



วิทยานิพนธ์

ผลของคาเฟอีนที่มีต่อเวลาปฏิกิริยาและความเร็วของนักวิ่งระยะสั้น

THE EFFECTS OF CAFFEINE ON REACTION TIME
AND SPEED OF SPRINTERS

ว่าที่ร้อยตรีธนวุฒิ แสงบุญ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2550



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การกีฬา)

ปริญญา

วิทยาศาสตร์การกีฬา

โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง ผลของคาเฟอีนที่มีต่อเวลาปฏิกิริยาและความเร็วของนักวิ่งระยะสั้น

The Effects of Caffeine on Reaction Time and Speed of Sprinters

นามผู้วิจัย ว่าที่ร้อยตรีชนวุฒิ แสงบุญ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ

(อาจารย์อภัสรา อัครพันธุ์, ปร.ค.)

กรรมการ

(รองศาสตราจารย์นายแพทย์ธงวัช อนุเคราะห์นันท, Ph.D.)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์มยุรี ถนอมสุข, ศศ.ค.)

ประธานสาขาวิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สิริพร ศศิเมณฑลกุล, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์วินัย อัจฉกหาญ, M.A.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลของคาเฟอีนที่มีต่อเวลาปฏิกิริยาและความเร็วของนักวิ่งระยะสั้น

The Effects of Caffeine on Reaction Time and Speed of Sprinters

โดย

ว่าที่ร้อยตรีชนวุฒิ แสงบุญ

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตรการกีฬา)

พ.ศ. 2550

ธนวุฒิ แสงบุญ, ว่าที่ร้อยตรี 2550: ผลของคาเฟอีนที่มีต่อเวลาปฏิบัติกริยาและความเร็วของ
นักวิ่งระยะสั้น ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตรการกีฬา) สาขาวิทยาศาสตร์
การกีฬา โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา ประธานกรรมการที่ปรึกษา:
อาจารย์อภัสรา อัครพันธุ์, ปร.ค. 97 หน้า

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของคาเฟอีนที่มีต่อเวลาปฏิบัติกริยาและความเร็วของ
นักวิ่งระยะสั้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักวิ่ง 100 เมตร ในนามทีมชาติไทย อายุ 17-19 ปี เพศชาย
จำนวน 6 คน ทำการทดลองแบบ double-blind crossover design โดยกลุ่มตัวอย่างได้รับเครื่องดื่ม
ชนิด W และ S ชนิดละ 1 ครั้ง เครื่องดื่มคาเฟอีนที่มีคาเฟอีน 0.4167 mg/kg BW(D), 3.5 mg/kg BW(M)
และ 7 mg/kg BW (C) ชนิดละ 2 ครั้ง ในปริมาตรรวม 250 ml รวมทั้งสิ้น 8 ครั้ง แต่ครั้งห่างกัน
ไม่น้อยกว่า 3 วัน ทำการทดสอบเวลาปฏิบัติกริยาอย่างง่ายในช่วงเวลาที่ 0 ก่อนดื่มและหลังดื่มน้ำที่
25, 50, 75, 100 และ 125 ตามลำดับ ในนาที่ที่ 60 ทำการทดสอบเวลาปฏิบัติกริยาการออกตัวและ
ความเร็วในการวิ่ง 100 เมตรโดยบันทึกเวลาเมื่อกลุ่มตัวอย่างวิ่งผ่านระยะทาง15,30,60และ100 เมตร
นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและวิเคราะห์ความแตกต่างกันทาง
สถิติโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One-way analysis of variance with
repeated measures) และเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่โดยวิธีการแบบ LSD กำหนดความมี
นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มตัวอย่างที่ได้รับเครื่องดื่มชนิด S, D, M และ C มีผลทำให้เวลา
ปฏิบัติกริยาอย่างง่าย เวลาในการออกตัว และความเร็วในการวิ่ง 100 เมตร แตกต่างกันอย่างไม่มี
นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05โดยมีแนวโน้มว่าการได้รับเครื่องดื่ม C จะส่งผลดีที่สุดในทุกตัวแปร
แต่สำหรับการวิ่งระยะสั้น เวลาเพียง 0.01 วินาที ก็มีผลสำคัญต่อชัยชนะในการแข่งขันได้

Thanawut Seangboon, Acting SubLt. 2007: The Effects of Caffeine on Reaction Time and Speed of Sprinters. Master of Science (Sports Science), Major Field: Sports Science, Interdisciplinary Graduate Program. Thesis Advisor: Miss Apasara Arkarapanthu, Ph.D. 97 pages.

This research aims to investigate the effects of caffeine on reaction time and speed of sprinters using the double-blind crossover design. The subjects were six male sprinters aged 17-19 who competed as representatives of Thailand. These subjects drank five types of drink i.e. W and S once each and coffee containing 0.4167 mg/kg BW (D), 3.5 mg/kg BW (M) and 7 mg/kg BW (C) twice each in total volume of 250 ml. The experiments were done eight times separated by at least three days separated. These subjects were examined and their simple reaction time was recorded before drinking, and 25, 50, 75, 100 and 125 minutes after drinking. Sixty minutes after drinking, they were examined and their starting reaction time, 100 meter running speed and running times at 15, 30, 60 and 100 meters were recorded. The data were analyzed for the mean, standard deviation and significant difference by using one-way analysis of variance with repeated measures along with multiple comparison using the LSD method

The results revealed that after the subjects drank S, D, M and C, no significant differences in the simple reaction time, starting reaction time and 100 meters running speed were found. However, all variables tended to be the best after the subjects drank C. During the sprint competition, only 0.01seconds difference between times is significantly important.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

____ / ____ / ____

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดี เพราะได้รับความกรุณาเป็นอย่างสูงจาก อาจารย์ ดร.อาทิตย์ อัครพันธุ์ ประธานกรรมการที่ปรึกษา รศ. ดร. นพ. ธงวัช อนุเคราะห์นันทน์ กรรมการที่ปรึกษาวิชาเอก ศศ.ดร.มยุรี ถนอมสุข กรรมการที่ปรึกษาวิชาการ และรศ.ดร.วิกร ดัชนีทวาทไธ ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความเมตตากรุณาของท่านในการปรับปรุงแก้ไข ข้อบกพร่องต่างๆ เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เกิดความสมบูรณ์ จึงขอกราบขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ศ.คลินิก นพ.ธีรวัฒน์ กุลทนันทน์ รศ.ดร.สุพิตร สมิติโต นพ.เรืองศักดิ์ ศิริผล อาจารย์ถวัลย์ศักดิ์ พิมเสน อาจารย์สุปรีชา จรูญศักดิ์ พลตำรวจตรีสุรพงษ์ อริยะมงคล พลตำรวจตรีสุกัญญา อริยะมงคล อาจารย์ชัยสิทธิ์ ภาวิลาศ อาจารย์อนันตศิลป์ รุจิเรข ศศ.ถาวร กุมทศรี ศศ.ประยุทธ์ พุทธิรักษ์กุล อาจารย์นิตยา เกิดจันทิก อาจารย์เอกวิทย์ แสงผล อาจารย์นิธิ ปิยพันธ์ นายปนิก อวิรุทธการ นายชูศักดิ์ พัฒนะมนตรี นางสาวชนกสุดา สุนทรวิภาต และนางสาวสุธิดา วิสาพรหม ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจด้วยดีตลอดมา

