796.425
ป749ก
ร.3

การสูญเสียเหงื่อและเกลือในการวิ่งฮาล์ฟมาราธอน

ปริญญานิพนธ์

ของ

เปโส ขบวนดี

E2 ก.ย. 2535

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกพลศึกษา

มกราคม 2535

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

180551

คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบ ได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกพลศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการควบคุม

.....ประธาน
(อาจารย์สุทธิ พานิชเจริญนาม)

.....กรรมการ
(อาจารย์แผน เจียระนัย)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธาน
(อาจารย์สุทธิ พานิชเจริญนาม)

.....กรรมการ
(อาจารย์แผน เจียระนัย)

.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(อาจารย์ไพบูลย์ ศรีชัยสวัสดิ์)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกพลศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศ.ดร.สมพร บัวทอง)

วันที่ 15 เดือน มกราคม พ.ศ. 2535

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาให้คำปรึกษาแนะนำเป็นอย่างดียิ่งจาก อาจารย์สุทธิ พานิชเจริญนาม อาจารย์แผน เจียระนัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์เทเวศน์ นิริยะพฤนท์ ที่ได้กรุณาเสียสละเวลาให้ข้อเสนอแนะ การปรับปรุงแก้ไข จนทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ลงได้ และอาจารย์ไพบูลย์ ศรีชัยสวัสดิ์ ที่ได้กรุณาเป็นกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ผดุง อารยะวิญญู ที่กรุณาได้ตรวจ แก้ไข บทคัดย่อภาษาอังกฤษ รองศาสตราจารย์ฉวีวรรณ ประพันธ์ ดร.อนันต์ ภู่ศิริ แห่งภาควิชาเคมีคลินิค คณะเทคนิคการแพทย์ ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี ขอขอบคุณ อธิการ อาจารย์ และนักศึกษาชาย ของวิทยาลัยครูหมู่บ้านจอมบึง ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล อาจารย์แชล่ม บุญลุ่ม อาจารย์ยอดวิทย์ เครือวรรณ อาจารย์คมกฤษ ภาษาพรหม และเพื่อนร่วมรุ่นทุกคน ที่ให้ความช่วยเหลือและเสนอแนะในการทำปริญญานิพนธ์

คุณประโยชน์ที่พึงมีของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ บิดา มารดา ผู้ซึ่งให้ชีวิตและการศึกษาแก่ผู้วิจัย

เปโส ขบวนดี

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายในการวิจัย	3
	ความสำคัญของการวิจัย	3
	ขอบเขตของการวิจัย	4
	ข้อตกลงเบื้องต้น	4
	นิยามศัพท์เฉพาะ	5
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
	เอกสารภายในประเทศและต่างประเทศ	6
	งานวิจัยต่างประเทศ	22
	งานวิจัยภายในประเทศ	28
3	วิธีดำเนินการวิจัย	32
	กลุ่มตัวอย่าง	32
	เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	32
	สถานที่ทดลอง	34
	การเก็บรวบรวมข้อมูล	35
	การวิเคราะห์ข้อมูล	36
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	37
	การวิเคราะห์ข้อมูลและแปลความหมาย	37

บทที่ หน้า

5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ..... 40
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า..... 40
กลุ่มตัวอย่าง..... 40
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า..... 40
การวิเคราะห์ข้อมูล..... 42
สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 42
อภิปรายผล..... 43
ข้อเสนอแนะ..... 46
ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป..... 46

บรรณานุกรม..... 47

ภาคผนวก..... 51

ประวัติผู้วิจัย..... 55

บัญชีตาราง

ตาราง หน้า

1 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนัก ปริมาตร และร้อยละของเหงื่อที่ร่างกายสูญเสีย หลังจากการวิ่งฮาล์ฟมาราธอน..... 7

2 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนักเกลือที่ร่างกายสูญเสีย หลังจากการวิ่งฮาล์ฟมาราธอน..... 38

3 แสดงน้ำหนักก่อนการทดสอบ หลังการทดสอบ น้ำหนักน้ำที่ดื่ม และสถิติของผู้เข้ารับการทดสอบ ในการวิ่งฮาล์ฟมาราธอน..... 52

4 แสดงปริมาณ และปริมาตร ของการสูญเสียเหงื่อของผู้เข้ารับการทดสอบภายหลังจากการวิ่งฮาล์ฟมาราธอน..... 53

5 แสดงปริมาณเกลือที่ร่างกายสูญเสียออกมาพร้อมกับการหลั่งเหงื่อของผู้เข้ารับการทดสอบ ภายหลังจากการวิ่งฮาล์ฟมาราธอน..... 54

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ หน้า

1 แสดงโครงสร้างของต่อมเหงื่อ..... 8

2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการสูญเสียน้ำกับประสิทธิภาพการทำงานของร่างกาย... 11

3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการไม่ดื่มน้ำ การดื่มน้ำตามต้องการ และการดื่มน้ำ
เท่ากับปริมาณของเหงื่อที่สูญเสียในขณะออกกำลังกาย..... 12

4 แสดงปริมาณอิเล็กโทรไลต์ในของเหลวในร่างกาย..... 14

5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพีเอชของเลือดกับอัตราส่วนความเข้มข้นของกรด
คาร์บอนิก กับไบคาร์บอเนต..... 19

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การออกกำลังกายเป็นวิธีการตามธรรมชาติอย่างหนึ่ง ที่มีบทบาทสำคัญต่อการดำเนินชีวิต การออกกำลังกายทำให้อวัยวะต่าง ๆ เกือบทุกระบบในร่างกายถูกใช้งานมากกว่าในภาวะปกติ ซึ่งถ้าเป็นไปด้วยปริมาณความหนักเบาที่พอเหมาะกับสภาพร่างกาย จะทำให้อวัยวะต่าง ๆ เจริญขึ้น ตรงกันข้ามถ้าร่างกายขาดการออกกำลังกาย จะมีผลทำให้อวัยวะขาดประสิทธิภาพในการทำงาน ทำให้เกิดการเสื่อมโทรมของอวัยวะ และเป็นสาเหตุก่อให้เกิดโรคร้ายหลายชนิด

วรศักดิ์ เพียรชอบ (2523 : 37-44) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการออกกำลังกายพอสรุปได้ว่า การออกกำลังกายเป็นประจำช่วยลดความดันโลหิตสูง และช่วยลดไขมันในเส้นเลือดได้ ทำให้ร่างกายและจิตใจมีประสิทธิภาพในการทำงาน สามารถประกอบการทำงานต่าง ๆ ให้ได้ผลผลิตสูงขึ้น ช่วยให้อวัยวะต่าง ๆ ของร่างกายมีความแข็งแรง ปราศจากโรคภัยต่าง ๆ ซึ่งทางการแพทย์มีความเชื่อว่า การออกกำลังกายช่วยป้องกันการเป็นโรคหัวใจได้เป็นอย่างดี

การออกกำลังกายจะทำให้อวัยวะต่าง ๆ ภายในร่างกายทำงานเพิ่มขึ้น และความร้อนในร่างกายจะมีอุณหภูมิสูงขึ้น ในการฝึกกีฬาที่ต้องใช้ความอดทนนั้น ร่างกายต้องทำงานหนักและเป็นเวลานาน กล้ามเนื้อหัวใจต้องทำงานเพิ่มขึ้นในการสูบฉีดเลือดไปเลี้ยงร่างกายให้เพียงพอ เบอร์เกอร์ (Berger. 1982 : 191-201) กล่าวว่า ในขณะที่ร่างกายออกกำลังกายถึงขีดสูงสุด อัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้นมากกว่าเท่าตัว การสูบฉีดเลือดมีปริมาณมากขึ้น และการไหลเวียนของเลือดไปยังอวัยวะที่ออกแรงใช้งานมากขึ้นด้วย อนันต์ อัตชู (2521 : 45) กล่าวว่า ในขณะที่อุณหภูมิของร่างกายสูงขึ้นกว่าปกติ ร่างกายจะมีกลไกในการปรับตัวให้อุณหภูมิปกติ โดยใช้ระบบระบายความร้อน ซึ่งมีการไหลเวียนของเลือดไปสู่ผิวหนังเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ มอร์เฮ้าส์ และมิลเลอร์ (Morehouse and Miller. 1971 : 223-225) ที่กล่าวว่า ผิวหนังระบายความร้อนออกจากร่างกายโดยการแผ่รังสี (Radiation) การนำความร้อน (Conduction) การพาความร้อน (Convection) การระเหย (Evaporation) ทั้งนี้เนื่องจากการระบายความร้อนตามวิธี

ดังกล่าวข้างต้น ต้องอาศัยการขยายหลอดเลือด บริเวณผิวหนังมีการหลั่งเหงื่อออกมา กลไกการปรับตัวของร่างกายในการหลั่งเหงื่อมีส่วนสำคัญอย่างยิ่งในการปรับอุณหภูมิของร่างกายให้อยู่ในภาวะสมดุลย์ และมีสมรรถภาพในการทำงานอย่างปกติ ร่างกายจะหลั่งเหงื่อออกมาทางผิวหนังในรูปของเหลว การหลั่งเหงื่อของร่างกายแต่ละบริเวณแตกต่างกัน คือ บริเวณลำตัวหลั่งเหงื่อประมาณ 50 เปอร์เซนต์ ส่วนของร่างกายตั้งแต่สะโพกลงไป 25 เปอร์เซนต์ และอีก 25 เปอร์เซนต์ จะหลั่งออกมาจากบริเวณศีรษะและแขน เทเวศร์ นิริยะพฤนท์ (2528 : 121) กล่าวว่าการออกกำลังกายหนัก ๆ ใน 1 ชั่วโมง อาจมีการสูญเสียเหงื่อ 2-3 ลิตร ในการสูญเสียเหงื่อของร่างกาย ถ้าหากได้มีการชดเชยเท่ากับปริมาณที่สูญเสีย ร่างกายก็จะฟื้นคืนสู่สภาพปกติได้เร็วขึ้น

การวิ่งเป็นการออกกำลังกายขั้นพื้นฐานของมนุษย์ที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย การวิ่งของมนุษย์ได้มีการพัฒนาและเปลี่ยนแปลงเรื่อยมาตามกาลสมัย และจัดเป็นเกมส์กีฬาชนิดหนึ่ง ซึ่งส่งเสริมให้บุคคลที่ได้มีกิจกรรมนี้ ได้มีการออกกำลังกายและพัฒนาทั้งทางร่างกาย อารมณ์ สังคม และจิตใจ การวิ่งเป็นการเคลื่อนไหวร่างกายหลายส่วน การเคลื่อนไหวนี้จำเป็นต้องอาศัยความสัมพันธ์ในการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ เป็นอย่างดี เจริญ กระบวนรัตน์ และ สาลี่ สุภาภรณ์ (2530 : 20-22) ได้กล่าวถึงการวิ่งว่า การวิ่งออกกำลังกายมีส่วนช่วยส่งเสริมและพัฒนาสุขภาพร่างกายให้สมบูรณ์แข็งแรงขึ้น

การวิ่งฮาล์ฟมาราธอน เป็นการวิ่งแข่งขันระยะหนึ่งที่มีการจัดแข่งขันกันอย่างแพร่หลาย ดังจะเห็นได้จากรายการวิ่งซึ่งมีปรากฏให้เห็นอยู่ตลอดปีทั้งในประเทศและต่างประเทศ การวิ่งฮาล์ฟมาราธอนจัดเป็นรายการวิ่งหนึ่งซึ่งมีระยะทางไกล ในการวิ่งระยะนี้ผู้ที่มีสมรรถภาพร่างกายแข็งแรงเท่านั้น จึงสามารถเข้าร่วมรายการแข่งขันนี้ได้ ปัจจุบันกำลังเป็นที่วิพากษ์วิจารณ์กันอย่างกว้างขวางถึงอันตรายที่อาจเกิดกับผู้เข้าร่วมการแข่งขัน โดยเฉพาะผู้ที่มีสมรรถภาพร่างกายไม่สมบูรณ์พอ เพราะในการวิ่งฮาล์ฟมาราธอนแต่ละครั้งระบบการทำงานต่าง ๆ ของร่างกายต้องทำงานอย่างหนักเป็นเวลานาน ทำให้ร่างกายปรับตัวโดยการระบายความร้อนในร่างกายออกมาในรูปของการหลั่งเหงื่อเป็นจำนวนมาก เพื่อปรับอุณหภูมิของร่างกายให้อยู่ในภาวะปกติ ในการเสียเหงื่อของร่างกายนั้นจะมีเกลือชนิดต่าง ๆ ติดตามออกมาด้วย ดังนั้นการสูญเสียเหงื่อของร่างกายก็เท่ากับร่างกายสูญเสียเกลือจำนวนหนึ่งพร้อมกับการหลั่งของเหงื่อด้วย ถ้าหากร่างกายเกิดการสูญเสียเหงื่อและเกลือเป็นจำนวนมาก จะทำให้ปฏิกิริยาเคมีในร่างกายทำงานผิดปกติได้ ผลต่อมาก็คือทำให้สมรรถภาพในการทำงานของร่างกายลดถอยลง และมีอันตรายต่าง ๆ ตามมาได้

ภายหลังการวิ่งสิ้นสุดลง ผู้เข้าร่วมการแข่งขันจะรู้สึกเพลีย หมดแรง เนื่องจากการที่ร่างกายต้องใช้พลังงานไปเป็นจำนวนมาก นักวิ่งส่วนหนึ่งมักจะหาทางชดเชยโดยการกินเกลือแร่หรือกินเกลือเม็ดเพื่อหวังให้ร่างกายฟื้นคืนสู่สภาพปกติให้เร็วที่สุด โดยไม่คำนึงถึงอันตรายที่จะเกิดขึ้น อันตรายดังกล่าวเกิดจากการที่ร่างกายเกิดการสูญเสียเหงื่อและเกลือไปเป็นจำนวนมาก เป็นผลทำให้เกลือในเลือดมีความเข้มข้นสูงขึ้น ฉะนั้นการกินเกลือเข้าไปเท่ากับเป็นการเพิ่มระดับความเข้มข้นของเกลือในเลือดที่สูงอยู่แล้วให้ยิ่งสูงขึ้นไปอีก ในสภาวะที่เกลือในเลือดมีความเข้มข้นสูงเช่นนี้จะทำให้เลือดแข็งตัวง่าย อาจทำให้หัวใจล้มเหลวและไตวายได้ง่าย ซึ่งในทางปฏิบัติที่ถูกต้องในเรื่องของการชดเชยน้ำและเกลือนั้น จะต้องใช้การชดเชยในปริมาณที่เท่ากันกับปริมาณที่ร่างกายสูญเสีย สมดุลในร่างกายจึงจะเกิดขึ้น ในกรณีที่เราจะชดเชยให้ได้ในปริมาณที่พอดีได้นั้นเราจำเป็นต้องทราบปริมาณของเหงื่อและเกลือที่ร่างกายสูญเสียออกมาก่อน จึงจะสามารถทำการชดเชยน้ำและเกลือได้ในปริมาณที่พอดี

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาหาปริมาณของเหงื่อและเกลือที่สูญเสียไปเนื่องจากการวิ่งฮาล์ฟมาราธอน เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการชดเชยน้ำและเกลือ เพื่อปรับปรุงความสามารถให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นต่อไป

<u>ความมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า</u>

เพื่อทราบปริมาณของเหงื่อและเกลือแต่ละชนิดที่ร่างกายสูญเสียภายหลังจากการวิ่งฮาล์ฟมาราธอน

<u>ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า</u>

1. ทำให้ทราบปริมาณของเหงื่อและเกลือแต่ละชนิดที่ร่างกายสูญเสีย ภายหลังจากการวิ่งฮาล์ฟมาราธอน

2. จะเป็นแนวทางให้ผู้ฝึกกีฬา ครูพลศึกษา และผู้สนใจ ได้เลือกวิธีการที่เหมาะสมในการที่จะหาทางชดเชยน้ำและเกลือที่ร่างกายสูญเสียแก่นักกีฬา เพื่อปรับปรุงความสามารถให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

3. จะเป็นแนวทางในการศึกษาค้นคว้าทางด้านสรีรวิทยาของการออกกำลังกาย และวิทยาศาสตร์การกีฬาต่อไป

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักศึกษาชายของวิทยาลัยครูหมู่บ้านจอมบึง ชั้นปีที่ 1-4 ปีการศึกษา 2534 จำนวน 10 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Random Sampling)

2. ตัวแปรที่จะศึกษา

2.1 ตัวแปรอิสระ (Independent Variables) ได้แก่ การวิ่งฮาล์ฟมาราธอน

2.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variables) ได้แก่ ปริมาณเหงื่อ และเกลือที่สูญเสีย จากการวิ่งฮาล์ฟมาราธอน

ข้อตกลงเบื้องต้น

1. ผู้วิจัยไม่สามารถควบคุมผู้เข้ารับการทดสอบในเรื่อง การรับประทานอาหาร การพักผ่อน ตลอดจนสภาวะทางจิตใจ ทั้งก่อนและขณะทำการทดสอบ

2. ผู้เข้ารับการทดสอบต้องเข้ารับการทดสอบในภาวะร่างกายปกติ คือ ไม่รับประทานเกลือก่อนการวิ่ง

3. เวลาที่ใช้ในการทดสอบ ตั้งแต่เวลา 06.00-09.00 น.

