากาศร้อนและเย็น

วัตถุประสงค์

๑. เพื่อศึกษาปริมาณน้ำที่สูญเสียออกจากร่างกายโดยการระเหยในช่วง ๔ ชั่วโมง กลางคืน เพื่อนำมาคำนวณหาปริมาณน้ำที่น้อยที่สุดที่เสียไปใน ๒๔ ชั่วโมง ของคนปกติทั้งเพศหญิงและชาย ในฤดูหนาวและฤดูร้อน
๒. เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างปริมาณน้ำระเหยในช่วง ๔ ชั่วโมง กลางคืนของเพศหญิงและชาย และในฤดูหนาวและฤดูร้อน
๓. เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำระเหยกับน้ำหนักตัว ส่วนสูง พื้นที่ผิวกาย และพลังงานที่ร่างกายใช้

สมมติฐาน

๑. ปริมาณน้ำที่สูญเสียออกจากร่างกายโดยการระเหยในช่วง ๔ ชั่วโมง กลางคืน ในฤดูร้อนมากกว่าฤดูหนาว
๒. ปริมาณน้ำที่สูญเสียออกจากร่างกายโดยการระเหยในช่วง ๔ ชั่วโมง กลางคืน ในเพศชายมากกว่าเพศหญิง
๓. ปริมาณน้ำระเหยมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับน้ำหนัก ส่วนสูง พื้นที่ผิวกาย และพลังงานที่ร่างกายใช้

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เป็นความรู้พื้นฐานที่ทำให้ทราบถึงปริมาณน้ำที่สูญเสียออกจากร่างกายโดยการระเหยของคนไทยวัยหนุ่มสาวในกรุงเทพมหานครในช่วง ๘ ชั่วโมงกลางวัน ซึ่งเป็นเวลาพักผ่อน เพื่อใช้เป็นแนวทางที่จะกะประมาณปริมาณน้ำระเหยในช่วงเวลา ๒๔ ชั่วโมงขณะที่มีกิจกรรมส่วนใหญ่คือ การพักผ่อนบนเตียง ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการประเมินภาวะสมดุลของน้ำในผู้ป่วยและการพิจารณาปริมาณน้ำทดแทนให้กับผู้ป่วยทั้งเพศหญิงและชายวัยหนุ่มสาวในกรุงเทพมหานคร และจังหวัดอื่น ๆ ในประเทศไทยที่มีอุณหภูมิและความชื้นของอากาศคล้ายคลึงกัน

ขอบเขตของการศึกษา

การศึกษานี้ทำในนักเรียน นักศึกษา และเจ้าหน้าที่ที่พักในโรงพยาบาลรามาริบัติ อายุระหว่าง ๑๘ - ๓๐ ปี ทั้งเพศหญิงและชาย ในระหว่างเดือน มกราคม-กุมภาพันธ์ ๒๕๒๔ ซึ่งเป็นช่วงฤดูหนาว และระหว่างเดือน มีนาคม - พฤษภาคม ๒๕๒๔ ซึ่งเป็นช่วงฤดูร้อน

ข้อจำกัดของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้อาจคลาดเคลื่อนได้บาง เนื่องจาก

๑. ไม่สามารถจัดสถานที่ให้ตัวอย่างทุกคนอยู่ในที่เดียวกันทั้งหมดได้ ดังนั้นแม้จะอยู่ในบริเวณใกล้เคียงกัน แต่การไหลเวียนของอากาศที่ผ่านแต่ละห้องอาจต่างกันไต่บาง
๒. อุปนิสัยการนอนของแต่ละคนต่างกัน เช่น ชอบหม่นผ้า ไม่หม่นผ้าและคิ่นมากคิ่นน้อย เป็นต้น
๓. แม้จะได้พยายามควบคุมเรื่องอารมณ์ โดยจะไม่นำข้อมูลของตัวอย่างที่มีความผิดปกติทางร่างกายหรือนอนไม่หลับระหว่างเก็บข้อมูลมาวิเคราะห์ แต่อาจควบคุมไม่ได้ทั้งหมด เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของสภาวะอารมณ์อาจไม่แสดงออกในลักษณะที่กล่าวแล้วก็ได้

๔. อุณหภูมิของอากาศที่ใช้เป็นอุณหภูมิเฉลี่ยทุก ๔ ชั่วโมง ซึ่งอาจแตกต่างกันไปจากอุณหภูมิที่เป็นจริงไต่บ้าง เนื่องจากอาจมีการเปลี่ยนแปลงของอากาศอยู่ตลอดเวลา

๕. ไม่สามารถควบคุมชนิด และเวลาการรับประทานอาหารของตัวอย่างก่อนช่วงเวลาเก็บข้อมูลได้ การเผาผลาญของอาหารในร่างกายที่แตกต่างกัน จึงอาจมีผลต่อปริมาณน้ำระเหยไต่บ้าง

ขอตกลงเบื้องต้น

๑. การบันทึกลงในใบเก็บข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างเป็นไปตามความจริง

๒. ปริมาณน้ำระเหยที่เกิดขึ้นในช่วง ๔ ชั่วโมง คือ ระหว่าง ๒๒.๐๐-๒.๐๐ น. หรือ ๒๓.๐๐ - ๓.๐๐ น. ถือว่าไม่มีความแตกต่างกัน

๓. อุณหภูมิและความชื้นที่วัดที่หอพักหญิงและชายในโรงพยาบาลรามารับดี อาจแตกต่างกันไต่บ้างเล็กน้อย ซึ่งถือว่าไม่มีผลให้ปริมาณน้ำระเหยแตกต่างกัน

คำจำกัดความที่ใช้ในงานวิจัย

ปริมาณน้ำระเหย (Evaporative water loss) ๔ ชั่วโมง คือ น้ำที่สูญเสียจากร่างกายโดยการระเหย ซึ่งวัดจากน้ำหนักตัวที่หายไปจากการชั่ง ๒ ครั้ง ห่างกัน ๔ ชั่วโมง ส่วนปริมาณน้ำระเหยใน ๒๔ ชั่วโมง ได้จากการคำนวณเป็น ๓ เท่าของค่าปริมาณน้ำระเหยที่ได้ในช่วง ๔ ชั่วโมง

ฤดูหนาว คือวันในระหว่างวันที่ ๕ มกราคม - ๑๑ กุมภาพันธ์ ๒๕๒๔ ที่มีอุณหภูมิของอากาศไม่เกิน ๒๗°

ฤดูร้อน คือวันในวันที่ ๗ มีนาคม - ๔ พฤษภาคม ๒๕๒๔ ที่มีอุณหภูมิของอากาศ ๒๘.๕° ขึ้นไป

อุณหภูมิของอากาศ เป็นอุณหภูมิของอากาศโดยเฉลี่ยที่วัดทุก ๔ ชั่วโมง คือเวลาประมาณ ๒๒.๐๐ น., ๒.๐๐ น. และ ๖.๐๐ น. ของวันที่เก็บข้อมูล

ความชื้นของอากาศ เป็นความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่วัดด้วยเครื่องวัดความชื้น (Psychrometer) ที่หอพักหญิงในเวลาประมาณ ๒๒.๐๐ น. ของวันที่เก็บข้อมูล

ร่างกายปกติ หมายถึง

๑. ไม่มีประวัติการเจ็บป่วยในโรคที่เกี่ยวข้องกับปริมาณน้ำระเหยในใบสมัครที่กลุ่มตัวอย่างได้กรอกข้อมูลไว้
๒. ในวันเก็บข้อมูลไม่มีอาการเจ็บป่วยและตรวจไม่พบความผิดปกติของสัญญาณชีวิต เสียงหัวใจและปอด

สัญญาณชีวิตปกติ หมายถึง

อุณหภูมิร่างกาย ๓๖.๐° - ๓๗.๕°c

ความดันโลหิตไม่เกิน ๑๔๐/๙๐ มม.ปรอท

ชีพจร ๖๐ - ๑๐๐ ครั้ง/นาที

หายใจ ๑๖ - ๒๔ ครั้ง/นาที

เสียงหัวใจปกติ คือเสียงของหัวใจที่สม่ำเสมอ ไม่มีเสียงเมอร์เมอร์ (murmur)

เสียงปอดปกติ คือเสียงของการหายใจที่ชัดเจน (clear) เมื่อฟังด้วยหูฟัง (stethoscope)

กิจกรรมที่ใช้แรงงานน้อย หมายถึงกิจกรรมต่าง ๆ ที่ใช้พลังงานไม่เกินชั่วโมงละ ๒๐๐ กิโลแคลอรี ได้แก่ เดิน นอน อ่านหนังสือ ฟังวิทยุ ดูโทรทัศน์ พักผ่อน ดื่มน้ำและปัสสาวะ

พื้นที่ผิวกาย เป็นค่าพื้นที่ผิวกายที่คำนวณจากสูตรของคูบอยส์^๑

$$\text{คือ } S = W^{0.425} \times Ht^{0.725} \times 71.84$$

$$\text{เมื่อ } S = \text{พื้นที่ผิวกาย (ม}^2\text{)}$$

$$W = \text{น้ำหนัก (กก.)}$$

$$Ht = \text{ส่วนสูง (ซม.)}$$

พลังงานที่ใช้ เป็นค่าที่คำนวณจากหลักของฮอลิเดย์และซีการ์^๒ ดังนี้

$$\text{สำหรับคนน้ำหนักตัว } 0 - 90 \text{ กก.} = 100 \text{ กิโลแคลอรี/กก.}$$

$$90 - 120 \text{ กก.} = 1,000 + 50 \text{ แคลอรี/กก.}$$

ที่มากกว่า 90 กก.

$$> 120 \text{ กก.} = 1,500 \pm 20 \text{ แคลอรี/กก.}$$

ที่มากกว่า 120 กก.

^๑Delafield Du Bois, and Eugene F. Du Bois, "A formula to estimate the approximate surface area if height and weight be known" The Archives of Internal Medicine, Vol.17, No.6 (1916), 863-871.

^๒M.A. Holliday, and W.E. Segar, "Maintenance need for water in parenteral fluid therapy" Pediatrics, Vol.19 (1957), 823 - 832.

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การระเหยของน้ำออกจากร่างกายเกิดขึ้นทั้งโดยธรรมชาติที่มีการซึมแพร่ (diffusion) ของน้ำผ่านผิวหนังหรือเยื่อบุออกสู่อากาศโดยตรง ซึ่งเป็นขบวนการทางฟิสิกส์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับกลไกทางสรีรวิทยาของร่างกาย และอีกส่วนหนึ่งมีความเกี่ยวข้องกับการควบคุมอุณหภูมิของร่างกาย ซึ่งมีความสำคัญมากโดยเฉพาะสำหรับคนที่อยู่ในเขตอากาศร้อน

ร่างกายจะพยายามรักษาอุณหภูมิให้อยู่ในระดับปกติเสมอ ถ้ามีความร้อนเพิ่มขึ้น ร่างกายจะพยายามระบายความร้อนส่วนที่เกินออก ซึ่งเกิดขึ้นได้ ๔ ทางคือ การแผ่รังสี การนำ การพา และการระเหยซึ่งอาศัยน้ำเป็นตัวช่วย การระบายความร้อน ๕๘๐ กิโลแคลอรี จะทำให้น้ำระเหยออกจากร่างกายได้ประมาณ ๑ ลิตร^๑ ในภาวะปกติที่อากาศกำลังสบาย (อุณหภูมิ ๒๓ - ๒๕ °C) การระบายความร้อนออกจากร่างกายมีประมาณ ๒๔% ของความร้อนที่เกิดขึ้นในร่างกายทั้งหมด^๒ การระเหยของน้ำออกจากร่างกายนี้เกิดขึ้นได้ ๒ ทางคือ ทางผิวหนังและทางเหงื่อหายใจ

^๑Arthur C. Guyton, Medical Physiology, (Tokyo : W.B. Saunders Company, 1976), 958.

^๒Charles H. Best, and Norman B. Taylor, The Physiological Basis of Medical Practice (Baltimore : The Williams & Nilkins company, 1966), 493.

การระเหยของน้ำออกจากทางเดินหายใจ

การระเหยของน้ำในทางเดินหายใจเกิดขึ้นตั้งแต่อากาศผ่านเข้าทางเดินหายใจ ส่วนต้นก่อนจะถึงถุงลมปอด โดยจะมีการปรับสภาพอากาศให้น้ำอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิของร่างกายและมีไอน้ำอิ่มตัว (ความชื้นสัมพัทธ์ ๑๐๐%) ที่อุณหภูมิของร่างกายขณะนั้น เพื่อสะดวกในการแลกเปลี่ยนสารระหว่างเลือดและอากาศในถุงลมปอด แม้ว่าอากาศที่หายใจออกจะมีอุณหภูมิลดลงบ้างเล็กน้อย แต่ก็ยังคงมีไอน้ำอิ่มตัวอยู่ ร่างกายจึงเสียน้ำระเหยออกมากับอากาศที่หายใจออก การปรับสภาพอากาศในทางเดินหายใจโดยเยื่อทางเดินหายใจนี้มีความสำคัญต่อสมดุลของน้ำและความร้อนในร่างกาย และขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและความชื้นของอากาศภายนอกร่างกายด้วย^{๑,๒} ปริมาณน้ำระเหยที่ออกจากทางเดินหายใจมีประมาณหนึ่งในสามส่วนของปริมาณน้ำที่สูญเสียจากร่างกายโดยไม่รู้สึกตัวทั้งหมด^๓

^๑James E.C. Walker, and Roe E. Wells, "Heat and Water Exchange in the Respiratory Tract." American Journal of Medicine, Vol.30, No.2 (1976), 259 - 267.

^๒Alan Moritz, and James R. Wisiger, "Effects of cold air on the air passage and lungs" Archives of Internal Medicine, Vol.75, No.4 (1975), 233 - 240.

^๓Vernon B. Mauntcastle, Medical Physiology, (St. Louis: The C.V. Mosby, company, 1968), 565.

การระเหยของน้ำออกจากผิวหนัง

น้ำระเหยออกจากผิวหนังได้ ๒ ลักษณะ คือ ในรูปของน้ำที่ซึมออกจากผิวหนัง ระเหยไปในบรรยากาศรอบตัวโดยไม่รู้สึกตัว (insensible perspiration) และ ในรูปของเหงื่อ น้ำที่ระเหยออกจากร่างกายโดยไม่รู้สึกตัวส่วนหนึ่งเกิดจากการที่โมเลกุล ของน้ำซึมผ่านผิวหนังออกสู่อากาศเนื่องจากการที่ปริมาณความหนาแน่นของน้ำไอน้ำผิวหนัง มีมากกว่าปริมาณไอน้ำในบรรยากาศรอบกาย อีกส่วนหนึ่งเป็นการซึมผ่านของโมเลกุล น้ำ โดยขึ้นอยู่กับ การปรับตัวของเส้นเลือดที่หดขยายไปตามภาวะอุณหภูมิของร่างกายและ สภาพแวดล้อม เพื่อผลประโยชน์ในการรักษาระดับอุณหภูมิของร่างกาย

ส่วนการหลั่งเหงื่อนั้น เกิดจากการทำงานของต่อมเหงื่อซึ่งประกอบด้วย ๒ ส่วน คือ ส่วนที่เป็นขด (coil) สำหรับสร้างน้ำเหงื่อ และส่วนที่เป็นท่อ (duct) สำหรับ น้ำเหงื่อที่สร้างขับออกสู่ผิวหนังภายนอก ระหว่างที่เหงื่อผ่านท่อนี้จะมีการดูดซึมสารบางอย่าง ที่จำเป็น เช่น โซเดียม กลับสู่ร่างกาย การทำงานของต่อมเหงื่ออยู่ภายใต้การควบคุม ของระบบประสาทซิมพาเทติก (sympathetic) ซึ่งมีใยประสาทโคลิเนอร์จิก (cholinergic) ไปเชื่อมกับต่อเหงื่อทั่วร่างกายและมีใยประสาทอดรีเนอร์จิก (adrenergic) ไปเชื่อมกับต่อมเหงื่อบางแห่งของร่างกาย เช่น บริเวณมือและเท้า เมื่อความร้อนใน ร่างกายสูงมากจะทำให้อุณหภูมิผิวหนังสูงถึง ๓๓°ซ. จะมีการกระตุ้นบริเวณส่วนหน้าของ ไฮโปธาลามัส (Hypothalamus) เกิดกระแสความรู้สึกไปตามไขสันหลังแล้วผ่านเส้น ประสาทซิมพาเทติก ไปกระตุ้นให้ต่อมเหงื่อใต้ผิวหนังทำงาน จึงเกิดการหลั่งเหงื่อขึ้น^๒

^๑Wyss C.R., et.al., "Control of skin blood flow sweating and heart rate : role of skin vs. core temperature" Journal of Applied Physiology, Vol.36, No.6 (1974).

^๒T.V. Caffrey, "Role of skin temperature in control of sweating" Journal of Applied Physiology, Vol.47, No.3 (1979), 591-597.

นอกจากนี้เมื่อเกิดภาวะความเครียดทางอารมณ์หรือมีการออกกำลังกายของกล้ามเนื้อ (muscle exercise) ก็จะมีกระแสความรู้สึกไปตาม ออร์แกนอร์จิก ทำให้เกิดการหลั่งเหงื่อได้ในบริเวณฝ่ามือและฝ่าเท้า การเกิดเหงื่อในกรณีที่มีการออกกำลังกายของกล้ามเนื้อนี้ เชื่อกันว่าเป็นการทำให้ผิวหนังชุ่มชื้น ลดการเสียดสีของผิวหนังชั้นนอกขณะที่มีการเคลื่อนไหว^๑ ปกติการหลั่งเหงื่อจะใช้เวลาประมาณ ๑๐ - ๑๕ นาทีหลังจากถูกกระตุ้นจากสิ่งเร้า เช่น หลังจากอาบน้ำ คนปกติมีต่อมเหงื่อประมาณคนละ ๒,๕๐๐,๐๐๐ ต่อม จำนวนนี้อาจแตกต่างกันไปบ้างในแต่ละบุคคล แต่ก็มีรายงานว่าประสิทธิภาพการทำงานของต่อมเหงื่อมีอิทธิพลต่อปริมาณเหงื่อมากกว่าจำนวนต่อมเหงื่อในร่างกาย^๒

ปริมาณน้ำที่ระเหยออกจากร่างกาย เกิดจากกลไกใดหลายอย่างจึงไม่เป็นสัดส่วนกับการระบายความร้อนโดยการนำและการแผ่รังสีความร้อนเสมอไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ทั้งทางร่างกายและสิ่งแวดล้อมภายนอกในร่างกาย

ปัจจัยทางร่างกายที่มีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำระเหย ได้แก่

๑. อุณหภูมิของร่างกาย อุณหภูมิของร่างกายจะเพิ่มขึ้น ๑°ซ. เมื่อเมตะบอลิซึมในร่างกายเพิ่มขึ้นประมาณ ๑๓% ร่างกายจะพยายามระบายความร้อนออกโดยการกระตุ้นศูนย์ควบคุมความร้อนที่ไฮโปทาลามัส ทำให้มีผลต่อระบบหัวใจและเส้นเลือด คือ มีการเพิ่ม

^๑Guyton, Op.cit., 959.

^๒F.A.J. Thiele, and K.E. Malten, "Insensible water loss : The inter subject variation related to skin temperature forearm circumference and sweat gland activity" Excerpta Medica, Vol.27, No.13 (1973), 521 - 522.

ของอัตราการทำงานของหัวใจ ปริมาณเลือดที่บีบออกจากหัวใจและปริมาณเลือดที่ไปเลี้ยงผิวหนัง โดยการขยายของเส้นเลือดที่ผิวหนัง น้ำจึงซึมผ่านผิวหนังออกไปกับความร้อนได้มากขึ้น กรณีที่ความร้อนในร่างกายสูงมาก จนการนำ พา แฉะรังสีและการระเหยของน้ำ โดยกลไกการขยายของเส้นเลือดไม่สามารถระบายความร้อนออกได้เพียงพอ จะมีการกระตุ้นระบบประสาทซิมพาเทติก ทำให้เกิดการหลั่งเหงื่อ ขณะที่ผิวหนังจึงเสียน้ำมากกว่าปกติ เช่น ขณะที่ร่างกายมีอุณหภูมิ ๑๐๑ - ๑๐๓°ฟ. ร่างกายจะเสียน้ำระเหยมากกว่าปกติอย่างน้อยวันละ ๕๐๐ มล. และถ้าร่างกายมีอุณหภูมิสูงกว่า ๑๐๓°ฟ. ก็จะทำให้เสียน้ำระเหยมากกว่าปกติอย่างน้อยวันละ ๑,๐๐๐ มล. เป็นต้น^๑

๒. การหายใจ การหายใจทุกครั้งจะมีการปรับสภาพอากาศที่เข้าและออกจากปอดให้มีความชื้นสัมพัทธ์ ๑๐๐% ที่ระดับอุณหภูมิของร่างกายขณะนั้น อัตราการหายใจจึงมีความสำคัญต่อปริมาณการสูญเสียน้ำออกจากทางเดินหายใจมากและสำคัญมากกว่าปริมาณความจุของปอดด้วย^๒ คนที่หายใจหอบจึงเสี่ยงต่อการเกิดภาวะขาดน้ำ (dehydration) จากการที่ได้น้ำเข้าไปทดแทนไม่เพียงพอไ้ร่างกาย

๓. สภาวะอารมณ์^๓ เมื่อมีภาวะเครียดจะเกิดการกระตุ้นระบบประสาทซิมพาเทติก ทำให้เกิดการหลั่งเหงื่อขึ้นได้ นอกจากนี้ภาวะเครียดยังมีผลให้เมตะบอลิซึมในร่างกายเพิ่มขึ้น เกิดความร้อนในร่างกายมากขึ้น ซึ่งอาจทำให้อุณหภูมิของร่างกายเพิ่มขึ้นถึง ๒°ซ.ได้ ปริมาณน้ำระเหยในขณะที่อารมณ์เปลี่ยนแปลงจึงมากกว่าขณะที่อารมณ์สงบ

^๑Norma Milligan Metheny, and W.D. Snively, Nurses Handbook of Fluid Balance (New York : J.B. Lippincott Company, 1979), 154.