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาท วิชาและถ่ายทอดความรู้พร้อมทั้งอบรมสั่งสอน และช่วยเหลือในการศึกษาค้นคว้าโดยตลอด ขอขอบคุณ ฝ่ายวิทยาศาสตร์การกีฬา การกีฬาแห่งประเทศไทย ที่ให้ความช่วยเหลือในด้านอุปกรณ์ในการทดสอบ สมาคมกรีฑาแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์อำนวยความสะดวก ในการประสานกับกลุ่มตัวอย่าง และศูนย์ตรวจสอบสารต้องห้ามในนักกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล ที่ให้ความช่วยเหลือในการตรวจวิเคราะห์ปริมาณคาเฟอีนในปัสสาวะ ขอขอบคุณน้องนักกีฬาทุกคนที่ สนใจเข้าร่วมเป็นอาสาสมัครและให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการทำวิจัยครั้งนี้

สุดท้ายผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ นายศรีทนต์ แสงบุญ บิดา นางจินตนา แสงบุญ มารดา นายสุทธิพล แสงบุญ น้องชาย รวมทั้งญาติที่ให้การสนับสนุนและให้โอกาสทางการศึกษาแก่ผู้วิจัยและ เพื่อนโรงเรียนอัสสัมชัญอุบลราชธานี รุ่นที่ 13 ที่ให้ความช่วยเหลือ คุณค่า ประโยชน์และสิ่งที่ดีงามใด ๆ ที่เกิดขึ้นจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอบพระคุณผู้มีพระคุณทุกท่าน ตามที่ได้กล่าวมา

ธนวุฒิ แสงบุญ

เมษายน 2550

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(3)
สารบัญภาพ	(5)
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	(7)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
สมมุติฐาน	3
ขอบเขตการวิจัย	3
ข้อตกลงเบื้องต้น	4
นิยามคำศัพท์	5
การตรวจเอกสาร	7
คาเฟอีน	7
ความสำคัญและองค์ประกอบที่มีผลต่อเวลาปฏิกิริยา	10
ความสำคัญและองค์ประกอบที่มีผลต่อความเร็ว	15
ความเร็วแต่ละช่วงของการแข่งขันวิ่ง 100 เมตร	19
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	20
อุปกรณ์และวิธีการ	26
อุปกรณ์	26
เครื่องมือ	27
วิธีการ	28
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	37

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล	38
สรุป	60
ข้อเสนอแนะในการทำวิจัย	62
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	63
ภาคผนวก	70
ภาคผนวก ก เอกสารวิเคราะห์หาปริมาณสารคาเฟอีน	71
ภาคผนวก ข เอกสารชี้แจงข้อมูล	74
ภาคผนวก ค ตารางแสดงรหัสและชนิดของเครื่องดื่มที่กลุ่มตัวอย่างได้รับ	79
ภาคผนวก ง รูปภาพแสดงการเตรียมเครื่องมือและขั้นตอนการทดสอบ	81
ภาคผนวก จ โปรแกรมการฝึกซ้อมของกลุ่มตัวอย่าง	87
ภาคผนวก ฉ เวลาปฎิบัติอย่างง่ายรายบุคคลเมื่อได้รับเครื่องดื่ม S กับ C	89
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	97

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิบัติอย่างง่าย	41
2	ร้อยละของการเปลี่ยนแปลงเวลาปฏิบัติอย่างง่าย เมื่อเทียบกับนาฬิกาที่ 0	41
3	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของร้อยละของการเปลี่ยนแปลงเวลาปฏิบัติอย่างง่าย เมื่อเทียบกับนาฬิกาที่ 0 ในเวลาที่ต่างกันเมื่อได้รับเครื่องดื่ม S	44
4	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของร้อยละของการเปลี่ยนแปลงเวลาปฏิบัติอย่างง่าย เมื่อเทียบกับนาฬิกาที่ 0 ในเวลาที่ต่างกันเมื่อได้รับเครื่องดื่ม D	44
5	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของร้อยละของการเปลี่ยนแปลงเวลาปฏิบัติอย่างง่าย เมื่อเทียบกับนาฬิกาที่ 0 ในเวลาที่ต่างกันเมื่อได้รับเครื่องดื่ม M	45
6	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของร้อยละของการเปลี่ยนแปลงเวลาปฏิบัติอย่างง่าย เมื่อเทียบกับนาฬิกาที่ 0 ในเวลาที่ต่างกันเมื่อได้รับเครื่องดื่ม C	45
7	ความแตกต่างของร้อยละของการเปลี่ยนแปลงเวลาปฏิบัติอย่างง่ายเมื่อเทียบกับ กับการได้รับเครื่องดื่ม S	46
8	เวลาปฏิบัติการออกตัวในนาฬิกาที่ 60 หลังได้รับเครื่องดื่ม	50
9	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลาในการวิ่ง 100 เมตร ระยะต่าง ๆ	52
10	ความเร็วเฉลี่ยในการวิ่ง 100 เมตร ระยะต่าง ๆ	52
11	ความแตกต่างของความเร็วในการวิ่ง 100 เมตร เมื่อเทียบกับการได้รับ เครื่องดื่ม S	56
12	ความเข้มข้นของคาเฟอีนในปัสสาวะภายหลังดื่มเครื่องดื่ม M และ C	62

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
ค1	รหัส Double blind ของเครื่องคั่วที่กลุ่มตัวอย่างแต่ละคนได้รับในแต่ละครั้ง	80
ค2	ชนิดของเครื่องคั่วที่กลุ่มตัวอย่างแต่ละคนได้รับในแต่ละครั้ง	80
ฅ3	ร้อยละของการเปลี่ยนแปลงเวลาปฏิกิริยาของการได้รับเครื่องคั่ว S กับ C	96
ฅ4	ค่าเฉลี่ยร้อยละของการเปลี่ยนแปลงเวลาปฏิกิริยาเมื่อได้รับเครื่องคั่ว S กับ C	96

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	สูตรโครงสร้างของคาเฟอีน	8
2	แผนผังแสดงขั้นตอนการทดสอบ	30
3	ร้อยละของการเปลี่ยนแปลงเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายเมื่อเทียบกับนาที่ที่ 0	42
4	ความแตกต่างของร้อยละของการเปลี่ยนแปลงเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายเมื่อเทียบกับ การได้รับเครื่องดื่ม S	47
5	ความเร็วเฉลี่ยในการวิ่ง 100 เมตร ระยะต่าง ๆ	53
6	ความแตกต่างของความเร็วในการวิ่ง 100 เมตร เมื่อเทียบกับการได้รับเครื่องดื่ม S	57

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่		หน้า
ง1	อุปกรณ์และวิธีการเตรียมเครื่องดัมให้กลุ่มตัวอย่างดัมก่อนการทดลอง	82
ง2	การทดสอบเวลาปฏิกิริยาอย่างง่าย	83
ง3	เครื่องมือทดสอบเวลาปฏิกิริยาการออกตัวและความเร็วในการวิ่ง 100 เมตร	84
ง4	การทดสอบเวลาปฏิกิริยาการออกตัวและความเร็วในการวิ่ง 100 เมตร	85
ง5	อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างปัสสาวะ	86
ฉ6	เปรียบเทียบเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายของกลุ่มตัวอย่างรหัส 001 เมื่อได้รับเครื่องดัม S กับ C	90
ฉ7	เปรียบเทียบเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายของกลุ่มตัวอย่างรหัส 002 เมื่อได้รับเครื่องดัม S กับ C	91
ฉ8	เปรียบเทียบเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายของกลุ่มตัวอย่างรหัส 003 เมื่อได้รับเครื่องดัม S กับ C	92
ฉ9	เปรียบเทียบเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายของกลุ่มตัวอย่างรหัส 004 เมื่อได้รับเครื่องดัม S กับ C	93
ฉ10	เปรียบเทียบเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายของกลุ่มตัวอย่างรหัส 005 เมื่อได้รับเครื่องดัม S กับ C	94
ฉ11	เปรียบเทียบเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายของกลุ่มตัวอย่างรหัส 006 เมื่อได้รับเครื่องดัม S กับ C	95