4. ผู้วิจัยกำหนดจุดให้น้ำทุกระยะทาง 5 กิโลเมตร โดยเตรียมน้ำ 4 ขวด ต่อผู้เข้ารับการทดสอบ 1 คน ซึ่งน้ำแต่ละขวดผ่านการชั่งน้ำหนักพร้อมทั้งติดชื่อผู้เข้ารับการทดสอบแต่ละคนไว้ที่ขวด

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ฮาล์ฟมาราธอน หมายถึง การวิ่งในระยะทาง 21.1 กิโลเมตร

2. เหงื่อ (Sweat) หมายถึง ของเสียที่ร่างกายขับออกมาจากร่างกาย ประกอบด้วย น้ำ โซเดียม (Na^+) โปตัสเซียม (K^+) คลอไรด์ (Cl^-) ไบคาร์บอเนต (HCO_3^-) เป็นต้น

3. เกลือ (Salt) หมายถึง เกลือที่เป็นองค์ประกอบของอิเลคโตรไลท์ (electrolytes) ชนิดต่าง ๆ เช่น โซเดียม (Na^+) โปตัสเซียม (K^+) คลอไรด์ (Cl^-) และไบคาร์บอเนต (HCO_3^-) ที่สูญเสียออกมาพร้อมกับการหลั่งเหงื่อในการวิ่งฮาล์ฟมาราธอน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยครั้งนี้ ทั้งของต่างประเทศและในประเทศ พอสรุปได้ดังนี้

เอกสารภายในประเทศและต่างประเทศ

อุณหภูมิ ภูมิอากาศ และสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการออกกำลังกาย

อุณหภูมิและสภาพอากาศหรือสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ จะมีส่วนเกี่ยวข้องกับการออกกำลังกาย เนื่องจากเป็นตัวกำหนดมาตรฐานและคุณภาพของการออกกำลังกาย ในขณะที่ร่างกายเกิดการเคลื่อนไหวหรือมีการออกกำลังกาย จะเกิดความร้อนขึ้น ซึ่งจะมีผลต่อเนื่องกับสภาพอากาศหรืออุณหภูมิภายนอกร่างกาย นอกจากนี้ยังมีผลต่อเนื่องไปถึงระบบการขับเหงื่อ หรือการระบายความร้อนในร่างกายออกมาภายนอก สภาพอากาศที่แวดล้อมตัวบุคคลจึงมีส่วนสัมพันธ์กับการออกกำลังกายโดยปกติร่างกายคนเราสามารถปรับตัวอยู่ได้อย่างสบาย เนื่องจากความเคยชิน และปริมาณของอากาศที่ต้องการอยู่ในภาวะสมดุล ทำให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ในพื้นที่ต่าง ๆ ของโลก โดยอาศัยความสามารถในการปรับตัวของร่างกายและสิ่งประกอบภายนอก เป็นส่วนช่วยเหลือป้องกันความร้อนหนาว ความสามารถของร่างกายรักษาระดับอุณหภูมิของร่างกายได้คงที่นั่นเอง (พีระพงศ์ บุญศิริ. 2532 : 115)

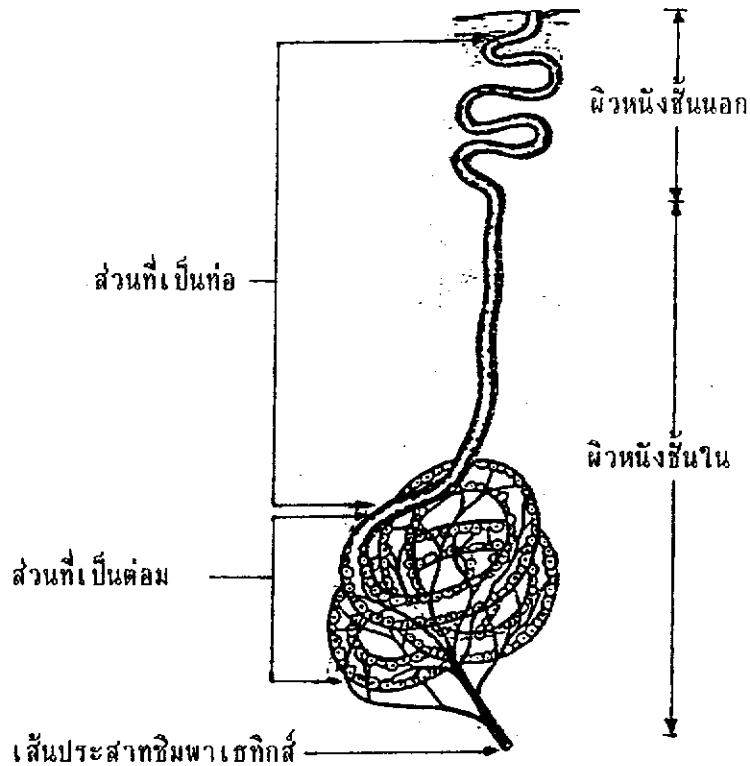
การรักษาอุณหภูมิของร่างกาย

เทเวศร์ พิริยะพฤนท์ (2528 : 128) กล่าวว่า โดยปกติแล้วอุณหภูมิของคนและสัตว์เลือดอุ่นอยู่ในภาวะปกติ มีค่าประมาณ 37 องศาเซลเซียส อาจเพิ่มขึ้นหรือลดลงได้ไม่เกิน 1 องศาเซลเซียส พีระพงศ์ บุญศิริ (2532 : 116) กล่าวว่า ร่างกายต้องรักษาระดับอุณหภูมิภายใน

ให้สมดุล โดยจำนวนความร้อนที่ผลิตขึ้นในร่างกายเท่ากับจำนวนความร้อนที่สูญเสียไป ความร้อนที่ผลิตขึ้นในร่างกายเป็นความร้อนที่ร่างกายสร้างขึ้นจากกระบวนการสร้างของเซลล์ การควบคุมอุณหภูมิของร่างกายจะมีศูนย์ควบคุมอยู่ที่ไฮโปธาลามัส ในขณะที่ออกกำลังกายร่างกายสามารถผลิตความร้อนเพิ่มขึ้นมากกว่าในขณะพักปกติประมาณ 20-30 เท่า หากมีการออกกำลังกายอย่างเข้มข้น อุณหภูมิของร่างกายอาจเพิ่มจากปกติเป็น 40 องศาเซลเซียส ซึ่งใกล้ขีดอันตราย และ รุ้งตะวัน แสงจันทร์ (2531 : 1) ได้กล่าวว่า ถ้าหากอุณหภูมิกายลดลง 10 องศาเซลเซียส ปฏิกิริยาต่าง ๆ ของเซลล์จะลดลงถึง 2.5 เท่า นั่นคือ อุณหภูมิที่ลดลงทุก ๆ 1 องศาเซลเซียส ทำให้เมตาบอลิซึมของร่างกายลดลง 25 เปอร์เซนต์

<u>การหลั่งเหงื่อ</u> (Sweating)

การหลั่งเหงื่อก็เป็นการช่วยรักษาอุณหภูมิของร่างกาย โดยอาศัยต่อมเหงื่อซึ่งมีอยู่ทั่วร่างกาย ประมาณ 2.5 ล้านต่อม กระจายอยู่ใต้ผิวหนัง มีลักษณะเป็นต่อมมีท่อ (Exocrine Gland) ที่มีชื่อเฉพาะสำหรับต่อมเหงื่อว่าเอ๊คไครท์ แกลนด์ (Eccrine Gland) ประกอบด้วยโครงสร้างที่มีลักษณะพิเศษ 2 ส่วน (ดูจากภาพประกอบ 1)



ภาพประกอบ 1 แสดงโครงสร้างของต่อมเหงื่อส่วนที่เป็นขด (Coiled) อยู่ในชั้นใน และส่วนที่เป็นท่อซึ่งอยู่ในชั้นนอก

1. ส่วนแรกมีลักษณะเป็นขด (Coiled) อยู่ในชั้นในค่อนข้างลึก ทำหน้าที่สร้างเหงื่อโดยขับออกมาจากเซลล์บุผิวหนังของต่อมเหงื่อในส่วนนี้ ซึ่งมีส่วนประกอบคล้ายพลาสมา คือมีโซเดียมไอออน และคลอไรด์ไอออน ประมาณ 142 และ 104 มิลลิอิควิวาเลนท์ต่อลิตร (mEq/L) ตามลำดับ ส่วนไอออนอื่น ๆ มีน้อยมาก

2. ท่อนำน้ำเหงื่อจะอยู่ต่อจากส่วนแรก มีลักษณะเป็นท่อผ่านจากชั้นในออกมาถึงชั้นนอกเป็นรูเปิดออกสู่ภายนอก เมื่อของเสียครั้งแรกไหลผ่าน ส่วนที่เป็นท่อนี้จะเกิดดูดซึมกลับ (Reabsorption) ของโซเดียมไอออน และโปตัสเซียมไอออน จนเหลือความเข้มข้นเพียงอย่างละ 5 มิลลิอิควิวาเลนท์ต่อลิตร (mEq/L) และส่วนที่เป็นน้ำจะถูกดูดซึมกลับได้มาก โดยปกติท่อนำเหงื่อจะมีการหดตัวเป็นระยะ ๆ เพื่อนำเหงื่อออกมาสู่ผิวหนังภายนอก โดยการหดตัว 1-2 ครั้งต่อนาที

และจะเพิ่มขึ้นเป็น 15-20 ครั้งได้ หากมีการออกกำลังกายหรือมีอุณหภูมิกายเพิ่มขึ้น (รุ้งตะวัน แสงจันทร์. 2531 : 11) พีระพงศ์ บุญศิริ (2532 : 117) กล่าวว่า อัตราการหลั่งเหงื่อขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของการออกกำลังกาย ระยะเวลา และเพศ เพศหญิงจะผลิตเหงื่อได้น้อยกว่าเพศชาย ความตื่นเต้นก็มีผลต่อการผลิตเหงื่อ ทำให้เหงื่อที่ฝ่ามือ ฝ่าเท้า และหน้าผาก ออกมามากกว่าปกติ

จรวยพร ธรณินทร์ (2525 : 276) กล่าวว่า ปริมาณการหลั่งเหงื่อของร่างกายขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่อไปนี้

1. ปริมาณงาน ถ้าร่างกายทำงานหนักติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน ร่างกายจะหลั่งเหงื่อเป็นจำนวนมาก

2. อุณหภูมิ สภาพแวดล้อม ความชื้นสัมพัทธ์ ร่างกายจะหลั่งเหงื่อเป็นจำนวนมากถ้าหากมีการทำงานในที่ที่มีอุณหภูมิสูง และมีความชื้นสัมพัทธ์สูง

3. อัตราการหลั่งเหงื่อของชายมากกว่าหญิงในการทำงานที่มีปริมาณเท่ากัน

4. ปริมาณพื้นที่ของผิวร่างกาย คนที่มีพื้นที่ผิวของร่างกายมากจะมีการหลั่งเหงื่อได้ในปริมาณมากกว่าคนที่มีพื้นที่ผิวของร่างกายน้อยกว่า

บรานช์ (Branch. 1967 : 127) ได้ศึกษาพบว่า ถ้าร่างกายต้องหลั่งเหงื่อเป็นจำนวนมาก ภายในระยะเวลาอันรวดเร็ว ทำให้ร่างกายอยู่ในภาวะขาดน้ำ (Acute dehydration) ร่างกายจะไม่สามารถคงสภาพปกติอยู่ได้ ทั้งนี้เพราะน้ำในเนื้อเยื่อและน้ำในเลือดถูกขับออกมาในรูปของเหงื่อ ทำให้เลือดมีปริมาณลดลงและความเข้มสูงขึ้น การไหลเวียนของเลือดจะผิดปกติ หัวใจต้องทำงานหนักขึ้น เมื่อร่างกายอยู่ในสภาพเช่นนี้จะทำให้เกิดอาการกระหายน้ำ คลื่นไส้อาเจียน และเป็นลมได้ เมื่อมีการหลั่งเหงื่อเป็นจำนวนมากสิ่งที่ร่างกายต้องสูญเสียออกมาพร้อมกับการหลั่งเหงื่อ ได้แก่ น้ำและเกลือ สารประกอบสองประการนี้มีความสำคัญต่อร่างกาย ดังนี้

น้ำ (Water) เป็นสารประกอบที่มีความสามารถในการดูดซึมได้เป็นอย่างดี มีอยู่ทั่วร่างกาย โดยปกติจำนวนน้ำในร่างกายจะมีประมาณ 2/3 ของน้ำหนักของร่างกาย และ 1/3 ของน้ำหนักนี้จะเป็นของเหลวนอกเซลล์ (Extracellular Fluid) ได้แก่ ของเหลวที่ไปหล่อเลี้ยงสมอง ไขสันหลัง ลูกตา พลาสมาในเลือด และของเหลวในเซลล์ (Intracellular Fluid) และ 2/3 ของน้ำหนักน้ำในร่างกาย คือ ของเหลวระหว่างเซลล์ (Interstitial Fluid) (จรวยพร ธรณินทร์. 2525 : 276-277) และวันดี วราวิทย์ (2523 : 3) กล่าวว่า

ในภาวะปกติความเข้มข้นของสารละลายในน้ำนอกเซลล์จะสมดุลกัน ถ้าความเข้มข้นของสารละลายของน้ำนอกเซลล์หรือภายในเซลล์เปลี่ยนแปลง น้ำในส่วนที่มีความเข้มข้นสูงจะซึมผ่านผนังเซลล์ไปยังบริเวณที่มีความเข้มข้นต่ำ เกิดขบวนการออสโมซิส (Osmosis) ขึ้นในร่างกาย

ศรีเทียน อุษณาวรงค์ และ สัญญา ร้อยสมมุติ (2530 : 4-5) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของน้ำไว้ดังนี้

1. ควบคุมอุณหภูมิของร่างกาย โดยอาศัยคุณลักษณะที่น้ำมีความจุความร้อนสูง จึงทำให้อุณหภูมิของร่างกายเปลี่ยนแปลงได้ช้า และไม่เปลี่ยนแปลงมาก

2. เป็นตัวทำละลายที่ดี โดยทำให้สารที่มีโมเลกุลใหญ่กลายเป็นสารที่มีโมเลกุลเล็ก ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการดูดซึมและแพร่กระจายของสารนั้น ๆ ได้

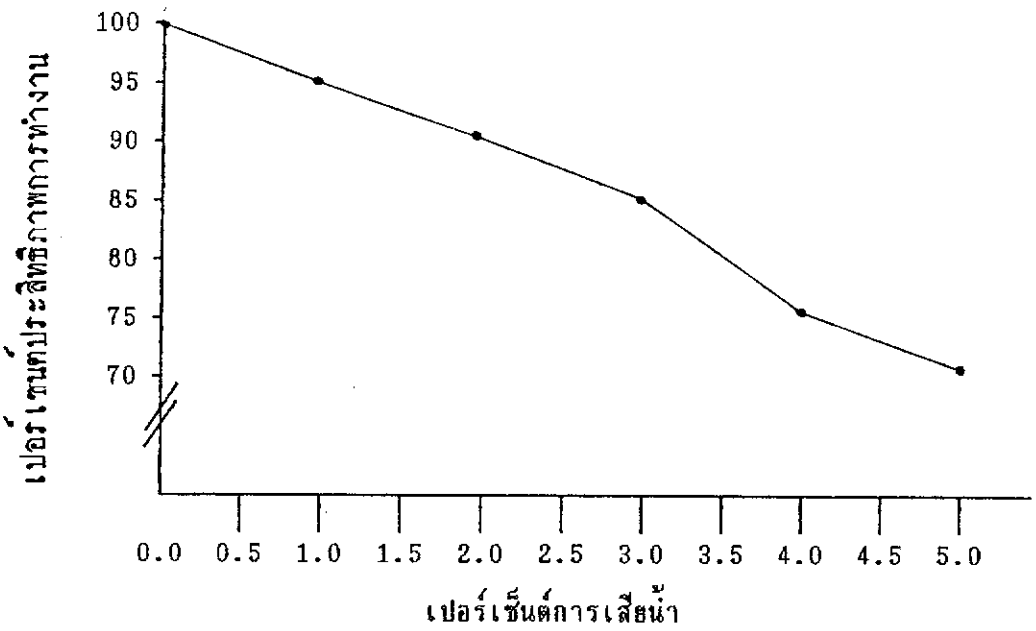
3. เป็นตัวกลางในการนำสารต่าง ๆ ไปยังระบบที่เหมาะสม เช่น การนำเอาออกซิเจนไปยังเซลล์ และการนำของเสียออกจากเซลล์

4. เป็นตัวรวมในปฏิกิริยาเคมีที่สำคัญในร่างกาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสต่าง ๆ

5. ช่วยลดการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารของร่างกาย ทั้งนี้เพราะน้ำมีโมเลกุลเล็กสามารถเข้าออกเซลล์ได้ดี ดังนั้น ถ้าเกิดการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารในส่วนหนึ่งของร่างกาย น้ำจากอีกส่วนหนึ่งสามารถเคลื่อนที่เข้ามาแทน หรือออกไปยังส่วนอื่นตามความแตกต่างของแรงดันออสโมซิส (Osmosis) ทำให้ความเข้มข้นของส่วนนั้นเปลี่ยนแปลงไปไม่มาก

<u>การสูญเสียน้ำในร่างกาย</u> (Dehydration)

จรวยพร ธรณินทร์ (2525 : 276-277) กล่าวว่า การสูญเสียน้ำของร่างกายมีความสำคัญต่อนักกีฬาอย่างยิ่ง เพราะการสูญเสียน้ำร่างกายต้องการน้ำเข้ามาทดแทน การสูญเสียน้ำหากมิได้มีการทดแทน จะทำให้ความสามารถในการออกกำลังกายลดลง ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ กัลยา กิจบุญชู (2534 : 16-18) กล่าวสนับสนุนว่า เมื่อร่างกายเกิดการสูญเสียน้ำถึงระดับหนึ่ง จะมีผลต่อร่างกาย ทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานของร่างกายลดลง (ดูจากภาพประกอบ 2)



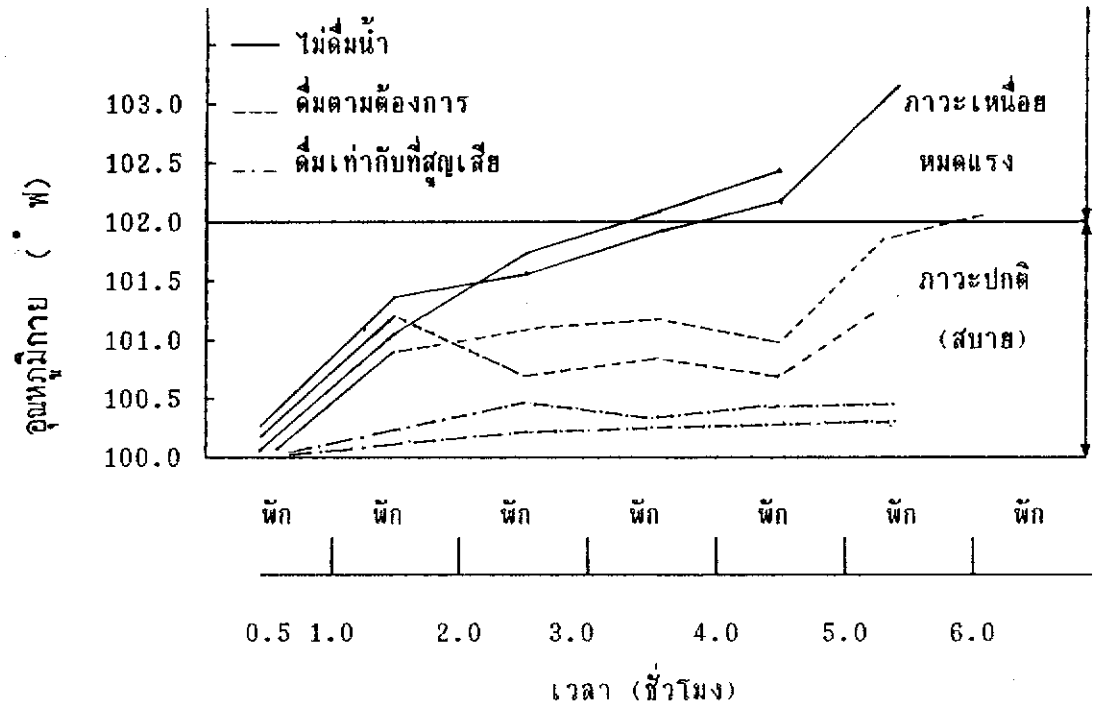
ภาพประกอบ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการสูญเสียน้ำกับประสิทธิภาพการทำงานของร่างกาย