^๒Louise H. Marshall, and Heinz Specht, "Respiratory water report at simulated altitude" American Journal of Physiology, Vol.156, No.3 (1949), 299 - 301.

^๓Wright, Op.cit., 337.

๔. อายุ เมตะบอลิซึมของร่างกายปกติมีอัตราสูงสุดในวัยเด็ก จะลดลงเมื่ออายุเพิ่มขึ้นและค่อนข้างคงที่เมื่อเข้าสู่วัยหนุ่มสาว ขณะที่อายุมากขึ้นอัตราเมตะบอลิซึมลดลง ความร้อนที่สร้างขึ้นในร่างกายน้อยลง มีผลให้คนที่อายุมากมีอัตราการระเหยของน้ำออกจากร่างกายน้อยกว่าคนอายุน้อย แม้แต่ในสัตว์ก็เป็นเช่นเดียวกัน^{๑,๒} ผู้ใหญ่ปกติที่อยู่ในระยะพักนอน เสียความร้อนประมาณ ๒๕% ของความร้อนที่ขับออกจากร่างกายทั้งหมด แต่เด็กจะเสียน้ำระเหยถึง ๕๐% ดังนั้นการคิดปริมาณน้ำระเหยจึงควรคำนึงถึงอายุด้วย^๓

๕. เพศ ผู้ใหญ่เพศหญิงมีอัตราเมตะบอลิซึมต่ำกว่าเพศชาย ๕ - ๑๐ %^๔ เนื่องจากฮอร์โมนเพศชายทำให้อัตราเมตะบอลิซึมของเซลล์สูงขึ้น^๕ ปริมาณน้ำระเหยจาก

^๑N.A. Calloway, "Constants of senile decay" Journal of American Geriatrics Society, Vol.13, No.1 (1965), 125 - 142.

^๒N.A. Calloway, "A Critical Ratio of Aging : Waterloss-Heat Production" Journal of American Geriatrics Society, Vol.19, No.5 (1971), 386 - 90.

^๓Morton H. Maxwell, and Charles R. Kleeman, Clinical Disorders of Fluid and Electrolyte Metabolism (New York : Mc.Graw Hill Company, 1974) 550.

^๔W.W. Tuttle, and Byron Scotlelius, Textbook of Physiology (St. Louis : The C.V. Mosby Company, 1969), 444.

^๕Guyton, Op.cit.

ร่างกายเพศชายจึงมากกว่าเพศหญิงได้ ซึ่งการศึกษาของ คุณนิงแฮมและคณะ ก็พบว่าปริมาณ น้ำระเหยในเพศชายมากกว่าเพศหญิง^๑

๒. พื้นที่ผิวของร่างกาย ร่างกายที่มีพื้นที่ผิวมากย่อมเสียน้ำโดยการระเหยได้มาก ทั้งจากการซึมผ่านผิวหนังโดยไม่รู้สึกตัวและเหงื่อ^๒ แม้การศึกษาของ เอเลบุต^๓ จะไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ผิวร่างกายกับปริมาณน้ำระเหย แต่การศึกษาในระยะต่อมาของ โคสิโอสและคณะ^๔ ซึ่งศึกษาในตัวอย่างจำนวนมากกว่าเดิม ก็ได้พบความสัมพันธ์นี้

มนุษย์และสัตว์อาจมีการปรับตัวพฤติกรรมเพื่อให้พื้นที่ผิวของร่างกายได้สัมผัสกับอากาศมากขึ้นหรือน้อยลงได้ จะเห็นได้ว่าขณะที่อากาศเย็น สัตว์ต่าง ๆ เช่น สุนัขและแมว มักนอนขดตัวซึ่งจะช่วยให้มีพื้นที่ผิวร่างกายสัมผัสกับอากาศน้อยลง เป็นการช่วยลดการระบายความร้อน

^๑Dorothy Cunningham, et.al, "Comparative thermoregulatory responses of resting men and women" Journal of Applied Physiology, Vol.45, No.6 (1978), 908 - 915.

^๒F.A. Chrenko, Basic Principle of Ventilation and Heating (London : H.K. Lewis & Co. Ltd., 1974), 17.

^๓E.A. Elebute, "Evaporative Fluid Loss in Adult Nigerian Male" British Journal of Surgery, Vol.56, No.3 (1969), 213-216.

^๔Theodosios Dosios, et.al, "Evaporative water loss of adult surgical patients in Greece" American Journal of Surgery, Vol.128, No.1 (1974), 15 - 18.

ออกจากร่างกาย และเมื่ออากาศร้อนก็มักอยู่ในท่าเหยียดยาวในพื้นที่ผิวกายสัมผัสกับอากาศได้เต็มที่ มนุษย์เองก็มีแนวโน้มที่จะมีพฤติกรรมดังกล่าวเช่นกัน^๑ อย่างไรก็ตามท่าทางการทรงตัวยังอาจเกี่ยวข้องกับอุปนิสัยของแต่ละบุคคลด้วย

๗. กิจกรรมของร่างกาย เมื่อออกกำลังกายจะมีการเพิ่มเมตาบอลิซึม เกิดความร้อนในร่างกายมากขึ้น ทำให้การระเหยของน้ำเพื่อช่วยระบายความร้อนออกจากร่างกายมากขึ้นด้วย ทั้งโดยกลไกการขยายของเส้นเลือดและการหลั่งเหงื่อตลอดจนการหายใจ โดยจะมีการเพิ่มของปริมาณเลือดที่ออกจากหัวใจ (cardiac output) อัตราการเต้นของหัวใจ อัตราการหายใจและความลึกของการหายใจ^{๒,๓} กิจกรรมต่าง ๆ จะมีผลต่อปริมาณน้ำระเหยมากน้อยเพียงไรย่อมขึ้นอยู่กับกำลังงานที่ใช้ ซึ่งไม่เท่ากันในแต่ละกิจกรรม เช่น นอนหลับ ๖๕ กิโลคาลอรี/ชม. นั่งพัก ๑๐๐ กิโลคาลอรี/ชม. และเดินช้าโม่งละ ๒.๖ ไมล์ ๒๐๐ กิโลคาลอรี/ชั่วโมง เป็นต้น^๔

^๑Mountcastle, Op.cit., 567.

^๒C.T.M. Davies, "Influence of skin temperature on sweating and aerobic performance during severe work" Journal of Applied Physiology, Vol.47, No.4 (1979), 770 - 777.

^๓Loring B. Rowell, et.al, "Human cardiovascular adjustments to rapid changes in skin temperature during exercise" Circulation Research, Vol.24, No.5 (1979), 711 - 724.

^๔Guyton, Op.cit., 951.

๔. การนุ้หม การไ้เสื่อผ้าหรือผ้าหม จะมีผลต่อการระบายความร้อนออกจากร่างกายซึ่งจะมีผลต่อปริมาณน้ำระเหยด้วย แต่ถาเสื่อผ้าที่สวมใ้สามารถซึมซับน้ำไ้ไ้ดี เช่น พวกผ้าฝ้าย จะไม่มีอิทธิพลมากนักเนื่องจากผ้าซึมซับน้ำที่ผิวหนัง แล้วระเหยออกสู่อากาศอีกทอดหนึ่ง

ปัจจัยทางกายภาพที่มีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำระเหย ไ้แก่

๑. อุณหภูมิของอากาศ เนื่องจากการกลไกการซึมความร้อนจากร่างกายขึ้นอยู่กับการนำ การพา การแผ่รังสีความร้อนและการระเหยของน้ำ กลไกเหล่านี้จะทำงานไ้ดีในที่ระดับอุณหภูมิของอากาศต่าง ๆ กัน โดยเมื่่ออุณหภูมิของอากาศยิ่งสูงขึ้น ความร้อนจะออกจากร่างกายในรูปของการระเหยของน้ำมากกว่าการนำและการแผ่รังสี ทำใ้้้น้ำระเหยออกจากร่างกายขณะที่อากาศร้อนมากกว่าอากาศเย็น ขณะที่อุณหภูมิของอากาศต่ำกว่า ๒๕°ซ. ร่างกายยังใช้กลไกการขยายเส้นเลือดช่วยระบายความร้อนออกจากร่างกายไ้ ถาอากาศมีอุณหภูมิสูงกว่า ๒๕°ซ. ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของร่างกายและอากาศรอบตัวกายลดลง การนำและการแผ่รังสีความร้อนออกจากร่างกายเป็นไปไ้ยากขึ้น กลไกการขยายเส้นเลือดก็มีประโยชน์ในการระบายความร้อนไ้ลดลง ต้องอาศัยการระเหยนน้ำมากขึ้น และถาอากาศมีอุณหภูมิสูงถึง ๓๕°ซ. ขึ้นไปหรือสูงกว่าอุณหภูมิของร่างกายแล้ว ร่างกายจะระบายความร้อนออกไ้โดยการระเหยของน้ำเท่านั้น ปริมาณน้ำระเหยจึงมากขึ้น ขณะที่อากาศร้อนมากในระยะแรกร่างกายอาจเสียน้ำระเหยไ้ได้ถึงชั่วโมงละ ๑.๕ ลิตร และจะมากขึ้นถึงประมาณชั่วโมงละ ๓.๕ ลิตรไ้ เมื่่อร่างกายเคยชินกับอากาศที่ร้อนจัดแล้ว^{๒,๓}

^๑Guyton, Op.cit., 959.

^๒Tuttle and Scottelius, Op.cit., 444.

^๓Guyton, Op.cit., 958.



คัมบอล^๑ ได้ทำการศึกษาในชุกาน พบว่าในเคื่อนที่อากาศเย็นน้ำระเหยจากร่างกายเฉลี่ยเพียงวันละ ๖๖๓ กรัม ต่างจากเคื่อนที่อากาศร้อน น้ำระเหยจากร่างกายเฉลี่ยถึงวันละ ๓,๐๖๓ กรัม นับว่าต่างกันมากและเป็นปริมาณมากพอที่จะทำให้เสี่ยงต่อการเกิดภาวะไม่สมดุลของน้ำในร่างกายได้ง่าย ถ้าได้รับน้ำเข้าไปทดแทนในปริมาณที่ไม่เหมาะสม

๒. ความชื้นของอากาศ อากาศที่มีปริมาณไอน้ำน้อย ช่วยให้การเสียน้ำระเหยมากขึ้นทั้งทางผิวหนังและการหายใจ^๒ ขณะที่อากาศแห้งจึงรู้สึกว่ามีเหงื่อแห้งและแฉะง่าย ออกอล์ฟและคณะ พบว่าคนที่อยู่ในเขตทะเลทราย ซึ่งมีความชื้นสัมพัทธ์ ๑๓.๒๔% มีเหงื่อออกมากกว่าคนที่อยู่ในเขตร้อนและความชื้นสัมพัทธ์ ๘๐% มากกว่าถึง ๒ เท่า เมื่อให้ตัวอย่างทั้ง ๒ กลุ่มมีกิจกรรมเหมือนกัน^๓

๓. การเคลื่อนไหวของอากาศ การเกิดลมพัดหรือมีการเคลื่อนไหวถ่ายเทของอากาศ จะทำให้อากาศบริเวณรอบกายที่มีน้ำระเหยออกมาอยู่แล้วเคลื่อนที่ออกไป และมีอากาศส่วนอื่นที่มีความชื้นน้อยกว่าเข้ามาแทนที่ การเคลื่อนไหวของอากาศจึงช่วยให้ น้ำระเหยออกจากร่างกายมากขึ้น^๔

^๑Kambal, Op.cit.

^๒A.B. Goodman, and A.V. Wolf, "Insensible water loss from human skin as a function of ambient vapor concentration" Journal of Applied Physiology, Vol.26, No.2 (1969), 203 - 207.

^๓Mauntcastle, Op.cit., 565.

^๔Chrenko, Op.cit.

๔. ความดันบรรยากาศ ในที่ที่ความดันบรรยากาศต่างกันประมาณ ๒๐๐ มม.ปรอท จะไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำระเหย แต่ถ้าความดันบรรยากาศต่างกันมากกว่านี้จะมีผลต่อปริมาณน้ำระเหยที่ออกจากร่างกายได้^{๑,๒}

การศึกษาปริมาณน้ำระเหยที่ผ่านมาในอดีต โดยอาศัยความแตกต่างของน้ำหนักตัวที่ซึ่ง ๒ ครั้งได้ค่าปริมาณน้ำระเหยแตกต่างกันไปในแต่ละท้องถิ่น เช่น ทิงค์เลอร์^๓ ได้ทำการศึกษาผู้ป่วยในบาเรน ๑๕ ราย ขณะที่อากาศมีอุณหภูมิ ๓๒ - ๓๕°ซ. ความชื้นสัมพัทธ์ ๘๐% ได้ค่าน้ำระเหยเฉลี่ยวันละ ๑,๖๗๓ กรัม ส่วนเอเลบุต^๔ ซึ่งทำการศึกษาในผู้ป่วยชายชาวไนจีเรีย ๓๕ รายขณะที่อากาศมีอุณหภูมิ ๒๕ - ๓๔°ซ. ความชื้นสัมพัทธ์ ๗๓-๘๕% ได้ค่าน้ำระเหยเฉลี่ยวันละ ๑,๗๑๐ กรัม ต่างจากผลการศึกษาของโคสิโอสและคณะ^๕ ซึ่งทำการศึกษาในผู้ป่วยชาวกรีกเพศหญิง ๔๐ ราย เพศชาย ๓๒ ราย ได้ค่าน้ำระเหยเพียง ๑,๔๘๐ กรัม แต่ขณะทำการศึกษานั้นอากาศมีอุณหภูมิเพียง ๒๐.๔° - ๓๐.๘°ซ.

^๑Frank C. Hale, et.al., "Barometric and vapor pressure influences on insensible weight loss" Journal of Applied Physiology, Vol.12, No.1 (1958), 20 - 28.

^๒Carolyn S. Leach, et.al., "Evaporative water loss in man in gravity - free environment" Journal of Applied Physiology, Vol.45, No.3 (1978), 430 - 436.

^๓Tinckler, Op.cit.

^๔Elebute, Op.cit.

^๕Dosios, et.al., Op.cit.

ความชื้นสัมพัทธ์ ๓๑.๓ - ๖๓.๕ % ส่วนคัมบอล^๑ ได้ทำการศึกษาในชุกาน ซึ่งความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศค่า คือ ระหว่าง ๑๓ - ๓๓ % ได้พบว่า น้ำระเหยจากร่างกายผู้ป่วย ๓๔ ราย ขณะที่อากาศเย็นซึ่งมีอุณหภูมิ ๒๒ - ๒๕°ซ. โดยเฉลี่ยเพียงวันละ ๖๖๗ กรัมเท่านั้น แต่ขณะที่อากาศร้อนซึ่งมีอุณหภูมิ ๓๓ - ๓๗°ซ. ปริมาณน้ำระเหยจากร่างกายผู้ป่วย ๓๑ ราย โดยเฉลี่ยสูงมากถึงวันละ ๓,๐๖๓ กรัมต่อคน (ตารางที่ ๑) จึงน่าจะได้มีการศึกษาค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำระเหยของคนไทยควรวามากน้อยเพียงไร

^๑Kambal, Op.cit.

ตารางที่ ๑ แสดงปริมาณน้ำระเหยใน ๒๔ ชั่วโมง จากผลการศึกษาที่ผ่านมาพร้อมทั้งรายละเอียดเกี่ยวกับผู้ศึกษา จำนวนตัวอย่างที่ศึกษา ลักษณะตัวอย่าง อุณหภูมิของอากาศ และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศขณะทำการศึกษา

ผู้ศึกษา	จำนวน ตัวอย่าง (ราย)	ลักษณะตัวอย่าง			อุณหภูมิของ อากาศ(°ซ)	ความชื้น สัมพัทธ์(%)	ปริมาณน้ำระเหย (กรัม/วัน)*	
		เพศ	น้ำหนัก* (กก.)	ส่วนสูง* (ซม.)				พื้นที่ผิวกาย* (ม ^๒)
ทิงค์เลอร์(บาเรน)	๑๕	—	๔๘.๘	—	—	๓๒ - ๓๕	๘๐	๑,๖๗๓ ± ๕๘๕
เอเลบค (ไนจีเรีย)	๓๕	ชาย	๕๘.๓ ± ๗.๓	๑๖๘.๖ ± ๘.๐	๑.๖๖ ± ๐.๑	๒๕ - ๓๔	๗๓ - ๘๕	๑,๗๑๐ ± ๔๓๐
โกลีไอส์และคณะ (กรีซ)	๔๐	หญิง	๕๘.๑ ± ๑๑.๑	๑๕๔.๑ ± ๗.๔	๑.๕๔ ± ๐.๑	๒๐.๔-๓๐.๘	๓๑.๗-๖๕.๗	๑,๔๘๐ ± ๒๓๐
	๓๒	ชาย	๕๘.๒ ± ๑๐.๑	๑๖๔.๓ ± ๖.๕	๑.๗๒ ± ๐.๑			
คัมบอค (ชูดาน)	๓๔	—	—	—	—	๒๒ - ๒๕	๑๗ - ๓๓	๖๖๗ ± ๒๒๓
	๓๑	—	—	—	—	๓๓ - ๓๗	๑๗ - ๓๒	๓,๐๖๓ ± ๕๕.๑

* ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

การดำเนินงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาถึงปริมาณน้ำที่สูญเสียจากร่างกายโดยการระเหยในหญิงและชายวัยหนุ่มสาวที่มีร่างกายปกติขณะที่มีกิจกรรมส่วนใหญ่ คือ การพักผ่อนในฤดูหนาวและฤดูร้อน โดยถือเอาน้ำหนักที่หายไปอย่างละเอียดที่สุดเท่าที่จะทำได้ ด้วยการใช้น้ำหนักของน้ำหนักช่วยในการคิดคำนวณจากการชั่งน้ำหนัก ๒ ครั้งในระยะเวลา ๔ ชั่วโมงกลางคืน ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่นานที่สุดในรอบ ๑ วันที่สามารถจะให้สิ่งที่รับเข้าและขับออกจากร่างกายมีเฉพาะน้ำหรือสารน้ำที่สามารถวัดปริมาณได้เท่านั้น

ตัวอย่างและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ เป็นหญิงและชายปกติตามเกณฑ์ที่กำหนด ได้แก่

๑. อายุ ๑๘ - ๓๐ ปี
๒. สามารถเข้าร่วมในการศึกษา โดยนอนพักในหอพักของโรงพยาบาลรามาธิบดี และปฏิบัติตัวในขอบเขตที่กำหนดให้ในวันเก็บข้อมูลได้

การเลือกตัวอย่างได้จากการอาสาสมัคร โดยประกาศรับสมัครและชี้แจงรายละเอียดการปฏิบัติตัวของกลุ่มตัวอย่าง แล้วให้ลงชื่อสมัครและกรอกประวัติการเจ็บป่วย ถ้าไม่มีประวัติการเจ็บป่วยที่มีผลต่อการสูญเสียปริมาณน้ำระเหย จะนับวันเก็บข้อมูลที่แน่นอนต่อไป วันนับเก็บข้อมูลเป็นวันที่ตัวอย่างต้องไม่มีระดู (menstruation) สำหรับเพศหญิง เพื่อสะดวกในการวัดปริมาณน้ำระเหย และก่อนสอบอย่างน้อย ๒ วันสำหรับนักเรียนนักศึกษา เพื่อลดปัญหาความเครียดของกลุ่มตัวอย่าง ตัวอย่างที่จะตัดออกขณะทำการศึกษาคือ ตัวอย่างที่มีข้อใดข้อหนึ่งต่อไปนี้