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

W = น้ำดื่มฟอสฟอรัสปริมาณ 750 ml/ขวด

S = เครื่องดื่มที่เป็นสารละลาย Sucralose

D = เครื่องดื่มที่เป็นสารละลาย Sucralose และมีปริมาณคาเฟอีน 0.4167 mg/kg BW

M = เครื่องดื่มที่เป็นสารละลาย Sucralose และมีปริมาณคาเฟอีน 3.5 mg/kg BW

C = เครื่องดื่มที่เป็นสารละลาย Sucralose และมีปริมาณคาเฟอีน 7 mg/kg BW

SRT = เวลาปฏิกิริยาอย่างง่าย (Simple Reaction Time)

LRT = เวลาปฏิกิริยาของขาด้านซ้าย

RRT = เวลาปฏิกิริยาของขาด้านขวา

BW = น้ำหนักตัว

kg = กิโลกรัม

ml = มิลลิลิตร

mg = มิลลิกรัม

mg/l = มิลลิกรัม/ลิตร

μg = ไมโครกรัม

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ (ต่อ)

g = กรัม

ATP = Adenosine triphosphate

CP = Creatine phosphate

ผลของคาเฟอีนที่มีต่อเวลาปฏิกิริยาและความเร็วของนักวิ่งระยะสั้น

The Effects of Caffeine on Reaction Time and Speed of Sprinters

คำนำ

กาแฟเป็นเครื่องดื่มที่ได้รับความนิยมแพร่หลายไปทั่วโลกเนื่องจากหาซื้อได้ง่าย ความนิยมในการบริโภคกาแฟสังเกตได้จากจำนวนสถานประกอบการจำหน่ายกาแฟ สามารถพบได้ทั่วไปและในทุกระดับเศรษฐกิจทางสังคม ตั้งแต่ร้านบนบาทวิถีถึงมุมกาแฟในโรงแรมหรู กาแฟที่มีจำหน่ายมีหลายรูปแบบไม่ว่าจะเป็นกาแฟทั้งเมล็ด กาแฟคั่วบด กาแฟผงสำเร็จรูป และกาแฟสำเร็จรูปบรรจุกระป๋องที่กำลังเป็นที่นิยมในปัจจุบัน แต่อย่างไรก็ตามสารที่ออกฤทธิ์ที่สำคัญที่พบในกาแฟแทบทุกชนิด คือ คาเฟอีน (Caffeine)

ข้อมูลจาก National Library of Medicine ได้แสดงว่ามีนักวิทยาศาสตร์มากกว่า 19,000 คน ที่ศึกษาเกี่ยวกับกาแฟหรือคาเฟอีน และในช่วงหลายทศวรรษที่ผ่านมาทั้งผู้บริโภคและนักวิจัยได้ยืนยันถึงความปลอดภัยของการดื่มกาแฟและคาเฟอีน เช่น องค์การอาหารและยาแห่งสหรัฐอเมริกาได้ยืนยันไว้ว่าการดื่มกาแฟมีความปลอดภัย เมื่อเร็ว ๆ นี้ นักวิทยาศาสตร์จาก Mayo Clinic, Harvard School of Public Health, U.S. Veterans Administrations และศูนย์วิจัยทางการแพทย์อื่น ๆ ได้แสดงว่ากาแฟไม่เพียงแต่ปลอดภัยแต่ยังมีประโยชน์และลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคต่าง ๆ ด้วย (กาญจน์มณี, 2547)

คาเฟอีนมีฤทธิ์ต่อระบบต่าง ๆ ของร่างกาย เช่น กระตุ้นกล้ามเนื้อหัวใจ กระตุ้นระบบฮอร์โมน กระตุ้นระบบของไตในการขับปัสสาวะ และมีฤทธิ์กระตุ้นระบบประสาทส่วนกลาง (Central Nervous System: CNS) เป็นต้น (Sawynok, 1995; Daniels *et al.*, 1998) ถ้าได้รับคาเฟอีนประมาณ 80-200 mg จะทำให้รู้สึกตื่นตัว เวลาปฏิกิริยาตอบสนองเร็วขึ้น (สิริพร, 2542) ในนักกีฬาผู้ที่ใช้เวลาปฏิกิริยาสั้นจะเป็นผู้ที่ได้เปรียบมากในการแข่งขันโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในประเภทกีฬาที่ใช้ความเร็ว ได้แก่ การแข่งขันวิ่งระยะทาง 100 เมตร เวลาที่ต่างกัน 0.1 วินาที อาจให้ระยะห่างที่ต่างกันถึง 3 ฟุต (ภาควิชา, 2527) นอกจากนี้คาเฟอีนยังทำให้นักกีฬาก่อร่างร่างกายได้นานขึ้นถึงร้อยละ 19 เนื่องจากคาเฟอีนเพิ่มการสลายไขมันจึงทำให้กล้ามเนื้อใช้กรดไขมันอิสระเป็นแหล่งพลังงานและเก็บสะสมไกลโคเจนไว้ใช้ในภายหลัง (สิริพร, 2542)

ในระยะเริ่มแรกคาเฟอีนถูกจัดรวมอยู่ในสารต้องห้าม (banned substances) แต่เนื่องจากผลต่อสมรรถภาพทางการกีฬายังไม่เป็นที่แน่ชัดในช่วงเวลานั้นคาเฟอีนจึงถูกถอนชื่อออกจากสารต้องห้ามเมื่อปี ค.ศ 1972 (รัตนวดี, 2537) แต่ในเวลาต่อมาเมื่อทราบถึงฤทธิ์ของคาเฟอีนชัดเจนขึ้น คณะกรรมการโอลิมปิกสากล (IOC : International Olympic Committee) จึงได้กำหนดคาเฟอีนเป็นสารต้องห้าม กลุ่ม Stimulants ประเภท A โดยในปี 1984 กำหนดไว้ว่าหากตรวจพบความเข้มข้นของคาเฟอีนในปัสสาวะของนักกีฬา เกิน 15 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร จะถือว่ามีการใช้คาเฟอีนเกินกว่าที่กำหนดไว้ และจะต้องได้รับโทษตามที่คณะกรรมการโอลิมปิกสากลกำหนด และต่อมาในปี 1986 ระดับความเข้มข้นของคาเฟอีนที่จะใช้เป็นเกณฑ์เพื่อตัดสินว่ามีการใช้สารต้องห้ามเกินกำหนดหรือไม่ได้ลดลงเหลือที่ระดับความเข้มข้นไม่เกิน 12 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร(ปราณี, 2542 และ Champ *et al.*, 1995) และนับตั้งแต่ปี 2004 เป็นต้นมา (World Anti-Doping Agency, 2004) องค์กรต่อต้านการใช้สารต้องห้ามโลก (World Anti-Doping Agency, WADA) ได้เพิกถอนคาเฟอีนออกจากรายการสารต้องห้ามที่ไม่อนุญาตให้ใช้ (The 2004 Prohibited List) ในการแข่งขันกีฬารายการต่าง ๆ ที่อยู่ภายใต้การควบคุมของคณะกรรมการโอลิมปิกสากล ทั้งนี้้องค์กรต่อต้านการใช้สารต้องห้ามโลกยังคงติดตามการใช้สารคาเฟอีนในนักกีฬาโดยกำหนดให้อยู่ในรายการสารที่อยู่ในข่ายเฝ้าระวัง (The monitoring program) มาจนถึงปัจจุบัน (World Anti-Doping Agency, 2004, 2005, 2006, 2007)

จากเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยได้เห็นถึงความสำคัญของคาเฟอีนโดยเฉพาะอย่างยิ่งที่มีอยู่ในกาแฟที่นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลายที่เคยถูกห้ามใช้ในปริมาณที่สูงเกินกำหนด ว่ามีผลต่อเวลาปฏิกิริยาอย่างง่าย เวลาปฏิกิริยาในการออกตัวและความเร็วของนักวิ่งระยะสั้นอย่างไร เพื่อเป็นแนวทางต่อผู้ฝึกสอน นักกีฬา และผู้ที่เกี่ยวข้องนำผลการศึกษาไปพิจารณาประยุกต์ใช้คาเฟอีนในนักกีฬตามความเหมาะสมต่อไป อีกทั้งเป็นการเพิ่มเติมข้อมูลเพื่อประกอบการพิจารณาในการใช้สารที่อยู่ในข่ายเฝ้าระวังนี้ ในอันที่จะส่งผลเพิ่มสมรรถภาพของนักกีฬาและเป็นแนวทางในการศึกษาในอนาคตต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลจากการดื่มกาแฟที่มีคาเฟอีนปริมาณแตกต่างกันที่มีต่อเวลาปฏิกิริยาอย่างง่าย เวลาปฏิกิริยาในการออกตัวและความเร็วของนักวิ่งระยะสั้น
2. เพื่อศึกษาความแตกต่างของเวลาปฏิกิริยาอย่างง่าย เวลาปฏิกิริยาในการออกตัวและความเร็วของนักวิ่งระยะสั้นหลังดื่มกาแฟที่มีปริมาณคาเฟอีนต่างกัน

สมมุติฐานการวิจัย

การดื่มกาแฟที่มีปริมาณคาเฟอีนที่ต่างกันมีผลทำให้เวลาปฏิกิริยาอย่างง่าย เวลาปฏิกิริยาในการออกตัวและความเร็วในการวิ่งแตกต่างกัน

ขอบเขตของการวิจัย

1. การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง
2. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย
 - 2.1 ตัวแปรอิสระ (independent variable) ปริมาณคาเฟอีนในเครื่องดื่มที่กลุ่มตัวอย่างได้รับ 0.4167 mg/kg BW, 3.5 mg/kg BW และ 7 mg/kg BW จากเครื่องดื่มกาแฟ และ 0 mg/kg BW จากเครื่องดื่มที่ใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาล (Sucralose)
 - 2.2 ตัวแปรตาม (dependent variable) คือ ร้อยละของการเปลี่ยนแปลงเวลาปฏิกิริยาอย่างง่าย เวลาปฏิกิริยาในการออกตัวและความเร็วของนักวิ่งระยะสั้น

ข้อตกลงเบื้องต้น

1. ผลิตภัณฑ์กาแฟสำเร็จรูปที่มีคาเฟอีน และสกัดคาเฟอีนออก ที่ให้กลุ่มตัวอย่างดื่มในการทดลองจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในวัน/เดือน/ปีเดียวกัน และได้ผ่านการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณคาเฟอีนจากศูนย์ตรวจสอบสารต้องห้ามในนักกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล ทั้งนี้จะต้องเป็นที่ยอมรับว่าได้มาตรฐานจากผู้ผลิตและได้รับการรับรองจากคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุขด้วย
2. ระหว่างการทดลองกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยจะต้องทำการฝึกซ้อมตามโปรแกรมปกติที่ได้รับการฝึกในแต่ละวัน
3. ก่อนการทดสอบอย่างน้อย 24 ชั่วโมง นักกีฬาได้รับคำแนะนำจากผู้วิจัยให้ไม่รับประทานอาหารและเครื่องดื่มที่มีคาเฟอีนผสมอยู่ทุกชนิด
4. กลุ่มตัวอย่างต้องวิ่ง 100 เมตร ด้วยความเร็วสูงสุดของแต่ละคน

นิยามคำศัพท์

1. คาเฟอีน (Caffeine) คือ สารคาเฟอีนที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์กาแฟสำเร็จรูป และ กาแฟสำเร็จรูปชนิดสกัดคาเฟอีนออกที่ใช้ในการทดลอง

2. กาแฟสำเร็จรูป (Instant Coffee) คือ ผลิตภัณฑ์กาแฟสำเร็จรูปที่มีคาเฟอีนไม่น้อยกว่าร้อยละ 2.5 ของน้ำหนัก ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 197 (พ.ศ.2543) เรื่องกาแฟ ลงวันที่ 19 กันยายน พ.ศ. 2543 กาแฟสำเร็จรูปที่ใช้ในการทดลองนี้ คือกาแฟห่อมอคโคนา ชนิด ซีเล็ก ที่มีคาเฟอีน 42 มิลลิกรัม / กรัมของกาแฟ

3. กาแฟสำเร็จรูปชนิดสกัดคาเฟอีนออก (Decaffeinated Instant Coffee) คือ ผลิตภัณฑ์กาแฟสำเร็จรูปที่มีคาเฟอีนไม่เกินร้อยละ 0.1 ของน้ำหนัก ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 197 (พ.ศ.2543) เรื่องกาแฟ ลงวันที่ 19 กันยายน พ.ศ. 2543 กาแฟสำเร็จรูปชนิดสกัดคาเฟอีนออกที่ใช้ในการทดลองนี้ คือ กาแฟห่อมอคโคนา ชนิด ดีคาฟเนตเตท ที่มีคาเฟอีน 2.5 มิลลิกรัม / กรัมของกาแฟ

4. เวลาปฏิกิริยา (Reaction Time) คือ เวลาที่สั้นที่สุดที่สามารถตอบสนองต่อสิ่งเร้าในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยเวลาปฏิกิริยาอย่างง่าย และเวลาปฏิกิริยาการออกตัว

5. เวลาปฏิกิริยาอย่างง่าย (Simple Reaction Time) คือ เวลาที่สั้นที่สุดที่สามารถตอบสนองต่อสิ่งเร้า ทำการทดสอบโดยใช้มือข้างที่ถนัดกดสัญญาณเมื่อได้ยินเสียงจากเครื่องวัดเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง

6. เวลาปฏิกิริยาการออกตัว (Starting Reaction Time) คือ เวลาที่ใช้ในการออกตัวจากแท่นปล่อยตัวหลังได้รับสัญญาณเสียงปืน โดยจับเวลาตั้งแต่สัญญาณเสียงปืนดังขึ้น ถึง เมื่อเท้าข้างใดข้างหนึ่งพ้นออกจากแท่นออกตัว

7. ความเข้มข้นของคาเฟอีนในปัสสาวะ คือ ความเข้มข้นคาเฟอีนในปัสสาวะที่เก็บตัวอย่างเป็นตัวอย่างแรกภายหลังจากการดื่มเครื่องดื่มกาแฟไม่ต่ำกว่า 1 ชั่วโมง