การสูญเสียน้ำในร่างกายตั้งแต่ 4 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักร่างกาย นับว่าเป็นอันตรายยิ่ง เพราะร่างกายมีการเปลี่ยนแปลง ดังนี้

1. ปริมาตรของเหลวในโลหิต คือพลาสมาลดลง
2. อุณหภูมิของร่างกายไม่ว่าส่วนลึกหรือส่วนของผิวหนังเพิ่มขึ้น
3. จำนวนความร้อนในร่างกายที่สะสมไว้เพิ่มขึ้น
4. การรักษาระดับอุณหภูมิของร่างกายไม่เป็นผล เพราะไม่มีเหงื่อใช้ในการระเหย ทำให้ปริมาตรโลหิตที่ไหลเวียนลดลง
5. ความสามารถในการทำงานหรือออกกำลังของร่างกายลดลง
6. ความดันโลหิตในเส้นโลหิตดำลดลง

(จรวยพร ธรณินทร์. 2525 : 277)

พิทซ์ (Morehouse and Miller. 1971 : 225-226 ; citing Pitts. 1944 : 142-254) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการดื่มน้ำระหว่างการออกกำลังในที่มีอากาศร้อน (อุณหภูมิ 100 องศาฟาเรนไฮต์ ความชื้นสัมพัทธ์ 35-45 เปอร์เซนต์) โดยให้ผู้ถูกทดลองแต่ละคนซึ่งเคยชินกับอากาศร้อนเดินบนทางลาดชันด้วยความเร็ว และให้หยุดพักทุกครึ่งชั่วโมง ผลการศึกษาพบว่า ผู้ถูกทดลองที่เดินโดยไม่ดื่มน้ำเลยอุณหภูมิของร่างกายจะสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนถึง 102 องศาฟาเรนไฮต์ และเหนื่อยเร็ว ผู้ถูกทดลองที่ได้ดื่มน้ำตามต้องการมีอุณหภูมิสูงขึ้นเล็กน้อย และสามารถเดินได้อย่างสบาย แต่ผู้ถูกทดลองกลุ่มที่ให้ดื่มน้ำเท่ากับเหงื่อที่จะต้องสูญเสียไปจะสามารถเดินได้ดี และอุณหภูมิจะสูงขึ้นน้อยมาก จากผลการทดลองแสดงว่า การที่ร่างกายได้รับการชดเชยด้วยน้ำเมื่อเสียเหงื่อไปทำให้ร่างกายมีประสิทธิภาพในการที่จะทำงานต่อไปได้อีก (ดูภาพประกอบ 3)



ภาพประกอบ 3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง การไม่ดื่มน้ำ การดื่มน้ำตามต้องการ และการดื่มน้ำเท่ากับปริมาณเหงื่อที่สูญเสีย ในขณะออกกำลังกาย

ความต้องการน้ำ

ความต้องการน้ำของร่างกายมีความสัมพันธ์กับการใช้พลังงาน เพราะน้ำเป็นตัวที่ช่วยระบายความร้อน และขับเหงื่อหรือของเสียออกจากร่างกาย ภายหลังที่มีการใช้พลังงานแล้ว เมื่อร่างกายมีน้ำไม่เพียงพอ เนื่องจากได้รับมาไม่พอหรือสูญเสียไปมาก ขบวนการต่าง ๆ ที่ทำให้ร่างกายเป็นปกติก็หยุดชงัก และในขณะนั้นถ้าร่างกายต้องการออกกำลังกายอย่างมากอีกด้วยแล้ว ร่างกายยิ่งต้องการน้ำมากขึ้น เพราะการออกกำลังกาย ร่างกายต้องใช้พลังงานอย่างมาก ความร้อนเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ประสาทต้องทำงานอย่างหนักในการสั่งงาน เพื่อให้มีการระบายความร้อนออกโดยเร็วด้วย กระบวนการต่าง ๆ ในร่างกายทุก ๆ ส่วนต้องอาศัยน้ำ การเสียเหงื่อนั้น ร่างกายไม่ได้เสียแต่น้ำเพียงอย่างเดียวที่จะทำให้ระบบการทำงานของร่างกายเกิดผิดปกติขึ้นยังมีสารประกอบอีกอย่างหนึ่งคือ อิเล็กโทรไลต์ (electrolyte) (วันดี วราวิทย์. 2523 : 3)

อิเล็กโทรไลต์ (electrolyte)

อิเล็กโทรไลต์ เป็นสารอินทรีย์หรืออนินทรีย์ที่สามารถนำไฟฟ้าได้ เมื่ออยู่ในสารละลายหรือเมื่ออยู่ในสถานะหลอมเหลว เช่น เกลือแกง (NaCl) เป็นตัวอย่างของอิเล็กโทรไลต์ที่เมื่อละลายน้ำแล้วสามารถนำไฟฟ้าได้ แบเรียมซัลเฟต ($BaSo_4$) เป็นตัวอย่างของอิเล็กโทรไลต์ที่นำไฟฟ้าได้เมื่ออยู่ในสถานะหลอมเหลว แต่ไม่นำไฟฟ้าเมื่ออยู่ในสถานะสารละลาย (เครือวัลย์ โสภาสรรค์. 2530 : 607)

อิเล็กโทรไลต์ที่สำคัญในร่างกาย

เครือวัลย์ โสภาสรรค์ (2530 : 608) อธิบายว่า อิเล็กโทรไลต์แบ่งเป็น 2 พวก คือ อิเล็กโทรไลต์ที่เป็นไอออนบวกที่สำคัญของเนื้อเยื่อร่างกาย และอยู่ในของเหลวส่วนต่าง ๆ ในร่างกาย ได้แก่ โซเดียมไอออน (Na^+), โปตัสเซียมไอออน (K^+), แคลเซียมไอออน (Ca^{2+}) และ แมกนีเซียมไอออน (Mg^{2+}) ส่วนไอออนลบที่สำคัญ ได้แก่ ไบคาร์บอเนตไอออน (HCO_3^-), คลอไรด์ไอออน (Cl^-), โมโนไฮโดรเจนฟอสเฟตไอออน (HPO_4^{2-}), ไดไฮโดรเจนฟอสเฟต

ไอออน ($H_2PO_4^-$) โปรตีนและกรดอินทรีย์ ซึ่งกระจายอยู่ในของเหลวในร่างกาย และมีปริมาณดังนี้ (ดูภาพประกอบ 4)

ไอออน	ปริมาณอิเล็กโทรไลต์ (mEq)		
	พลาสมา	ระหว่างเซลล์	ภายในเซลล์(กล้ามเนื้อ)
ไอออนบวก รวม	155	154	202
โซเดียม	142 ± 5	145	10
โปตัสเซียม	5 ± 1	4	150
แคลเซียม	5 ± 1	3	2
แมกนีเซียม	3 ± 1	2	40
ไอออนลบ รวม	155	154	202
คลอไรด์	103 ± 4	114	2
ไบคาร์บอเนต	27 ± 2	30	10
ฟอสเฟต	2 ± 0.5	2	140
ซัลเฟต	1 ± 0.5	1	5
กรดอินทรีย์	6 ± 2	6	5
โปรตีน	16 ± 2	1	40

ภาพประกอบ 4 แสดงปริมาณอิเล็กโทรไลต์ในของเหลวในร่างกาย

เมื่อปริมาณของอิเล็กโทรไลต์ในของเหลวภายในเซลล์ และอิเล็กโทรไลต์ภายนอกเซลล์เปลี่ยนแปลงไป พลาสมาและของเหลวระหว่างเซลล์ ซึ่งเป็นของเหลวภายนอกเซลล์จะเป็นส่วนที่รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นก่อน ของเหลวภายในเซลล์จะเป็นส่วนสุดท้ายที่ได้รับผลกระทบการเปลี่ยนแปลงนั้น

ความสำคัญของอิเล็กโทรไลต์

เครือวัลย์ โสภาสรรค์ (2530 : 609) อธิบายว่า ความสำคัญของอิเล็กโทรไลต์ในร่างกายโดยส่วนรวม เกี่ยวกับสิ่งต่อไปนี้

1. การรักษาสมดุลของกรดด่างในร่างกาย อิเล็กโทรไลต์หลักที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ไบคาร์บอเนต (HCO_3^-), กรดคาร์บอนิก (H_2CO_3), ไดไฮโดรเจนฟอสเฟต ($H_2PO_4^-$) และโมโนไฮโดรเจนฟอสเฟต (HPO_4^{2-}) ของเหลวในร่างกายไม่ว่าจะเป็นของเหลวภายในเซลล์หรือของเหลวนอกเซลล์ ต่างก็เป็นแหล่งที่มีปฏิกิริยาชีวเคมีเกิดขึ้น ซึ่งมีผลให้มีการผลิตหรือสูญเสียไฮโดรเจนไอออน (H^+) อยู่ตลอดเวลา ความเข้มของไฮโดรเจนไอออน (H^+) ในของเหลวจะเป็นตัวกำหนดสภาวะกรดด่างของของเหลวนั้น

2. การควบคุมปริมาตรของของเหลวภายในเซลล์และของของเหลวภายนอกเซลล์ อิเล็กโทรไลต์ที่สำคัญ ได้แก่ โซเดียมไอออน (Na^+), โปตัสเซียมไอออน (K^+) และคลอไรด์ไอออน (Cl^-) กระบวนการเมตาบอลิซึมชีวโมเลกุล เป็นกลไกพื้นฐานที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต การเกิดปฏิกิริยาชีวเคมีต่าง ๆ ในกระบวนการเมตาบอลิซึม ย่อมจะต้องเกิดขึ้นในอัตราที่เหมาะสม ความเข้มข้นของอิเล็กโทรไลต์ในของเหลวภายนอกเซลล์และภายในเซลล์ มีความสำคัญในการกำหนดปริมาตรของเซลล์ และต่อเนื่องกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาของกระบวนการเมตาบอลิซึมภายในเซลล์

3. การเป็นตัวร่วมในกระบวนการเมตาบอลิซึมของร่างกาย อิเล็กโทรไลต์ที่มีความสำคัญต่อกระบวนการเมตาบอลิซึมโดยตรง ได้แก่ แคลเซียมไอออน (Ca^{2+}) และ แมกนีเซียมไอออน (Mg^{2+}) โดย แคลเซียมไอออน (Ca^{2+}) เป็นตัวช่วยในการแข็งตัวของเลือด การทำงานของประสาท หัวใจ และกล้ามเนื้อ

4. การมีส่วนร่วมในการสื่อสารภายในเซลล์และระหว่างเซลล์ การที่ของเหลวภายในเซลล์และของเหลวภายนอกเซลล์ มีปริมาณของไอออนบวกและลบอยู่จำนวนหนึ่ง ทำให้เกิดศักย์ไฟฟ้าที่เยื่อหุ้มเซลล์ ทำให้เกิดการสื่อสารจากเซลล์กล้ามเนื้อไปยังสมอง หากเซลล์ขาดอิเล็กโทรไลต์ศักย์ไฟฟ้าจะเกิดขึ้นไม่ได้ และเซลล์ก็จะไม่ทำงาน หรือหากมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณของไอออนบวกและลบ ภายในของเหลวภายในเซลล์และของเหลวภายนอกเซลล์ จนมีผลให้ศักย์ไฟฟ้าผิดปกติอาจเกิดอันตรายแก่เซลล์จนถึงแก่ชีวิตได้

การรักษาสมดุลของอิเล็กโทรไลต์ในร่างกาย

เครือวัลย์ โสภาสรรค์ (2530 : 612) อธิบายว่า สมดุลของของเหลวในร่างกายมิได้ขึ้นอยู่กับปริมาณของน้ำที่มีอยู่ในของเหลวนั้นแต่เพียงอย่างเดียว แต่ยังขึ้นอยู่กับปริมาณของสารที่ละลายอยู่ในของเหลวนั้น หรืออิเล็กโทรไลต์อีกด้วย ดังนั้น ในขณะใดขณะหนึ่ง ปริมาณของน้ำและเกลือในร่างกายจะเปลี่ยนไปตามสภาวะของร่างกาย เกลือที่สำคัญและเกี่ยวข้องกับปริมาตรของของเหลวภายในเซลล์ คือ โปตัสเซียมไอออน (K^+) ส่วนเกลือที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรของของเหลวภายนอกเซลล์ คือ โซเดียมไอออน (Na^+) ซึ่งเกลือทั้งสองชนิดนี้เป็นอิเล็กโทรไลต์ที่สำคัญของของเหลวในร่างกาย การได้รับความร้อนมากเกินไป การออกกำลังอย่างรุนแรงซึ่งทำให้เหงื่อออกมากเกินไป การสูญเสียอิเล็กโทรไลต์และน้ำ เป็นตัวกระตุ้นความกระหายเพื่อให้ได้น้ำและอิเล็กโทรไลต์มาทดแทนส่วนที่เสียไป

การเสียสมดุลของอิเล็กโทรไลต์ในร่างกาย

เครือวัลย์ โสภาสรรค์ (2530 : 612) อธิบายว่า การเสียสมดุลของอิเล็กโทรไลต์ในร่างกาย อาจเกิดจากการขาดน้ำเพียงอย่างเดียว หรืออาจเกิดจากการขาดน้ำและอิเล็กโทรไลต์ในขณะเดียวกันก็ได้ โดยมีสาเหตุต่าง ๆ กัน ปริมาณน้ำที่เสียไปอาจเกิดจากการขับปัสสาวะมากเกินไป (Diuresis) การสูญเสียน้ำจากทางเดินอาหารอันเป็นผลมาจากท้องเสีย การอาเจียนติดต่อกัน อาการขาดอิเล็กโทรไลต์หลายระดับ ตั้งแต่ระดับเล็กน้อยจนถึงขั้นรุนแรง การสูญเสียน้ำและอิเล็กโทรไลต์ร่างกายจะต้องได้รับทั้งน้ำและอิเล็กโทรไลต์มาทดแทนส่วนที่เสียไปจึงจะกลับสู่สภาพปกติได้ การขาดอิเล็กโทรไลต์อาจมีสาเหตุจากการขาดอิเล็กโทรไลต์โดยตรง หรือจากการขาดสารอื่นซึ่งอาจนำไปสู่การขาดอิเล็กโทรไลต์ก็ได้

การขาดน้ำและอิเล็กโทรไลต์

สาเหตุการสูญเสียอิเล็กโทรไลต์ในร่างกายอาจเกิดจากการขาดน้ำเป็นเวลานาน หูรูดกระเพาะอาหารแข็งตัว (Pyrolia Stenosis) ท้องเสีย เลือดออกไม่หยุด เป็นแผลฟกช้ำ (Trauma) และแผลไหม้ขั้นร้ายแรง หรือการเสียเหงื่อมากเกินไป

1. การขาดน้ำ เมื่อร่างกายขาดน้ำเป็นเวลานาน ๆ เป็นผลให้ปริมาณของพลาสมาลดลง พลาสมาจะมีความเข้มข้นสูงขึ้น เป็นผลให้ความเข้มข้นของโปรตีนในพลาสมาสูงขึ้นด้วย เนื้อเยื่อทั่วไปจะเกิดการแตกสลาย เนื่องจากโปตัสเซียมไอออน (K^+) ในของเหลวภายในเซลล์ (Intracellular Fluid) จะออกจากเซลเข้าสู่ของเหลวระหว่างเซลล์ (Interstitial Fluid) แล้วเข้าสู่พลาสมาในที่สุด และจะถูกขับออกมากับปัสสาวะ ภาวะการขาดน้ำเป็นเวลานานเป็นผลทำให้เซลล์สูญเสียโปตัสเซียมไอออน (K^+) มาก ความเข้มข้นของเลือดจะสูงขึ้นตลอดเวลา และจะมีการสูญเสียไอออนบวกเพิ่มขึ้นจนตายได้ในที่สุด

2. หูรูดกระเพาะอาหารแข็งตัวหรือมีการอุดตัน การอุดตันของกระเพาะอาหารทำให้มีการอาเจียน และเกิดการสูญเสียของเหลวในร่างกาย ของเหลวที่เสียไปคือสารคัดหลั่ง (Secretion) ที่เกิดจากระบบทางเดินอาหารซึ่งมีส่วนผสมของโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) โปตัสเซียมคลอไรด์ (KCl) และไฮโดรเจนคลอไรด์ (HCl) แตกต่างกันไป ความเข้มข้นของคลอไรด์ (Cl^-) ในพลาสมาจะลดลง ความเข้มข้นของไบคาร์บอเนต (HCO_3^-) จะเพิ่มขึ้นเพื่อรักษาความเป็นกลางของไฟฟ้าไว้

3. อาการท้องเสีย อาการท้องเสียมักเกิดร่วมกับการลดลงของปริมาณของของเหลวภายนอกเซลล์ (Extracellular Fluid) จะเกิดการสูญเสียโซเดียมไอออน (Na^+) คลอไรด์ (Cl^-) และไบคาร์บอเนต (HCO_3^-) ไปกับอุจจาระเหลว ขณะที่โซเดียมไอออน (Na^+) ออกจากพลาสมาและของเหลวระหว่างเซลล์เกลือโปตัสเซียมไอออน (K^+) จะเคลื่อนออกจากเซลล์ด้วย เป็นผลให้เซลล์สูญเสียโปตัสเซียมไอออน (K^+) เป็นจำนวนมาก หัวใจจะหยุดทำงานเมื่อโปตัสเซียมไอออน (K^+) ในพลาสมาสูงขึ้นถึงระดับหนึ่ง

4. การตกเลือดหรือเลือดออกไม่หยุด การตกเลือดหรือเลือดออกไม่หยุดมักจะเป็นผลทำให้โปตัสเซียมไอออน (K^+) ออกจากเซลล์เข้าสู่พลาสมา

5. แผลฟกช้ำหรือแผลไฟไหม้ เนื้อเยื่อที่ได้รับบาดแผลจะสูญเสียโปตัสเซียมไอออน (K^+) ออกจากเซลล์ โซเดียมไอออน (Na^+) จะเข้าไปในเซลล์เป็นการแลกเปลี่ยนกับโปตัสเซียมไอออน (K^+) การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเป็นสัดส่วนกับมวลเนื้อเยื่อที่ถูกทำลาย น้ำและโซเดียมไอออน (Na^+) ในของเหลวภายนอกเซลล์จะเพิ่มขึ้น เซลล์ที่ได้รับบาดแผลและเนื้อเยื่ออื่น ๆ ที่ยังคงทำหน้าที่อยู่ และเซลล์ที่ไม่ได้รับบาดแผลจะสูญเสียโซเดียมไอออน (Na^+) จากพลาสมาและของของเหลวระหว่างเซลล์ไปด้วย