๑. มีความผิดปกติของสัญญาณชีวิต เสียงปอดและหัวใจ ในวันที่เก็บข้อมูล
 ๒. ระหว่างเก็บข้อมูล มีอาการผิดปกติของร่างกาย เช่น นอนไม่หลับ ฯลฯ
 ๓. ในช่วงเวลาที่เก็บข้อมูล ตัวอย่างรับประทานอาหารหรือเครื่องดื่มอื่น
- ทำกิจกรรมอื่นนอกเหนือจากที่กำหนดให้ หรือมีการถ่ายอุจจาระ

ระยะเวลาที่ใช้ในงานวิจัย

การเก็บข้อมูลในอุทุนาวเริ่มตั้งแต่วันที่ ๕ มกราคม ๒๕๒๔ ถึง ๑๑ กุมภาพันธ์ ๒๕๒๔ ใช้เฉพาะข้อมูลที่ได้ในวันที่อุณหภูมิของอากาศเฉลี่ยไม่เกิน ๒๙°ซ. ส่วนฤดูร้อน เก็บข้อมูลระหว่างวันที่ ๙ มีนาคม ๒๕๒๔ ถึงวันที่ ๔ พฤษภาคม ๒๕๒๔ ใช้วันที่อุณหภูมิของอากาศเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า ๒๔.๕°ซ. และต้องเป็นวันที่ไม่มีฝนตกระหว่างที่เก็บข้อมูลในทั้ง ๒ ฤดูควย

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

๑. เครื่องชั่งน้ำหนักแบบยีน มีที่วัดส่วนสูงในตัวซึ่งได้รับการตรวจสอบความเที่ยงตรงแล้ว
๒. ไฮโครมิเตอร์ (Psychrometer) สำหรับวัดอุณหภูมิและความชื้นของอากาศ
๓. หูฟัง (Stethoscope) สำหรับฟังเสียงปอดและหัวใจ และวัดความดันโลหิต
๔. เครื่องวัดความดันโลหิต (Sphygmomanometer)
๕. ปรอทวัดอุณหภูมิของร่างกายทางปาก
๖. กระบอกตวงสำหรับตวงน้ำคัมและปัสสาวะ
๗. เครื่องวัดความถ่วงจำเพาะของปัสสาวะ
๘. ชุดสำหรับให้ตัวอย่างใส่ชิ้นชั่งน้ำหนัก
๙. ขวดน้ำพร้อมสายยางสำหรับปล่อยน้ำในการชั่งน้ำหนัก
๑๐. ขวดน้ำคัม และภาชนะเก็บปัสสาวะ คือ หมอนอน กรวย และขวด

การเก็บข้อมูล

การศึกษานี้ ผู้วิจัยทำการชั่งน้ำหนักกลุ่มตัวอย่างเองทั้งหมด ตัวอย่างทุกรายจะได้รับการตรวจร่างกายโดยผู้ช่วยผู้วิจัยซึ่งเป็นพยาบาลที่มีความสามารถในการฟังเสียงหัวใจและปอด และวัดสัญญาณชีวิต รายละเอียดในการเก็บข้อมูลมีดังนี้

๑. ให้ตัวอย่างถ่ายปัสสาวะทิ้ง แล้วขึ้นชั่งน้ำหนัก วัดส่วนสูง วัดสัญญาณชีวิต ฟังเสียงปอดและหัวใจ ในเวลา ๒๒.๐๐ น. - ๒๓.๐๐ น.

๒. จากนั้นให้กลุ่มตัวอย่างรับชวดน้ำดื่ม ซึ่งตวงน้ำไว้ให้ชวดละ ๕๐๐ มล. และภาชนะเก็บปัสสาวะ แล้วขึ้นห้องพัก ขณะอยู่ในห้องพักให้ปฏิบัติดังนี้

๒.๑ กิจกรรมส่วนใหญ่คือ การนอนหลับ และอาจทำกิจกรรมที่ใช้แรงงานน้อยได้ ได้แก่ ฟังวิทยุ ดูโทรทัศน์ อ่านหนังสือหรือสนทนา งดกิจกรรมอื่นที่ใช้แรงงานมาก เช่น วิ่ง กระโดด ฝึกกายบริหาร ชัก รั้วเสื้อผ้า กวาดดูพื้น ยกหรือเคลื่อนย้ายของหนัก ฯลฯ เป็นต้น

๒.๒ งดเว้นการรับประทานอาหารหรือดื่มเครื่องดื่มอื่น ถ้ากระหายน้ำให้ดื่มน้ำในชวดที่จัดให้เท่านั้น

๒.๓ ถ้ามีปัสสาวะให้เก็บปัสสาวะใส่ภาชนะที่จัดให้ทั้งหมด

๓. รุ่งเช้าในเวลา ๖.๐๐ น. - ๗.๐๐ น. ให้ตัวอย่างถ่ายปัสสาวะครั้งสุดท้ายลงชวด แล้วขึ้นชั่งน้ำหนัก และวัดสัญญาณชีวิตครั้งที่ ๒ รวมทั้งกรอกข้อมูลเกี่ยวกับกิจกรรมที่ทำ และอาการผิดปกติที่เกิดขึ้นในระหว่าง ๔ ชั่วโมงที่เก็บข้อมูลด้วย จากนั้นผู้วิจัยตวงน้ำดื่มที่เหลือและปัสสาวะที่ได้ แล้วเก็บตัวอย่างปัสสาวะใส่หลอดเพื่อนำไปหาค่าความถ่วงจำเพาะ

การชั่งน้ำหนักตัวอย่างและการคำนวณหาปริมาณน้ำระเหย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาหาปริมาณน้ำระเหยจากร่างกายโดยอาศัยการวัดความแตกต่างของน้ำหนักตัว ๒ ครั้งในเวลาต่างกัน การชั่งน้ำหนักจึงมีความสำคัญในการ

ที่จะหาผลของการวิจัยถูกต้องตามความจริงมากที่สุด ผู้วิจัยได้ชั่งน้ำหนักตัวคนคนเดียว ๓ ครั้ง ก่อนที่จะใช้กับตัวอย่างคนอื่นในแต่ละวัน พบว่าสามารถอ่านค่าน้ำหนักได้เท่าเดิมทุกครั้ง และเพื่อชั่งน้ำหนักของตัวอย่างให้ละเอียดกว่าระดับการแบ่งส่วน (Scale) ของเครื่องชั่ง ซึ่งวัดได้เพียง ๑๐๐ กรัม จึงได้ใช้น้ำหนักของน้ำมาช่วยในการชั่งน้ำหนัก โดยใช้วิธีที่จะให้ค้อนน้ำหนักของเครื่องชั่งอยู่ที่จุดจุดเดียวกันในการชั่งน้ำหนัก ๒ ครั้ง ของตัวอย่างแต่ละคนดังนี้ (ภาพในหน้า ๒๖)

การชั่งน้ำหนักครั้งที่ ๑ (ตอนเริ่มเก็บข้อมูล)

๑. ชะลื่นชั่งน้ำหนักให้ตัวอย่างใส่เสื้อผ้าที่จัดให้เท่านั้น และวางเท้าในขอบเขตที่กำหนดให้ โดยยึดบริเวณสันของรูปเท้าบนเครื่องชั่งน้ำหนักเป็นหลัก เนื่องจากน้ำหนักตัวของคนตามปกติจะลงในแนวสันเท้า (ภาพที่ ๑)

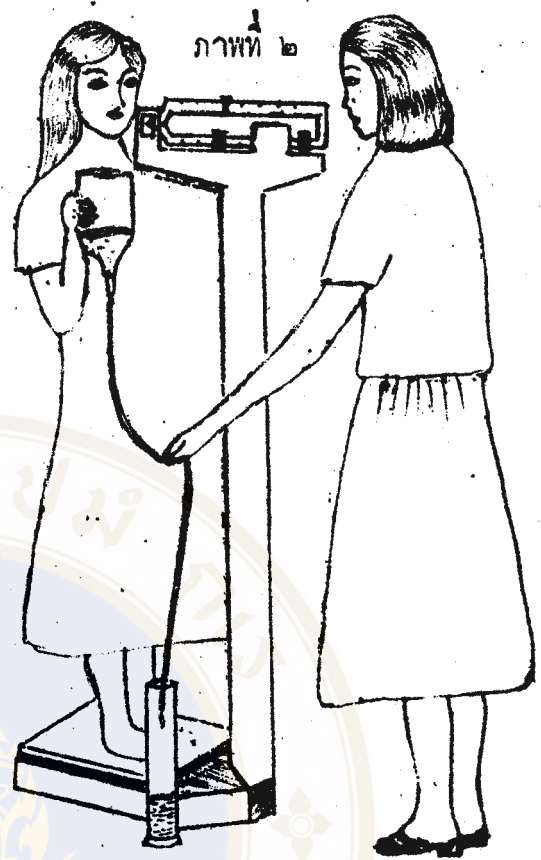
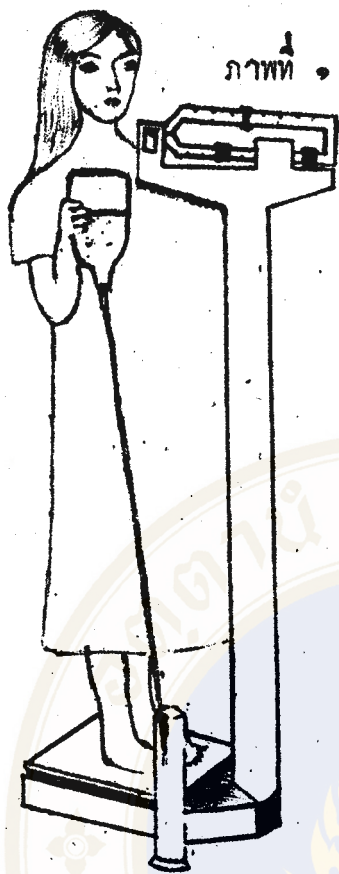
๒. ให้ตัวอย่างถือขวดที่มีน้ำอยู่ ๕๐๐ มล. ตั้งค้อนน้ำหนักให้เข็มชี้บนเครื่องชั่งอยู่ในตำแหน่งสูงกว่าจุดสมมุติ จากนั้นปล่อยน้ำออกจากขวดโดยทางสายยางจนเข็มชี้อยู่ในตำแหน่งสมมุติ ผู้วิจัยหนีบสายกันน้ำไว้ บันทึกตำแหน่งที่ตั้งค้อนน้ำหนักไว้แล้วเก็บขวดที่บรรจุน้ำที่เหลือหลังจากการปล่อยน้ำไว้สำหรับการชั่งครั้งที่ ๒ ต่อไป (ภาพที่ ๒)

การชั่งน้ำหนักครั้งที่ ๒ (ตอนท้ายของการเก็บข้อมูล)

๑. เติมน้ำลงในขวดใบเดิม ๕๐๐ มล.

๒. ให้ตัวอย่างใส่ชุดเดิม วางเท้าบนเครื่องชั่งที่เดิม และถือขวดน้ำใบเดิมที่เติมน้ำไว้แล้วตามข้อ ๑. (ภาพที่ ๓)

๓. ตั้งค้อนน้ำหนักที่ตำแหน่งเดิม ถ้าเข็มชี้ในตำแหน่งสูงกว่าจุดสมมุติก็ปล่อยน้ำออกลงสู่กระบอกตวง และหนีบสายกันน้ำเมื่อเข็มชี้ในตำแหน่งสมมุติ อ่านปริมาณน้ำในกระบอกตวงและบันทึกไว้ แล้วนำไปคำนวณหาปริมาณน้ำระเหย (ภาพที่ ๔)



Copyright by Mahidol University

วิธีการคำนวณ

ให้

$$\begin{aligned}
 W_1 &= \text{น้ำหนักตัวอย่างซึ่งครั้งที่ ๑} \\
 W_2 &= \text{น้ำหนักตัวอย่างซึ่งครั้งที่ ๒} \\
 W_3 &= \text{น้ำหนักถ่วงที่ใช้ในการชั่งน้ำหนักครั้งที่ ๒ กรณีที่ถ่วงน้ำหนักแล้ว} \\
 &\quad \text{เข็มชี้ต่ำกว่าสมดุล} \\
 V &= \text{ปริมาณน้ำ ที่ปล่อยจากขวดในการชั่งครั้งที่ ๒ (มล.)} \\
 V_w &= \text{ปริมาณน้ำดื่มในรอบ ๔ ชั่วโมง (มล.)} \\
 V_u &= \text{ปริมาณปัสสาวะในรอบ ๔ ชั่วโมง (มล.)} \\
 S &= \text{ความถ่วงจำเพาะของปัสสาวะ}
 \end{aligned}$$

หลักการเบื้องต้น น้ำระเหย (กรัม) $= W_1 - W_2$

เมื่อใช้น้ำช่วยในการชั่งน้ำหนัก ในการชั่งครั้งที่ ๒ ใช้น้ำเพิ่ม ๕๐๐ มล.

แล้วปล่อยออก V เพื่อให้เครื่องชั่งสมดุลที่ตำแหน่งเดิม

$$\begin{aligned}
 \text{ความแตกต่างระหว่างน้ำหนักตัว ๒ ครั้ง} &= \text{น้ำหนักน้ำที่ใช้เพิ่มขึ้นในการชั่งครั้งที่ ๒} \\
 (W_1 - W_2) &\quad \text{เพื่อให้เครื่องชั่งสมดุลที่ตำแหน่งเดิม} \\
 &= \text{น้ำหนักน้ำ ๕๐๐ มล.} - V
 \end{aligned}$$

น้ำ ๑ กรัมมีปริมาตร ๑ มล.

$$\begin{aligned}
 W_1 - W_2 &= 500 - V \\
 \text{น้ำระเหย (กรัม)} &= 500 - V
 \end{aligned}$$

เมื่อตัวอย่างมีการคั่งน้ำและปัสสาวะ

$$\begin{aligned}
 \text{น้ำระเหย (กรัม)} &= 500 - V + V_w - \text{น้ำหนักปัสสาวะ (กรัม)} \\
 \text{น้ำหนักปัสสาวะ (กรัม)} &= V_u \times S \\
 \text{น้ำระเหย (กรัม)} &= 500 - V + V_w - V_u \cdot S.
 \end{aligned}$$

๓. ในกรณีที่ถ่อขวดที่เติมน้ำเพิ่มอีก ๕๐๐ มล. แล้วเข็มชี้ยังอยู่ในตำแหน่งต่ำกว่าสมมุติ แสดงว่าน้ำหนักของร่างกายที่หายไปจากการชั่งครั้งที่ ๑ มากกว่า ๕๐๐ กรัม ให้ตัวอย่างถ่อน้ำหนักถ่วงเพิ่มขึ้นครั้งละ ๑๐๐ กรัมจนกว่าเข็มชี้จะอยู่ในตำแหน่งเกินกว่าจุดสมมุติ อ่านปริมาตรน้ำที่ปล่อยออก บันทึกปริมาตรน้ำ และน้ำหนักที่ถ่วงเพิ่มไว้ แล้วนำไปคำนวณหาน้ำระเหยไค้ดังนี้

ความแตกต่างระหว่างน้ำหนักตัว ๒ ครั้ง = ๕๐๐ + น้ำหนักถ่วงเพิ่ม (กรัม) - V

จากหลักการเบื้องต้นจะได้ น้ำระเหย(กรัม) = ๕๐๐ + น้ำหนักถ่วงเพิ่ม (กรัม) - V

เมื่อตัวอย่างมีการดื่มน้ำและปัสสาวะ

$$\begin{aligned}\text{น้ำระเหย (กรัม)} &= ๕๐๐ + \text{น้ำหนักถ่วงเพิ่ม(กรัม)} - V + V_w - V_u \cdot S. \\ &= ๕๐๐ + W_3 - V + V_w - V_u \cdot S.\end{aligned}$$

การวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ

ในการเก็บข้อมูลแต่ละวัน ผู้วิจัยได้ทำการวัดอุณหภูมิของอากาศ ๓ ครั้ง คือ ประมาณ ๒๒.๐๐ น. ก่อนเริ่มต้นเก็บข้อมูล, ๒.๐๐ น. และ ๖.๐๐ น. ก่อนการชั่งน้ำหนักครั้งที่ ๒ จากนั้นหาอุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศจากค่าที่บันทึกไว้ทั้ง ๓ ครั้ง เป็นอุณหภูมิของอากาศที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ตัดข้อมูลปริมาตรน้ำระเหยที่เก็บได้จากการศึกษาในกรณีที่อุณหภูมิของอากาศโดยเฉลี่ยของวันในฤดูหนาวสูงกว่า ๒๙°ซ. และของวันในฤดูร้อนต่ำกว่า ๒๘.๕°ซ. ส่วนการหาความชื้นของอากาศทำในเวลาประมาณ ๒๒.๐๐ น. ก่อนเก็บข้อมูลครั้งเดียว

ผลการศึกษา

การศึกษาปริมาณน้ำระเหยของคนปกติวัยหนุ่มสาวในฤดูหนาวและฤดูร้อนโดยอาศัย
น้ำช่วยในการชั่งน้ำหนักครั้งนี้ ได้ข้อมูลสมบูรณจากตัวอย่างในฤดูหนาว ๑๖๕ ราย เป็นชาย
๗๒ ราย หญิง ๙๓ ราย ในฤดูร้อนได้ข้อมูลสมบูรณ ๑๔๘ ราย เป็นชาย ๕๕ ราย และ
หญิง ๙๓ ราย ได้ตัดข้อมูลออกจากการศึกษาในวันที่เก็บข้อมูลมีฝนตกหรืออุณหภูมิของ
อากาศต่ำหรือสูงกว่าที่กำหนดไว้ หรือกลุ่มตัวอย่างมีระค มีการเจ็บป่วย มีการรับประทาน
อาหาร ถ่ายออกจากระ หรือมีกิจกรรมอื่นนอกเหนือจากที่กำหนดให้

สภาพอากาศขณะที่ทำการศึกษาในฤดูหนาว อุณหภูมิของอากาศโดยเฉลี่ย ๒๑.๕-
๒๓.๕°ซ. ความชื้นสัมพัทธ์ ๗๐ - ๘๕% ส่วนในฤดูร้อนอุณหภูมิของอากาศโดยเฉลี่ย ๒๘.๕-
๓๐.๕°ซ. และความชื้นสัมพัทธ์ ๗๒ - ๘๕% จากการทดสอบด้วย t-test พบว่าอุณหภูมิ
ของอากาศในฤดูหนาวและฤดูร้อนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ ๐.๐๑ ส่วนความ
ชื้นสัมพัทธ์ในฤดูทั้ง ๒ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (รายละเอียดในภาค
ผนวกตารางที่ ๑๓ - ๑๔)

ลักษณะกลุ่มตัวอย่างของเพศชายและหญิงในการศึกษาครั้งนี้ ได้แสดงรายละเอียด
ไว้ในตารางที่ ๒ และ ๓ ตามลำดับ เพศชายโดยเฉลี่ยมีน้ำหนัก ๕๖.๕๖ กก. ส่วนสูง
๑๖๗.๒๒ ซม. และพื้นที่ผิวกาย ๑.๖๓ ตารางเมตร ส่วนเพศหญิงโดยเฉลี่ยมีน้ำหนัก
๔๗.๗๒ กก. ส่วนสูง ๑๕๔.๐๗ ซม. และพื้นที่ผิวกาย ๑.๔๓ ตารางเมตร ลักษณะกลุ่ม
ตัวอย่างโดยเฉลี่ยในฤดูหนาวและฤดูร้อนมีค่าใกล้เคียงกันมากเมื่อทดสอบด้วย t - test
แล้วไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทั้งภายในกลุ่มเพศชายและหญิง (รายละเอียดใน
ภาคผนวกตารางที่ ๑๕ - ๑๘)

ตารางที่ ๒ แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนัก ส่วนสูง พื้นที่ผิวกาย และพลังงานที่ใช้ของเพศชาย

ลักษณะ	อายุ	หนว	วอน	เฉลี่ย
น้ำหนัก (กก.)		๕๖.๘๑ ± ๕.๕๑	๕๖.๓๑ ± ๕.๓๒	๕๖.๕๖
ส่วนสูง (ซม.)		๑๖๗.๓๕ ± ๕.๕๓	๑๖๗.๐๘ ± ๖.๑๒	๑๖๗.๒๒
พื้นที่ผิวกาย (ม ^๒)		๑.๖๓ ± ๐.๑๐	๑.๖๓ ± ๐.๑๐	๑.๖๓
พลังงานที่ใช้ (กค.)		๒,๒๓๗.๘๘±๑๑๘.๓๔	๒,๒๒๖.๒๘±๑๐๖.๔๕	๒,๒๓๒.๐๘

ตารางที่ ๓ แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนัก ส่วนสูง พื้นที่ผิวกาย และพลังงานที่ใช้ของเพศหญิง