8. นักวิ่งระยะสั้น (Sprinters) คือ นักกรีฑาที่แข่งขันวิ่งระยะทาง 100 เมตร และ 4 x100 เมตร ในนามทีมชาติไทย

9. ความเร็ว (Speed) คือ ความเร็วเฉลี่ยที่ดีที่สุดที่ได้ในการวิ่งในช่วง 100 เมตร มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที ประกอบด้วย

9.1 ความเร็วเฉลี่ย ในช่วง 15 เมตรแรกนับตั้งแต่สัญญาณปล่อยตัวดังขึ้น จนกระทั่งนักกีฬาวิ่งถึงระยะ 15 เมตร

9.2 ความเร็วเฉลี่ยในช่วงระยะ 15 เมตร ถึง 30 เมตร

9.3 ความเร็วเฉลี่ยในช่วงระยะ 30 เมตร ถึง 60 เมตร

9.4 ความเร็วเฉลี่ยในช่วงระยะ 60 เมตร จนกระทั่งนักกีฬาวิ่งเข้าเส้นชัยที่ระยะ 100 เมตร

9.5 ความเร็วเฉลี่ยตลอดระยะทาง 100 เมตร นับตั้งแต่สัญญาณปล่อยตัวดังขึ้นจนกระทั่งนักกีฬาวิ่งเข้าเส้นชัยที่ระยะ 100 เมตร

การตรวจเอกสาร

การตรวจเอกสารนี้ ผู้วิจัยได้นำเสนอเนื้อหาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องโดยมีหัวข้อต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

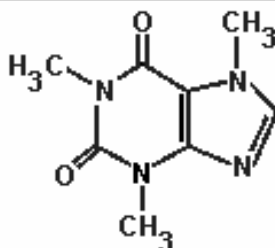
1. คาเฟอีน
2. ความสำคัญและองค์ประกอบที่มีผลต่อเวลาปฏิกิริยา
3. ความสำคัญและองค์ประกอบที่มีผลต่อความเร็ว
4. ความเร็วแต่ละช่วงของการแข่งขันวิ่ง 100 เมตร
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

คาเฟอีน

ในปี ค.ศ. 1820 เมื่อร้านกาแฟหลายแห่งได้รับความนิยมอย่างมากในยุโรปตะวันตก นักเคมีชาวเยอรมัน ชื่อ ฟรีดริช แพร์ดิงันด์ รุงเกอ เป็นคนแรกที่สามารถสกัดสารเคมีจากเมล็ดกาแฟได้สำเร็จ และให้ชื่อว่า คาเฟอีน (Caffeine) ซึ่งหมายถึงสิ่งที่พบในกาแฟ (ที. อาร์. ริด, 2548)

คาเฟอีน หรือ 1,3,7- trimethylxanthine (ภาพที่ 1) เป็นสารแอลคาลอยด์ (Alkaloid) ชนิดหนึ่งในกลุ่มของ methylxanthine มีสูตรโครงสร้างทางเคมี คือ $C_8H_{10}N_4O_2$ หากเป็นสารบริสุทธิ์จะมีลักษณะเป็น ผงสีขาวมีรสขม (Nawrot *et al.*, 2003) คาเฟอีนเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่พบในผลิตภัณฑ์ธรรมชาติหลายชนิด ได้แก่ เมล็ดกาแฟ โกโก้ โคล่า ใบชา เป็นต้น ด้วยเหตุนี้คาเฟอีนจึงพบได้ในอาหารและเครื่องดื่มที่ได้จากผลิตภัณฑ์ธรรมชาติเหล่านี้ ได้แก่ เครื่องดื่มกาแฟ กาแฟผงสำเร็จรูป กาแฟพร้อมดื่ม เครื่องดื่มชาชนิดต่าง ๆ ช็อกโกแลต และน้ำอัดลมที่มีสารสกัดจากเมล็ดโคล่า อีกทั้งถูกนำไปใช้เป็นส่วนประกอบของยาหลายชนิด เช่น ยาลดความอ้วนบางประเภท ยาแก้ไอ ยาแก้หวัดบางชนิด ยาแก้แสบ รวมไปถึงยาที่ใช้แก้ไข้ไขอาการหายใจผิดปกติในเด็กอ่อนอีกด้วย (ชัยชาญและอุดม, 2541 และ Nawrot *et al.*, 2003)

Caffeine Molecule



ภาพที่ 1 สูตรโครงสร้างของคาเฟอีน

คาเฟอีน มีฤทธิ์กระตุ้นระบบประสาทส่วนกลาง ปลุกเร้าเซลล์ประสาทให้ปล่อยกระแสประสาทเพิ่มมากขึ้น จึงทำให้ร่างกายเกิดการตื่นตัว ไม่รู้สึกง่วง มีสมาธิในการทำงานดีขึ้น เช่น พนักงานพิมพ์ดีดสามารถพิมพ์ดีดได้งานมากขึ้นและพิมพ์ผิดน้อยลง (ปราณี, 2542) ซึ่งสอดคล้องกับ Sawynok (1995) ได้กล่าวว่า คาเฟอีนทำให้กล้ามเนื้อเรียบคลายตัวโดยเฉพาะกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการหายใจ กระตุ้นระบบประสาทส่วนกลาง (Central nervous system) กระตุ้นระบบฮอร์โมนต่างๆ และกระตุ้นระบบการทำงานของไตให้ขับปัสสาวะ

ชาร์ลส์ ไชส์เลอร์ นักประสาทวิทยาศาสตร์และผู้เชี่ยวชาญเรื่องการนอนจากคณะแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยฮาร์วาร์ด กล่าวว่า คาเฟอีนคือสิ่งที่เราเรียกกันว่า สารรักษาโรคที่มีฤทธิ์ทำให้ตื่นตัว โดยทั่วไปคนเราต้องการเวลานอนราว 8 ชั่วโมงต่อวัน ถ้าเราคนนอนจะไม่สามารถทำงานได้เต็มประสิทธิภาพ ซึ่งส่งผลเสียต่อทั้งร่างกาย จิตใจและอารมณ์ คาเฟอีนช่วยให้เราฝืนวัฏจักรการนอนตามธรรมชาติได้ (ที. อาร์. ริด, 2548)

สมาคมจิตเวชศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (American Psychiatric Association, 1994) ได้กล่าวว่า การได้รับคาเฟอีนในปริมาณมากกว่า 250 มิลลิกรัม ทำให้เกิดอาการตื่นตัวมากเกินไป มึนเมา และใจสั่น เมื่อร่างกายได้รับคาเฟอีนจากการรับประทาน พบว่า คาเฟอีนจะถูกดูดซึมผ่านระบบทางเดินอาหารสู่กระแสโลหิตได้อย่างรวดเร็วและสมบูรณ์ โดยจะพบระดับคาเฟอีนในกระแสโลหิตสูงสุดในระยะเวลา 30 ถึง 60 นาที ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณอาหารในระบบทางเดินอาหาร (Grant *et al.*, 1987) ซึ่งสอดคล้องกับ Sawynok and Yaksh (1993) กล่าวว่า หลังจากร่างกายได้รับคาเฟอีน คาเฟอีนจะถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือดเกือบ 100 เปอร์เซ็นต์ และทำให้ความเข้มข้นของคาเฟอีนในเลือดมากที่สุดในช่วงระยะเวลา 30-60 นาที คาเฟอีนปริมาณ 175 mg จะทำให้ระดับของ