6. การเสียเหงื่อมากเกินไป การสูญเสียน้ำจากการเสียเหงื่อมากเกิดขึ้นในกรณีที่ต้องทำงานหนักโดยเฉพาะในที่ที่มีอุณหภูมิสูง การเสียของเหลวพร้อมกับเกลืออาจทำให้เกิดอาการเป็นตะคริวอย่างรุนแรง (เครือวัลย์ โสภาสรรค์. 2530 : 619)

<u>การขาดน้ำตาล</u>

ในภาวะที่ขาดน้ำตาล (Hypoglycemia) ร่างกายจะหลั่งอินซูลินเพิ่มขึ้นเพื่อให้เซลล์ใช้น้ำตาลในเลือดได้ มีผลทำให้น้ำตาลในเลือดลดลง ผลที่เกิดขึ้นโดยทั่ว ๆ ไปคือสัญญาณประสาทที่ผ่านเข้าไปในกล้ามเนื้อสู่ส่วนปลายต่าง ๆ ของร่างกายจะขาดหายไป ทำให้กล้ามเนื้อของนิ้วมือ นิ้วเท้า อ่อนแอลง และมีอาการชาซึ่งเป็นอาการที่เกิดขึ้นเมื่อมีโปตัสเซียมไอออน (K^+) ต่ำ เนื่องจากการเต้นของหัวใจถูกกระทบกระเทือนด้วยอาการหัวใจเต้นแรงจึงอาจเกิดตามมา ชีพจรจะอ่อนลง ความดันโลหิตลดลง อาจทำให้หัวใจเกิดการหยุดเต้นทันที (เครือวัลย์ โสภาสรรค์. 2530 : 619)

<u>กรดและด่างในร่างกาย</u> (Acid and Base in the Body)

<u>การควบคุมสมดุลกรดและด่างในร่างกาย</u> (Acid-Base Balance of the Body)

วรนุช ฉัตรสุทธิพงษ์ (ม.ป.ป. : 222) กล่าวว่า สมดุลกรดและด่างโดยทั่วไปหมายถึง การควบคุมความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน (H^+) ของน้ำในร่างกาย หรือของเหลวภายนอกเซลล์ ให้มีค่าค่อนข้างคงที่เพื่อให้เหมาะสมกับการทำงานของเอนไซม์ (Enzyme) และเมตาบอลิซึม (Metabolism) ต่าง ๆ ของร่างกาย เครือวัลย์ โสภาสรรค์ (2530 : 635) กล่าวว่า การเปลี่ยนแปลงพีเอช (pH) ของของเหลวโดยทั่ว ๆ ไปจะมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์อย่างมาก ของเหลวในร่างกายที่สำคัญได้แก่ เลือด พีเอช (pH) ของเลือดขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของกรดคาร์บอนิค (H_2CO_3) กับไบคาร์บอร์เนต (HCO_3^-) เมื่ออัตราส่วนเท่ากับ 1 : 20 ศรีเทียน อุษณาวรงค์ และสัญญา ร้อยสมมุติ (2530 : 64) กล่าวว่า ในภาวะปกติพีเอช (pH) ในเลือดแดง (Arterial Blood pH) มีค่าประมาณ 7.4 และ พีเอช (pH) ในเลือดดำ (Venous Blood pH) มีค่า

ประมาณ 7.35 พีเอช (pH) ในเลือดดำต่ำกว่าในเลือดแดงเนื่องจากในเลือดดำมีคาร์บอนไดออกไซด์อยู่มากกว่าในเลือดแดง ถ้าพีเอช (pH) ของร่างกายเปลี่ยนแปลงไปจากค่าปกติ จะมีผลทำให้ปฏิกิริยาเคมีของเซลล์เปลี่ยนแปลงไปด้วย เครือวัลย์ โสภาสรรค์ (2530 : 635) กล่าวว่า หากพีเอช (pH) ของเลือดสูงเกินกว่า 7.8 หรือต่ำกว่า 6.8 แล้วอาจทำให้เกิดการชักกระตุก (Tetany) หรือชัก (Convulsion) อาจเป็นอันตรายถึงชีวิตได้ (ดูภาพประกอบ 5)

กรดคาร์บอนิก/ไบคาร์บอเนต	พีเอช (PH)	ข้อสังเกต
1 : 50	7.8	pH สูงสุดที่จะมีชีวิตอยู่ได้
1 : 40	7.7	
1 : 32	7.6	
1 : 25	7.5	เริ่มภาวะด่าง
1 : 20	7.4	pH ปกติ
1 : 16	7.3	เริ่มภาวะกรด
1 : 12.5	7.2	
1 : 10	7.1	
1 : 8	7.0	
1 : 6.25	6.9	
1 : 5 8	6.8	pH ต่ำสุดที่จะมีชีวิตอยู่ได้

ภาพประกอบ 5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพีเอช (pH) ของเลือด กับอัตราส่วนความเข้มข้นของกรดคาร์บอนิก (H_2CO_3) กับไบคาร์บอเนต (HCO_3)

พีเอช (pH)

พีเอช (pH) หมายถึง การวัดความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน (H^+) ในสารละลาย คือเมื่อความเข้มข้นของ ไฮโดรเจนไอออน (H^+) เพิ่มขึ้นค่าของพีเอช (pH) จะลดลง เมื่อความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน (H^+) ลดลงค่าของพีเอช (pH) จะเพิ่มขึ้น (สุพิศ จินดาวณิค. 2524 : 19)

บัฟเฟอร์ (Buffers)

บัฟเฟอร์ หมายถึง สารละลายที่สามารถรักษาพีเอช (pH) ไว้ได้ค่อนข้างคงที่เมื่อเติมกรดหรือด่างจำนวนเล็กน้อยลงไป ความสามารถในการเป็นบัฟเฟอร์ของสารละลายขึ้นอยู่กับความเข้มข้นขององค์ประกอบของบัฟเฟอร์ เช่น บัฟเฟอร์ที่มีความเข้มข้นขององค์ประกอบสูงจะมีความสามารถในการเป็นบัฟเฟอร์ได้สูงกว่าบัฟเฟอร์ที่มีความเข้มข้นขององค์ประกอบต่ำ ทั้งนี้เนื่องจากกรดหรือด่างที่เติมลงไปจะทำให้ความเข้มข้นขององค์ประกอบส่วนใดส่วนหนึ่งลดลง (เครือวัลย์ โสภาสรรค์. 2530 : 628-629)

การรักษาสมดุลของกรดและด่างในร่างกาย

เครือวัลย์ โสภาสรรค์ (2530 : 636) อธิบายความแตกต่างของกรด-ด่างในร่างกายมีผลร้ายต่อชีวิต ร่างกายจึงจำต้องมีกลไกเพื่อรักษาสมดุลของกรด-ด่างในร่างกายไว้ให้อยู่ในสภาพปกติ ระบบที่เกี่ยวข้องและมีบทบาทโดยตรงต่อการรักษาสมดุลของกรด-ด่างในร่างกายมีอยู่ด้วยกัน 3 ระบบ คือ

1. ระบบบัฟเฟอร์ในเลือด ระบบบัฟเฟอร์ในเลือดเป็นระบบสำคัญที่ควบคุมพีเอช (pH) ของเลือดมิให้ตกอยู่ในภาวะเป็นกรดหรือด่าง

2. ระบบหายใจ ระบบหายใจเป็นกลไกที่สามารถปรับสมดุลของกรดและด่างในร่างกายได้อย่างรวดเร็ว โดยการควบคุมความเข้มข้นของกรดคาร์บอนิก (H_2CO_3) ในเลือด

3. ระบบขับปัสสาวะของไต เซลล์ของร่างกายกำจัดโมเลกุลคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) โดยขับออกจากเซลล์ไปกับเลือด และออกไปจากร่างกายทางปอด ส่วนระบบขับปัสสาวะของไตกำจัดของเสียอื่น ๆ ที่ผลิตขึ้นภายในเซลล์ออกจากเลือด

การเสียสมดุลกรด-ด่างในร่างกาย

เครือวัลย์ โสภาสรรค์ (2530 : 643) อธิบายว่าสมดุลของกรด-ด่างในร่างกายขึ้นอยู่กับอัตราส่วนระหว่างกรดคาร์บอนิก (H_2CO_3) กับไบคาร์บอเนต (HCO_3^-) โดยอัตราส่วน 1 : 20 ที่พีเอช (pH) 7.4 เป็นอัตราส่วนที่ร่างกายอยู่ในสภาพปกติ ถ้าอัตราส่วนนี้เปลี่ยนไปร่างกายจะอยู่ในภาวะที่เป็นกรดหรือภาวะที่เป็นด่างแล้วแต่กรณี ซึ่งอาจเนื่องมาจากความผิดปกติของระบบหายใจหรือกระบวนการเมตาบอลิซึมก็ได้ ภาวะเป็นกรดทำให้ระบบประสาทถูกกดอย่างรุนแรงในเวลาอันสั้น ภาวะเป็นกรดอ่อน ๆ อาจนำไปสู่อาการเป็นลม หรือในกรณีที่ร้ายแรงมากอาจถึงขั้นโคม่า ภาวะเป็นด่างทำให้ระบบประสาทถูกกระตุ้นมากเกินไป จะเกิดอาการกล้ามเนื้อเป็นตะคริวและชักได้ การเสียสมดุลกรด-ด่างในร่างกายอาจเกิดจากภาวะดังต่อไปนี้ คือ

1. ภาวะเป็นกรดและภาวะเป็นด่างที่เกิดจากระบบหายใจ ภาวะเป็นกรดและภาวะเป็นด่างที่เกิดจากระบบหายใจ หมายถึง การเสียสมดุลของกรด-ด่างที่เป็นผลมาจากการหายใจที่ผิดปกติ ซึ่งแบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1.1 ภาวะเป็นกรดที่เกิดจากระบบหายใจ (Respiratory Acidosis) เป็นภาวะที่ทำให้ร่างกายมีคาร์บอนไดออกไซด์มากเกินไปและขาดออกซิเจน อาจเกิดจากระบบหายใจอุดตัน

1.2 ภาวะเป็นด่างที่เกิดจากระบบหายใจ (Respiratory Alkalosis) เป็นภาวะที่ร่างกายสูญเสียคาร์บอนไดออกไซด์มาก การหายใจเอาคาร์บอนไดออกไซด์ออกมากเกินไป แรงดันของคาร์บอนไดออกไซด์ในปอดต่ำกว่าในเนื้อเยื่อ คาร์บอนไดออกไซด์จึงแพร่จากเลือดเข้าสู่ปอด ทำให้เลือดมีกรดคาร์บอนิก (H_2CO_3) ลดลงเป็นผลให้เลือดมีภาวะเป็นด่าง (Alkalenia) อัตราส่วนของกรดคาร์บอนิก (H_2CO_3) กับไบคาร์บอเนต (HCO_3^-) จะลดลงอย่างรวดเร็ว

2. ภาวะเป็นกรดและภาวะเป็นด่างที่เกิดจากกระบวนการเมตาบอลิซึม ภาวะเป็นกรดและภาวะเป็นด่างที่เกิดจากกระบวนการเมตาบอลิซึม คือ การเสียสมดุลของกรด-ด่างที่เป็นผลจากสาเหตุอื่น ๆ นอกเหนือจากระบบหายใจที่ผิดปกติ ซึ่งมี 2 ประเภท ได้แก่

180551

2.1 ภาวะเป็นกรดที่เกิดจากกระบวนการเมตาบอลิซึม เป็นภาวะที่เกิดจากร่างกายมีไบคาร์บอเนตลดลง ซึ่งเกิดจากการเพิ่มกรดในร่างกาย สาเหตุอาจเกิดจากการอดอาหารหรือการออกกำลังกายมาก ทำให้ร่างการผลิตกรดและแลคติกมาก ซึ่งเป็นผลให้รู้สึกเหนื่อยและปวดเมื่อย

2.2 ภาวะเป็นด่างที่เกิดจากกระบวนการเมตาบอลิซึม เป็นภาวะที่เกิดจากร่างกายได้รับด่างมากเกินไป หรือมีการสูญเสียกรดมากเกินไป เป็นผลให้พีเอช (pH) ของเลือดสูงขึ้น

กำโชค เผือกสุวรรณ (2516 : จ) ทำการศึกษาพบว่า ภายหลังจากที่ร่างกายเสียเหงื่อและเกลือเป็นจำนวนมากแล้ว ประสิทธิภาพในการทำงานของร่างกายแบบอดทนจะลดลง ถ้ามีการชดเชยด้วยน้ำปริมาณ 1.5 เท่าของปริมาณเหงื่อที่หลั่งออกมา และให้การชดเชยเกลือในปริมาณ 37 มิลลิกรัมต่อน้ำ 1 กิโลกรัมแล้ว ประสิทธิภาพการทำงานของร่างกายจะกลับดีขึ้นอีก สิ่งที่ควรคำนึงถึงในการชดเชยเกลือในปริมาณที่มากเกินความต้องการของร่างกาย แล้วจะก่อให้เกิดอันตรายต่อร่างกายมากกว่าภาวะร่างกายขาดเกลือเสียอีก เพราะการมีปริมาณเกลือเกินกว่าปกติในร่างกายทำให้เลือดมีความเข้มเข้นสูง หัวใจต้องทำงานเพิ่มขึ้นในการสูบฉีดเลือดไปเลี้ยงร่างกาย ซึ่งจะทำให้อุณหภูมิของร่างกายสูงกว่าปกติ เหนื่อยง่าย ปวดศีรษะ กล้ามเนื้อหมดแรง น้ำหนักลด เกิดความเบื่อหน่ายในการออกกำลัง บุคลิกเปลี่ยนแปลง ซึ่งเป็นอันตรายอย่างยิ่ง

งานวิจัยต่างประเทศ

การ์เดน และคนอื่น ๆ (Garden and Others. 1965 : 665-669) ได้ศึกษาค้นคว้าเรื่อง การปรับตัวของผู้มีร่างกายสมบูรณ์ในสภาพอากาศร้อนชื้น โดยใช้ชายฉกรรจ์จำนวน 38 คน ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ออกกำลังเดินบนเทรดมิลล์ (Treadmill) ที่มีความเร็ว 3.5 ไมล์ต่อชั่วโมง เป็นประจำทุกวัน วันละ 1, 1 $\frac{2}{3}$ และ 2 ชั่วโมง ตามลำดับ เป็นเวลา 2 สัปดาห์ การทดลองนี้กระทำในห้องซึ่งมีอุณหภูมิ 98 องศาฟาเรนต์ไฮท์ ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 73 ทำการวัดอุณหภูมิทวารหนัก อัตราการเต้นของหัวใจ การสูญเสียเหงื่อ และอิเล็กโทรไลต์ของเหงื่อ (Sweat Electrolytes) ผลการศึกษาพบว่า ออกกำลังกายวันละ 1 $\frac{2}{3}$ และ 2 ชั่วโมงทุกวัน ผู้ถูกทดสอบมีความเคยชินอากาศชื้น สำหรับการออกกำลังกายวันละ 1 ชั่วโมงทุกวัน มีการเปลี่ยนแปลงอัตราการสูญเสียเหงื่อ และอิเล็กโทรไลต์ของเหงื่ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เครก และคัมมิงส์ (Craig and Cummings. 1966 : 760-764) ได้ศึกษาค้นคว้าเรื่อง ผลของการสูญเสียน้ำที่มีต่อการทำงานของกล้ามเนื้อ โดยทำการทดสอบกับผู้เข้ารับการทดสอบ 9 คน ในห้องที่มีอุณหภูมิ 46 องศาเซลเซียส คนละ 2 ครั้ง ครั้งแรกให้ผู้เข้ารับการทดสอบเดินบนเทรดมิลล์ (Treadmill) จนหมดแรง บันทึกเวลาที่เดินได้ และสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด แล้วให้ผู้เข้ารับการทดสอบนอนอยู่ในห้องนั้นเพื่อให้เสียเหงื่อเป็นเวลา 5 ถึง 6 ชั่วโมง แล้วจึงให้เดินบนเทรดมิลล์อีกครั้งหนึ่ง บันทึกเวลาที่ทำได้ และสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด เช่นเดียวกันกับก่อนการเสียเหงื่อ ในการทดสอบครั้งนี้ทำเช่นเดียวกันกับครั้งแรก แต่ให้ผู้ทดสอบดื่มน้ำชดเชยได้ระหว่างการเสียเหงื่อ ผลการศึกษาพบว่า ในภาวะที่ร่างกายสูญเสียน้ำแล้วไม่ดื่มน้ำ (เสียร้อยละ 4.3 ของน้ำหนักตัว) ระยะเวลาในการเดินลดลงร้อยละ 48 สมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดลดลงร้อยละ 27 ส่วนในภาวะที่สูญเสียน้ำแล้วดื่มน้ำชดเชย (เสียร้อยละ 1.9 ของน้ำหนักตัว) ระยะเวลาในการเดินลดลงร้อยละ 22 สมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดลดลงร้อยละ 10

รีบีสส์ และเฮอร์เบิร์ต (Ribisl and Herbert. 1970 : 536-540) ได้ทำการศึกษาค้นคว้าเรื่อง ผลของการให้น้ำชดเชยภายหลังการลดน้ำหนักอย่างรวดเร็ว ที่มีต่อประสิทธิภาพในการทำงานของร่างกายนักมวยปล้ำ ผู้เข้ารับการทดสอบเป็นนักมวยปล้ำจำนวน 8 คน ทำการทดสอบด้วยจักรยานวัดงานด้วยงาน 450-900 กิโลปอนด์ต่อนาที ผู้เข้ารับการทดสอบต้องทำการทดสอบ 3 ครั้ง ครั้งละ 6 นาที ดังนี้

1. ทดสอบก่อนลดน้ำหนัก
2. ทดสอบหลังลดน้ำหนัก 5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว
3. ทดสอบหลังลดน้ำหนักและดื่มน้ำชดเชยแล้ว 5 ชั่วโมง

ผลการศึกษาพบว่า หลังจากลดน้ำหนักตัว สมรรถภาพการทำงานของร่างกายลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่า หลังจากการเสียเหงื่อแล้ว ถ้าหากมีเวลาให้พักผ่อน และได้ชดเชยน้ำที่เสียไป สมรรถภาพการทำงานของร่างกายสามารถกลับคืนสู่สภาพปกติได้

สโปรเลส (Sproles. 1974 : 5696-A) ได้ศึกษาเรื่อง ผลของการให้น้ำชดเชยภายหลังการลดน้ำหนักที่มีต่อการตอบสนองของระบบไหลเวียนโลหิตของนักมวยปล้ำ โดยทำการทดสอบน้ำหนักนักมวยปล้ำจำนวน 14 คน อายุระหว่าง 18 ถึง 23 ปี ของมหาวิทยาลัยคาโรไลนาเหนือ ซึ่งได้รับการฝึกซ้อมมาแล้วอย่างน้อย 8 สัปดาห์ก่อนการทดสอบ ในการทดสอบการลดน้ำหนักแต่ละระดับในเวลาติดต่อกัน 3-4 วัน และเว้นระยะในการทดสอบห่างกัน 10 วัน โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ทำการทดสอบก่อนลดน้ำหนัก