ลักษณะ	อายุ	หนว	วอน	เฉลี่ย
น้ำหนัก (กก.)		๔๘.๑๘ ± ๕.๘	๔๗.๒๖ ± ๔.๘๑	๔๗.๗๒
ส่วนสูง (ซม.)		๑๕๔.๒๑ ± ๔.๓๑	๑๕๓.๘๓ ± ๔.๔๔	๑๕๔.๐๓
พื้นที่ผิวกาย (ม ^๒)		๑.๔๔ ± ๐.๐๘	๑.๔๒ ± ๐.๐๘	๑.๔๓
พลังงานที่ใช้ (กค.)		๒,๐๖๒.๘๗±๑๑๖.๓๓	๒,๐๔๕.๘๕±๘๖.๕๘	๒,๐๕๔.๔๑

ปริมาณน้ำระเหย ๘ ชั่วโมงกลางคืนโดยเฉลี่ยของเพศชายในฤดูหนาว ๓๔๖.๒๗ กรัม
ฤดูร้อน ๔๑๕.๕๓ กรัม ส่วนของเพศหญิงในฤดูหนาว ๒๓๕.๐๔ กรัม ฤดูร้อน ๓๐๑.๔๓ กรัม
ถ้าเฉลี่ยรวมทั้ง ๒ เพศโคคาในฤดูหนาว ๒๕๒.๖๖ กรัม และฤดูร้อน ๓๕๘.๖๘ กรัม เมื่อ
เทียบเป็น ๒๔ ชั่วโมงโคคาของเพศชายในฤดูหนาว ๑,๐๓๘.๘๑ กรัม ฤดูร้อน ๑,๒๔๓.๓๕
กรัม ส่วนของเพศหญิงในฤดูหนาว ๗๑๗.๑๒ กรัม ฤดูร้อน ๕๐๔.๒๕ กรัม และเฉลี่ยรวม
๒ เพศในฤดูหนาว ๘๗๘.๑๕ กรัม ฤดูร้อน ๑,๐๗๖.๐๔ กรัม ดังแสดงในตารางที่ ๔

ตารางที่ ๔ แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณน้ำระเหย ๘ ชั่วโมง
กลางคืน และค่าที่ได้จากการเทียบเป็น ๒๔ ชั่วโมงของเพศชายและหญิง
ในฤดูหนาวและฤดูร้อน

เพศ	ฤดู	หนาว	ร้อน	เฉลี่ย ๒ ฤดู
ชาย	๘ ชั่วโมง	๓๔๖.๒๗ ± ๑๑๓.๔๗	๔๑๕.๕๓ ± ๑๐๐.๒๔	๓๘๑.๑
	๒๔ ชั่วโมง	๑,๐๓๘.๘๑ ± ๓๔๐.๔๑	๑,๒๔๓.๓๕ ± ๓๐๐.๓๒	๑,๑๔๓.๓
หญิง	๘ ชั่วโมง	๒๓๕.๐๔ ± ๘๗.๕๖	๓๐๑.๔๓ ± ๕๓.๒๖	๒๗๐.๒๔
	๒๔ ชั่วโมง	๗๑๗.๑๒ ± ๒๖๒.๖๘	๕๐๔.๒๕ ± ๒๗๕.๓๘	๘๑๐.๘๕
เฉลี่ย ๒ เพศ	๘ ชั่วโมง	๒๕๒.๖๖	๓๕๘.๖๘	๓๒๕.๖๗
	๒๔ ชั่วโมง	๘๗๘.๑๕	๑,๐๗๖.๐๔	๙๗๘.๐

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่า ปริมาณน้ำระเหยใน ๔ ชั่วโมงกลางคืนของเพศชายต่างกับเพศหญิง ถูกรบกวนด้วยฤทธิของอุณหภูมิอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ ๐.๐๑ นอกจากนี้ยังพบว่าปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศและอุณหภูมิอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ ๐.๐๑ อีกด้วย (ตารางที่ ๕)

ตารางที่ ๕ แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณน้ำระเหย เนื่องจากอุณหภูมิและเพศ

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	P
A (อุณหภูมิ)	๒-๑=๑	๒๖๓,๘๓๘.๐๘	๒๖๓,๘๓๘.๐๘	๒๗.๑๖	<๐.๐๑
B (เพศ)	๒-๑=๑	๘๕๑,๑๓๔.๗๘	๘๕๑,๑๓๔.๗๘	๘๗.๖๓	<๐.๐๑
AB (ปฏิสัมพันธ์)	๑	๖๘,๔๘๘.๕๘	๖๘,๔๘๘.๕๘	๗.๐๕	<๐.๐๑
ภายในกลุ่ม	๓๑๓-๔= ๓๐๙	๓,๐๐๑,๔๓๓.๐๘	๙,๗๑๓.๓๗๖		
รวมทั้งหมด	๓๑๓	๔,๑๔๔,๘๐๖.๕๔			

จากตารางที่ ๕ พบว่ามีความสำคัญของค่า F ที่ AB นั้นคือมีปฏิสัมพันธ์ร่วม (interaction) ระหว่างฤดูและเพศต่อปริมาณน้ำระเหย จึงได้ทำการวิเคราะห์ว่า ฤดูมีผลต่อเพศใดหรือเพศมีผลต่อฤดูใด (Simple main effect) ที่ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำระเหย ซึ่งผลการวิเคราะห์พบว่าฤดูมีผลต่อปริมาณน้ำระเหยทั้งในเพศหญิงและเพศชายที่ระดับนัยสำคัญที่ระดับ .๐๑ (ตารางที่ ๖) และเพศมีผลต่อปริมาณน้ำระเหยทั้งในฤดูร้อนและฤดูหนาวที่ระดับนัยสำคัญที่ระดับ .๐๑ เช่นกัน (ตารางที่ ๗)

ตารางที่ ๖ แสดงผลการวิเคราะห์ Simple main effect ของฤดูกาล

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	P
Simple effect of A (ฤดู)	๑	๒๖๓,๘๓๕.๐๓	๒๖๓,๘๓๕.๐๓	๒๓.๑๖	<.๐๑
for level b_1 (เพศหญิง)	๑	๑๘๑,๐๐๕.๕๖	๑๘๑,๐๐๕.๕๖	๑๘.๖๓	<.๐๑
for level b_2 (เพศชาย)	๑	๑๕๑,๓๓๓.๐๓	๑๕๑,๓๓๓.๐๓	๑๕.๕๘	<.๐๑
ภายในกลุ่ม	๓๐๕	๓,๐๐๑,๔๓๓.๐๘	๙,๘๓๓.๓๗๖		

ตารางที่ ๗ แสดงผลการวิเคราะห์ Simple main effect ของเพศ

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	P
Simple effect of A (เพศ)	๑	๘๕๑,๑๓๔.๓๕	๘๕๑,๑๓๔.๓๕	๘๓.๖๓	<.๐๑
for level a_1 (ฤดูหนาว)	๑	๕๖๖,๕๕๒.๐๓	๕๖๖,๕๕๒.๐๓	๕๕.๐๓	<.๐๑
for level a_2 (ฤดูร้อน)	๑	๕๕๓,๐๘๑.๖๘	๕๕๓,๐๘๑.๖๘	๕๖.๖๕	<.๐๑
ภายในกลุ่ม	๓๐๕	๓,๐๐๑,๔๓๓.๐๘	๙,๘๓๓.๓๗๖		

เมื่อเฉลี่ยปริมาณน้ำระเหยใน ๒๔ ชั่วโมงต่อพื้นที่ผิวกาย ๑ ตารางเมตรของ
กลุ่มตัวอย่างแต่ละราย แล้วหาค่าเฉลี่ยทั้งหมดได้ค่าปริมาณน้ำระเหยโดยเฉลี่ยดังนี้คือ
เพศชายในฤดูหนาว ๖๖๓.๖๒ กรัม ฤดูร้อน ๗๖๕.๖๕ กรัม เพศหญิงในฤดูหนาว ๔๕๕.๕๓
กรัม ฤดูร้อน ๖๓๒.๓๑ กรัม (ตารางที่ ๔)

ตารางที่ ๔ แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำระเหยต่อพื้นที่ผิวกาย ๑ ตารางเมตรของเพศชาย
และหญิงในฤดูหนาวและฤดูร้อน

เพศ \ ฤดู	หนาว	ร้อน	เฉลี่ย ๒ ฤดู
ชาย	๖๖๓.๖๒	๗๖๕.๖๕	๗๑๔.๖๖
หญิง	๔๕๕.๕๓	๖๓๒.๓๑	๕๖๖.๑๒
เฉลี่ย ๒ เพศ	๕๕๙.๕๘	๖๙๙.๒	๖๔๐.๓๙

ค่าปริมาณน้ำระเหยเฉลี่ยต่อหน้าหนักตัว ๑ กิโลกรัมใน ๒๔ ชั่วโมงคำนวณได้ดังนี้คือ
ปริมาณน้ำระเหยของเพศชายในฤดูหนาว ๑๘.๒๕ กรัม ฤดูร้อน ๒๒.๑๖ กรัม เพศหญิงใน
ฤดูหนาว ๑๔.๘๘ กรัม ฤดูร้อน ๑๙.๑๓ กรัม และเมื่อเฉลี่ยรวมทั้งหมดได้ ๑๘.๖๒ กรัม
(ตารางที่ ๕)

ตารางที่ ๕ แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำระเหยต่อหน้าหนักตัว ๑ กิโลกรัมของเพศชายและหญิง
ในฤดูหนาวและฤดูร้อน

เพศ \ ฤดู	หนาว	ร้อน	เฉลี่ย ๒ ฤดู
ชาย	๑๘.๒๕	๒๒.๑๖	๒๐.๒๓
หญิง	๑๔.๘๘	๑๙.๑๓	๑๗.๐๑
เฉลี่ย ๒ เพศ	๑๖.๕๕	๒๐.๖๕	๑๘.๖๒

จากการคำนวณปริมาณน้ำระเหยใน ๒๔ ชั่วโมงต่อพลังงานที่ใช้ ๑๐๐ กิโลคาลอรี พบว่า ปริมาณน้ำระเหยของเพศชายในฤดูหนาว ๔๖.๔๒ กรัม ฤดูร้อน ๕๖.๐๕ กรัม เพศหญิงฤดูหนาว ๓๔.๗๖ กรัม ฤดูร้อน ๔๔.๒๐ กรัม เมื่อคำนวณค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมด พบว่า ปริมาณน้ำระเหยโดยเฉลี่ยวันละ ๔๕.๓๖ กรัมต่อพลังงานที่ร่างกายใช้ ๑๐๐ กิโลคาลอรี ดังตารางที่ ๑๐

ตารางที่ ๑๐ แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำระเหยต่อ ๑๐๐ กิโลคาลอรีของเพศชายและหญิง ในฤดูหนาวและฤดูร้อน

เพศ \ ฤดู	หนาว	ร้อน	เฉลี่ย ๒ ฤดู
ชาย	๔๖.๔๒	๕๖.๐๕	๕๑.๒๔
หญิง	๓๔.๗๖	๔๔.๒๐	๓๙.๔๘
เฉลี่ย ๒ เพศ	๔๐.๕๔	๕๐.๑๓	๔๕.๓๖

ในการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำระเหยกับน้ำหนัก ส่วนสูง พื้นที่ผิวกาย และพลังงานที่ร่างกายใช้ พบว่าปริมาณน้ำระเหยมีความสัมพันธ์กับ น้ำหนัก พื้นที่ผิวกาย และพลังงานที่ใช้ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ ๐.๐๑ แต่ไม่พบความสัมพันธ์ อย่างมีนัยสำคัญระหว่างปริมาณน้ำระเหยกับส่วนสูง นอกจากนี้ยังได้ผลการแสดงความสัมพันธ์ ระหว่างน้ำหนัก พื้นที่ผิวกาย และพลังงานที่ใช้ ดังแสดงในตารางที่ ๑๑

ตารางที่ ๑๑ แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์และสมการถดถอยระหว่างปริมาณน้ำระเหย กับน้ำหนัก ส่วนสูง พื้นที่ผิวกายและพลังงานที่ใช้

ตัวแปรที่สัมพันธ์กับปริมาณน้ำระเหย	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	สมการถดถอย
น้ำหนัก	๐.๓๓**	$E = ๑๕.๑๕x + ๔๘.๐๕$
ส่วนสูง	๐.๒๔	-
พื้นที่ผิวกาย	๐.๓๕**	$E = ๓๕๓.๒y - ๑๘๐.๕๒$
พลังงานที่ใช้	๐.๓๘**	$E = ๐.๕๕z - ๑,๐๘๕.๔๘$

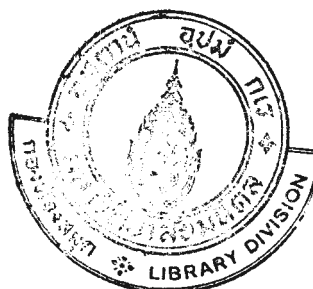
** $p < ๐.๐๑$

E = ปริมาณน้ำระเหย

x = น้ำหนัก

y = พื้นที่ผิวกาย

z = พลังงานที่ใช้



ปริมาณน้ำระเหยโดยเฉลี่ยในกลุ่มที่ใช้พัสดุมะพร้าวช่ายฤๅษี ๓๓๑.๘๗ กรัม ฤๅษี ๔๐๖.๑๔ กรัม เพศหญิงฤๅษี ๒๗๕.๑ กรัม ฤๅษี ๒๔๒.๔๘ กรัม ส่วนตัวอย่างกลุ่มที่ไม่ใช้พัสดุมะพร้าวช่ายฤๅษีโดยเฉลี่ยในเพศชายฤๅษี ๓๔๗.๕๗ กรัม ฤๅษี ๔๒๕.๓๗ กรัม และเพศหญิงในฤๅษี ๒๓๖.๗๗ กรัม ฤๅษี ๓๒๔.๕๖ กรัม มีกลุ่มเพศหญิงในฤๅษีเท่านั้นที่ค่าปริมาณน้ำระเหยโดยเฉลี่ยของกลุ่มใช้พัสดุมะพร้าวช่ายฤๅษีสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ใช้พัสดุมะพร้าวช่ายฤๅษี อย่างไรก็ตามไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำระเหยของตัวอย่างที่ใช้พัสดุมะพร้าวช่ายฤๅษีและไม่ใช้พัสดุมะพร้าวช่ายฤๅษีทั้งเพศชายและหญิงในฤๅษีและฤๅษีทั้งแสดงในตารางที่ ๑๒

ตารางที่ ๑๒ แสดงจำนวนตัวอย่างและค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำระเหยของตัวอย่างกลุ่มที่ใช้พัสดุมะพร้าวช่ายฤๅษีและไม่ใช้พัสดุมะพร้าวช่ายฤๅษีทั้งเพศชายและหญิงในฤๅษีและฤๅษี

เพศ	กลุ่ม	ใช้พัสดุมะพร้าวช่ายฤๅษี		ไม่ใช้พัสดุมะพร้าวช่ายฤๅษี		t
		จำนวน	ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำระเหย(กรัม)*	จำนวน	ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำระเหย(กรัม)*	
ชาย	หนาว	๖	๓๓๑.๘๗ ± ๕๓.๓๕	๖๖	๓๔๗.๕๗ ± ๑๑๗.๓๓	- ๐.๓๒
	รอน	๒๗	๔๐๖.๑๔ ± ๗๐.๓๕	๒๔	๔๒๕.๓๗ ± ๑๒๑.๕๘	- ๐.๐๗
หญิง	หนาว	๕	๒๗๕.๑ ± ๕๒.๕๘	๘๘	๒๓๖.๗๗ ± ๘๖.๗๑	๑.๐๖
	รอน	๕๒	๒๔๒.๔๘ ± ๘๗.๕๘	๔๑	๓๒๔.๕๖ ± ๙๐.๔๕	- ๒.๒๒

* ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

สรุป อภิปรายผลและเสนอแนะ

สรุป

การศึกษาปริมาณน้ำระเหยของคนปกติครั้งนี้ได้ทำการศึกษาจากตัวอย่างทั้งเพศชายและหญิงที่พักในโรงพยาบาลรามาธิบดีในฤดูหนาว ๑๖๕ ราย และฤดูร้อน ๑๔๔ ราย ปริมาณน้ำระเหยของตัวอย่างแต่ละรายได้จากความแตกต่างของน้ำหนักตัวที่ชั่ง ๒ ครั้งห่างกัน ๔ ชั่วโมง ซึ่งอาศัยปริมาณน้ำช่วยในการชั่งน้ำหนักตัวเพื่อให้ได้ค่าละเอียดที่สุด สรุปผลการศึกษาได้ดังนี้คือ

๑. ปริมาณน้ำระเหยโดยเฉลี่ยในช่วง ๔ ชั่วโมงของเพศชายในฤดูหนาว ๓๔๖.๒๗ กรัม ฤดูร้อน ๔๑๕.๕๓ กรัม ส่วนของเพศหญิงในฤดูหนาว ๒๓๕.๐๔ กรัม ฤดูร้อน ๓๐๑.๔๓ กรัม
๒. ปริมาณน้ำระเหยโดยเฉลี่ยในช่วง ๒๔ ชั่วโมงของเพศชายในฤดูหนาว ๑,๐๓๘.๘๑ กรัม ฤดูร้อน ๑,๒๔๗.๗๕ กรัม ส่วนของเพศหญิงในฤดูหนาว ๗๑๗.๔๕ กรัม ฤดูร้อน ๕๐๔.๒๕ กรัม
๓. มีความแตกต่างของปริมาณน้ำระเหยอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .๐๑ ระหว่างในเพศชายและหญิง ทั้งในฤดูหนาวและร้อน และระหว่างในฤดูหนาวและฤดูร้อนในทั้ง ๒ เพศ
๔. ปริมาณน้ำระเหยมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับน้ำหนักตัว พื้นที่ผิวกายและพลังงานที่ร่างกายใช้ แต่ไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญระหว่างปริมาณน้ำระเหยกับส่วนสูงของร่างกาย

อภิปรายผล

ผลการศึกษครั้งนี้ได้ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำระเหยในช่วง ๒๔ ชั่วโมงจากการคำนวณ เป็น ๓ เท่าของค่าที่ศึกษาได้ในช่วง ๘ ชั่วโมง คือ เพศชายในฤดูหนาว ๑,๐๓๕ กรัม ฤดูร้อน ๑,๒๔๔ กรัม เพศหญิงในฤดูหนาว ๙๑๙ กรัม ฤดูร้อน ๕๐๔ กรัม และเมื่อ คิรวมทั้ง ๒ เพศจะได้ค่าเฉลี่ย ๘๕๙ กรัมในฤดูหนาว และ ๑,๐๓๑ กรัมในฤดูร้อน ค่าปริมาณน้ำระเหยในช่วง ๒๔ ชั่วโมงที่ได้นี้จะเป็นค่าต่ำที่สุด หรือต่ำกว่าที่ควรจะเป็น เพราะระยะเวลาที่ได้ศึกษาระหว่าง ๒๒.๐๐ - ๙.๐๐ น. เป็นช่วงที่อากาศมีอุณหภูมิต่ำ และความชื้นสูงกว่าช่วงอื่นในรอบวันซึ่งเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดการระเหยได้น้อย นอกจากนี้ยังทำการศึกษาในเวลากลางวัน ซึ่งกลุ่มตัวอย่างมีกิจกรรมส่วนใหญ่คือ การนอนหลับ ปริมาณน้ำระเหยที่ได้จากการศึกษาในช่วง ๘ ชั่วโมงกลางวันจึงน่าจะน้อยกว่าช่วงอื่น ๆ ของวัน ทิมบอลและคณะ^๒ ได้รายงานการศึกษาไว้ว่า ปริมาณน้ำระเหยในเวลา กลางคืน (๑๘.๐๐ - ๖.๐๐ น.) มีค่าต่ำสุด และในเวลาบ่าย (๑๐.๐๐ - ๑๘.๐๐ น.) มีค่า สูงสุดในรอบวัน ดังนั้นหากได้ทำการศึกษาลดระยะเวลา ๒๔ ชั่วโมงเต็มก็จะได้ค่า ปริมาณน้ำระเหยมากกว่าค่าที่เทียบมาจาก ๓ เท่าของค่าที่ได้จากการศึกษาในระยะ ๘ ชั่วโมงกลางวัน แม้ทิงค์เลอร์^๓ ได้รายงานการศึกษาไว้ว่า ค่าปริมาณน้ำระเหย ๒๔ ชั่วโมงที่เทียบมาจากการศึกษาใน ๘ ชั่วโมงนั้นสูงกว่าค่าที่ศึกษาในระยะ ๒๔ ชั่วโมงก็ตาม แต่เมื่อพิจารณาโดยละเอียดพบว่า ช่วง ๘ ชั่วโมงที่ทิงค์เลอร์ทำการศึกษานั้นเป็นเวลาบ่าย (๑๔.๐๐ - ๑๘.๐๐ น.) อากาศน่าจะมีอุณหภูมิสูงและความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่าช่วงอื่นในรอบวัน

^๑Goodman and Wolf, Op.cit.

^๒Jean Timbal, et.al., "Circadian variations in the sweating mechanism" Journal of Applied Physiology, Vol.39, No.2 (1975), 226 - 230.