คาเฟอีนในกระแสเลือดเพิ่มขึ้นเป็น 5-10 ug/ml Bonati *et al.* (1982) และ Liguori *et al.* (1997) กล่าวว่าร้อยละ 99 ของคาเฟอีนจะถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายภายใน 45 นาที และ Lelo *et al.* (1986) ทำการทดสอบในกลุ่มตัวอย่าง 17 คน โดยให้กลุ่มตัวอย่างได้รับคาเฟและชา ที่มีคาเฟอีน 6.8 mg/kg/day โดยสังเกตว่าเมื่อเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมง พบว่าความเข้มข้นของคาเฟอีนในกระแสเลือดอยู่ที่ระดับ 4.4 ug/ml และความเข้มข้นของคาเฟอีนในปัสสาวะอยู่ในช่วง 1.2-9.7 ug/ml

คาเฟอีนในกระแสโลหิตจะมีระดับลดลงครึ่งหนึ่ง (Half life : $t_{1/2}$) ในเวลา 4-6 ชั่วโมง (Sant *et al.*, 1964) 2.50-10 ชั่วโมง โดยค่าเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 4 ชั่วโมง (Richard *et al.*, 1992) 3-5 ชั่วโมง (Sawynok and Yaksh., 1993) และ 3-7 ชั่วโมง (Nawrot *et al.*, 2003) James and Paull (1985) กล่าวว่าคนที่ได้รับคาเฟอีนมากกว่า 500-600 มิลลิกรัมต่อวัน ซึ่งเทียบเท่ากับการได้รับคาเฟ 4-7 ถ้วยต่อวัน มีความเสี่ยงสูงที่จะก่อให้เกิดการเสพติดและถ้าเสพติดจะทำให้เกิดอาการ “Caffeinism” และทำให้มีอาการ กระวนกระวาย นอนไม่หลับ กล้ามเนื้อมีอาการสั่น ปวดศีรษะ ปวดปัสสาวะ หูอื้อ หัวใจเต้นเร็ว เต้นไม่เป็นจังหวะ คลื่นไส้ อาเจียน และท้องเสีย เป็นต้น Hodgman (1998) กล่าวว่า การได้รับปริมาณคาเฟอีนที่ทำให้เสียชีวิต อยู่ที่ประมาณ 10-14 กรัม หรือประมาณ 150-200 mg/kg BW และเมื่อปี 2002 มีนักศึกษาในแคว้นเวลส์ฆ่าตัวตาย โดยการกลืนคาเฟอีนเม็ด ซึ่งมีปริมาณเทียบเท่ากับคาเฟ จำนวน 100 ถ้วย (ที. อาร์. ริด, 2548) การได้รับปริมาณคาเฟอีนดังกล่าวจะต้องได้รับในระยะเวลาสั้น ๆ จะทำให้เกิดอาการ หัวใจสั่น เต้นเร็ว ปวดบวม เกิดอาการชักกระตุก หัวใจหยุดทำงาน และมีอาการถึงตายเนื่องจากเกิดอาการชัก (Benowitz *et al.*, 1982) Dreisbach (1974) กล่าวว่า เมื่อได้รับปริมาณคาเฟอีนถึง 10 กรัม จะทำให้กล้ามเนื้อหัวใจอย่างรุนแรงและอาเจียน ทำให้เสียชีวิตภายใน 6 ชั่วโมง Nawrot *et al.* (2003) ได้กล่าวว่า ขนาดของคาเฟอีนที่ทำให้เสียชีวิต (Acute lethal dose) คือปริมาณ 10 กรัม

Richard *et al.* (1992) กล่าวว่า ปริมาณคาเฟอีนที่ถูกขับออกจากร่างกายขึ้นอยู่กับแต่ละบุคคล ชายและหญิงจะมีความไวต่อผลของคาเฟอีนเล็กน้อยไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับการใช้ชีวิตในแต่ละวัน ผู้ที่สูบบุหรี่จะทำให้ Half life ของคาเฟอีน มากกว่าผู้ที่ไม่ได้สูบบุหรี่ประมาณ 3 ชั่วโมง คาเฟอีนไม่สะสมในร่างกายและจะถูกขับออกทางปัสสาวะภายในเวลา 12 ชั่วโมง ซึ่งสอดคล้องกับ Grant *et al.* (1987) กล่าวว่า คาเฟอีนส่วนใหญ่เกือบทั้งหมดจะถูกเมตาบอไลซ์ในตับและเหลือคาเฟอีนส่วนน้อยประมาณ 2 % ที่ไม่ถูกเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและขับออกมาทั้งปัสสาวะ

ความสำคัญและองค์ประกอบของเวลาปฏิบัติ

พฤติกรรมของมนุษย์ขึ้นอยู่กับพื้นฐานทางสรีรวิทยาของร่างกายเป็นอย่างมาก เช่น ระบบโครงสร้าง ระบบกล้ามเนื้อ และระบบประสาท เป็นระบบที่มีความเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวมากที่สุด และต้องประสานงานร่วมกันเพื่อแสดงพฤติกรรมตอบสนองต่อสิ่งเร้า แต่อย่างไรก็ตาม โดยธรรมชาติแล้วมนุษย์มีขีดจำกัดในการแสดงพฤติกรรมตอบสนองต่อสิ่งเร้าแตกต่างกัน โดยเฉพาะขีดจำกัดในการทำงานของระบบประสาทและระบบกล้ามเนื้อ การเคลื่อนไหวใด ๆ ก็ตามจะถูกจำกัดด้วยคุณสมบัติและประสิทธิภาพของระบบประสาทและความพร้อมของกล้ามเนื้อที่มีหน้าที่เกี่ยวข้อง โดยตรงกับการเคลื่อนไหวนั้น กระบวนการในการเคลื่อนไหวนั้น จะเริ่มตั้งแต่เราได้รับสัญญาณให้เคลื่อนไหวจนกระทั่งเราได้ทำงานหรือเคลื่อนไหวเสร็จสิ้นแล้ว การเคลื่อนไหวของร่างกายนี้ อยู่ภายใต้อำนาจของจิตใจ ถ้ามีปฏิกิริยาในการรับรู้ การตัดสินใจ และการสั่งงานของระบบประสาทเป็นอย่างดีย่อมส่งผลให้เวลาปฏิบัติที่ดีตามไปด้วย ซึ่งการมีเวลาปฏิบัติที่ดีจะส่งผลให้บุคคลนั้นได้เปรียบในการปฏิบัติกิจกรรมที่ต้องอาศัยความคล่องแคล่วว่องไวทั้งในกิจกรรมกีฬาและกิจกรรมในชีวิตประจำวัน (อิจิรา, 2524)