2. ทำการทดสอบหลังลดน้ำหนัก และดื่มน้ำชดเชยแล้ว 5 ชั่วโมง

3. ทำการทดสอบหลังลดน้ำหนัก ซึ่งใช้เวลาในการลด 72 ชั่วโมง

ผลการศึกษาพบว่า

1. ภายหลังการลดน้ำหนักตัวทั้งสองระดับ อัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปริมาตรการสูบฉีดโลหิตแต่ละครั้ง ปริมาตรการสูบฉีดโลหิตใน 1 นาที ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนความดันโลหิตสูงสุดไม่แตกต่างกัน

2. หลังจากดื่มน้ำชดเชยแล้ว ปริมาตรการสูบฉีดโลหิตสูงสุดใน 1 ครั้ง ดัชนีปริมาตรหัวใจต่อปริมาตรสูบฉีดโลหิตสูงสุดใน 1 นาทีเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับหลังลดน้ำหนักอัตราการเต้นของหัวใจยังสูงกว่าอยู่

ฟีลมานน์ และคนอื่น ๆ (Feellmann and Others. 1983 : 355-360) ได้ศึกษาค้นคว้าเรื่อง การศึกษาเปรียบเทียบการหลั่งของเหงื่อและของเสียระหว่างการได้รับความร้อนจากแสงแดดและความร้อนจากการออกกำลังกาย โดยทำการทดสอบกับผู้เข้ารับการทดสอบชาย จำนวน 3 คน คนที่ 1 คนที่ทำงานนั่งโต๊ะ คนที่ 2 มีสมรรถภาพแข็งแรง และคนที่ 3 มีสมรรถภาพแข็งแรงมาก แล้วทำการทดสอบดูอัตราการหลั่งของเหงื่อและแลคเตท ภายใต้เงื่อนไข 3 ประการ ดังนี้

1. ตากแดดรับแสงอินฟาเรดเป็นเวลา 25 นาที มีอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส

2. ขี่จักรยานวัดงานด้วยงาน 85 ถึง 98 เปอร์เซนต์ของพลังแอโรบิกสูงสุด ที่อุณหภูมิ 23 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 25 นาที

3. ให้ผู้เข้ารับการทดสอบขี่จักรยานวัดงานโดยเพิ่มความหนักของงานระหว่าง 60 ถึง 95 เปอร์เซนต์ของพลังแอโรบิกสูงสุด โดยให้ถีบจักรยาน 4 หรือ 5 ครั้ง ของครั้งที่มีการเพิ่มความหนัก โดยทำครั้งละ 5 นาที

ผลการศึกษาพบว่า คนที่ทำงานนั่งโต๊ะเมื่อได้รับความร้อนจากแสงแดด มีปริมาณเหงื่อต่ำกว่าคนที่มีสมรรถภาพแข็งแรง และคนที่มีสมรรถภาพแข็งแรงมาก นอกจากนี้ยังพบว่า คนที่ทำงานนั่งโต๊ะเมื่อได้รับความร้อนจากแสงแดด มีการเปลี่ยนแปลงของแลคเตทแตกต่างจากคนที่มีสมรรถภาพแข็งแรง ส่วนแลคเตทในเลือดคงที่ และแลคเตทในเหงื่อจะเพิ่มขึ้นในช่วงเวลาเดียวกันทั้ง 3 คน ในการออกกำลังกายโดยขี่จักรยานโดยการเพิ่มความหนัก แลคเตทในเลือดจะเพิ่มสูงขึ้นในขณะที่ทั้ง 3 คนมีแลคเตทในเหงื่อคงที่ ซึ่งแสดงว่า การเพิ่มขึ้นของแลคเตทในเลือดและการ

เพิ่มขึ้นของอัตราการหลั่งของฮอร์โมนที่ต่อมหมวกไต พิจารณาได้จากระดับการออกกำลังกายที่หนักขึ้น มีปฏิกิริยาต่อแลคเตทในเหงื่อและสัมพันธ์กับระดับสมรรถภาพของร่างกาย

ซอก้า และคนอื่น ๆ (Sawka and Others. 1983 : 1147-1153) ได้ศึกษาค้นคว้าเรื่อง สภาวะการขาดน้ำและการออกกำลังกาย : เปรียบเทียบระหว่างผลการปรับตัวในสภาวะอากาศร้อน เพศ และสิ่งแวดล้อมต่างกัน โดยทำการทดสอบกับผู้เข้ารับการทดสอบชาย 6 คน และหญิง 6 คน ให้ผู้เข้ารับการทดสอบวิ่งบนเทรดมิลล์ (Treadmill) ในสภาวะอากาศ 3 ระดับ ดังนี้

1. สภาวะอากาศธรรมดา (อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 40 เปอร์เซนต์)
2. สภาวะอากาศร้อนแห้ง (อุณหภูมิ 49 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 20 เปอร์เซนต์)
3. สภาวะอากาศร้อนชื้น (อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 79 เปอร์เซนต์)

ผลการศึกษาพบว่า การออกกำลังกายโดยสภาวะการขาดน้ำและสภาพที่มีน้ำอย่างเพียงพอทำให้อุณหภูมิกายวัดที่ทวารหนัก อุณหภูมิกายที่ผิวหนังเฉลี่ย และระดับความร้อนระหว่างการทดสอบของชายและหญิงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ภาวะการขาดน้ำจะทำให้อุณหภูมิกายวัดที่ทวารหนัก และอัตราการเต้นของชีพจรเพิ่มสูงขึ้น และทำให้ระดับการหลั่งของเหงื่อลดลง ขณะที่อุณหภูมิกายวัดที่ผิวหนังไม่เปลี่ยนแปลง ในสภาวะขาดน้ำ การปรับตัวในภาวะอากาศร้อนมีผลทำให้ระดับอุณหภูมิกายวัดที่ทวารหนัก และอัตราการเต้นของชีพจรลดลง ในสภาพแวดล้อมทั่ว ๆ ไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ระดับการเต้นของชีพจรเพียงอย่างเดียวที่ลดลงทั้งในภาวะอากาศร้อนแห้ง และในภาวะอากาศร้อนชื้น การค้นพบนี้ชี้ให้เห็นว่า ทั้งชายและหญิงมีการตอบสนองทางสรีระต่อภาวะการขาดน้ำระหว่างการออกกำลังกายไม่แตกต่างกัน แล้วยังชี้ให้เห็นด้วยว่า สำหรับกลุ่มตัวอย่างในภาวะขาดน้ำ สามารถปรับตัวในภาวะอากาศร้อน ทำให้อุณหภูมิปกติลดลง และระบบไหลเวียนเลือดลดลง ในภาวะแวดล้อมทั่ว ๆ ไป แต่การไหลเวียนของเลือดเพียงอย่างเดียวจะลดลงในภาวะอากาศร้อน

โอเรนสไตท์ และคนอื่น ๆ (Orenstein and Others. 1984 : 408-412) ได้ศึกษาเรื่องการปรับตัวในภาวะอากาศร้อนในผู้ป่วยกล้ามเนื้ออักเสบ โดยทำการศึกษากับกลุ่มตัวอย่างที่เส้นใยกล้ามเนื้ออักเสบ จำนวน 10 คน และคนปกติ 10 คน ให้ผู้เข้ารับการทดสอบออกกำลังกายอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 8 วัน ในภาวะอากาศร้อน ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มผู้ป่วยเส้นใยกล้ามเนื้ออักเสบมีอุณหภูมิกายสูงสุด วัดที่ทวารหนัก ในวันที่ 1 และวันที่ 8 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติ และอัตราการเต้นของชีพจรสูงสุด ในวันที่ 1 และวันที่ 8 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับกลุ่มควบคุม อุณหภูมิและอัตราการเต้นของชีพจรไม่แตกต่างกัน และมีปริมาณเหงื่อลดลงในวันที่ 1 และวันที่ 8

โคลก้า และคนอื่น ๆ (Kolka and Others. 1984 : 896-899) ได้ศึกษาค้นคว้าเรื่องการปรับตัวในภาวะอากาศร้อนและหลังการได้รับสารอาโทรปิน ผู้เข้ารับการทดสอบเป็นผู้มีสุขภาพดีชาย จำนวน 8 คน ทดสอบโดยให้ผู้เข้ารับการทดสอบเดินบนเทรดมิลล์ (Treadmill) ในสภาพอากาศร้อนแห้ง แล้วสังเกตดูการหลั่งเหงื่อออกมาสูงสุดใน 30 นาที อุณหภูมิกายวัดที่ผิวหนังเฉลี่ย อุณหภูมิกายวัดที่ทวารหนัก และอัตราการเต้นของชีพจร อย่างต่อเนื่อง ดูการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักของร่างกาย แล้วนำมาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์การทำนาย ผลการศึกษาพบว่าการปรับตัวในภาวะอากาศร้อนมีผลให้อุณหภูมิลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับภาวะก่อนการปรับตัวในภาวะอากาศร้อนหลังจากได้รับการฉีดสารอาโทรปิน ดังนั้น การปรับตัวในภาวะอากาศร้อนช่วยลดความเสี่ยงต่อการเป็นลมแดด ซึ่งมีสาเหตุมาจากการออกกำลังกายในอากาศร้อนโดยการฉีดสารอาโทรปิน

ฟอร์ทนีย์ และคนอื่น ๆ (Fortney and Others. 1984 : 1688-1695) ได้ศึกษาค้นคว้าเรื่อง ผลของความเข้มข้นของเลือดสูงที่มีต่อการควบคุมการไหลเวียนของเลือดและการหลั่งของเหงื่อ โดยทำการทดสอบกับผู้เข้าทดสอบ 5 คน ให้ขี่จักรยานที่ระดับงาน 65 ถึง 75 เปอร์เซนต์ เป็นเวลา 30 นาที ในห้องที่มีอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 40 เปอร์เซนต์ ทดสอบภายใต้เงื่อนไข 3 ประการ ดังนี้คือ

1. ควบคุมการทดสอบก่อนการออกกำลังกาย วัดระดับพลาสมาเฉลี่ย 3,800 มิลลิลิตร และความเข้มข้นเลือดเฉลี่ย 252 มิลลิออสโมลต่อกิโลกรัม

2. ทดสอบการออกกำลังกาย ติดตามดูการสูญเสียน้ำโดยจำกัดการให้น้ำ และออกกำลังกายเบา ๆ ในห้องที่มีอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ผู้เข้ารับการทดสอบทุกคนจะพักในห้องที่มีอากาศเย็นเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ก่อนการออกกำลังกาย วัดระดับพลาสมาเฉลี่ย 3,606 มิลลิลิตร และความเข้มข้นเลือดเฉลี่ย 293 มิลลิออสโมลต่อกิโลกรัม

3. ทดสอบการออกกำลังกาย ติดตามการสูญเสียน้ำ แต่ในเวลาระหว่างพัก 1 ชั่วโมง ให้น้ำเกลือ 3 เปอร์เซนต์เข้าไป ก่อนการออกกำลังกาย วัดระดับพลาสมาเฉลี่ย 3,826 มิลลิลิตร และความเข้มข้นเลือดเฉลี่ย 294 มิลลิออสโมลต่อกิโลกรัม

ผลการศึกษาพบว่า ในสภาวะเงื่อนไขที่ 2 ผู้เข้ารับการทดสอบมีอุณหภูมิกายสูงกว่าในสภาวะเงื่อนไขที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนในสภาวะเงื่อนไขที่ 2 และในสภาวะเงื่อนไขที่ 3 ผู้เข้ารับการทดสอบมีอุณหภูมิไม่แตกต่างกัน เว้นแต่ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิกายกับการไหลเวียนของโลหิต และยังพบว่า การไหลเวียนโลหิตสูงสุดในสภาวะเงื่อนไขที่ 3 ไม่แตกต่างกันกับในสภาวะเงื่อนไขที่ 1

ดังนั้น ภาวะความเข้มข้นของเลือดสูงในสภาวะอุณหภูมิปกติ ทำให้การขยายตัวของเส้นเลือด และการหลั่งเหงื่อสูงขึ้น ไม่มีผลต่อการลดระดับพลาสมา

ฮับบาร์ด และคนอื่น ๆ (Hubbard and Others. 1984 : 868-875) ได้ศึกษาค้นคว้าเรื่อง การสูญเสียน้ำและภาวะน้ำเกินที่อยู่ภายใต้การควบคุมของจิตใจ ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า เพื่อที่จะหาความสัมพันธ์โดยรวมระหว่างการบริโภคน้ำและปัจจัยอื่น ๆ (ความกระหาย การสูญเสียน้ำ ภาวะน้ำเกิน การได้รับน้ำอย่างเพียงพอ การทำงาน และการพักผ่อน) ในสภาพการที่คล้ายกับการเดินในทะเลทราย 14.5 กิโลเมตร โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 29 คน เดินบนเทรดมิลล์ โดยการทดสอบความเร็ว ชั่วโมงละ 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ทำวันเว้นวัน สุ่มแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

1. กลุ่มกินน้ำจากก๊อกธรรมดา
2. กลุ่มกินน้ำจากก๊อกและผสมไอโอดีน
3. กลุ่มกินน้ำจากก๊อกผสมไอโอดีน และปรุงแต่งรสตามใจชอบ

อุณหภูมิของน้ำ 40 องศาเซลเซียสในการทดลองครั้งแรก และอุณหภูมิของน้ำ 15 องศาเซลเซียสในการทดลองครั้งต่อมา

ผลการศึกษาพบว่า ผลของการบริโภคที่ลดลงส่งผลให้เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวลดลงสูงที่สุด ระหว่าง 2.8-3.2 เปอร์เซนต์ การบริโภคน้ำเย็นและน้ำปรุงแต่งเป็นผลให้อัตราการบริโภคสูงขึ้นเป็น 120 เปอร์เซนต์ ปรากฏการณ์ระหว่างการลดการบริโภคด้วยการควบคุมการสูญเสียน้ำและภาวะที่มีน้ำเกิน เป็นผลในทางตรงข้ามกันสำหรับน้ำอุ่นมากกว่าภาวะการกระหายน้ำ การไม่พอใจดื่มน้ำอุ่นผสมไอโอดีนมีผลต่อการเกิดภาวะน้ำเกิน การสูญเสียน้ำ ภาวะน้ำในเลือดน้อย และในทั้ง 2 กรณีรวมทั้งการป่วยเป็นไข้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

งานวิจัยภายในประเทศ

เผด็จ นวนหนู (2520 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาค้นคว้าเรื่อง ผลของการดื่มน้ำ น้ำเกลือ น้ำตาล ที่มีต่อความสามารถในการทำงานของร่างกาย ผู้เข้ารับการทดสอบเป็นนิสิตชายของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พลศึกษา จำนวน 12 คน ทำการทดสอบเบื้องต้นโดยให้ผู้รับการทดสอบออกกำลังกายถีบจักรยานวัดงานตามจังหวะ 50 รอบต่อนาที ภายในห้องอุณหภูมิปกติ (26-28 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 65 ถึง 75) โดยให้งานหนักร้อยละ 70 ของความสามารถในการทำงานของร่างกาย จนอัตราการเต้นของหัวใจสูงถึง 170 ครั้งต่อนาที เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที ต่อจากนั้นทำการทดสอบในสภาวะต่าง ๆ กัน ดังนี้

1. ภาวะร่างกายปกติ
2. ภายหลังดื่มน้ำ
3. ภายหลังดื่มน้ำ + น้ำตาล
4. ภายหลังดื่มน้ำ + เกลือ

ในการทดสอบแต่ละครั้งห่างกันไม่น้อยกว่า 2 วัน ผลการศึกษาพบว่า

1. ความสามารถในการทำงานของร่างกายในภาวะหลังดื่มน้ำ น้ำเกลือ ไม่แตกต่างกัน
2. ความสามารถในการทำงานของร่างกายในภาวะหลังดื่มน้ำ น้ำเกลือ น้ำตาล มีประสิทธิภาพดีกว่าภาวะปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กำโชค เผือกสุวรรณ (2526 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาค้นคว้าเรื่อง ผลของการเสียเหงื่อกับการชดเชยด้วยน้ำและเกลือต่อความอดทนทางกาย ผู้เข้ารับการทดสอบเป็นนิสิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พลศึกษา จำนวน 10 คน ออกกำลังกายโดยถีบจักรยานวัดงานโดยเพิ่มน้ำหนักถ่วง 0.5 กิโลปอนด์ ทุก 2 นาที จนกระทั่งอัตราการเต้นของหัวใจสูงถึง 180-200 ครั้งต่อนาที (ผู้เข้ารับการทดสอบถีบจักรยานต่อไปไม่ไหว) ให้ผู้เข้ารับการทดสอบถีบจักรยานวัดงานในสภาพร่างกายแตกต่างกัน 4 ภาวะ คือ

1. ออกกำลังในภาวะปกติ
2. เสียเหงื่อแล้วออกกำลัง
3. เสียเหงื่อแล้วดื่มน้ำชดเชยก่อนออกกำลัง
4. เสียเหงื่อแล้วดื่มน้ำและเกลือชดเชยก่อนออกกำลัง

ผลการศึกษาพบว่า

1. ประสิทธิภาพในการทำงานของร่างกายในภาวะปกติ ดีกว่าการทำงานภายหลังร่างกายเสียเหงื่อแล้ว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ประสิทธิภาพในการทำงานของร่างกายในภาวะปกติ ไม่แตกต่างกันกับการทำงานภายหลังร่างกายเสียเหงื่อแล้วชดเชยด้วยน้ำ

3. ประสิทธิภาพในการทำงานของร่างกายภายหลังการเสียเหงื่อแล้วชดเชยด้วยน้ำและเกลือ ดีกว่าการทำงานในภาวะปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ประสิทธิภาพในการทำงานของร่างกายภายหลังการเสียเหงื่อแล้วชดเชยด้วยน้ำและเกลือ ดีกว่าการทำงานในภาวะเสียเหงื่อแล้วชดเชยด้วยน้ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วิทยา รัตนธารา (2526 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาค้นคว้าเรื่อง การสูญเสียเหงื่อและเกลือในการเล่นฟุตบอล ผู้รับการทดสอบเป็นนักฟุตบอลทีมเยาวชนที่เป็นตัวแทนของโรงเรียนปทุมคงคา จำนวน 11 คน ทำการทดสอบโดยให้ผู้เข้ารับการทดสอบเข้าแข่งขันฟุตบอล 3 ครั้ง หาปริมาณเหงื่อโดยการชั่งน้ำหนักก่อนการเล่นและหลังการเล่น แล้วนำเหงื่อที่ได้วิเคราะห์หาองค์ประกอบของเกลือด้วยเครื่องออโตแอนนาไลท์เซอร์ จากเหงื่อตัวอย่างของนักฟุตบอลคนละ 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ผลการศึกษาพบว่า