^๓Tinckler, Op.cit.

ซึ่งทำให้ค่าปริมาณน้ำระเหยที่ศึกษาได้แล้วเทียบเป็น ๒๔ ชั่วโมงสูงกว่าค่าที่ได้จากการศึกษา ๒๔ ชั่วโมงโดยตลอด นอกจากนี้เมื่อคือน้ำหนักเฉลี่ยของตัวอย่างแต่ละกลุ่มจากข้อมูลที่แสดงไว้ในรายงานการศึกษาพบว่า กลุ่มศึกษา ๔ ชั่วโมงที่มีน้ำหนักเฉลี่ยใกล้เคียงกับกลุ่มศึกษา ๒๔ ชั่วโมงนั้น มีค่าปริมาณน้ำระเหยโดยเฉลี่ย ๓๒๕ มล. เทียบเป็น ๒๔ ชั่วโมงได้ ๑,๕๕๐ มล. ซึ่งใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยของกลุ่มศึกษา ๒๔ ชั่วโมง (๑,๗๖๓ มล.) มากกว่ากลุ่มอื่นที่ศึกษา ๔ ชั่วโมงด้วยกัน ดังนั้นการสรุปว่า ปริมาณน้ำระเหย ๒๔ ชั่วโมงที่ได้จากการศึกษาในระยะสั้นจะมีค่าสูงกว่าการศึกษาในระยะเวลา ๒๔ ชั่วโมงจึงไม่น่าจะเป็นความจริงเสมอไป

ความแตกต่างระหว่างปริมาณน้ำระเหยของเพศหญิงและชายอย่างมีนัยสำคัญที่พบในการศึกษาครั้งนี้เหมือนกับผลการศึกษาของฟอกซ์และคณะ^๑ ซึ่งอาจเนื่องจากปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่

๑. ตัวอย่างเพศชายโดยเฉลี่ยมีรูปร่างใหญ่กว่าเพศหญิง ทั้งน้ำหนักและส่วนสูง เมื่อคำนวณเป็นพื้นที่ผิวกาย^๒ จึงมีค่ามากกว่า (ตารางที่ ๒) จึงมีโอกาสให้น้ำระเหยออกจากร่างกายได้มากกว่า, อย่างไรก็ตามจากตารางที่ ๑,๒ เห็นได้ว่า พื้นที่ผิวกายของตัวอย่างชายชาวไทยและไนจีเรียใกล้เคียงกันมาก แต่ปริมาณน้ำระเหยเฉลี่ยต่างกันมาก ดังนั้นน่าจะมีปัจจัยสำคัญอย่างอื่นที่มีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำระเหยด้วย

๒. เมื่อคิดปริมาณน้ำระเหยเฉลี่ยต่อพื้นที่ผิวกาย ๑ ตารางเมตรแล้ว ปริมาณน้ำระเหยของเพศชายก็ยังมากกว่าเพศหญิง (ตารางที่ ๔) ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างทางสรีรภาพระหว่างเพศที่มีผลต่อปริมาณน้ำระเหย ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจาก

^๑R.H. Fox, et.al, "Comparison of thermoregulatory function in men and women" Journal of Applied Physiology, Vol.26, No.4 (1969), 444 - 453.

^๒Cunningham, et.al., Op.cit.

๒.๑ จุดทนสูงสุดในการหลั่งเหงื่อ (sweating threshold) ของเพศชายต่ำกว่าเพศหญิง^{๑,๒}

๒.๒ อุณหภูมิภายในร่างกาย (core temperature) ของเพศชายสูงกว่าเพศหญิง^{๓,๔,๕} ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับการที่อัตราเมตาบอลิซึมของเพศชายสูงกว่าเพศหญิง^{๖,๗}

^๑Cunningham, et.al., Op.cit.

^๒J. Bittle and R. Hanane, "Comparison of thermal exchanges in men and women under neutral and hot conditions" Journal of Physiology, Vol.250, No.3 (1975), 475 - 489.

^๓Fox, et.al., Op.cit.

^๔Cunningham, et.al., Op.cit.

^๕C.H. Wyndham, et.al., "Heat reactions of male and female caucasian." Journal of Applied Physiology, Vol.20, No.3 (1965), 357 - 364.

^๖Guyton, Op.cit.

^๗Maxwell, and Kleeman, Op.cit.

๒.๓ ความชื้นของอากาศ โมริโมโตะและคณะ^๑ และเวนแมนและคณะ^๒ ได้รายงานไว้ว่า เพศชายมีอัตราการเหงื่อสูงกว่าเพศหญิงเมื่ออากาศมีความชื้นสูงเท่านั้น (มากกว่า ๘๐%) ไม่มีความแตกต่างระหว่างอัตราการเหงื่อของเพศทั้งสองในที่ที่มีความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศลดลงเป็น ๓๐% การศึกษาครั้งนี้อากาศมีความชื้นสัมพัทธ์สูง ซึ่งใกล้เคียงกับการศึกษา ๒ ครั้งนั้นด้วย จึงอาจเป็นปัจจัยหนึ่งซึ่งช่วยให้พบความแตกต่างของปริมาณน้ำระเหยในระหว่างเพศ

สภาพอากาศในฤดูหนาวและฤดูร้อนของกรุงเทพมหานครที่ผ่านมาในอดีตไม่แตกต่างกันมากนัก^๓ ในการศึกษาครั้งนี้ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศและลักษณะตัวอย่างที่ใช้ศึกษาทั้งน้ำหนัก ส่วนสูง และพื้นที่ผิวกายโดยเฉลี่ยในฤดูหนาวและฤดูร้อนมีค่าใกล้เคียงกันมาก แต่อุณหภูมิของอากาศในฤดูทั้ง ๒ มีความแตกต่างกันและปริมาณน้ำระเหยจากร่างกายในฤดูทั้ง ๒ ก็แตกต่างกันด้วย ความแตกต่างของปริมาณน้ำระเหยจึงน่าจะเกิดจากอุณหภูมิของอากาศ ซึ่งสนับสนุนผลการศึกษาคำของคัมบาล^๔ ที่พบว่าปริมาณน้ำระเหยในฤดูร้อน

^๑T. Morimoto, et.al, "Sex differences in physical reactions to thermal stress." Journal of Applied Physiology, Vol.22, No.3 (1967), 526 - 532.

^๒K.P. Weinman, et.al, "Reaction of men and women to repeated exposure to humid heat." Journal of Applied Physiology, Vol.22, No.3 (1967), 533 - 538.

^๓Climatology Division Meteorological Department Ministry of Communications, Climatological Data of Thailand : 25 year period, 1951 - 1975 (Bangkok : Climatology Division, 1977), 32.

^๔Kambal, Op.cit.

มีค่าสูงกว่าอุณหภูมิหนาว นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษาของ ทิงค์เลอร์และเอเดมค (ตารางที่ ๑) จะเห็นได้ว่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศของที่ทำการศึกษาใกล้เคียงกัน แต่ ปริมาณน้ำระเหยที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้น้อยกว่าผลการศึกษา ๒ ครั้งดังกล่าว ซึ่งอาจมี สาเหตุหนึ่งมาจากการที่อุณหภูมิของอากาศในการศึกษาครั้งนี้ต่ำกว่านั่นเอง

นอกจากอากาศร้อนจะช่วยให้น้ำระเหยออกจากร่างกายได้มากขึ้นแล้ว ยังมีผลต่อการปรับตัวของร่างกายด้วย กล่าวคือ ขณะที่อากาศรอบกายมีอุณหภูมิสูงขึ้น ปริมาณเลือดที่ออกจากหัวใจ (ทั้ง stroke volume และ cardiac output) จะเพิ่มขึ้น จึงมีผลต่อการไหลเวียนของเส้นเลือดด้วย และร่างกายเคยชินกับสภาพอากาศร้อนแล้ว การทำงานของคอมเพล็กซ์จะมีประสิทธิภาพมากขึ้นทั้งปริมาณเหงื่อและความไวของการหลั่งเหงื่อ เมื่อถูกกระตุ้น^{๒,๓,๔} ปริมาณน้ำระเหยจากร่างกายในฤดูร้อนจึงมากกว่าในฤดูหนาว

^๑Anthony N. Damato, et.al, "Cardiovascular response to acute thermal stress (hot dry environment) in unacclimatized normal subjects" American Heart Journal, Vol.76, No.6 (1978), 769-774.

^๒R.H. Fox, et.al., "The nature of the increase sweating capacity produced by heat acclimatization" Journal of Physiology, Vol.171, No.3 (1964), 368 - 376.

^๓K.J. Collins, et.al., "The Local training effect of secretory activity on the response of eccrine sweat glands." Journal of Physiology, Vol.184, No.1 (1966), 203 - 214.

^๔C.R. Wyndham, "Effect of acclimatization on the sweat rate/rectal temperature relationship" Journal of Applied Physiology, Vol.22, No.1 (1967), 27 - 30.

การศึกษาครั้งนี้ ไม่สามารถควบคุมการเคลื่อนไหวของอากาศได้ เนื่องจากตัวอย่างไม่ได้อยู่ในห้องเดียวกัน และตัวอย่างบางรายใช้พัดลมด้วย แต่เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำระเหยของตัวอย่างที่ได้พัฒนาเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากตัวอย่างทั้งหมดในแต่ละเพศ และฤดูกาลแล้ว พบว่า มีกลุ่มเพศหญิงในฤดูหนาวกลุ่มเดียวเท่านั้นที่มีค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำระเหยสูงกว่าค่าเฉลี่ยของตัวอย่างทั้งหมดในกลุ่มเดียวกัน แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ ๑๒) คลิฟฟอร์ด^๑ และเนลสันและคณะ^๒ ได้แสดงให้เห็นว่า ความเร็วลมมีความสำคัญต่อการระเหยของน้ำมากในกรณีผิวหนังเปียกชุ่ม แต่ในกรณีที่ผิวหนังไม่ได้เปียก โดยสมบูรณ์แล้ว การระเหยของน้ำขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของร่างกาย อุณหภูมิของอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเป็นสำคัญ อาจเนื่องจากเหตุผลดังกล่าว จึงไม่พบอิทธิพลของการใช้พัดลมต่อปริมาณน้ำระเหยในการศึกษาครั้งนี้ เพราะอุณหภูมิและความชื้นของอากาศขณะที่ทำการศึกษาไม่สูงมากจนทำให้เหงื่อออกเปียกชุ่มร่างกายในขณะพักผ่อนได้ง่าย อย่างไรก็ตาม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้พัฒนาในการศึกษาครั้งนี้มีน้อย โดยเฉพาะในฤดูหนาวมีผู้ใช้พัดลมเพียง ๑๑ ราย ในจำนวนตัวอย่าง ๑๖๕ ราย การสรุปผลเกี่ยวกับเรื่องนี้จึงน่าจะอาศัยการศึกษาที่มีจำนวนตัวอย่างที่ใช้พัฒนามากกว่านี้

ความแตกต่างของน้ำหนักตัวที่ชั่ง ๒ ครั้งในเวลาต่างกัน ใช้เป็นเครื่องบ่งชี้คือ ปริมาณน้ำระเหยออกจากร่างกาย จากการศึกษาที่ผ่านมาในอดีตความแตกต่างของน้ำหนัก

^๑J. Clifford, "The effect of wind speed on maximum evaporative capacity in man." Journal of Physiology, Vol.147, No.2 (1959), 253 - 259.

^๒Norton Nelson, et.al, "Thermal exchanges of man at high temperature." American Journal of Physiology, Vol.151, No.2 (1947), 626 - 652.

ทั้งกล่าวได้ใช้วิธีวัดจากเครื่องชั่งน้ำหนักโดยตรง ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดัดแปลงมาใช้ปริมาณน้ำเป็นเครื่องวัดความเปลี่ยนแปลงของน้ำหนัก เพื่อให้ได้ค่าละเอียดและใกล้เคียงความเป็นจริงให้มากที่สุด โดยได้กำหนดระเบียบวิธีในการชั่งน้ำหนักโดยละเอียด เพื่อเป็นการลดและป้องกันความคลาดเคลื่อนให้มากที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งได้ใช้วิธีการตั้งตมน้ำหนักไว้ในตำแหน่งเดียวกันในการชั่งทั้ง ๒ ครั้ง เพื่อลดความคลาดเคลื่อนจากการใช้ตมน้ำหนักในที่ต่างกันบนเครื่องชั่ง

ปริมาณน้ำที่วัดได้ใช้เทียบเป็นน้ำหนัก โดยถือว่าน้ำ ๑ มล.หนัก ๑ กรัมตลอดการศึกษา จึงเป็นการเทียบที่ต่างไปจากข้อเท็จจริงคือ น้ำ ๑ มล. จะมีน้ำหนัก ๑ กรัมที่อุณหภูมิ ๔°ซ. เท่านั้น เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไปย่อมทำให้ปริมาตรน้ำเปลี่ยนแปลงไปด้วย แต่ที่ไม่ได้คำนวณน้ำหนักน้ำตามอุณหภูมินั้น เนื่องจากปริมาตรน้ำที่คลาดเคลื่อนนั้นนับได้ว่าน้อยมากเมื่อเทียบกับปริมาณน้ำที่ใช้ กล่าวคือ จากการทดสอบโดยการตวงน้ำ ๕๐๐ มล. แล้วนำขึ้นชั่งบนเครื่องชั่งน้ำหนักมาตรฐานที่ละเอียด ระดับ ๑ กรัม หลาย ๆ ครั้ง พบว่า น้ำที่ตวงได้ ๕๐๐ มล. ในแต่ละครั้งมีน้ำหนักระหว่าง ๔๙๕ - ๔๙๗ กรัม ซึ่งอาจกล่าวได้ว่า ความคลาดเคลื่อนจากการอ่านปริมาตรน้ำ และปริมาตรน้ำที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิรวมกันแล้วประมาณ ๕ กรัม อนึ่งการดูแลผู้ป่วยในคลินิกที่ทดแทนน้ำส่วนที่ระเหยไปควมน้ำ โดยถือว่าน้ำ ๑ มล.หนัก ๑ กรัมเช่นกัน ไม่ว่าอุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงก็ตาม ทั้งนี้ อาจเนื่องจากอุณหภูมิของอากาศในแต่ละฤดูกาลไม่แตกต่างกันมากนัก อุณหภูมิและปริมาตรของน้ำจึงไม่ค่อยเปลี่ยนแปลง และน้ำหนักที่หายไปโดยไม่รู้สึกตัวส่วนใหญ่เป็นน้ำอาจมีสารต่าง ๆ ปนออกไปกับเหงื่อไคลบ้าง ส่วนใหญ่เป็นโซเดียมซึ่งปกติมีเพียงประมาณ ๕ mEq ต่อลิตรเท่านั้น^๒ ดังนั้นวิธีการหาปริมาณน้ำระเหยโดยใช้น้ำช่วยในการชั่งน้ำหนักนี้จึงน่าจะใช้ได้ต่อไปได้ในสภาวะที่ไม่สามารถหาเครื่องชั่งน้ำหนักที่มีความละเอียดเพียงพอได้

^๒Climatology Division Meteorological Department, Ministry of Communications, Op.cit.

^๒อมรา มลิล และคณะ, สรีรวิทยาเบื้องต้น เล่ม ๒ (กรุงเทพฯ : อักษรเจริญทัศน์, ๒๕๒๑), ๑๑๗ - ๑๑๘.

ข้อเสนอแนะในการนำผลการศึกษาไปใช้

จากการศึกษาครั้งนี้ ได้ค่าปริมาณน้ำระเหยค่าสุดของเพศหญิงในฤดูหนาวประมาณวันละ ๗๑๗ กรัม ฤดูร้อน ๘๐๔ กรัม ส่วนของเพศชายในฤดูหนาว ๑,๐๓๔ กรัม ฤดูร้อน ๑,๒๔๘ กรัม (ดังตารางที่ ๔) จึงเห็นได้ว่า ค่าปริมาณน้ำระเหยที่ใช้กันทั่วไปวันละ ๑,๐๐๐ กรัม นั้น อาจเพียงพอสำหรับชาวไทยเพศหญิง แต่ไม่เพียงพอสำหรับเพศชาย โดยเฉพาะในฤดูร้อน และถ้าอยู่ในบริเวณที่อากาศร้อนกว่ากรุงเทพมหานคร เช่น ชอนแก่น เชียงใหม่ ฯลฯ เป็นต้น ปริมาณน้ำระเหยจากร่างกายจะยิ่งมากกว่านี้ การศึกษาครั้งนี้ได้พบความแตกต่างของปริมาณน้ำระเหยในระหว่างฤดูหนาวและฤดูร้อน รวมทั้งเพศหญิงและชายด้วย ดังนั้น การประมาณปริมาณน้ำระเหย โดยคำนึงถึงเพศและฤดูกาลด้วยจึงช่วยให้ได้ค่าที่ใกล้เคียงความจริงมากที่สุด

การนำค่าปริมาณน้ำระเหยที่ได้นี้ไปใช้กับผู้ป่วย ควรคำนึงว่า ค่าที่ได้จากการศึกษานี้เป็นค่าค่าสุด เนื่องจากระยะเวลาที่ทำการศึกษาอยู่ในช่วง ๔ ชั่วโมงกลางวันดังกล่าวแล้ว และการศึกษาครั้งนี้ยังได้ทำในคนปกติอีกด้วย แอลเลนและคณะ^๑ ได้ทำการทดลองพบว่า ปริมาณน้ำระเหยจากร่างกายขณะที่มีความเครียดทางจิตใจนั้นมากกว่าขณะที่ร่างกายอยู่ในระยะพักผ่อนตามปกติ และประคอง^๒ ได้แสดงให้เห็นถึงความเครียดของผู้ป่วยที่รับไว้รักษาในโรงพยาบาล ซึ่งมีอยู่หลายประการ ดังนั้นปริมาณน้ำระเหยจากร่างกายขณะเจ็บป่วยจึงน่าจะสูงกว่าขณะที่อยู่ในภาวะปกติ

^๑A. Allen, et.al, "The regional distribution of emotional sweating in man" Journal of Physiology, Vol.235, (1975), 749-759.

^๒ประคอง อินทรสมบัติ, "ความเครียดในผู้ป่วยที่รับรักษาไว้ในโรงพยาบาลสังกัดทบวงมหาวิทยาลัย" (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต แผนกวิชาพยาบาลศึกษามหาวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ๒๕๒๒).