การที่นักกีฬามีเวลาปฏิบัติที่ดีขึ้นจะมีผลต่อการแข่งขันกีฬาเป็นอย่างมาก เช่น การทำคะแนนในนักกีฬาเทควันโด การทำคะแนนในนักกีฬามวยสากล ในการออกตัวจากแท่นกระโดดของนักกีฬาวายน้ำ การออกตัวจากแท่นออกตัวหลังจากได้รับสัญญาณเสียงปืนของนักวิ่ง เป็นต้น การที่มีเวลาปฏิบัติเร็วย่อมได้เปรียบคู่ต่อสู้ ซึ่งนักกีฬาสามารถลดเวลาปฏิบัติที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวเฉพาะอย่างได้ โดยการเคลื่อนไหวนั้นช้า ๆ จะทำให้การตัดสินใจที่ถูกต้องมีประสิทธิภาพในการตัดสินใจที่จะเคลื่อนไหวมากขึ้น ภาควิชา (2527) กล่าวว่าในนักกีฬาผู้ที่มีเวลาปฏิบัติที่ดีจะเป็นผู้ที่ได้เปรียบมากในการแข่งขันโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในประเภทกีฬาที่ใช้ความเร็ว ได้แก่ การแข่งขันวิ่ง 100 เมตร เวลาที่ต่างกัน 0.1 วินาที อาจให้ระยะห่างที่ต่างกันถึง 3 ฟุต Kosinaki (2002) กล่าวว่า การฝึกเพื่อลดเวลาปฏิบัติ ถ้าการฝึกมีมากเพียงพอสามารถเกิดเป็นระบบอัตโนมัติขึ้นได้

การฝึกซ้อมปฏิกิริยาการเคลื่อนไหวเพื่อตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นด้วยการกระทำการเคลื่อนไหวนั้นซ้ำ ๆ ถ้าได้รับการฝึกให้เกิดความชำนาญจนสามารถเกิดเป็นระบบอัตโนมัติ หรือเรียกว่ารีเฟล็กซ์ฝึก (conditioned reflex) คือการตอบสนองที่ไม่ต้องอาศัยการทำงานของสมองที่อยู่ในอำนาจจิตใจ เช่น นักวิ่งระยะสั้นที่ได้รับการฝึกการออกตัวแบบซ้ำ ๆ เมื่อได้รับสัญญาณเสียงปืนที่ใช้ปล่อยตัว จะเกิดการตอบสนองอย่างรวดเร็วโดยอัตโนมัติ (อัจฉรา, 2524) สอดคล้องกับที่ ชูศักดิ์และกันยา (2536) กล่าวว่า เวลาปฏิกิริยาเป็นช่วงเวลาตั้งแต่มีการกระตุ้น (Stimulus) จนกระทั่งเริ่มมีการเคลื่อนไหว และไม่มีหลักฐานว่าเวลาปฏิกิริยาขั้นพื้นฐานสามารถทำให้สั้นเข้าโดยวิธีอื่นนอกเหนือจากการกระทำซ้ำ ๆ โดยเน้นให้การกระทำอย่างรวดเร็วเป็นสำคัญ

De Vries (1980) ได้กล่าวถึงเวลาปฏิกิริยาในมุมมองด้านพลศึกษาและการกีฬา หมายถึงช่วงระยะเวลาระหว่างการกระตุ้นและปฏิกิริยาครั้งแรกที่มีต่อการกระตุ้นอยู่ภายใต้การควบคุมของจิตใจ ซึ่งความเร็วของเวลาปฏิกิริยาเป็นสิ่งสำคัญที่จะนำไปสู่การมีชัยชนะในการแข่งขันซึ่งเวลาปฏิกิริยาประกอบด้วยหลายส่วน ดังนี้

1. sense organ time คือ เวลาที่จำเป็นต่ออวัยวะรับรู้ความรู้สึกต่อการกระตุ้น
2. nerve conduction time คือ เวลาที่จำเป็นสำหรับนำกระแสประสาทเข้าและออกจากเส้นประสาทไขสันหลัง
3. brain time คือ เวลาที่ใช้สำหรับการรับ-ส่ง และการแปลความหมาย
4. muscles development time คือ เวลาที่จำเป็นสำหรับกล้ามเนื้อในการก่อให้เกิดแรง และการเคลื่อนไหว

เวลาปฏิกิริยาในแต่ละคนนั้นอาจเปลี่ยนแปลงได้ตามปัจจัยต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. อายุและเพศ มีความสำคัญต่อเวลาปฏิกิริยาเป็นอย่างมาก Karpovich กล่าวใน ชุตส์คี้และกันยา (2536) ว่า เวลาปฏิกิริยายังช้าในเด็ก เวลาที่ใช้สั้นลงเรื่อย ๆ เมื่ออายุเพิ่มขึ้น เวลาที่น้อยที่สุดที่พบได้ในนักศึกษาระดับวิทยาลัย Henry และ Whitley กล่าวใน ชุตส์คี้และกันยา (2536) ว่าเวลาปฏิกิริยาในเด็กมัธยมปลายก็ยังไม่ได้ค่าน้อยที่สุด ส่วน ชนนท์ (2534) ได้ศึกษาเวลาปฏิกิริยา พบว่านักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีเวลาปฏิกิริยาเร็วที่สุด และเวลาปฏิกิริยาจะช้าลงเรื่อย ๆ จนถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ Teichner กล่าวใน ชุตส์คี้และกันยา (2536) ว่าเวลาปฏิกิริยาสามารถทำให้ลดลงได้จนถึงอายุ 30 ปี หลังจากนั้นเวลาปฏิกิริยาจะค่อย ๆ ยาวขึ้น เมื่ออายุ 60 ปี

เกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างเพศ Hodgkins (1963) กล่าวว่าบุคคลที่มีอายุระหว่าง 12-15 ปี เวลาปฏิกิริยาของชายจะเร็วกว่าของหญิง และความเร็วสูงสุดจะอยู่ในช่วงอายุ 18-21 ปี สอดคล้องกับ Teichner และ Tripp กล่าวใน ชุตส์คี้และกันยา (2536) ว่าผู้ชายมีเวลาปฏิกิริยาสั้นกว่าผู้หญิง มีการศึกษาในเรื่องการวัดเวลาปฏิกิริยาของการเคลื่อนไหวขาและแขน พบว่าผู้ชายใช้เวลาปฏิกิริยาสั้นกว่าผู้หญิงเล็กน้อยเท่านั้น ซึ่งความแตกต่างนี้อาจเนื่องมาจากการดำเนินชีวิตประจำวัน ผู้ชายต้องปฏิบัติกิจกรรมที่ต้องใช้ความเร็วมากกว่าผู้หญิง จึงได้จากการฝึกและปฏิบัติอยู่เรื่อย ๆ

2. ความพร้อมที่จะตอบสนอง นักกีฬาที่มีสมรรถภาพทางกายถึงขีดสูงสุดมิได้หมายความว่า จะมีสมรรถภาพทางจิตพร้อมไปด้วย จะเห็นได้จากนักกีฬางานบางคนเกิดความวิตกกังวลและขาดความเชื่อมั่นในตนเองเมื่อจะต้องลงแข่งขัน ความเปลี่ยนแปลงของสภาพจิตใจสามารถส่งผลกระทบไปถึงความสามารถในการปฏิบัติงานของร่างกาย ทำให้ประสิทธิภาพในการเคลื่อนไหวลดลง การที่ภาวะทางจิตใจแน่วแน่ต่อสิ่งที่กำหนด จะช่วยให้ลดความฟุ้งซ่าน คลายความวิตกกังวล ไม่เครียด ไม่ตื่นเต้นตกใจ ช่วยส่งผลให้เวลาปฏิกิริยาตอบสนองของร่างกายเร็วขึ้น การเตรียมความพร้อมทางจิตใจ จะช่วยให้ลดเวลาปฏิกิริยาลง (ฝ่ายวิทยาศาสตร์การกีฬา การกีฬาแห่งประเทศไทย, 2546)