1. ค่ามัชฉิมเลขคณิตของน้ำหนักและปริมาตรเหงื่อที่นักฟุตบอลสูญเสียออกมาพร้อมกับการหลั่งของเหงื่อในการเล่นฟุตบอล คือ 2,271 กรัม และ 2,204.96 ลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ

2. ค่ามัชฉิมเลขคณิตของน้ำหนักเหงื่อที่ร่างกายสูญเสียออกมาในการเล่นฟุตบอล คือ 1,430 กรัมสำหรับผู้รักษาประตู 2,337 กรัมสำหรับผู้เล่นในตำแหน่งแบ็คขวา 2,813 กรัมสำหรับผู้เล่นแบ็คซ้าย 1,957 กรัมสำหรับผู้เล่นในตำแหน่งเซนเตอร์ฮาล์ฟ 2,043 กรัมสำหรับผู้เล่นตำแหน่งฮาล์ฟขวา 2,757 กรัมสำหรับผู้เล่นในตำแหน่งฮาล์ฟซ้าย 2,167 กรัมสำหรับผู้เล่นในตำแหน่งปีกขวา 2,132 กรัมสำหรับผู้เล่นในตำแหน่งในขวา 2,700 กรัมสำหรับผู้เล่นในตำแหน่งศูนย์หน้า 2,005 กรัมสำหรับผู้เล่นในตำแหน่งในซ้าย และ 2,085 กรัมสำหรับผู้เล่นในตำแหน่งปีกซ้าย ซึ่งเทียบเป็นปริมาตรได้ คือ 1,388.22 ลูกบาศก์เซนติเมตรสำหรับผู้รักษาประตู 2,268.39 ลูกบาศก์เซนติเมตรสำหรับผู้เล่นแบ็คขวา 2,731.12 ลูกบาศก์เซนติเมตรสำหรับผู้เล่นแบ็คซ้าย 1,899.49 ลูกบาศก์เซนติเมตรสำหรับผู้เล่นเซนเตอร์ฮาล์ฟ 1,983.62 ลูกบาศก์เซนติเมตรสำหรับผู้เล่นฮาล์ฟขวา

2,676.11 ลูกบาศก์เซนติเมตรสำหรับผู้เล่นฮาล์ฟซ้าย 2,103.36 ลูกบาศก์เซนติเมตรสำหรับผู้เล่นตำแหน่งปีกขวา 2,071.00 ลูกบาศก์เซนติเมตรสำหรับผู้เล่นตำแหน่งในขวา 2,621.10 ลูกบาศก์เซนติเมตรสำหรับผู้เล่นตำแหน่งศูนย์หน้า 1,946.41 ลูกบาศก์เซนติเมตรสำหรับผู้เล่นตำแหน่งในซ้าย และ 2,024.08 ลูกบาศก์เซนติเมตรสำหรับผู้เล่นตำแหน่งปีกซ้าย ตามลำดับ

3. ค่ามัชฉิมเลขคณิตของปริมาตรการสูญเสียเกลือของทั้งทีมนั้น คือ โซเดียม 7.93 กรัม โปตัสเซียม 0.91 กรัม คลอไรด์ 8.93 กรัม และไบคาร์บอเนต 3.72 กรัม

4. ค่ามัชฉิมเลขคณิตของปริมาตรเกลือโซเดียม โปตัสเซียม คลอไรด์ และไบคาร์บอเนตที่สูญเสียในการเล่นฟุตบอลตามตำแหน่ง คือ 5.15, 0.49, 5.61 และ 2.79 กรัมสำหรับผู้เล่นตำแหน่งผู้รักษาประตู 8.39, 0.91, 9.15 และ 3.63 กรัมสำหรับผู้เล่นตำแหน่งแบ็คขวา 10.09, 0.99, 11.14 และ 4.98 กรัมสำหรับผู้เล่นตำแหน่งแบ็คซ้าย 7.05, 0.83, 7.65 และ 3.00 กรัมสำหรับผู้เล่นตำแหน่งเซนเตอร์ฮาล์ฟ 7.48, 0.91, 8.05 และ 3.40 กรัมสำหรับผู้เล่นตำแหน่งฮาล์ฟขวา 9.89, 1.12, 11.10 และ 4.29 กรัมสำหรับผู้เล่นตำแหน่งฮาล์ฟซ้าย 5.31, 0.79, 8.59 และ 3.50 กรัมสำหรับผู้เล่นตำแหน่งปีกขวา 7.64, 0.96, 8.12 และ 3.90 กรัมสำหรับผู้เล่นตำแหน่งในขวา 9.71, 1.30, 10.76 และ 3.87 กรัมสำหรับผู้เล่นตำแหน่งศูนย์หน้า 7.21, 0.79, 7.95 และ 3.10 กรัมสำหรับผู้เล่นตำแหน่งในซ้าย และ 7.61, 0.65, 8.25 และ 2.27 กรัมสำหรับผู้เล่นตำแหน่งปีกซ้าย ตามลำดับ

วัลภา วัฒนะนุพงษ์ (2528 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาค้นคว้าเรื่อง ผลของการลดน้ำหนักตัวความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และความอดทน ผู้เข้ารับการทดสอบเป็นนักมวยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พลศึกษา จำนวน 8 คน แต่ละคนต้องทำการลดน้ำหนักตัว 3 ครั้ง คือ ร้อยละ 2 ร้อยละ 4 และร้อยละ 6 ของน้ำหนักตัว โดยการงดอาหารและการเสียเหงื่อ ในการศึกษาครั้งนี้ก่อนทำการลดน้ำหนักได้ทดสอบความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ และหลังจากการลดน้ำหนักได้ทดสอบความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อในภาวะแวดล้อมเดียวกันอีกครั้ง ผลการศึกษาพบว่า

1. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อก่อนการลดน้ำหนักกับหลังลดน้ำหนัก ร้อยละ 2 ร้อยละ 4 และร้อยละ 6 ของน้ำหนักตัว ไม่แตกต่างกัน

2. ความอดทนของร่างกายในการลดน้ำหนักร้อยละ 2 ของน้ำหนักตัว ไม่แตกต่างกับความอดทนของร่างกายก่อนการลดน้ำหนัก

3. ความอดทนของร่างกายในการลดน้ำหนักร้อยละ 4 ของน้ำหนักตัว ลดลงร้อยละ 2.3 ของความอดทนของร่างกายก่อนการลดน้ำหนัก

4. ความอดทนของร่างกายในการลดน้ำหนักร้อยละ 6 ของน้ำหนักตัว ลดลงร้อยละ 3 ของความอดทนของร่างกายก่อนการลดน้ำหนัก

จากการที่ได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้เห็นถึงความสำคัญของสมดุลของน้ำและอิเล็กโทรไลต์ สมดุลของกรด-ด่างในร่างกาย ว่ามีความสำคัญและจำเป็นต่อร่างกายอย่างมาก ซึ่งถ้าหากร่างกายขาดความสมดุลของสิ่งเหล่านี้ไปจะทำให้ระบบการทำงานภายในร่างกายทำงานผิดปกติ อันตรายต่าง ๆ ก็จะตามมา และอาจถึงขั้นเสียชีวิตได้ถ้าสิ่งเหล่านั้นไม่ได้รับการชดเชย ดังนั้น ในการออกกำลังกายที่หนักและเป็นเวลานานจึงควรคำนึงถึงการชดเชยสิ่งเหล่านี้ให้มาก เพราะสิ่งเหล่านี้เป็นสิ่งบ่งบอกถึงประสิทธิภาพในการทำงานของร่างกาย

บทที่ 3

วิธีการศึกษาค้นคว้า

ในการดำเนินการวิจัย กลุ่มตัวอย่าง เครื่องมือ เครื่องอำนวยความสะดวก การทดลอง ตลอดจนการวิเคราะห์ข้อมูล มีรายละเอียดดังนี้

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักศึกษาชายของวิทยาลัยครูหมู่บ้านจอมบึง จังหวัดราชบุรี ชั้นปีที่ 1-4 ปีการศึกษา 2534 จำนวน 10 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Random Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือทั่วไป

1. นาฬิกาจับเวลาแบบกดหยุด (Stop-watch) ที่สามารถบอกเวลาได้ละเอียด 1/100 วินาที เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัทไซโก้ (SEIKO) ประเทศญี่ปุ่นสำหรับใช้จับเวลานักวิ่งในการวิ่งฮาล์ฟมาราธอน จำนวน 5 เครื่อง

2. เครื่องชั่งน้ำหนักมาตรฐาน บอกน้ำหนักเป็นกิโลกรัม ชั่งชั่งน้ำหนักและวัดส่วนสูงได้ในเครื่องเดียวกัน เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัทดีเทคโต (Detecto) ประเทศสหรัฐอเมริกา ใช้สำหรับชั่งน้ำหนักผู้เข้ารับการทดสอบก่อนและหลังการวิ่งฮาล์ฟมาราธอน ตลอดทั้งน้ำหนักของน้ำที่ใช้ดื่มในระหว่างการทดสอบ

3. เครื่องโนวา โฟร์ อิเล็กโทรไลต์ แอนนาไลเซอร์ (NOVA 4 Electrolyte Analyzer) เป็นเครื่องเซมิ-คอมพิวเตอร์ (Semi-Computer) ใช้สำหรับวิเคราะห์หาองค์ประกอบของเกลือในเหงื่อ

4. หลอดทดลอง (Test tube) พร้อมจุกยาง ใช้สำหรับบรรจุเหงื่อตัวอย่างของผู้เข้ารับการทดสอบ จำนวน 10 หลอด

5. เครื่องมือวัดภาวะแวดล้อมของอากาศ ได้แก่ เทอร์โมมิเตอร์ใช้วัดอุณหภูมิ เครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์ใช้วัดความชื้นของอากาศ และเครื่องมือวัดความเร็วของกระแสลม (Anemometer)

6. ผ้าเช็ดตัว จำนวน 10 ผืน ใช้สำหรับซับเหงื่อของผู้รับการทดสอบให้แห้งก่อนชั่งน้ำหนัก หลังจากการวิ่งฮาล์ฟมาราธอน

7. น้ำสะอาดบรรจุขวด จำนวน 40 ขวด ซึ่งทำการชั่งน้ำหนักของน้ำพร้อมทั้งติดชื่อผู้เข้ารับการทดสอบแต่ละคนไว้ที่ขวด โดยเตรียมน้ำ 4 ขวดต่อผู้เข้ารับการทดสอบ 1 คน ใช้สำหรับให้ผู้รับการทดสอบดื่ม

8. เครื่องชั่งน้ำหนักอย่างละเอียด (Havard Trip Balance) ใช้สำหรับชั่งน้ำหนักของเหงื่อ 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร เพื่อนำมาเทียบบัญญัติไตรยางค์

น้ำยาและสารเคมี

น้ำยาสำหรับเครื่อง โนวา โฟร์ อิเล็กโทรไลต์ แอนนาไลเซอร์ (NOVA 4 Electrolyte Analyzer) มีดังนี้

1. Internal Standard มี 2 ชนิด

A.	โซเดียม (Na^+)	=	130	มิลลิโมลต่อลิตร (mmol/l)
	โปตัสเซียม (K^+)	=	40	มิลลิโมลต่อลิตร (mmol/l)
	คลอไรด์ (Cl^-)	=	116	มิลลิโมลต่อลิตร (mmol/l)
	ไบคาร์บอเนต (HCO_3^-)	=	20	มิลลิโมลต่อลิตร (mmol/l)
B.	โซเดียม (Na^+)	=	30	มิลลิโมลต่อลิตร (mmol/l)
	โปตัสเซียม (K^+)	=	20	มิลลิโมลต่อลิตร (mmol/l)
	คลอไรด์ (Cl^-)	=	71	มิลลิโมลต่อลิตร (mmol/l)
	ไบคาร์บอเนต (HCO_3^-)	=	10	มิลลิโมลต่อลิตร (mmol/l)

2. โปตัสเซียมคลอไรด์ (KCL) 2 มิลลิโมลต่อลิตร (mmol/l)

3. สารละลายกรด (Acid Solution)

กรดแลคติก 12 เปอร์เซนต์ (12 % Lactic Acid)

4. ไดลูเอนท์เจือจาง (Diluent)

5. ความเข้มข้นของจำนวนคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมดในสารละลาย (Filling Solution TCO_2)

6. ความเข้มข้นของคลอไรด์ในสารละลาย (Filling Solution Cl)

สถานที่ทดลอง

1. สถานที่ทดลอง คือ ถนนสายจอมบึง-สวนผึ้ง

2. สถานที่วิเคราะห์เหงื่อ คือ ห้องปฏิบัติการเคมีของภาควิชาเคมีคลินิค คณะเทคนิคการแพทย์ ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล

วิธีดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยแบ่งวิธีการทดลองออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การหาปริมาณเหงื่อที่ร่างกายสูญเสียหลังจากการวิ่งฮาล์ฟมาราธอน

1. ชั่งน้ำหนักตัวของผู้เข้ารับการทดสอบในสภาพที่ใส่เสื้อผ้าน้อยชิ้นที่สุด บันทึกไว้เป็นน้ำหนักก่อนการวิ่งฮาล์ฟมาราธอน

2. วัดอัตราชีพจรขณะพักของผู้เข้ารับการทดสอบก่อนการวิ่งฮาล์ฟมาราธอน เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับอัตราชีพจรของผู้เข้ารับการทดสอบ เมื่อร่างกายกลับฟื้นตัวภายหลังการวิ่งฮาล์ฟมาราธอน

3. ดำเนินการทดสอบโดยให้ผู้เข้ารับการทดสอบวิ่งฮาล์ฟมาราธอน ระยะทาง 21.1 กิโลเมตร ซึ่งผู้วิจัยจัดสภาพการณ์ในลักษณะการแข่งขัน เพื่อกระตุ้นผู้เข้ารับการทดสอบ และให้ทุกจุดควบคุมการดื่มน้ำอย่างใกล้ชิด

4. เมื่อผู้วิ่งแต่ละคนเข้าเส้นชัยแล้ว ผู้ช่วยทดสอบที่รับผิดชอบนักวิ่งคนใดเอาหลอดทดลองปาดเหงื่อกับคนนั้น จำนวนคนละ 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วใช้จุกยางปิดหลอดทดลองให้สนิท เขียนชื่อติดไว้

5. หลังจากผู้เข้ารับการทดสอบพักจนฟื้นตัวแล้ว โดยพิจารณาจากอัตราชีพจร ใช้ผ้าขนหนูซับเหงื่อให้แห้ง แล้วชั่งน้ำหนักร่างกายตามข้อ 1

6. หาน้ำหนักของเหงื่อที่ร่างกายสูญเสียจากการวิ่งฮาล์ฟมาราธอน ได้ดังนี้

น้ำหนักของเหงื่อ = น้ำหนักของร่างกายก่อนวิ่ง + น้ำหนักของน้ำที่ดื่ม
- น้ำหนักของร่างกายหลังวิ่ง

ตอนที่ 2 การหาปริมาณเกลือที่ร่างกายสูญเสียจากการวิ่งฮาล์ฟมาราธอน

1. นำเหงื่อของผู้เข้ารับการทดสอบแต่ละคน จำนวน 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร มาวิเคราะห์หาองค์ประกอบของเกลือในเหงื่อด้วยเครื่องโนวา โฟร์ อิเล็กโทรไลต์ แอนนาไลเซอร์ (NOVA 4 Electrolyte Analyzer) เพื่อหาปริมาณของเกลือที่ร่างกายสูญเสีย พร้อมกับการหลั่งเหงื่อในการวิ่งฮาล์ฟมาราธอน

2. หาปริมาณองค์ประกอบของเกลือในเหงื่อทั้งหมด โดยเทียบบัญญัติไตรยางค์ระหว่างปริมาณองค์ประกอบของเกลือในเหงื่อต่อลิตร (1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร) กับปริมาณองค์ประกอบของเกลือในเหงื่อที่หาไว้เป็นหน่วยปริมาตรทั้งหมด

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. ขอหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัยเพื่อติดต่อออธิการวิทยาลัยครูหมู่บ้านจอมบึง เพื่อทำการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง และขอใช้สถานที่ในการทดสอบ หัวหน้าภาควิชาเคมีคลินิค คณะเทคนิคการแพทย์ ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการวิเคราะห์หาองค์ประกอบของเกลือในเหงื่อ และผู้อำนวยการศูนย์วิทยาศาสตร์การกีฬา การกีฬาแห่งประเทศไทย ขอความร่วมมือในด้านเครื่องมือและอุปกรณ์

2. จัดเตรียมสถานที่ อุปกรณ์ จุดให้น้ำ และสิ่งอำนวยความสะดวกอื่น ๆ

3. ก่อนทำการทดสอบ ผู้วิจัยอธิบายวิธีการทดสอบแก่ผู้ช่วยทำการทดสอบ ผู้เข้ารับการทดสอบ ชี้แจงจุดประสงค์ของการทดสอบ และรายละเอียดอื่น ๆ จนเป็นที่เข้าใจ

4. ดำเนินการทดสอบ และควบคุมการทดสอบให้เป็นไปตามช่วงเวลาที่กำหนดไว้ พร้อมทั้งบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากการทดสอบ

5. รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการทดสอบมาทำการวิเคราะห์ค่าสถิติ เพื่อนำผลที่ได้มาใช้ในการสรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ ความคิดเห็นที่ได้จากงานวิจัยครั้งนี้

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

1. หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของปริมาณเหงื่อและเกลือที่ร่างกายสูญเสียหลังจากการวิ่งฮาล์ฟมาราธอน

2. หาค่าร้อยละของปริมาณเหงื่อที่ร่างกายสูญเสียหลังจากการวิ่งฮาล์ฟมาราธอน

3. แปลงน้ำหนักของเหงื่อให้เป็นหน่วยปริมาตร โดยเทียบบัญญัติไตรยางค์ ดังนี้

น้ำหนักของเหงื่อ A กรัม มีปริมาตร 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร

น้ำหนักของเหงื่อ B กรัม มีปริมาตร $\frac{2 \times B}{A}$ ลูกบาศก์เซนติเมตร

เมื่อ A แทน น้ำหนักของเหงื่อ 2 ลูกบาศก์เซนติเมตรของผู้เข้ารับการทดสอบแต่ละคน

B แทน น้ำหนักของเหงื่อทั้งหมดของผู้เข้ารับการทดสอบแต่ละคน

4. แปลงหน่วยปริมาณของเกลือในเหงื่อ ซึ่งมีหน่วยเป็นมิลลิอิควิวาเลนท์ต่อลิตร (mEq/L) ให้เป็นกรัม จากสูตร (วันดี วราวิทย์. 2523 : 6-7)

$$mEq = \frac{\text{น้ำหนักเป็นกรัมของสาร} \times 1000}{\text{น้ำหนักกรัมโมเลกุลของสารนั้น}}$$