การประมาณค่าปริมาณน้ำระเหยของผู้ป่วยในคลินิคนั้น ต้องพิจารณาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำระเหยด้วย ปัจจัยที่สำคัญมากคือ อุณหภูมิของร่างกาย การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิร่างกายของผู้ป่วยเป็นสิ่งที่พบได้เสมอในคลินิก โดยเฉพาะภาวะไข้สูง การนำผลการศึกษาไปใช้ อาจทำได้โดยอาศัยค่าพลังงานที่ร่างกายใช้ขณะอยู่ในระยะพักนอน ตัวอย่างเช่น ผู้ป่วยหญิงไทยหนัก ๕๐ กิโลกรัม อุณหภูมิของร่างกาย ๓๘.๖°C. ในฤดูร้อน จะคำนวณหาปริมาณน้ำระเหยได้ดังนี้

๑. คำนวณหาพลังงานที่ร่างกายต้องใช้ขณะพักนอนบนเตียงตามหลักของฮอลิเคย์ และซีการ์ คือ พลังงานที่ใช้

$$\begin{aligned}
 &= ๑,๕๐๐ + (๒๐ \times \text{น้ำหนักตัวส่วนที่มากกว่า } ๒๐ \text{ กก.}) \\
 &= ๑,๕๐๐ + (๒๐ \times ๓๐) \\
 &= ๒,๑๐๐ \text{ กิโลแคลอรี}
 \end{aligned}$$

๒. หาพลังงานที่ร่างกายใช้จากอุณหภูมิเพิ่มขึ้น

$$\text{อุณหภูมิของร่างกาย } ๓๘.๖^{\circ}\text{C. สูงกว่า } ๓๘^{\circ}\text{C.} = ๓๘.๖ - ๓๘ = ๐.๖^{\circ}\text{C.}$$

ขณะที่อุณหภูมิของร่างกายเพิ่มขึ้น ๐.๖°C. ร่างกายใช้พลังงานเพิ่มขึ้น ๑๒%

ซึ่งคำนวณเป็นพลังงานที่ใช้เพิ่มขึ้น

$$= \frac{๒,๑๐๐ \times ๑๒}{๑๐๐} = ๒๕๒ \text{ กิโลแคลอรี}$$

จากข้อ ๑ และ ๒ ได้พลังงานที่ใช้ทั้งหมด

$$\begin{aligned}
 &= ๒,๑๐๐ + ๒๕๒ \\
 &= ๒,๓๕๒ \text{ กิโลแคลอรี}
 \end{aligned}$$

๓. หาปริมาณน้ำระเหย

จากผลการศึกษาได้ค่าปริมาณน้ำระเหยของเพศหญิงในฤดูร้อนคิดตามหน่วยพลังงานได้ ๔๔.๒ กรัม/๑๐๐ กิโลแคลอรี

ดังนั้น ผู้ป่วยรายนี้จะเสียปริมาณน้ำระเหยทั้งหมด

$$= \frac{๔๔.๒ \times ๒,๓๕๒}{๑๐๐}$$

$$= ๑,๐๓๘.๕๘ \text{ กรัม}$$

นอกจากอุณหภูมิของร่างกายแล้ว อัตราเร็วและความลึกของการหายใจก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำระเหยของร่างกายที่ควรคำนึงถึงในการดูแลผู้ป่วยในคลินิก กรณีที่ผู้ป่วยหายใจเร็วและลึกมาก ปริมาณน้ำระเหยจะเสียออกจากทางเดินหายใจมากขึ้น เช่น ผู้ป่วยปอดอักเสบ เป็นต้น ในทางคลินิกจึงมีการป้องกัน โดยทำอากาศให้มีความชื้นสูง เช่น อยู่ในเต็นท์ที่มีความชื้นสูง หรือใช้เครื่องเพิ่มความชื้น (nebulizer) เป็นต้น ร่างกายจะได้ไม่สูญเสียน้ำเพิ่มขึ้นจากการหายใจเพิ่มขึ้น

จากการศึกษาครั้งนี้ได้พบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำระเหย กับน้ำหนัก พื้นที่ผิวกาย และพลังงานที่ใช้ ดังนั้นในกรณีที่ไม่จำเป็นต้องใช้ค่าปริมาณน้ำระเหยที่ละเอียดมากนัก อาจคำนวณง่าย ๆ ได้โดยอาศัยสมการถดถอยที่ได้จากความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำระเหยกับปัจจัยต่าง ๆ ดังกล่าวแล้ว (ตารางที่ ๑๑) คือ

$$\begin{aligned}\text{ปริมาณน้ำระเหย (กรัม)} &= ๑๘.๑๕ \times \text{น้ำหนักตัว (กก.)} + ๔๘.๐๘ \\ \text{หรือ} &= ๗๙๓.๒ \times \text{พื้นที่ผิวกาย (ม.}^2\text{)} - ๑๘๐.๘๒ \\ \text{หรือ} &= ๐.๘๘ \times \text{พลังงานที่ใช้ (กิโลแคลอรี)} - ๑,๐๘๕.๔๘\end{aligned}$$

อย่างไรก็ตาม จะเห็นได้ว่าน้ำหนักและพื้นที่ผิวกายมีค่าค่อนข้างคงที่ในแต่ละราย จึงอาจเลือกใช้ได้ตามความสะดวกและเหมาะสม แต่ปริมาณพลังงานที่ใช้มีความเปลี่ยนแปลงได้ง่าย หากร่างกายอยู่ในสภาวะที่เห็นได้ชัดเจนว่ามีการเพิ่มการใช้พลังงาน เช่น เปลี่ยนแปลงกิจกรรมมากหรือมีไข้ การคำนวณหาปริมาณน้ำระเหยอย่างง่ายโดยอาศัยพลังงานที่ใช้ จึงน่าจะใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด

ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป

๑. น่าจะมีการศึกษาหาความแตกต่างของวิธีการหาปริมาณน้ำระเหย โดยการใช้ปริมาณน้ำแทนความแตกต่างของน้ำหนักตัวที่ซึ่ง ๒ ครั้ง กับการหาความแตกต่างระหว่างน้ำหนักตัว ๒ ครั้งที่ได้จากเครื่องชั่งน้ำหนักโดยตรง เพราะเพิ่งริเริ่มใช้ปริมาณน้ำช่วยในการหาปริมาณน้ำระเหยเป็นครั้งแรก แม้ผู้วิจัยจะได้พยายามควบคุมการชั่งน้ำหนักอย่างละเอียดทุกขั้นตอนแล้วก็ตาม แต่อาจมีข้อบกพร่องอื่นที่ผู้วิจัยยังไม่พบก็ได้

๒. ควรหาค่าปริมาณน้ำระเหยในระยะเวลา ๒๔ ชั่วโมง ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ใช้ในการคิดคำนวณปริมาณน้ำระเหยทั่วไปทั้งในทางวิชาการและการปฏิบัติในคลินิก แต่การศึกษาครั้งนี้ ศึกษาในช่วง ๘ ชั่วโมงเท่านั้น

๓. ควรจัดให้ตัวอย่างอยู่ในสถานที่ที่ควบคุมอุณหภูมิความชื้นสัมพัทธ์ และอัตราการเคลื่อนไหวของอากาศได้ เนื่องจากสภาพอากาศของกรุงเทพมหานครไม่ตรงตามฤดูกาลเสมอไป

๔. การเก็บข้อมูล ควรเลือกทำการศึกษาในสถานที่ที่กลุ่มตัวอย่างสามารถเข้าร่วมในงานวิจัยได้สะดวก การศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยประสบปัญหาในการหากลุ่มตัวอย่าง เนื่องจากอุปสรรคต่าง ๆ ได้แก่

๔.๑ การปฏิบัติงานของโรงพยาบาลเวลาเช้าเริ่มตั้งแต่ ๗.๐๐ น. คนที่ต้องขึ้นปฏิบัติงานเช้าจึงไม่สะดวกที่จะเข้าร่วมในการเก็บข้อมูลในเวลา ๖.๐๐-๗.๐๐ น.

๔.๒ ระเบียบการเก็บข้อมูลในงานวิจัย กลุ่มตัวอย่างต้องรับประทานอาหารเช้าให้เสร็จก่อนเวลา ๒๒.๐๐ น. แต่ทางโรงพยาบาลมีอาหารค่ำในเวลา ๒๒.๐๐-๒๔.๐๐ น. ตัวอย่างจึงรู้สึกว่าการรับประทานอาหารในเวลาดังกล่าว

๔.๓ กลุ่มเป้าหมายที่คาดว่าจะจะเป็นกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นนักศึกษา แต่ นักศึกษาสามารถออกนอกหอพักได้ถึงเวลา ๒๔.๐๐ น. และมีอิสระในการที่จะอยู่หอพักในคืนใดก็ได้ จำนวนนักศึกษาที่อยู่หอพักในเวลา ๒๒.๐๐ - ๖.๐๐ น. จึงมีไม่มากเท่าที่ควร

๔.๔ นักศึกษาที่นอนในหอพักส่วนใหญ่มีกิจกรรมในเวลากลางคืนและต้นนอนสาย การที่ต้องตื่นนอนภายในเวลา ๖.๔๕ น. จึงเป็นการรบกวนความสบายของตัวอย่าง

๔.๕ ในระหว่างที่เก็บข้อมูล มีวันนักขัตฤกษ์ที่ติดต่อกับวันหยุดราชการสัปดาห์หลายครั้งและมีเหตุการณ์ทางการเมืองด้วย นักศึกษาที่อยู่หอพักในช่วงวันเหล่านี้มีจำนวนน้อยมาก

๔.๖ จากปัญหาดังกล่าวในข้อ ๔.๑ - ๔.๕ ทำให้ผู้วิจัยไม่สามารถเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างได้ตามจำนวนที่คาดหวังไว้ในเวลาที่กำหนด ต้องเลื่อนเวลาเก็บข้อมูลออกไปจนถึงเวลาสอบและปิดภาคเรียนของนักศึกษาในชั้นปีต่าง ๆ ซึ่งทำให้การหากลุ่มตัวอย่างทำได้ยากลำบากยิ่งขึ้น

ดังนั้น การศึกษาในคนปกติครั้งต่อไป จึงควรมีความรู้และเข้าใจในการดำรง
ชีวิตประจำวันของกลุ่มตัวอย่างโดยละเอียด และพยายามวางรูปแบบการเก็บข้อมูลที่ครอบคลุม
กลุ่มตัวอย่างให้น้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้





บรรณานุกรม

จรรยาพร ชรณินทร์. กายวิภาคและสรีรวิทยาของการออกกำลังกาย. กรุงเทพฯ :
ไทยวัฒนาพานิช, ๒๕๒๒.

ชูศักดิ์ เวชแพศย์. สรีรวิทยา. กรุงเทพฯ : อักษรสมัย, ๒๕๒๐.

ประคอง อินทรสมบัติ. "ความเครียดในผู้ป่วยที่รับรักษาไว้ในโรงพยาบาล สังกัดทบวง
มหาวิทยาลัย" วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต, แผนกวิชาพยาบาลศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ๒๕๒๒.

วันดี วราวิทย์. อิเล็กโทรไลต์ในเด็ก. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์บำรุงนุกุลกิจ, ๒๕๒๓.

สง่า นิลวรางกูร. Fluid and Electrolytes. กรุงเทพฯ : โครงการตำรา
ศิริราช, ๒๕๒๐.

อมรา มลิล่า และคณะ. สรีรวิทยาเบื้องต้น เล่ม ๒. กรุงเทพฯ : อักษรเจริญทัศน์,
๒๕๒๒.

Allen, Judith A, et.al. "The regional distribution of emotional
sweating in man" Journal of Physiology, Vol.235, (1973),
749 - 759.

Beland, Irene L., and Passos, Joyee Y. Clinical Nursing 3rd ed.
New York : Mc.Milland Publishing Co., Inc., 1975.

Benzinger, T.H. "Heat regulation : homeostasis of control temperature
in man" Physiological Reviews, Vol.49, No.4 (1969), 671-759.

- Best, Charles H., and Taylor, Norman B. The Physiological Basis of Medical Practice Baltimore : The Williams & Nilkins Company, 1966.
- Bittle, J., and Hanane, R. "Comparison of thermal exchanges in men and women under neutral and hot conditions" Journal of Physiology, Vol.250, No.3 (1975), 475 - 489.
- Burrel, Zeb L., and Burrel, Lenette Owens Critical care St.Louis: The C.V. Mosby Company, 1977.
- Caffrey, T.V., "Role of skin temperature in control of sweating" Journal of Applied Physiology, Vol.47, No.3 (1979), 591 - 597.
- Calloway, N.A. "Constants of senile decay" Journal of American Geriatrics Society, Vol.13, No.1 (1965), 125 - 142.
- Calloway, N.A. "A Critical ratio of aging water loss-heat production" Journal American Geriatrics Society, Vol.19, No.5 (1971), 386 - 90.
- Chrenko, F.A. Basic Principle of Ventilation and Heating. London: H.K. Lewis & Co. Ltd., 1974.
- Clifford, J. "The effect of wind speed on maximum evaporative capacity in man" Journal of Physiology, Vol.147, No.2 (1959), 253 - 259.

Climatology Division Meteorological Department, Ministry of Communications. Climatological Data of Thailand : 25 year period, 1951 - 1975 Bangkok : Climatology Division, 1977.

Collins, K.J. et.al. "The local training effect of secretory activity on the response of eccrine sweat glands" Journal of Physiology, Vol.184, No.1 (1966), 203 - 214.

C.R., Wyss, et.al. "Control of skin blood flow, sweating and heart rate : role of skin vs. core temperature." Journal of Applied Physiology, Vol.36, No.6 (1974).

Cunningham, Dorothy J., et.al. "Comparative thermoregulatory responses of resting men and women" Journal of Applied Physiology, Vol.45, No.6 (1978), 908 - 915.

Davies, C.T.M. "Influence of skin temperature on sweating and aerobic performance during severe work" Journal of Applied Physiology, Vol.47, No.4 (1979), 770 - 777.

Domato, Anthony N., et.al. "Cardiovascular response to acute thermal stress (hot dry environment) in unacclimatized normal subjects" American Heart Journal, Vol.76, No.6 (1978), 769 - 774.

Dosios, Theodosios. et.al. "Evaporative water loss of adult surgical patients in Greece" American Journal of Surgery, Vol.128, No.1 (1974), 15 - 18.

- Du Bois, Delafield, and Du Bois, Eugene F. "A formular to estimate the approximate surface area if height and weight be known" The Archives of Internal Medicine, Vol.17, No.6 (1916), 863 - 871.
- Elebute, E.A. "Evaporative Fluid Loss in Adult Nigerian Male." British Journal of Surgery, Vol.56, No.3 (1969), 213-216.
- Fox, R.H., et.al. "The nature of the increase sweating capacity produced by heat acclimatization." Journal of Physiology, Vol.171, No.3 (1964), 368 - 376.
- Fox, R.H., et.al. "Comparison of thermoregulatory function in men and women" Journal of Applied Physiology, Vol.26, No.4 (1969), 444 - 453.
- Ganong, William F. Review of Medical Physiology Loss Altos : Lang Medication Publication, 1974.
- Glasser, Otto. Medical Physics Chicago : The Yearbook Publishers, 1944.
- Goodman, A.B., and Wolf, A.V. "Insensible water loss from human skin as a function of ambient vapor concentration" Journal of Applied Physiology, Vol.26, No.2 (1969), 203 - 207.
- Guyton, Arthur C. Medical Physiology, Tokyo : W.B. Saunders Company, 1976.
- Hale, Frank., et.al. "Barometric and vapor pressure influences on insensible weight loss." Journal of Applied Physiology, Vol.12, No.1 (1958), 20 - 28.

- Kambal, A. "Evaporative water loss in adult surgical patient in Sudan." British Journal of Surgery, Vol.65, No.2 (1978) 128 -130.
- Kubo, Winifred Matsui, et.al. "Fluid and Electrolyte Problems of Tube-Fed Patients." American Journal of Nursing, Vol.76, No.6 (1976), 912 - 916.
- Leach, Carolyn S., et.al. "Evaporative water loss in man in gravity-free environment." Journal of Applied Physiology, Vol.45, No.3 (1978), 430 - 436.
- Luckman, Joan., and Sorensen, Karen. Medical Surgical Nursing London : W.B. Saunders Company, 1974.
- Marshall, Louise H., and Spetch, Heinz "Respiratory water report at simulated altitude" American Journal of Physiology, Vol.156, No.3 (1949), 299 - 301.
- Maxwell, Morton, and Kleeman, Charles R. Clinical Disorders of Fluid and Electrolyte Metabolism New York : Mc.Graw-Hill Company, 1974.
- Mc.Caffrey, T.V. "Role of skin temperature in control of sweating." Journal of Applied Physiology, Vol.47, No.3 (1979), 591-597.
- Merdoch, George. The Advance in Orthotics London : Edward Arnold Ltd., 1976.

- Metheny, Norma Milligan, and Snively, W.D. Nurses Handbook of Fluid Balance. New York : J.B. Lippincott Company, 1979.
- Morimoto, T. et.al. "Sex differences in physical reactions to thermal stress" Journal of Applied Physiology, Vol.22, No.3 (1967), 526 - 532.
- Moritz, Alan, and Wisiger, James. "Effects of cold air on the air passage and lungs" Archives of Internal Medicine, Vol.75, No.4 (1945), 233 - 240.
- Mountcastle, Vernon B. (Ed.) Medical Physiology St.Louis : The C.V. Mosby Company, 1968.
- Nelson, Norton, et.al. "Thermal exchanges of man at high temperature" American Journal of Physiology, Vol.151, No.2 (1947), 626 - 652.
- Rowell, Loring B. et.al. Human adjustments to exercise and thermal stress" Physiological Reviews, Vol.54, No.1 (1974), 75-159.
- Thiele, F.A.J., and Malten, K.E. "Insensible water loss : The inter subject variation related to skin temperature forearm circumference and sweat gland activity." Excerpta Medica, Vol.27, No.13 (1973), 521 - 522.
- Timbal, Jean, et.al. "Circadian variations in the sweating mechanism" Journal of Applied Physiology, Vol.39, No.2 (1975), 226-230.

- Tinckler, Laurence F. "Fluid and electrolyte observations in tropical surgical practice" British Medical Journal, Vol.1, (1966), 1263 - 67.
- Tuttle, W.W., and Scottelius, Byron. Textbook of Physiology. St.Louis : The C.V. Mosby Company, 1969.
- Walker, James E.C., and Wells, Roe E. "Heat and water exchange in the respiratory tract." American Journal of Medicine, Vol.30, No.2 (1961), 259 - 267.
- Weinman, K.P. et.al. "Reaction of man and woman to repeated exposure to humid heat" Journal of Applied Physiology, Vol.22, No.3 (1967), 533 - 538.
- Winer, B.J. Statistical Principles in Experimental Design. New York : Mc.Graw-Hill Book Company, 1971.
- Wright, Samson. Applied Physiology 12th ed. London : Oxford University Press, 1971.
- Wyndham, C.H. "Effect of acclimatization on the sweating rate/rectal temperature relationship." Journal of Applied Physiology, Vol.22, No.1 (1967), 27 - 30.
- Wyndham, C.H., et.al. "Heat reactions of male and female caucasian" Journal of Applied Physiology, Vol.20, No.3 (1965), 357 - 364.



ใบสมัครเป็นตัวอย่างในการเก็บข้อมูล

นามผู้สมัคร..... อายุ.....ปี เพศ () ชาย () หญิง
เป็น นักเรียน, นักศึกษา.....ปีที่.....คณะ.....
เจ้าหน้าที่.....ที่ทำงาน.....
ที่อยู่ของผู้สมัครที่ติดต่อกอง่าย..... หมายเลขโทรศัพท์ภายใน.....
ชื่อบุคคลใกล้ชิดที่ติดต่อกได้.....สถานที่.....โทร.....
ประวัติการเจ็บป่วยในระยะ ๔ ปี () ไม่มี () มี
ถ้ามี โรคที่เคยเป็นคือ () โรคปอดเรื้อรัง () วัณโรค () โรคหัวใจ
() โรคตับ () โรคเบาหวาน () โรคผิวหนัง
() โรคของต่อมธัยรอยด์ () อื่น ๆ (ระบุ).....
นัดทำการศึกษาค้นเดือนมกราคม ๒๕๒๔ วันที่
เดือนมีนาคม-เมษายน ๒๕๒๔ วันที่
ลงชื่อ.....ผู้สมัคร

หมายเหตุ

วันเลือกนักสำหรับเพศหญิง ๒ - ๕ และ ๑๗ - ๒๓ มกราคม
๑๕ - ๒๒ มีนาคม และ ๓๑ มีนาคม-๖ เมษายน
วันเลือกนักสำหรับเพศชาย ๑๐ - ๑๖ และ ๒๔ - ๓๑ มกราคม
๒๓ - ๓๐ มีนาคม และ ๗ - ๑๔ เมษายน

แบบเก็บข้อมูล

วันที่.....เลขที่.....

ชื่อ..... เพศ ()ชาย ()หญิง อายุ.....ปี
 T=.....c, P=.....ครั้ง/นาที T=.....c, P=.....ครั้ง/นาที
 BP=.....mmHg, R=.....ครั้ง/นาที BP=.....mmHg, R=.....ครั้ง/นาที
 Heart ()regular ()no murmur ()abnormal; Lung ()clear ()not clear
 เริ่มชั่งน้ำหนักครั้งแรกเวลา.....น. ครั้งที่ ๒ เวลา.....น.
 น้ำหนัก.....กก. สูง.....ซม.
 ตั้งคัมน้ำหนักที่.....กก. น้ำหนักถ่วงเพิ่ม.....กรัม
 ปล่อยน้ำออกจากขวด.....มล. ปล่อยน้ำออกจากขวด.....มล.
 น้ำดื่ม.....มล. อุจจาระ.....ครั้ง
 ปัสสาวะ.....ครั้ง.....มล. ถ.พ.....น้ำหนัก.....กรัม

กิจกรรมที่ทำในช่วง ๔ ชั่วโมงระหว่างเก็บข้อมูล

- | | |
|---|--------------------|
| () พักวิทย์, คูโทรทัศน์ | () ซักรีกเสื้อผ้า |
| () อ่าน, เขียนหนังสือ | () รัง กระโศก |
| () พุดคุย | () ฝึกกายบริหาร |
| () รับประทานอาหารหรือเครื่องคัมอื่น (ระบุ) | |
| () อื่น ๆ (ระบุ) | |

การนอน () หลับดี () ไม่ค่อยหลับ

อาการผิดปกติระหว่างเก็บข้อมูล

- | | | | |
|-----------|------------|------------------------|-------------|
| () ไม่มี | () มี คือ | () ปวดศีรษะ | () ปวดท้อง |
| | | () อื่น ๆ (ระบุ)..... | |

สภาพอากาศภายในห้องพักระหว่างเก็บข้อมูล

- | | |
|-------------|-----------------|
| () ไขพัดลม | () ไม่ใช้พัดลม |
|-------------|-----------------|

ตารางที่ ๑๓ แสดงอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ของอากาศในฤดูหนาว

วันที่	อุณหภูมิ (°ซ)				ความชื้นสัมพัทธ์ (%)
	๒๒.๐๐ น.	๒.๐๐ น.	๖.๐๐ น.	เฉลี่ย	
๑	๒๓	๒๒.๕	๒๑	๒๒.๒	๗๕
๒	๒๓	๒๒	๒๑.๕	๒๒.๒	๗๘
๓	๒๒.๕	๒๑.๕	๒๐.๕	๒๑.๕	๗๐
๔	๒๓.๕	๒๒	๒๑	๒๒.๒	๗๕
๕	๒๔	๒๓.๕	๒๓	๒๓.๕	๘๓
๖	๒๔.๕	๒๔	๒๔	๒๔.๒	๘๐
๗	๒๕.๕	๒๕	๒๕	๒๕.๒	๘๑
๘	๒๖	๒๕.๘	๒๕.๕	๒๕.๘	๘๔
๙	๒๖.๕	๒๕.๘	๒๕.๕	๒๖	๘๔
๑๐	๒๖.๕	๒๖	๒๔	๒๕.๕	๗๘
๑๑	๒๗	๒๖	๒๔.๕	๒๕.๘	๘๔
๑๒	๒๗	๒๖.๕	๒๖	๒๖.๕	๘๗
๑๓	๒๘	๒๗.๔	๒๗	๒๗.๕	๘๕
๑๔	๒๖	๒๖	๒๕.๕	๒๕.๘	๘๘
๑๕	๒๖.๕	๒๖.๓	๒๕	๒๖	๘๘
๑๖	๒๗.๓	๒๖.๓	๒๖	๒๖.๕	๘๕
๑๗	๒๗	๒๖.๕	๒๔.๗	๒๖	๘๘
๑๘	๒๗	๒๖.๕	๒๕.๕	๒๖.๓	๘๘
๑๙	๒๗.๒	๒๖.๘	๒๕.๘	๒๖	๘๖
๒๐	๒๖.๑	๒๕.๗	๒๕.๓	๒๕.๗	๘๐
๒๑	๒๗	๒๖.๘	๒๔.๕	๒๖.๑	๘๔
๒๒	๒๖.๕	๒๖.๑	๒๕.๕	๒๖	๗๘
๒๓	๒๖.๕	๒๖.๑	๒๖	๒๖.๒	๘๑

ตารางที่ ๑๔ แสดงอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ของอากาศในฤดูร้อน

วันที่	อุณหภูมิ (°ซ)				ความชื้นสัมพัทธ์ (%)
	๒๒.๐๐ น.	๒.๐๐ น.	๖.๐๐ น.	เฉลี่ย	
๑	๓๐.๑	๒๙	๒๘	๒๙.๐	๘๕
๒	๒๙.๕	๒๙.๒	๒๙	๒๙.๒	๘๕
๓	๒๙.๘	๒๙.๕	๒๙	๒๙.๕	๘๕
๔	๓๐	๓๐	๒๙.๕	๒๙.๘	๘๒
๕	๒๙.๘	๒๙.๘	๒๙.๒	๒๙.๖	๘๕
๖	๒๙.๗	๒๙.๘	๒๙.๕	๒๙.๗	๘๒
๗	๓๐	๒๙.๘	๒๙.๕	๒๙.๘	๘๑
๘	๒๙.๘	๓๐.๑	๒๘.๒	๒๙.๔	๘๓
๙	๓๐.๑	๒๙.๓	๒๘.๕	๒๙.๓	๘๑
๑๐	๒๙.๗	๒๙.๕	๒๘.๗	๒๙.๓	๘๔
๑๑	๓๐.๕	๓๐	๒๙.๕	๓๐	๘๑
๑๒	๓๐.๔	๓๐.๔	๒๘.๔	๒๙.๗	๗๙
๑๓	๒๙.๗	๒๙.๓	๒๘.๕	๒๙.๒	๘๔
๑๔	๓๑	๓๐.๕	๓๐.๓	๓๐.๖	๘๒
๑๕	๓๑.๑	๓๐.๘	๓๐.๔	๓๐.๘	๗๕
๑๖	๓๑.๓	๓๐.๘	๓๐.๓	๓๐.๘	๗๕
๑๗	๓๐.๘	๒๙.๖	๒๙.๓	๒๙.๙	๘๐
๑๘	๓๐.๕	๒๙.๕	๒๙	๒๙.๗	๘๒
๑๙	๒๙.๘	๒๙.๕	๒๘.๓	๒๙.๘	๗๘
๒๐	๒๙.๒	๒๘	๒๙.๘	๒๘.๓	๘๔
๒๑	๒๙.๕	๒๘.๕	๒๘.๕	๒๘.๘	๘๕
๒๒	๓๐.๒	๒๙.๗	๒๙.๕	๒๙.๘	๘๐

วันที่	อุณหภูมิ (°C)				ความชื้นสัมพัทธ์ (%)
	๒๒.๐๐ น.	๒.๐๐ น.	๖.๐๐ น.	เฉลี่ย	
๒๓	๓๐.๕	๓๐.๑	๒๙.๕	๓๐.๐	๘๐
๒๔	๓๐.๑	๒๙	๒๘	๒๙	๗๗
๒๕	๓๐.๗	๓๐.๑	๒๙.๘	๓๐.๒	๗๘
๒๖	๓๑.๐	๒๙.๘	๒๘.๖	๒๙.๘	๘๓
๒๗	๓๑.๕	๒๙.๘	๒๘.๕	๓๐	๘๐
๒๘	๓๑.๕	๒๙.๘	๒๙	๓๐.๑	๗๒
๒๙	๓๐.๕	๒๙.๘	๒๙.๕	๓๐	๗๒
๓๐	๓๐.๕	๓๐	๒๙.๕	๓๐	๗๘
๓๑	๒๘.๗	๒๘.๕	๒๘.๒	๒๘.๕	๗๗
๓๒	๓๐	๒๙.๕	๒๘.๗	๒๙.๔	๗๒
๓๓	๓๒	๓๐.๑	๒๙	๓๐.๔	๗๓
๓๔	๒๙.๕	๒๘.๕	๒๗.๕	๒๘.๕	๗๘

ตารางที่ ๑๕ แสดงน้ำหนัก ส่วนสูง พื้นที่ผิวกายและปริมาณน้ำระเหยของกลุ่มตัวอย่าง
เพศหญิงในฤดูหนาว

เลขที่	น้ำหนัก (กก.)	สูง (ซม.)	พื้นที่ผิวกาย (ม ^๒)	ปริมาณน้ำระเหย ๘ ชม.
๑	๔๖	๑๔๗.๕	๑.๓๖๖	๒๕๒.๕๒
๒	๔๗.๓	๑๕๔	๑.๔๒๖	๑๘๘.๒๖
๓	๔๘	๑๕๖.๕	๑.๔๕๒	๒๕๑.๕
๔	๕๒.๓	๑๕๔	๑.๔๘๘	๓๐๘.๑๔*
๕	๕๑.๔	๑๖๓	๑.๕๔	๑๖๕.๖๕*
๖	๕๓.๑	๑๕๘	๑.๓๙๓	๑๕๓.๔
๗	๕๐.๖	๑๕๖	๑.๓๔๙	๒๘๐.๓๒
๘	๕๔.๒	๑๕๖.๕	๑.๔๖๓	๑๑๐.๘๕
๙	๕๕.๒	๑๕๘	๑.๕๕๑	๒๗๖.๒๒
๑๐	๕๖.๖	๑๕๕.๕	๑.๕๕	๑๘๕.๘
๑๑	๓๗.๔	๑๔๒	๑.๒๑๓	๑๘๗.๒
๑๒	๕๓.๗	๑๕๒	๑.๔๘๑	๒๗๐
๑๓	๕๑.๕	๑๕๓	๑.๔๗๖	๓๒๗.๗๘*
๑๔	๕๒.๘	๑๕๓	๑.๓๖	๑๒๘.๗๕
๑๕	๕๒.๑	๑๕๓	๑.๓๕๑	๒๓๑.๕๗
๑๖	๕๒.๘	๑๔๘.๑	๑.๓๒๕	๓๐๒.๗๗
๑๗	๕๒.๔	๑๕๗	๑.๕๑	๒๔๔.๕๕
๑๘	๕๑.๑	๑๖๐.๕	๑.๕๑๘	๒๓๔.๕๖
๑๙	๕๓.๗	๑๕๔.๕	๑.๕๖๘	๑๖๖.๒๗
๒๐	๕๖.๒	๑๕๑.๕	๑.๓๙๕	๑๓๔.๔
๒๑	๕๕.๓	๑๖๐	๑.๖๑๔	๒๐๗.๐๓

เลขที่	น้ำหนัก (กก.)	สูง (ซม.)	พื้นที่ผิวกาย (ม ^๒)	ปริมาณน้ำระเหย ๘ ชม.
๒๒	๗๑.๗	๑๖๑	๑.๗๕๘	๒๖๖.๗๑
๒๓	๕๕.๑	๑๕๔.๑	๑.๓๕๘	๑๖๙.๓๕
๒๔	๕๘.๘	๑๕๕	๑.๔๕๒	๒๗๓.๑๗
๒๕	๕๑.๔	๑๕๘	๑.๕๐๕	๒๐๐.๗๓
๒๖	๕๗.๖	๑๕๑.๕	๑.๔๑๓	๓๑๖.๖๖
๒๗	๕๐.๖	๑๕๔.๕	๑.๔๗๑	๑๕๘.๗๒
๒๘	๕๓.๖	๑๕๑.๓	๑.๔๘	๓๒๕.๓๒
๒๙	๕๑.๒	๑๕๑	๑.๔๕๔	๒๕๓.๑๔
๓๐	๕๕.๑	๑๖๖.๕	๑.๓๔๘	๑๘๘.๖๒
๓๑	๖๖.๖	๑๕๘	๑.๔๔๔	๒๕๘.๖๙
๓๒	๕๑.๓	๑๖๖.๕	๑.๔๙๓	๑๖๑.๗๕
๓๓	๔๐.๗	๑๕๓.๕	๑.๓๓๕	๑๓๙.๕๙
๓๔	๔๔.๕	๑๕๒	๑.๓๗๖	๔๔๔.๖๔
๓๕	๔๔.๓	๑๕๔	๑.๓๘๗	๑๘๓.๑๗
๓๖	๔๓.๕	๑๕๑	๑.๓๕๗	๒๓๘.๒๕
๓๗	๔๗.๗	๑๕๑	๑.๔๑๑	๑๓๘.๑๒
๓๘	๕๒.๑	๑๖๖.๕	๑.๕๐๓	๑๓๓.๐๔
๓๙	๔๔.๕	๑๕๗.๕	๑.๔๑๒	๒๙๙.๖๓
๔๐	๕๒	๑๔๙	๑.๓๒๔	๓๓๑.๐๙
๔๑	๖๒.๘	๑๕๓	๑.๖๐๑	๓๕๐.๘๔
๔๒	๕๑.๓	๑๖๑	๑.๕๒๔	๒๙๓.๘๘
๔๓	๕๑.๗	๑๕๗.๕	๑.๕๐๕	๒๓๘.๕๖
๔๔	๔๗.๙	๑๕๔	๑.๔๓๔	๑๘๒.๑๖

เลขที่	น้ำหนัก (กก.)	สูง (ซม.)	พื้นที่ผิวกาย (ม ^๒)	ปริมาณน้ำระเหย ๘ ชม.
๔๕	๔๕.๕	๑๕๔.๕	๑.๔๑๑	๓๕๗.๕๒*
๔๖	๓๕.๑	๑๔๘.๕	๑.๒๘๑	๑๒๒.๐๔
๔๗	๔๘.๗	๑๕๒	๑.๔๓	๒๕๐.๓๘
๔๘	๕๖.๔	๑๖๓	๑.๖	๑๘๖.๑๘
๔๙	๕๘.๔	๑๕๕	๑.๕๖	๒๒๐.๔๑
๕๐	๕๕.๕	๑๕๗.๕	๑.๕๕๑	๒๐๐.๔๔
๕๑	๔๗.๕	๑๕๐.๕	๑.๔๑	๑๐๑.๘๘
๕๒	๔๗.๕	๑๕๖.๓	๑.๔๔๔	๑๕๘.๗๓
๕๓	๔๐.๕	๑๕๐	๑.๓๑๕	๓๓๗.๕๒
๕๔	๔๘.๖	๑๕๔	๑.๔๔๓	๒๒๕.๔๕
๕๕	๔๔.๘	๑๕๒	๑.๓๘	๒๘๕.๕๕
๕๖	๔๔.๒	๑๖๖	๑.๖๖๓	๕๐.๕๔
๕๗	๔๖	๑๕๑.๕	๑.๓๕๓	๒๘๖.๕๐
๕๘	๕๒.๖	๑๕๐	๑.๖๖๔	๓๖๐
๕๙	๔๐.๒	๑๕๔	๑.๓๓๑	๑๒๖.๔๗
๖๐	๔๔.๔	๑๕๒	๑.๓๗๕	๒๔๐.๕๘
๖๑	๕๒.๔	๑๕๑.๒	๑.๔๗	๔๑๐.๗๓
๖๒	๔๓.๖	๑๕๒	๑.๓๖๕	๒๗๖.๕*
๖๓	๔๙.๔	๑๕๘	๑.๔๘	๑๖๗.๕๕
๖๔	๔๗.๖	๑๕๑.๕	๑.๔๑๓	๒๗๕.๕๑
๖๕	๔๔	๑๕๖	๑.๓๕๖	๑๕๗.๑๑
๖๖	๕๘.๕	๑๕๘	๑.๕๕	๓๘๔.๘๘
๖๗	๔๗.๒	๑๕๒.๕	๑.๔๑๕	๒๗๔.๓๓

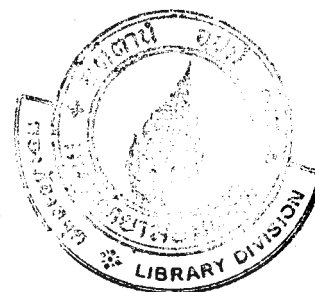
เลขที่	น้ำหนัก (กก.)	สูง (ซม.)	พื้นที่ผิวกาย (ม ^๒)	ปริมาณน้ำระเหย ๘ ชม.
๖๘	๔๘.๓	๑๕๔	๑.๔๕๑	๒๓๔
๖๙	๔๕.๒	๑๕๖.๕	๑.๔๑๕	๒๖๐.๒๒
๗๐	๔๗.๒	๑๕๓	๑.๔๑๘	๒๖๓.๐๑
๗๑	๔๐.๓	๑๕๕.๕	๑.๓๔๒	๓๕๘.๑๒
๗๒	๔๘.๗	๑๖๑	๑.๕๐๔	๓๓๐.๑๓
๗๓	๔๕.๓	๑๕๒	๑.๓๘๗	๑๑๗.๔๕
๗๔	๔๑.๗	๑๕๖	๑.๓๖๔	๑๓๐.๐๗
๗๕	๔๒.๔	๑๕๒	๑.๓๔๘	๓๑๐.๕๕
๗๖	๕๓.๖	๑๖๒	๑.๕๖	๒๐๔.๔๑
๗๗	๔๖.๖	๑๕๐	๑.๓๙	๒๖๙.๔๙
๗๘	๔๓.๓	๑๕๕	๑.๓๘	๒๐๐.๗๓
๗๙	๔๒.๑	๑๕๖.๕	๑.๓๐๙	๓๔๖.๓๔
๘๐	๔๔.๕	๑๕๕	๑.๓๙๖	๑๓๗.๙๘
๘๑	๔๙.๔	๑๕๕.๕	๑.๔๖๓	๒๙๐
๘๒	๕๑.๕	๑๕๗	๑.๔๙๙	๑๗๑.๔๐
๘๓	๔๐.๗	๑๕๕	๑.๒๘๑	๕๕๖.๘๒
๘๔	๔๖.๒	๑๕๖	๑.๔๒๕	๑๓๗.๘๕
๘๕	๔๙	๑๕๐	๑.๔๒	๓๖๖.๓๕
๘๖	๔๒.๕	๑๔๙	๑.๓๓	๑๐๘.๘๗
๘๗	๔๔.๕	๑๕๒.๕	๑.๓๘	๙๒
๘๘	๔๓.๑	๑๕๕	๑.๓๗๗	๑๔๒.๙๘
๘๙	๔๓.๕	๑๕๕	๑.๔๓๓	๔๒๙.๕๓
๙๐	๕๑.๕	๑๕๓	๑.๔๗๓	๑๙๖.๓๔

เลขที่	น้ำหนัก (กก.)	สูง (ซม.)	พื้นที่ผิวกาย (ม ^๒)	ปริมาณน้ำระเหย ๘ ชม.
๕๑	๔๖.๔	๑๖๐	๑.๔๕๔	๒๓๗.๔๐
๕๒	๕๑.๗	๑๖๕	๑.๕๕๗	๒๔๓.๘๑
๕๓	๕๗.๑	๑๕๓	๑.๕๓๘	๒๕๗.๗๓



ตารางที่ ๑๖ แสดงน้ำหนัก ส่วนสูง พื้นที่ผิวกายและปริมาณน้ำระเหยของกลุ่มตัวอย่าง
เพศหญิงในฤดูร้อน

เลขที่	น้ำหนัก (กก.)	สูง (ซม.)	พื้นที่ผิวกาย (ม ^๒)	ปริมาณน้ำระเหย ๘ ชม.
๑	๔๖.๒	๑๔๗.๕	๑.๓๖๘	๓๗๓.๓๖
๒	๔๖.๕	๑๕๔	๑.๐๖๗	๒๕๓.๘๔
๓	๔๖.๑	๑๕๖.๕	๑.๔๗๒	๒๐๕
๔	๕๑.๘	๑๕๔	๑.๔๘๒	๓๒๗
๕	๔๑.๓	๑๕๘	๑.๓๗๑	๒๔๐
๖	๔๐.๔	๑๕๖	๑.๓๖๖	๓๘๕.๕๕
๗	๔๗.๓	๑๕๖.๕	๑.๔๔๓	๒๑๐
๘	๕๕.๕	๑๕๘	๑.๕๕๕	๔๕๕
๙	๓๗.๔	๑๕๒	๑.๒๑๗	๒๓๓.๘๒
๑๐	๕๑.๒	๑๕๓	๑.๔๖๘	๓๖๕.๘๘
๑๑	๔๑	๑๕๓	๑.๓๓๖	๑๘๘.๗๖
๑๒	๔๑.๒	๑๕๓	๑.๓๒๕	๓๗๕
๑๓	๔๑.๕	๑๔๘.๑	๑.๓๑๑	๓๒๘.๖๓
๑๔	๕๐	๑๕๗	๑.๔๘๑	๒๙๕.๘๗
๑๕	๕๐.๓	๑๖๐.๕	๑.๕๐๘	๔๕๕.๘๔
๑๖	๔๓.๒	๑๕๔.๕	๑.๓๗๕	๒๓๑
๑๗	๔๔.๒	๑๕๑.๕	๑.๓๖๙	๑๘๔.๒
๑๘	๔๕.๔	๑๕๔.๑	๑.๔๐๒	๓๕๐.๖๒
๑๙	๔๗.๒	๑๕๕	๑.๔๓๑	๒๕๓.๘
๒๐	๔๕.๘	๑๕๘	๑.๔๘๕	๓๔๕



เลขที่	น้ำหนัก (กก.)	สูง (ซม.)	พื้นที่ผิวกาย (ม ^๒)	ปริมาณน้ำระเหย ๘ ชม.
๒๑	๔๗	๑๕๑.๕	๑.๔๐๕	๑๘๕.๓
๒๒	๔๘.๑	๑๕๔.๕	๑.๔๕๒	๒๑๒.๔๘
๒๓	๕๐.๓	๑๓๑.๓	๑.๔๔๕	๓๕๓.๖๓
๒๔	๔๘.๗	๑๕๑	๑.๔๓๖	๒๒๖
๒๕	๔๖.๗	๑๕๘	๑.๔๔๕	๕๒๖.๗๑
๒๖	๔๘.๗	๑๕๖.๕	๑.๔๓๓	๑๗๕
๒๗	๓๙.๘	๑๕๓.๕	๑.๓๒๒	๒๘๕.๙๖
๒๘	๔๓.๕	๑๕๔	๑.๓๗๖	๓๘๘.๖๒
๒๙	๔๒.๔	๑๕๑	๑.๓๖๒	๒๘๘.๐๖
๓๐	๔๖.๓	๑๕๑	๑.๓๙๓	๒๐๔.๒๘
๓๑	๕๑.๔	๑๕๖.๕	๑.๔๘๕	๒๒๒
๓๒	๔๑.๖	๑๔๘	๑.๓๑๘	๓๖๔.๘๑
๓๓	๖๓	๑๕๓	๑.๖๐๓	๔๗๖.๕๑
๓๔	๕๑.๘	๑๖๑	๑.๕๓๑	๔๗๖.๗๕
๓๕	๕๑.๗	๑๕๗.๕	๑.๕๐๕	๓๔๗.๒๓
๓๖	๔๖.๘	๑๕๔	๑.๔๒๑	๒๕๐.๖๘
๓๗	๔๕.๖	๑๕๔.๕	๑.๔๐๗	๓๐๒.๓๗
๓๘	๓๙.๗	๑๔๘.๕	๑.๔๑๘	๒๕๓.๗๗
๓๙	๔๘.๑	๑๕๒	๑.๔๒๓	๔๓๑.๘๕
๔๐	๕๕.๘	๑๖๓	๑.๕๙๔	๒๗๕
๔๑	๕๘.๘	๑๔๕	๑.๔๙๗	๕๗๙.๘๔
๔๒	๕๕.๔	๑๕๗.๕	๑.๕๕	๓๒๑.๓๕
๔๓	๔๗.๖	๑๕๐.๕	๑.๔๐๖	๔๗๗.๖๗