5. หาปริมาณเกลือของผู้รับการทดสอบแต่ละคน โดยเทียบบัญญัติไตรยางค์

ในเหงื่อ 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร มีเกลือ C กรัม

ในเหงื่อ D ลูกบาศก์เซนติเมตร มีเกลือ $\frac{C \times D}{1,000}$ กรัม

เมื่อ C แทน ปริมาณองค์ประกอบของเกลือชนิดต่าง ๆ ของผู้เข้ารับการทดสอบแต่ละคน

D แทน ปริมาณของเหงื่อทั้งหมดของผู้เข้ารับการทดสอบแต่ละคน

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและแปลความหมายของการวิเคราะห์ข้อมูล แบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 การศึกษาหาปริมาณเหงื่อที่ร่างกายสูญเสีย ภายหลังจากการวิ่งฮาล์ฟมาราธอน

1. หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณเหงื่อที่ร่างกายสูญเสีย ภายหลังจากการวิ่งฮาล์ฟมาราธอน

2. หาค่าร้อยละของปริมาณเหงื่อที่ร่างกายสูญเสีย ภายหลังจากการวิ่งฮาล์ฟมาราธอน

ตอนที่ 2 การศึกษาหาปริมาณเกลือที่ร่างกายสูญเสีย ภายหลังจากการวิ่งฮาล์ฟมาราธอน

1. หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณเกลือแต่ละชนิดที่ร่างกายสูญเสีย ภายหลังจากการวิ่งฮาล์ฟมาราธอน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 การศึกษาหาปริมาณเหงื่อที่ร่างกายสูญเสีย ภายหลังจากการวิ่งฮาล์ฟมาราธอน

ตาราง 1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนัก ปริมาตร และร้อยละของเหงื่อที่ร่างกายสูญเสีย หลังจากการวิ่งฮาล์ฟมาราธอน

รายการ	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
น้ำหนัก (กรัม)	2,680	470.74
ปริมาตร (ลูกบาศก์เซนติเมตร)	2614.63	459.26
ร้อยละของน้ำหนักของร่างกาย	4.17	

จากตาราง 1 แสดงให้เห็นว่าปริมาณของเหงื่อที่ร่างกายสูญเสียหลังจากการวิ่งฮาล์ฟมาราธอน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2,680 กรัม ซึ่งเท่ากับ 2,614.63 ลูกบาศก์เซนติเมตร และคิดเป็นร้อยละ 4.71 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 470.74 กรัม ซึ่งเท่ากับ 459.26 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ตอนที่ 2 การศึกษาหาปริมาณเกลือที่ร่างกายสูญเสีย ภายหลังจากการวิ่งฮาล์ฟมาราธอน

ตาราง 2 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนักเกลือที่ร่างกายสูญเสีย ภายหลังจากการวิ่งฮาล์ฟมาราธอน

รายการ	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
โซเดียม (กรัม)	3.79	0.35
โปตัสเซียม (กรัม)	0.28	0.10
คลอไรด์ (กรัม)	6.02	0.61
ไบคาร์บอเนต (กรัม)	0.36	0.06
รวม	10.45	

จากตาราง 2 แสดงว่า ค่าเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนักเกลือที่ร่างกายสูญเสีย ภายหลังจากการวิ่งฮาล์ฟมาราธอน มีดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยของโซเดียมที่ร่างกายสูญเสียหลังจากการวิ่งฮาล์ฟมาราธอน เท่ากับ 3.79 กรัม และความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.35 กรัม

2. ค่าเฉลี่ยของโปตัสเซียมที่ร่างกายสูญเสียหลังจากการวิ่งฮาล์ฟมาราธอนเท่ากับ 0.28 กรัม และความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.10 กรัม

3. ค่าเฉลี่ยของคลอไรด์ที่ร่างกายสูญเสียหลังจากการวิ่งฮาล์ฟมาราธอน เท่ากับ 6.02 กรัม และความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.61 กรัม

4. ค่าเฉลี่ยของไบคาร์บอเนตที่ร่างกายสูญเสียหลังจากการวิ่งฮาล์ฟมาราธอนเท่ากับ 0.36 กรัม และความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.06 กรัม

5. รวมค่าเฉลี่ยของโซเดียม โปตัสเซียม คลอไรด์ และไบคาร์บอเนต เท่ากับ 10.45 กรัม

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า

เพื่อทราบปริมาณของเหงื่อและเกลือแต่ละชนิดที่ร่างกายสูญเสีย ภายหลังจากการวิ่งฮาล์ฟมาราธอน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักศึกษาชายของวิทยาลัยครูหมู่บ้านจอมบึง จังหวัดราชบุรี ชั้นปีที่ 1-4 ปีการศึกษา 2534 จำนวน 10 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Random Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือทั่วไป

1. นาฬิกาจับเวลาแบบกดหยุด (Stop-watch) ที่สามารถบอกเวลาได้ละเอียด 1/100 วินาที เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัทไซโก้ (SEIKO) ประเทศญี่ปุ่นสำหรับใช้จับเวลานักวิ่งในการวิ่งฮาล์ฟมาราธอน จำนวน 5 เครื่อง

2. เครื่องชั่งน้ำหนักมาตรฐาน บอกน้ำหนักเป็นกิโลกรัม ชั่งชั่งน้ำหนักและวัดส่วนสูงได้ในเครื่องเดียวกัน เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัทดีเทคโต (Detecto) ประเทศสหรัฐอเมริกา ใช้สำหรับชั่งน้ำหนักผู้เข้ารับการทดสอบก่อนและหลังการวิ่งฮาล์ฟมาราธอน ตลอดทั้งน้ำหนักของน้ำที่ใช้ดื่มในระหว่างการทดสอบ

3. เครื่องโนวา โฟร์ อิเล็กโทรไลต์ แอนนาไลเซอร์ (NOVA 4 Electrolyte Analyzer) เป็นเครื่องเซมิ-คอมพิวเตอร์ (Semi-Computer) ใช้สำหรับวิเคราะห์หาองค์ประกอบของเกลือในเหงื่อ

4. หลอดทดลอง (Test tube) พร้อมจุกยาง ใช้สำหรับบรรจุเหงื่อตัวอย่างของผู้เข้ารับการทดสอบ จำนวน 10 หลอด

5. เครื่องมือวัดภาวะแวดล้อมของอากาศ ได้แก่ เทอร์โมมิเตอร์ใช้วัดอุณหภูมิ เครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์ใช้วัดความชื้นของอากาศ และเครื่องมือวัดความเร็วของกระแสลม (Anemometer)

6. ผ้าเช็ดตัว จำนวน 10 ผืน ใช้สำหรับซับเหงื่อของผู้รับการทดสอบให้แห้งก่อนชั่งน้ำหนัก หลังจากการวิ่งฮาล์ฟมาราธอน

7. น้ำสะอาดบรรจุขวด จำนวน 40 ขวด ซึ่งทำการชั่งน้ำหนักของน้ำพร้อมทั้งติดชื่อผู้เข้ารับการทดสอบแต่ละคนไว้ที่ขวด โดยเตรียมน้ำ 4 ขวดต่อผู้เข้ารับการทดสอบ 1 คน ใช้สำหรับให้ผู้รับการทดสอบดื่ม

8. เครื่องชั่งน้ำหนักอย่างละเอียด (Havard Trip Balance) ใช้สำหรับชั่งน้ำหนักของเหงื่อ 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร เพื่อนำมาเทียบบัญญัติไตรยางค์

<u>น้ำยาและสารเคมี</u>

น้ำยาสำหรับเครื่อง โนวา โฟร์ อิเล็กโทรไลต์ แอนนาไลเซอร์ (NOVA 4 Electrolyte Analyzer) มีดังนี้

1. Internal Standard มี 2 ชนิด

A.	โซเดียม (Na^+)	=	130	มิลลิโมลต่อลิตร (mmol/l)
	โปตัสเซียม (K^+)	=	40	มิลลิโมลต่อลิตร (mmol/l)
	คลอไรด์ (Cl^-)	=	116	มิลลิโมลต่อลิตร (mmol/l)
	ไบคาร์บอเนต (HCO_3^-)	=	20	มิลลิโมลต่อลิตร (mmol/l)
B.	โซเดียม (Na^+)	=	30	มิลลิโมลต่อลิตร (mmol/l)
	โปตัสเซียม (K^+)	=	20	มิลลิโมลต่อลิตร (mmol/l)

คลอไรด์ (Cl^-) = 71 มิลลิโมลต่อลิตร (mmol/l)

ไบคาร์บอเนต (HCO_3^-) = 10 มิลลิโมลต่อลิตร (mmol/l)

2. โปตัสเซียมคลอไรด์ (KCL) 2 มิลลิโมลต่อลิตร (mmol/l)

3. สารละลายกรด (Acid Solution)

กรดแลคติก 12 เปอร์เซนต์ (12 % Lactic Acid)

4. ไดลูเอนท์เจือจาง (Diluent)

5. ความเข้มข้นของจำนวนคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมดในสารละลาย (Filling Solution TCO_2)

6. ความเข้มข้นของคลอไรด์ในสารละลาย (Filling Solution Cl)

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล มีลำดับดังต่อไปนี้

1. หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของปริมาณเหงื่อและเกลือที่ร่างกายสูญเสียภายหลังจากการวิ่งฮาล์ฟมาราธอน

2. หาค่าร้อยละของปริมาณเหงื่อที่ร่างกายสูญเสียภายหลังจากการวิ่งฮาล์ฟมาราธอน

3. หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของปริมาณเกลือแต่ละชนิดที่ร่างกายสูญเสียภายหลังจากการวิ่งฮาล์ฟมาราธอน

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักและปริมาตรของเหงื่อที่ร่างกายสูญเสียภายหลังจากการวิ่งฮาล์ฟมาราธอน มีค่าเท่ากับ 2,680 กรัม ซึ่งเท่ากับ 2,614.63 ลูกบาศก์เซนติเมตร และคิดเป็นร้อยละ 4.71 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 470.74 กรัม ซึ่งเท่ากับ 459.26 ลูกบาศก์เซนติเมตร

2. ค่าเฉลี่ยของ โซเดียม โปตัสเซียม คลอไรด์ และไบคาร์บอเนต มีค่าเท่ากับ 3.79, 0.28, 6.02 และ 0.36 กรัม ตามลำดับ และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.35, 0.10, 0.61 และ 0.06 กรัม ตามลำดับ

อภิปรายผล

1. ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักและปริมาตรเหงื่อที่นักวิ่งสูญเสียภายหลังจากการวิ่งฮาล์ฟมาราธอนในครั้งนี้ คือ 2,680 กรัม ซึ่งเท่ากับ 2,614.63 ลูกบาศก์เซนติเมตร ในการวิ่งฮาล์ฟมาราธอนครั้งนี้ใช้เวลาเฉลี่ย 1.59 ชั่วโมง เมื่อเทียบอัตราการหลั่งของเหงื่อในครั้งนี้เท่ากับ 1351.26 กรัมต่อชั่วโมง ในการสูญเสียเหงื่อในร่างกายของคนเรานั้นขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายอย่าง องค์ประกอบเหล่านั้นได้แก่ ภาวะแวดล้อมของอากาศขณะทำการวิ่ง เช่น ความเร็วของกระแสลม ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการสูญเสียเหงื่อในการวิ่งแต่ละครั้ง ความชื้นของอากาศมีผลต่อการระบายความร้อนโดยการหลั่งเหงื่อในระหว่างการวิ่ง เช่น ถ้าอากาศมีความชื้นมากการระเหยของน้ำที่ผิวกายเพื่อระบายความร้อนออกไปจากตัวจะยาก ส่งผลให้มีการหลั่งเหงื่อออกมากกว่าปกติ ในการทดสอบครั้งนี้มีภาวะอากาศแวดล้อมดังนี้ ความเร็วกระแสลม 3.25 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ความชื้นสัมพัทธ์ 63 เปอร์เซนต์ อุณหภูมิ 21 องศาเซลเซียส เป็นภาวะที่มีกระแสลมอ่อน ๆ ความชื้นปานกลาง อุณหภูมิค่อนข้างต่ำ ซึ่งเป็นบรรยากาศค่อนข้างสบาย ส่งผลให้อัตราการหลั่งเหงื่ออยู่ในระดับปกติ มีเพียงบางรายเท่านั้นที่มีอัตราการหลั่งเหงื่อค่อนข้างน้อยหรือมีบางรายอัตราการหลั่งเหงื่อค่อนข้างสูง อาจเนื่องมาจากปัจจัยอื่น ๆ เช่น การฝึกซ้อมความเคยชินต่ออากาศ ปัจจัยดังกล่าว จรวยพร ธรณินทร์ (2525 : 276-277) ได้กล่าวไว้ว่า ผลของการฝึกซ้อมส่งผลต่อการหลั่งของเหงื่อ เมื่อนักกีฬาได้ผ่านการฝึกซ้อมเป็นระยะเวลานานจะช่วยให้การปรับตัวต่ออากาศร้อนได้ดีกว่าผู้ที่ไม่เคยฝึกซ้อม ในจำนวนงานระดับเท่า ๆ กัน การทำงานของต่อมเหงื่อในคนปกติต้องทำงานหนักกว่า สูญเสียเหงื่อมากกว่านักกีฬาที่ผ่านการฝึก ปริมาณการสูญเสียเหงื่อของนักวิ่งแต่ละคนยังขึ้นอยู่กับเวลาที่ใช้ในการวิ่งอีกด้วย จึงทำให้นักวิ่งแต่ละคนมีอัตราการหลั่งของเหงื่อไม่เท่ากัน แม้จะวิ่งในระยะทางเท่ากันก็ตาม ความเคยชินต่ออากาศร้อนเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่ออัตราการหลั่งของเหงื่อ นักกีฬาที่มีความเคยชินต่ออากาศร้อนมากกว่า ร่างกายจะมีการระบายความร้อนโดยการหลั่งเหงื่อได้มากกว่าผู้ที่ไม่เคยชินต่ออากาศร้อน ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ ประทุม ม่วงมี (2527 : 267) ที่กล่าวว่า ความสามารถในการผลิตและส่วนประกอบของเหงื่อมีความแตกต่างกัน ระหว่างคนที่เคยชินและไม่เคยชินต่อความร้อน ความสามารถในการผลิตเหงื่อของผู้ที่ไม่เคยชินกับความร้อนมีเพียง 1.5 ลิตรต่อชั่วโมง ในขณะที่คนที่เคยชินต่อความร้อนสามารถผลิตเหงื่อได้ราว ๆ 4 ลิตรต่อชั่วโมง เมื่อพิจารณาดูปริมาณ

การสูญเสียเหงื่อของนักวิ่งแต่ละคน นักวิ่งที่มีน้ำหนักมากจะมีการสูญเสียเหงื่อค่อนข้างมากเมื่อเปรียบเทียบกับนักวิ่งคนอื่น ๆ แสดงว่า ปริมาณพื้นที่ผิวของร่างกายมีมากส่งผลให้ร่างกายมีการสูญเสียเหงื่อออกมามากด้วย ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ จรายพร ธรณินทร์ (2525 : 276) ที่กล่าวไว้ว่า ผู้ที่มีพื้นที่ผิวของร่างกายมากกว่าจะสูญเสียเหงื่อมากกว่าผู้ที่มีพื้นที่ผิวของร่างกายน้อยกว่าเมื่อออกกำลังกายเท่ากัน

จากผลการวิจัยครั้งนี้ นักวิ่งสูญเสียเหงื่อโดยเฉลี่ย 2,680 กรัม ปริมาณน้ำที่นักวิ่งดื่มเข้าไปในระหว่างการวิ่งโดยเฉลี่ยเท่ากับ 1,400 กรัม แสดงให้เห็นว่า ปริมาณน้ำที่นักวิ่งดื่มเข้าไปในระหว่างการวิ่งน้อยกว่าปริมาณเหงื่อที่นักวิ่งสูญเสีย ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า ในการวิ่งครั้งนี้อยู่ในช่วงฤดูหนาวอากาศค่อนข้างเย็น นักวิ่งวิ่งด้วยความสบายไม่ค่อนกระหายน้ำ นักวิ่งส่วนใหญ่จะใช้วิธีจิบน้ำพอแก้กระหายเอา แทนที่จะดื่มน้ำตามความต้องการ ในเรื่องการดื่มน้ำทดแทนนั้นการได้ดื่มน้ำทดแทนในปริมาณเท่ากับปริมาณที่จะสูญเสียจะทำให้ร่างกายมีประสิทธิภาพดีที่สุด ร่างกายควรจะได้รับการทดแทนน้ำในปริมาณ 2,680 กรัม หรือใกล้เคียง จึงจะทำให้ร่างกายมีประสิทธิภาพดีที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ พิทช์ (Morehouse and Miller. 1971 : 225-226 ; citing Pitts. 1944 : 142-254) ที่กล่าวว่า การที่ร่างกายได้รับการชดเชยน้ำเท่ากับปริมาณเหงื่อที่จะต้องสูญเสีย จะทำให้ร่างกายมีประสิทธิภาพดีที่สุด การสูญเสียเหงื่อของร่างกายจะมีการสูญเสียเกลือจำนวนหนึ่งออกมาด้วย การสูญเสียเกลือจะทำให้ความสมดุลของความเป็นกรดและด่างของร่างกายเกิดการผิดปกติ เป็นสาเหตุให้เกิดอันตรายต่อร่างกาย เมื่อร่างกายเกิดการสูญเสียเกลือในปริมาณหนึ่ง ร่างกายควรได้รับการชดเชยเกลือพร้อมกับการชดเชยน้ำ โดยเฉพาะเกลือโซเดียมและเกลือคลอไรด์ซึ่งร่างกายเกิดการสูญเสียได้ง่ายและเป็นจำนวนมาก ในการทดลองครั้งนี้นักวิ่งสูยเสียเหงื่อออกจากร่างกายโดยเฉลี่ย 2,680 กรัม สูญเสียเกลือเท่ากับ 10.45 กรัม ในการชดเชยน้ำและเกลือแก่นักกีฬาที่ทำให้นักกีฬาออกกำลังได้อย่างมีประสิทธิภาพดีที่สุด คือการชดเชยน้ำและเกลือให้ได้ในปริมาณที่เท่ากับปริมาณที่จะสูญเสีย ร่างกายจึงจะทำงานได้ประสิทธิภาพสูงสุด ในการวิ่งครั้งนี้นักวิ่งควรได้รับการชดเชยน้ำในปริมาณ 2,680 กรัม และน้ำที่จะชดเชยแกนักวิ่งจำนวนนี้ควรใส่เกลือลงไปในปริมาณ 10 กรัมด้วย

2. เมื่อพิจารณาดูเปอร์เซนต์เฉลี่ยของเหงื่อในการวิ่งฮาล์ฟมาราธอนครั้งนี้ คือ 4.71 เปอร์เซนต์ ซึ่งเป็นการสูญเสียเหงื่ออยู่ในเกณฑ์สูงและควรจะได้รับการชดเชยโดยเร็ว กัลยา กิจบุญชู (2534 : 16-18) ได้กล่าวไว้ว่า เมื่อร่างกายเกิดการสูญเสียน้ำถึงระดับหนึ่งจะมีผลต่อร่างกาย

ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของร่างกายลดลง ซึ่งสอดคล้องกับ จรวยนร ธรณินทร์ (2525 : 277) ที่กล่าวว่า การสูญเสียน้ำในร่างกายตั้งแต่ 4 เปอร์เซนต์ ของน้ำหนักร่างกายนับว่าเป็นอันตรายยิ่ง

3. ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักเกลือ โซเดียม โปตัสเซียม คลอไรด์ และไบคาร์บอเนต ที่ร่างกายสูญเสียออกมาพร้อมกับการหลั่งของเหงื่อภายหลังจากการวิ่งฮาล์ฟมาราธอนครั้งนี้ คือ 3.79, 0.28, 6.02 และ 0.36 กรัม ตามลำดับ จากการศึกษาพบว่า ปริมาณเกลือที่ร่างกายสูญเสียออกมาพร้อมกับการหลั่งของเหงื่อนั้น สอดคล้องกันกับปริมาณการสูญเสียเหงื่อของร่างกาย คือคนที่มีปริมาณเหงื่อน้อยปริมาณเกลือที่ได้ก็จะน้อยไปด้วย คนที่มีปริมาณเหงื่อมากปริมาณเกลือที่ได้จากการศึกษาก็จะมากด้วย ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ ประวิทย์ สุนทรสีมะ (2524 : 546) ที่กล่าวไว้ว่า เหงื่อประกอบไปด้วย โซเดียม คลอไรด์ เป็นส่วนใหญ่ เมื่อร่างกายขับเหงื่อออกมามากปริมาณเกลือก็จะถูกขับออกมาจากร่างกายเป็นจำนวนมากด้วย ดังนั้น ปริมาณเกลือที่สูญเสียจึงขึ้นอยู่กับปริมาณการสูญเสียเหงื่อ คือ ถ้าปริมาณการสูญเสียเหงื่อมากก็จะเสียเกลือในปริมาณที่มากด้วย

ในการศึกษาปริมาณเหงื่อและเกลือในการวิ่งฮาล์ฟมาราธอนครั้งนี้ มีตัวแปรบางอย่างที่ผู้วิจัยไม่สามารถควบคุมได้ ซึ่งมีผลทำให้ค่าที่ได้อาจคลาดเคลื่อนจากค่าที่แท้จริงได้ เช่น ภาวะอากาศแวดล้อมขณะทำการวิ่งเปลี่ยนไปทุกขณะเนื่องด้วยระยะทางการวิ่งที่ไกลและใช้เวลานาน และอีกอย่างปริมาณเกลือที่ได้จากการศึกษาก็เป็นเพียงค่าที่ได้จากการเทียบส่วนเอา ค่าที่ได้จึงไม่สามารถใช้เป็นเกณฑ์มาตรฐานอ้างอิงแสดงถึงการสูญเสียเหงื่อและเกลือในการวิ่งฮาล์ฟมาราธอนทั่ว ๆ ไปได้ ถือเป็นค่าที่ได้เฉพาะในการวิ่งฮาล์ฟมาราธอนครั้งนี้เท่านั้น เพราะปริมาณการสูญเสียเหงื่อและเกลือนั้นยังขึ้นอยู่กับปัจจัยดังกล่าวมาแล้วข้างต้น ซึ่งในการวิ่งแต่ละครั้งภาวะอากาศแวดล้อมต่าง ๆ อาจไม่เหมือนกัน ปัจจัยดังกล่าวถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการสูญเสียเหงื่อและเกลือออกมาจากร่างกาย ดังนั้น ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาเป็นเพียงข้อมูลพื้นฐานในการที่จะหาทางชดเชยน้ำและเกลือที่ร่างกายสูญเสียแก่นักวิ่ง เพื่อปรับปรุงความสามารถให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นต่อไป

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยเรื่องการสูญเสียเหงื่อและเกลือในการวิ่งฮาล์ฟมาราธอน ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะสำหรับผู้ฝึกสอนกรีฑา ครูพลศึกษา นักกรีฑาวิ่งระยะไกล และผู้สนใจ ดังนี้

1. ควรนำผลที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้เป็นข้อมูลในการชดเชยน้ำและเกลือแก่นักกีฬา เพื่อปรับปรุงความสามารถให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2. ควรนำผลที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้เป็นข้อมูลในการชดเชยน้ำและเกลือในการวิ่งฮาล์ฟมาราธอนกับกลุ่มตัวอย่างอื่น ในสภาพแวดล้อมที่ใกล้เคียงกัน

3. ผลจากการวิจัยครั้งนี้เป็นแนวทางในการชดเชยน้ำและเกลือในการวิ่งฮาล์ฟมาราธอนและการวิ่งในระยะที่ใกล้เคียง ตลอดจนกีฬาประเภทอื่น ๆ ที่มีความหนักและความเข้มข้นของกิจกรรมเท่า ๆ กัน

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาหาปริมาณการสูญเสียเหงื่อและเกลือในการวิ่งฮาล์ฟมาราธอน ในสภาพการแข่งขันจริง

2. ควรศึกษาหาปริมาณการสูญเสียเหงื่อและเกลือในการวิ่งฮาล์ฟมาราธอนในกลุ่มตัวอย่างอื่น เช่น ในระดับกลุ่มอายุต่างกัน

3. ควรศึกษาหาปริมาณการสูญเสียเหงื่อและเกลือในการวิ่งฮาล์ฟมาราธอนในกลุ่มตัวอย่างที่เป็นเพศหญิงด้วยๆ

4. ควรศึกษาหาปริมาณการสูญเสียเหงื่อและเกลือในการวิ่งฮาล์ฟมาราธอน ที่จัดแข่งขันในฤดูหนาว ฤดูร้อน ฤดูฝน

5. ควรศึกษาหาปริมาณการสูญเสียน้ำของร่างกาย โดยการศึกษาจากปริมาณพลาสมาในเลือดก่อนและหลังการออกกำลังกาย

6. ควรศึกษาหาปริมาณการสูญเสียน้ำของร่างกาย กับกีฬาที่ต้องใช้ความอดทนในประเภทอื่น ๆ เช่น จักรยานระยะไกล มวยปล้ำ ฯลฯ

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กัลยา กิจบุญชู. "โภชนาการกับนักกีฬา," วารสารกีฬา. ปีที่ 25 ฉบับที่ 5 พฤษภาคม 2534.

กำโชค เผือกสุวรรณ. ผลของการเสียเหงื่อกับการชดเชยด้วยน้ำและเกลือที่มีต่อความอดทนทางกาย. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพ ฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2516. อัดสำเนา.

เครือวัลย์ โสภาสรรค์. "ของเหลว อิเล็กโทรไลต์ และกรด-ด่างในร่างกาย," เอกสารประกอบการสอนวิชาเคมีพื้นฐาน หน่วยที่ 10. กรุงเทพ ฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2530.

จรวยพร ธรณินทร์. กายวิภาคและสรีรวิทยาของการออกกำลังกาย. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพ ฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2525.

เจริญ กระบวนรัตน์ และสาลี่ สุภาภรณ์. "วิ่ง...ออกกำลังกายที่ให้ผลดีต่อสุขภาพ," วารสารกีฬา. ปีที่ 21 ฉบับที่ 22 ธันวาคม 2530.

เทเวศร์ นิริยะพฤนท์. เอกสารประกอบการสอนวิชาสรีรวิทยาของการออกกำลังกาย. กรุงเทพ ฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528.

ประทุม ม่วงมี. รากฐานทางสรีรวิทยาของการออกกำลังกายและการพลศึกษา. บูรพาสาส์น, 2527.

ประวิทย์ สุนทรสีมะ. กายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยา. กรุงเทพ ฯ : มหาวิทยาลัยมหิดล, 2524.

เผด็จ นวนหนู. ผลของการดื่มน้ำ น้ำเกลือ น้ำตาล ที่มีต่อความสามารถในการทำงานของร่างกาย. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพ ฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2520. อัดสำเนา.

พีระพงศ์ บุญศิริ. สรีรวิทยาของการออกกำลังกาย (วิทยาศาสตร์การกีฬา). กรุงเทพ ฯ : โอเดียนสโตร์, 2532.

รุ้งตะวัน แสงจันทร์. การควบคุมอุณหภูมิกาย. กรุงเทพ ฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร , 2531.

วันดี วราวิทย์ และคนอื่น ๆ. อิเล็กโตรไลท์ในเด็ก. กรุงเทพ ฯ : บำรุงกิจ, 2523.

วัลภา วัฒนะนุพงษ์. ผลของการลดน้ำหนักต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และความอดทน. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพ ฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2518. อัดสำเนา.

วิทยา รัตนธารา. การสูญเสียเหงื่อและเกลือในการเล่นฟุตบอล. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพ ฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526. ถ่ายเอกสาร.

วรนุช ฉัตรสุทธิพงษ์. "กรดและด่างในร่างกาย," สรีรวิทยา. กรุงเทพ ฯ : มหาวิทยาลัยมหิดล, ม.ป.ป.

วรศักดิ์ เพียรชอบ. หลักและวิธีสอนวิชาพลศึกษา. กรุงเทพ ฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2523.

ศรีเทียน อุษณาวรงค์ และสัญญา ร้อยสมมุติ. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับน้ำ อิเล็กโตรไลท์ ภาวะกรด-ด่าง และการประเมินผู้ป่วย. กรุงเทพ ฯ : มหาวิทยาลัยมหิดล, 2530.

สุพิศ จินดาวณิค. ชีวเคมีคลินิค เล่ม 2. กรุงเทพ ฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524.

อนันต์ อัตชู. สรีรวิทยาการออกกำลังกาย. กรุงเทพ ฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2521.

Berger, Richard A. Applied Exercise Physiology. Philadelphia : LEA & FEBIGER, 1982.

Branch, J. H. Physiology of Exercise. St. Louis : The Mosby Company, 1976.

Graig, F. N. and E. G. Cummings. "Dehydration and Muscularwork," Journal of Applied Physiology. 21(2) : 670-644, 1966.

Feellmann, Nicole, and Others. "Human Frontal Sweat Rate and Lactate Concentration During Heat Exposure and Exercies," Journal of Applied Physiology. 54(2) : 355-363, 1983.

Fortney, S. M. and Others. "Effect of Hyperosmolality on Control of Blood Flow and Sweating," Journal of Applied Physiology. 57(6) : 1688-1695, 1984.

Garden, John W. and Others. Acclimatization of Healthy Young Adult Males to a Hot-Wet Environment," Journal of Applied Physiology. 21(2) : 665-669, 1966.

Hubbard, Roger W. and Others. "Voluntary Dehydration and Alliesthesia for Water," Journal of Applied Physiology. 57(3) : 868-875, 1984.

Kolka, Margaret A. and Others. "Heat Exchange Following Atropine Injection Before and After Heat Acclimation," Journal of Applied Physiology. 56(4) : 896-899, 1984.

Morehouse, Laurence and Augustus T. Miller. Physiology of Exercise. 6 th. ed., St. Louis : The C.V. Mosby Company, 1971.

Orenstein, David M. and Others. "Heat Acclimation in Cystic Fibrosis," Journal of Applied Physiology. 57(2) : 408-412, 1984.

Ribisl, Paul M. and William G. Herbert. "Effect of Rapid Weight Reduction and Subsequent Dehydration Upon the Physical Working Capacity of Wrestlers," The Research Quarterly. 41(4) : 536-540, 1970.

Sproles, Charles Ben. "Effect of Three Levels of Acute Weight Reduction and Subsequent Dehydration on Selected Cardiovascular Responses in Conditioned Wrestlers," Dissertation Abstracts International. 34(3) : 5696-A, 1974.

Sawka, Michael N. and Others. "Hypodehydration and Exercise : Effect of Heat Acclimation, Gender and Environment," Journal of Applied Physiology. 55(4) : 1147-1153, 1983.

ภาคผนวก

ตาราง 3 แสดงน้ำหนักก่อนการทดสอบ หลังการทดสอบ น้ำหนักน้ำที่ดื่ม และสถิติของผู้เข้ารับการทดสอบ ในการวิ่งฮาล์ฟมาราธอน

เลขที่	น้ำหนักก่อนทดสอบ (กิโลกรัม)	น้ำหนักหลังทดสอบ (กิโลกรัม)	น้ำหนักน้ำที่ดื่ม (กิโลกรัม)	สถิติ ชั่วโมง
1	56.1	55.5	1.5	1.55
2	54.5	53.3	1.2	1.57
3	53.7	53.1	1.5	2.05
4	56.9	55.2	1.5	1.57
5	64.8	62.8	1.5	2.03
6	53.9	52.5	1.4	1.55
7	46.2	45.1	1.3	2.01
8	59.1	57.3	1.4	2.05
9	54.2	53.3	1.4	1.59
10	54.7	53.2	1.3	1.59

ตาราง 4 แสดงปริมาณ และปริมาตร ของการสูญเสียเหงื่อของผู้เข้ารับการทดสอบ ภายหลังจากการวิ่งฮาล์ฟมาราธอน

เลขที่	ปริมาณ (กรัม)	ปริมาตร (ลูกบาศก์เซนติเมตร)
1	2,100	2,048.78
2	2,400	2,341.46
3	2,100	2,048.78
4	3,200	3,121.95
5	3,500	3,414.63
6	2,800	2,731.70
7	2,400	2,341.46
8	3,200	3,121.95
9	2,300	2,243.90
10	2,800	2,731.70
รวม	26,800	26,146.31

ตาราง 5 แสดงปริมาณเกลือที่ร่างกายสูญเสียออกมาพร้อมกับการหลั่งเหงื่อของผู้เข้ารับการทดสอบภายหลังจากการวิ่งฮาล์ฟมาราธอน

เลขที่	โซเดียม (กรัม)	โปตัสเซียม (กรัม)	คลอไรด์ (กรัม)	ไบคาร์บอเนต (กรัม)
1	4.04	0.20	6.27	0.31
2	3.59	0.52	5.25	0.40
3	3.56	0.18	5.74	0.33
4	3.20	0.33	6.42	0.42
5	3.96	0.36	4.82	0.31
6	3.54	0.32	5.81	0.51
7	3.82	0.27	6.59	0.34
8	4.25	0.27	6.66	0.35
9	3.59	0.19	5.88	0.32
10	4.39	0.19	6.77	0.31

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นายเปริส ขบวนดี	
ภูมิลำเนา	59/1 หมู่ 4 ตำบลทมอ อำเภอปราสาท จังหวัดสุรินทร์	
การศึกษา	ปีการศึกษา 2525	สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และมัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนประสาทวิทยาคาร อำเภอปราสาท จังหวัดสุรินทร์
	ปีการศึกษา 2527	สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง (พลศึกษา) จากวิทยาลัยพลศึกษา จังหวัดศรีสะเกษ
	ปีการศึกษา 2529	สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาการศึกษาบัณฑิต (พลศึกษา) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พลศึกษา กรุงเทพมหานคร
	ปีการศึกษา 2534	สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต (พลศึกษา) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร กรุงเทพมหานคร
การทำงาน	2530 - 2530	เป็นข้าราชการครูตำแหน่ง ครู 2 สังกัดโรงเรียนบ้านปวงดิก สปอ.สังขะ สปจ.สุรินทร์
	2531 - ปัจจุบัน	เป็นข้าราชการครูตำแหน่ง อาจารย์ 1 สังกัดโรงเรียนบ้านสะกาด สปอ.สังขะ สปจ.สุรินทร์

การสูญเสียเหงื่อและเกลือในการวิ่งฮาล์ฟมาราธอน

บทคัดย่อ

ของ

เปโส ขบวนดี

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกพลศึกษา

มกราคม 2535

ความมุ่งหมายของการศึกษาครั้งนี้ เพื่อศึกษาหาปริมาณเหงื่อและเกลือที่นักวิ่งสูญเสียออกมาพร้อมกับการหลั่งเหงื่อภายหลังจากการวิ่งฮาล์ฟมาราธอน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้คือนักศึกษาของวิทยาลัยครูหมู่บ้านจอมบึง จำนวน 10 คน การหาปริมาณเหงื่อใช้วิธีชั่งน้ำหนักของร่างกายก่อนการวิ่งและหลังการวิ่ง น้ำหนักของเหงื่อที่นักวิ่งสูญเสียไปในการวิ่งฮาล์ฟมาราธอนศึกษาจากน้ำหนักของร่างกายก่อนการวิ่ง บวกด้วยน้ำหนักของน้ำที่ดื่มระหว่างการวิ่ง และลบด้วยน้ำหนักของร่างกายหลังการวิ่ง การหาปริมาณเกลือใช้วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบของเกลือในเหงื่อของนักวิ่งด้วยเครื่อง โนวา โฟร์ อิเล็กโตรไลต์ แอนนาไลเซอร์ จากเหงื่อตัวอย่างของนักวิ่งคนละ 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ผลการศึกษาพบว่า

1. ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักและปริมาตรเหงื่อที่นักวิ่งสูญเสียภายหลังจากการวิ่งฮาล์ฟมาราธอน คือ 2,680 กรัม ซึ่งเท่ากับ 2,614.63 ลูกบาศก์เซนติเมตร และคิดเป็นร้อยละ 4.71 ของน้ำหนักร่างกาย

2. ค่าเฉลี่ยของปริมาณเกลือที่นักวิ่งสูญเสียออกมาพร้อมกับการหลั่งของเหงื่อภายหลังจากการวิ่งฮาล์ฟมาราธอน คือ โซเดียม 3.79 กรัม โปตัสเซียม 0.28 กรัม คลอไรด์ 6.02 กรัม และไบคาร์บอเนต 0.36 กรัม

A STUDY OF THE LOSS OF SWEAT AND SALT IN HALF-MARATHON RUNNING

AN ABSTRACT

BY

PESO KHABUANDEE

Presented in partial fulfilment of the requirements of the Master

of Education degree in Physical Education

at Srinakharinwirot University

January 1992

The purpose of this study was to determine the amount of sweat and salt loss in half-marathon running. The subjects of study consisted of ten male students from Jombung Teachers College. The amount of sweat loss was determined by the loss of weight before and after the running. The weight of the sweat which was lost in the running was determined by the weight of the runners before running plus the weight of the water consumed while running, minus by the weight of the runners after running. To find the amount salt loss, 2 cubic centimeters of sweat were collected from each runners and analyzed by the NOVA-4 Electrolytes Analyzer.

It was found that :

1. The mean of the sweat loss for the runners after half-marathon running in weight and volume were 2,680 grams which is equal to 2,614.63 cubic centimeters and were 4.71 percentage of body weight.

2. The mean of salt loss with sweat for the runners after half-marathon running was 3.79 grams for Sodium, 0.28 grams for Potassium, 6.02 grams for Chloride, and 0.36 grams for bicarbonate.