เลขที่	น้ำหนัก (กก.)	สูง (ซม.)	พื้นที่ผิวกาย (ม ^๒)	ปริมาณน้ำระเหย ๘ ชม.
๔๔	๔๘.๕	๑๕๖.๓	๑.๔๕๓	๓๘๒.๐๕
๔๕	๔๐.๓	๑๕๐	๑.๓๐๓	๒๒๕.๖๕
๔๖	๔๘.๒	๑๕๔	๑.๔๓๘	๓๐๐.๓๓
๔๗	๔๕	๑๕๒	๑.๓๘๓	๔๐๒.๖๓
๔๘	๔๔.๑	๑๖๖	๑.๔๖๒	๒๘๘.๘๑
๔๙	๕๔.๒	๑๕๐	๑.๔๘๒	๔๐๓.๔๔
๕๐	๕๔.๓	๑๕๒	๑.๓๕๒	๒๕๖
๕๑	๔๘.๓	๑๕๘	๑.๔๓๑	๒๕๑.๐๕
๕๒	๔๘	๑๕๑.๕	๑.๔๓๑	๔๕๕.๑๓
๕๓	๕๕.๕	๑๕๘	๑.๕๖	๓๘๐
๕๔	๔๕	๑๕๒.๕	๑.๓๘๖	๒๘๖.๓๕
๕๕	๔๘.๖	๑๕๔	๑.๔๓๓	๔๓๓.๒๓
๕๖	๕๕.๑	๑๕๖.๕	๑.๔๑๔	๓๔๓.๘๓
๕๗	๔๗.๒	๑๕๕.๕	๑.๔๓๕	๓๑๕.๓๔
๕๘	๔๕	๑๖๑	๑.๔๕๕	๒๘๓
๕๙	๔๔.๓	๑๕๒	๑.๓๗๔	๑๘๓.๔๓
๖๐	๔๖.๕	๑๕๐	๑.๓๕๔	๒๕๓.๕๓
๖๑	๔๓.๕	๑๕๕	๑.๓๘๓	๓๖๘
๖๒	๔๖.๓	๑๕๖.๕	๑.๓๑๒	๒๗๓.๓๒
๖๓	๔๖.๓	๑๕๕	๑.๓๗๒	๑๕๘
๖๔	๕๐.๔	๑๕๓	๑.๔๘๖	๒๑๐.๔๐
๖๕	๓๕.๓	๑๔๕	๑.๒๖๓	๒๕๕.๘๕
๖๖	๕๕.๑	๑๕๖	๑.๔๑๑	๒๒๐.๘๓

เลขที่	น้ำหนัก (กก.)	สูง (ซม.)	พื้นที่ผิวกาย (ม ^๒)	ปริมาณน้ำระเหย ๘ ชม.
๒๓	๔๘.๖	๑๕๐	๑.๔๑๕	๓๑๖.๓๖
๒๔	๔๑.๔	๑๔๕	๑.๓๑๖	๒๓๕.๘๘
๒๕	๔๓.๕	๑๕๒.๕	๑.๓๗๒	๒๕๔
๓๐	๔๒.๕	๑๕๕	๑.๓๖๕	๒๔๖.๗๕
๓๑	๔๕.๓	๑๕๓	๑.๔๔๕	๒๖๐
๓๒	๔๕.๖	๑๖๐	๑.๔๔๓	๒๑๔.๔๗
๓๓	๕๓.๑	๑๕๓	๑.๕๓๘	๔๐๒
๓๔	๕๑.๖	๑๕๐.๕	๑.๔๕๕	๒๕๔.๕๓
๓๕	๕๐.๓	๑๖๕	๑.๕๓๕	๓๔๔.๕๕
๓๖	๔๘.๕	๑๕๖.๕	๑.๔๕๘	๓๐๐
๓๗	๔๐.๑	๑๔๕	๑.๒๕๘	๑๕๕
๓๘	๕๐.๗	๑๕๑.๕	๑.๔๕๑	๒๒๓.๖๖
๓๙	๔๓.๑	๑๕๔	๑.๓๗๑	๔๑๒.๕๘
๔๐	๕๘.๕	๑๕๑	๑.๕๓๕	๒๗๘.๑๘
๔๑	๕๑.๖	๑๔๕	๑.๔๑๗	๓๗๐
๔๒	๔๗	๑๕๕	๑.๔๒๕	๓๖๖
๔๓	๔๕.๓	๑๕๕	๑.๔๔๕	๒๓๓.๔๗
๔๔	๔๔.๗	๑๕๑.๕	๑.๓๗๖	๑๗๑
๔๕	๔๓.๕	๑๕๑.๕	๑.๓๖๕	๒๑๐.๒๓
๔๖	๕๓.๕	๑๕๕.๕	๑.๕๑๘	๓๓๒.๕๖
๔๗	๔๘.๔	๑๖๕.๕	๑.๕๔๕	๒๖๔.๕
๔๘	๔๖	๑๕๑.๕	๑.๓๕๓	๒๓๖.๑๔

เลขที่	น้ำหนัก (กก.)	สูง (ซม.)	พื้นที่ผิวกาย (ม ^๒)	ปริมาณน้ำระเหย ๘ ชม.
๘๕	๔๓.๔	๑๕๒	๑.๓๖๒	๒๕๓.๕๘
๘๐	๔๑.๗	๑๕๒	๑.๓๓๕	๒๑๒.๔๓
๘๑	๔๓.๔	๑๕๔	๑.๔๒๗	๑๓๗.๒๕
๘๒	๔๘.๗	๑๕๓.๕	๑.๔๔	๑๕๔.๕๘
๘๓	๔๕.๕	๑๕๗	๑.๔๗๕	๑๘๑.๘๕

ตารางที่ ๑๗ แสดงน้ำหนัก ส่วนสูง พื้นที่ผิวกายและปริมาณน้ำระเหยของกลุ่มตัวอย่าง
เพศชายในฤดูหนาว

เลขที่	น้ำหนัก (กก.)	สูง (ซม.)	พื้นที่ผิวกาย (ม ^๒)	ปริมาณน้ำระเหย ๘ ชม.
๑	๔๕	๑๕๕.๕	๑.๔๓๒	๓๒๖.๕๖
๒	๖๐.๔	๑๗๕	๑.๗๓๖	๒๘๕.๗
๓	๕๔.๖	๑๖๐	๑.๕๕๘	๒๙๗.๒๔
๔	๕๘.๖	๑๗๑	๑.๖๘๕	๓๘๖.๘๕*
๕	๕๕.๓	๑๗๑	๑.๖๔๔	๔๔๖.๗๘
๖	๕๗	๑๖๕.๕	๑.๖๕๕	๒๙๕.๗๖
๗	๕๕	๑๕๘.๓	๑.๕๕๑	๕๕๑.๙๗
๘	๕๘.๖	๑๗๓	๑.๖๙๕	๕๖๒.๓๓
๙	๕๘.๑	๑๗๑.๕	๑.๖๘๓	๑๖๘.๙๑
๑๐	๕๗.๑	๑๖๗.๕	๑.๖๗๐	๑๘๖.๑๒
๑๑	๖๓	๑๗๖	๑.๗๗๕	๒๘๕.๕๑
๑๒	๕๔.๖	๑๗๒.๕	๑.๖๔๖	๔๗๕.๓๘
๑๓	๕๔.๖	๑๗๒	๑.๖๓๗	๔๐๒.๖๘*
๑๔	๖๕.๓	๑๖๘.๕	๑.๗๔๖	๔๔๘.๓
๑๕	๕๖.๑	๑๖๕	๑.๖๑๒	๒๗๕.๐๘*
๑๖	๕๕.๗	๑๖๗	๑.๖๒๑	๒๕๔.๖๗
๑๗	๕๘.๒	๑๗๑	๑.๖๕๒	๒๙๗.๖
๑๘	๕๓.๕	๑๖๖	๑.๕๙๑	๒๑๐.๕๘
๑๙	๕๐.๓	๑๖๔	๑.๕๓๒	๒๒๒.๖๘
๒๐	๔๘	๑๕๕	๑.๔๖๕	๔๗๑.๕๔
๒๑	๕๘.๕	๑๗๒	๑.๖๙๑	๔๗๔.๓๘

เลขที่	น้ำหนัก (กก.)	สูง (ซม.)	พื้นที่ผิวกาย (ม ^๒)	ปริมาณน้ำระเหย ๘ ชม.
๒๒	๔๔.๘	๑๖๑	๑.๔๓๕	๔๖๘.๗๔
๒๓	๓๓.๖	๑๗๘	๑.๕๑๑	๕๒๗.๓๑
๒๔	๖๒.๑	๑๗๐	๑.๗๒	๓๒๖.๘๖*
๒๕	๕๔.๔	๑๗๐.๓	๑.๖๒๘	๕๒๕.๖๓
๒๖	๕๔.๗	๑๖๔.๕	๑.๕๕๑	๓๕๒.๕๒
๒๗	๖๓.๕	๑๖๑.๕	๑.๖๘	๒๗๕.๔๕
๒๘	๕๒.๑	๑๖๖	๑.๕๖๕	๓๒๑.๓๐
๒๙	๔๗.๑	๑๕๕	๑.๔๕๗	๒๕๓.๘๒*
๓๐	๕๓.๕	๑๖๓.๗	๑.๕๗๖	๓๕๖.๕๒
๓๑	๕๑.๕	๑๖๒	๑.๕๓๔	๔๗๑.๑๖
๓๒	๖๓	๑๗๒	๑.๗๔๕	๒๒๒.๖๓
๓๓	๕๘.๗	๑๗๐	๑.๖๗๕	๒๔๖.๓๖
๓๔	๖๑.๕	๑๗๗	๑.๗๖๕	๒๗๒.๗๘
๓๕	๕๖.๓	๑๖๗	๑.๖๒๕	๒๕๗.๑๔
๓๖	๕๕.๓	๑๖๐.๕	๑.๖๑๘	๒๖๘.๒๗
๓๗	๖๑.๔	๑๖๘	๑.๖๕๗	๓๒๕.๕๑*
๓๘	๔๕.๕	๑๖๐.๕	๑.๕๐๓	๔๕๕.๕
๓๙	๕๘.๕	๑๖๘	๑.๖๖๒	๓๕๖.๓๕
๔๐	๔๘.๕	๑๖๒	๑.๕	๒๑๖.๘๖
๔๑	๕๕.๖	๑๖๕.๒	๑.๖๐๗	๔๒๕.๖๒
๔๒	๔๕.๕	๑๖๖	๑.๕๔	๒๗๕.๕
๔๓	๖๕.๓	๑๘๑	๑.๘๘๖	๓๒๑.๕๘
๔๔	๕๘	๑๖๕.๕	๑.๖๓๘	๒๐๐.๒๘

เลขที่	น้ำหนัก (กก.)	สูง (ซม.)	พื้นที่ผิวกาย (ม ^๒)	ปริมาณน้ำระเหย ๘ ชม.
๔๕	๕๕.๔	๑๗๐.๘	๑.๖๓๑	๑๗๘.๕๑
๔๖	๕๕	๑๗๒.๓	๑.๖๕๕	๓๑๘.๗๓
๔๗	๕๘.๑	๑๖๕.๕	๑.๖๖๘	๒๖๕.๘๓
๔๘	๕๔.๓	๑๖๓	๑.๕๗๖	๑๘๒
๔๙	๖๕.๑	๑๖๗	๑.๗๓๒	๔๘๕.๓๘
๕๐	๕๔.๕	๑๖๓.๕	๑.๕๘๗	๑๑๓.๑๕
๕๑	๕๓.๗	๑๕๓.๕	๑.๕๐๒	๔๕๒.๕๖
๕๒	๖๐.๑	๑๖๑	๑.๖๓๑	๕๐๗.๔
๕๓	๖๐.๘	๑๗๖.๕	๑.๗๕๒	๒๒๓.๘๖
๕๔	๕๖.๓	๑๕๘	๑.๔๔	๓๑๘.๓๒
๕๕	๕๕	๑๖๖.๕	๑.๖๕๘	๔๘๐.๑๖
๕๖	๕๒.๘	๑๖๒.๘	๑.๕๕๖	๑๗๔.๗๗
๕๗	๕๐.๔	๑๖๓.๘	๑.๕๓๒	๕๐๓.๘๒
๕๘	๕๗.๘	๑๗๐.๕	๑.๖๗๒	๕๔๖.๑๕
๕๙	๕๑.๑	๑๖๔	๑.๕๔๖	๓๖๔.๖๔
๖๐	๖๓.๗	๑๘๐.๓	๑.๘๑๔	๓๑๕.๒๒
๖๑	๕๖.๑	๑๖๔	๑.๖๐๕	๔๖๖.๐๖
๖๒	๖๒.๕	๑๗๓	๑.๗๕๑	๓๒๕.๒
๖๓	๕๖.๕	๑๖๗.๕	๑.๖๓๕	๒๘๔.๔๘
๖๔	๕๓.๘	๑๖๒.๕	๑.๕๖๖	๕๒๔.๕๖
๖๕	๕๕.๔	๑๖๘.๒	๑.๖๗๕	๓๒๒.๐๗
๖๖	๕๓.๗	๑๗๐	๑.๖๑๗	๓๖๖.๒๐
๖๗	๖๗.๕	๑๖๕	๑.๗๗๔	๓๕๕.๕๒

เลขที่	น้ำหนัก (กก.)	สูง (ซม.)	พื้นที่ผิวกาย (ม ^๒)	ปริมาณน้ำระเหย ๘ ชม.
๖๘	๕๑.๓	๑๖๕.๕	๑.๕๘๒	๑๖๕.๗๓
๖๙	๕๕.๓	๑๖๕	๑.๖๕	๔๓๗.๘๖
๗๐	๗๖	๑๗๓	๑.๙	๔๑๔.๒๒
๗๑	๕๒	๑๖๔	๑.๕๕๔	๒๖๓.๗๓
๗๒	๕๓.๑	๑๗๒	๑.๖๒๓	๑๙๕.๐๓



ตารางที่ ๑๘ แสดงน้ำหนัก ส่วนสูง พื้นที่ผิวกายและปริมาณน้ำระเหย ของกลุ่ม
ตัวอย่างเพศชายในฤดูร้อน

เลขที่	น้ำหนัก (กก.)	สูง (ซม.)	พื้นที่ผิวกาย (ม ^๒)	ปริมาณน้ำระเหย ๘ ชม.
๑	๖๑.๓	๑๗๕	๑.๗๔๗	๓๒๒.๐๑
๒	๕๔.๑	๑๗๑	๑.๖๒๕	๓๒๕.๑๘
๓	๖๐.๕	๑๗๑.๕	๑.๗๑๒	๔๒๖.๐๕*
๔	๕๓.๒	๑๗๒	๑.๖๒๔	๔๖๕.๗๑*
๕	๖๓.๕	๑๖๘.๕	๑.๗๓	๖๑๕.๑๕
๖	๕๖.๖	๑๖๕	๑.๖๑๘	๒๘๗.๔๕
๗	๕๗	๑๖๗	๑.๖๗๓	๓๘๐.๔๒
๘	๕๘.๑	๑๗๑	๑.๖๗๕	๓๒๒.๕๓*
๙	๕๑.๕	๑๖๔	๑.๕๕๓	๓๗๑.๑๕
๑๐	๔๖.๗	๑๕๕	๑.๔๕๒	๒๘๘.๐๑
๑๑	๕๗.๕	๑๗๒	๑.๖๘๔	๔๕๖.๑๔
๑๒	๖๓	๑๗๐	๑.๗๓๑	๔๗๔.๖๐*
๑๓	๕๓.๖	๑๗๐.๓	๑.๖๑๘	๔๒๕.๕๓
๑๔	๖๓.๒	๑๖๑.๕	๑.๖๗๓	๔๕๒.๕๑*
๑๕	๕๑.๑	๑๖๖	๑.๕๕๖	๔๑๗.๕๕
๑๖	๕๒.๒	๑๖๓.๗	๑.๕๕๔	๒๘๓.๕*
๑๗	๕๑.๕	๑๖๒	๑.๕๓๔	๑๕๔.๕๕
๑๘	๖๐.๔	๑๗๒	๑.๗๑๔	๓๘๕.๑๔*
๑๙	๕๕.๔	๑๗๐	๑.๖๘๘	๓๘๐
๒๐	๖๑.๗	๑๗๗	๑.๗๖๖	๓๕๕.๘๕*
๒๑	๕๘.๓	๑๖๗	๑.๖๕๓	๔๒๓.๘๑

เลขที่	น้ำหนัก (กก.)	สูง (ซม.)	พื้นที่ผิวกาย (ม ^๒)	ปริมาณน้ำระเหย ๘ ชม.
๒๒	๖๐.๐	๑๖๐.๕	๑.๖๒๖	๕๔๗.๓๒
๒๓	๖๑.๒	๑๖๘	๑.๖๙๕	๕๖๗.๕๗
๒๔	๔๘.๖	๑๖๐.๕	๑.๔๘๖	๓๖๕.๗๑*
๒๕	๕๕.๓	๑๖๘	๑.๖๗๒	๔๕๒.๙๓*
๒๖	๔๘.๘	๑๖๒	๑.๔๙๘	๕๓๐.๙๓
๒๗	๕๕.๘	๑๖๖	๑.๕๔๐	๓๘๙.๒๒*
๒๘	๖๖.๘	๑๘๑	๑.๘๕๗	๕๑๕.๔๘
๒๙	๕๕.๘	๑๗๒.๓	๑.๙๐๘	๓๖๓.๑๓
๓๐	๕๕.๒	๑๖๙.๕	๑.๖๘๑	๓๘๓.๙๕*
๓๑	๕๕.๓	๑๖๓	๑.๕๘๘	๔๕๔.๑๙
๓๒	๖๕.๓	๑๖๗	๑.๗๓๔	๖๕๕.๓๒
๓๓	๕๔.๕	๑๖๓.๕	๑.๖๘๒	๔๑๕.๑๔*
๓๔	๕๒.๖	๑๕๓.๕	๑.๔๘๘	๓๖๒.๒๕*
๓๕	๖๐	๑๖๑	๑.๖๒๙	๖๘๔.๓๙
๓๖	๖๐.๖	๑๗๖.๕	๑.๙๔๘	๘๕๕.๑๖
๓๗	๔๖.๑	๑๕๘	๑.๔๓๗	๓๙๘.๗๖
๓๘	๕๐.๑	๑๖๓.๘	๑.๕๒๘	๕๕๗.๔๕*
๓๙	๕๗.๘	๑๗๐.๕	๑.๖๗๒	๔๓๓.๒๘*
๔๐	๖๓.๓	๑๘๐.๓	๑.๘๐๙	๓๙๘.๓*
๔๑	๕๓.๗	๑๖๔	๑.๕๗๕	๓๘๑.๔๑*
๔๒	๖๒.๕	๑๗๓	๑.๗๔๗	๓๖๓.๔๒*
๔๓	๕๓.๒	๑๖๒.๕	๑.๕๕๘	๓๐๓.๑๔*
๔๔	๕๓.๕	๑๗๐	๑.๖๑๔	๔๒๔.๓๖

เลขที่	น้ำหนัก (กก.)	สูง (ซม.)	พื้นที่ผิวกาย (ม ^๒)	ปริมาณน้ำระเหย ๘ ชม.
๔๕	๖๓.๔	๑๖๕	๑.๙๓๓	๕๕๔.๕๕*
๔๖	๕๓.๙	๑๖๔	๑.๕๙๕	๓๕๒.๓๖
๔๗	๕๒.๓	๑๗๒	๑.๖	๔๑๓.๐๙
๔๘	๕๕.๕	๑๗๐.๕	๑.๖๔๘	๑๖๒.๖๒
๔๙	๕๔.๓	๑๖๓	๑.๕๙๖	๓๙๖.๒๒
๕๐	๕๐.๙	๑๕๔	๑.๔๖๕	๒๒๒.๔๖*
๕๑	๕๙.๔	๑๗๐.๕	๑.๖๖๗	๓๒๖.๕๗*
๕๒	๔๖.๓	๑๖๐	๑.๔๕๓	๓๓๒.๔๖*
๕๓	๔๖.๙	๑๕๙.๕	๑.๔๒๒	๓๘๐.๒ *
๕๔	๕๙.๓	๑๗๘.๕	๑.๙๒๒	๔๖๑.๑๕*
๕๕	๕๙.๖	๑๖๐.๕	๑.๕๕๘	๓๘๓.๕๗*



16982