3. อิทธิพลของสัญญาณเตือน ผู้ที่คาดการณ์ไว้ล่วงหน้าก่อนที่จะมีการกระตุ้นโดยทั่วไป จะเกิดการดึงตัวของกล้ามเนื้อตลอดทั้งร่างกายจากการวิจัยพบว่า ถ้าความดึงตัวในกล้ามเนื้อก่อนตอบสนองมีสูงแล้วจะทำให้เวลาปฏิกิริยาเร็วขึ้นด้วย (เอมอร์, 2542) Drowatzky (1975) กล่าวว่า หากมีระยะความห่างของสัญญาณเตือนที่แตกต่างกัน เวลาปฏิกิริยาตอบสนองย่อมแตกต่างกัน เวลาปฏิกิริยาจะสั้นลงเมื่อให้สัญญาณเตือนก่อนการกระตุ้นจริง เพราะสัญญาณเตือนดังกล่าวจะช่วยให้ผู้ถูกวัดเพ่งความสนใจเพื่อรอตัวกระตุ้นมากขึ้น และเตรียมกล้ามเนื้อไว้ให้พร้อมที่จะตอบสนองด้วย

4. อิทธิพลของความแรงของการกระตุ้น การเพิ่มความแรงของการกระตุ้นทางด้านการเห็น การได้ยิน อุณหภูมิ และความเจ็บปวดจะช่วยให้เวลาปฏิกิริยาสั้นลง แต่ถ้าหากเพิ่มความแรงของตัวกระตุ้นมากไป จะไม่ช่วยให้เวลาปฏิกิริยาสั้นลง แต่อาจทำให้ยาวขึ้นก็ได้ (ชูศักดิ์และกันยา, 2536) ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาปฏิกิริยากับความแรงของการกระตุ้นมีลักษณะเป็นเส้นโค้งมากกว่าที่จะสัมพันธ์กันในลักษณะเส้นตรง การเพิ่มระดับความแรงของการกระตุ้นที่มากเกินไป จนเกินระดับความสามารถจะไม่ทำให้เวลาปฏิกิริยาเร็วขึ้น (Singer, 1975)

5. อิทธิพลของ receptor ที่ถูกกระตุ้น เมื่อจำนวน receptor ถูกกระตุ้นเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก จะช่วยทำให้ระยะเวลาแฝงสั้นลงทำให้เวลาปฏิกิริยาสั้นลงด้วย เวลาปฏิกิริยาจะยาวขึ้นเมื่อตัวกระตุ้นมีความซับซ้อนมากขึ้น เช่น การกระตุ้นด้วยเสียงเป็นพัก ๆ และเวลาปฏิกิริยาจะสั้นลงเมื่อตัวกระตุ้นมีลักษณะที่ง่าย แต่เมื่อกระตุ้นด้วยตัวกระตุ้น 2 ตัวที่ระยะเวลาใกล้เคียงกัน การตอบสนองต่อตัวกระตุ้นที่สองจะมีเวลาล่าช้ากว่า (ชูศักดิ์และกันยา, 2536)

6. อาหาร ชูศักดิ์และกันยา (2536) ได้กล่าวว่า ผู้ที่รับประทานอาหารเข้าก่อนที่จะมาทดสอบ จะมีเวลาปฏิกิริยาเร็วกว่าที่ไม่ได้รับประทานอาหารก่อนมาทดสอบ และยังขาดข้อมูลเกี่ยวกับผลของอาหารต่อเวลาปฏิกิริยา อาจไม่มีความสัมพันธ์แต่อย่างใด

7. กาแฟและสารแอมเฟตามีน (เบนซิดรีน) มีผลทำให้ผู้ที่มีการตื่นตัวอยู่แล้วมีเวลาปฏิกิริยายาวออกไป การได้รับกาแฟที่มีคาเฟอีนมากเกินไปทำให้เกิดอาการปวดศีรษะและหัวใจเต้นแรงซึ่งส่งผลต่อเวลาปฏิกิริยา แต่การได้รับกาแฟที่มีคาเฟอีนในปริมาณที่เหมาะสมจะส่งผลให้เวลาปฏิกิริยาดีขึ้น ทั้งนี้ขึ้นกับแต่ละบุคคลที่มีความไวต่อฤทธิ์คาเฟอีนมากน้อยไม่เท่ากัน (ชูศักดิ์และกันยา, 2536)

8. แอลกอฮอล์ส่วนใหญ่ที่ใช้เพื่อต้องการลดความตื่นเต้นกังวลแต่มีข้อเสียคือทำให้เวลาปฏิบัติวิชาและการทรงตัวเสียไป (จตุพร, 2539) ซึ่งสอดคล้องกับ สิริพร (2542) กล่าวว่า แอลกอฮอล์สามารถทำให้การประสานงานระหว่างมือกับตาลดลง ทำให้การตัดสินใจผิดพลาดรู้สึก ล้าสน และทำให้เพิ่มเวลาปฏิบัติวิชา

9. นิโคตินเป็นสารที่ทำให้คนติดบุหรี่ ออกฤทธิ์โดยตรงต่อสมองทั้งเป็นตัวกระตุ้นและกดประสาทส่วนกลาง ถ้าได้รับสารนี้ขนาดน้อยๆ เช่น การสูบบุหรี่ 1-2 มวนแรก อาจกระตุ้นทำให้รู้สึกกระปรี้กระเปร่า แต่ถ้าสูบบุหรี่หลายมวนก็จะกดประสาทส่วนกลาง ทำให้ความรู้สึกต่างๆ ช้าลง (กลุ่มงานสุขศึกษาโรงพยาบาลขอนแก่น, 2549)

10. ผลของความเมื่อยล้า เมื่อร่างกายต้องทำงานติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน จะทำให้เกิดความเมื่อยล้าและความเครียด ประทุม (2527) กล่าวว่า เมื่อกกล้ามเนื้อได้รับการกระตุ้น หรือต้องทำงานเป็นเวลานานจะเกิดการสะสมของกรดแลคติกและของเสียอื่น ๆ ซึ่งมีผลในการลดความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะตอบสนองต่อสิ่งเร้าทำให้กล้ามเนื้อเกิดอาการเมื่อยล้า ซึ่งมีผลต่อความสามารถในการทำงานของกล้ามเนื้อให้น้อยลง

11. ผลของการฝึกด้วยน้ำหนัก เวลาปฏิบัติวิชาสามารถที่จะทำการฝึกฝนให้ดีขึ้น กีฬาแต่ละประเภทมีลักษณะของการเคลื่อนไหวและการใช้ทักษะที่แตกต่างกัน จึงมีวิธีการฝึกฝนที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งจะส่งผลให้เกิดพัฒนาการของเวลาปฏิบัติวิชาในนักกีฬาประเภทนั้น ๆ ได้ การฝึกแบบไอโซโทนิคที่ต้องออกแรงต้านทานมากจะทำให้เวลาปฏิบัติวิชาสั้นลงร้อยละ 13 แต่ถ้าต้องออกกำลังกายที่ใช้แรงต้านทานน้อยจะไม่ทำให้เวลาปฏิบัติวิชาสั้นลง ใดๆ ก็ดี ยังไม่มีหลักฐานที่ช่วยเสริม หรือคัดค้านรายงานดังกล่าว (ชูศักดิ์และกันยา, 2536)

ความสำคัญและองค์ประกอบที่มีผลต่อความเร็ว

ในการแข่งขันกีฬาไม่ว่าการแข่งขันจะเป็นระดับใดก็ตาม หากนักกีฬาสามารถควบคุมการเคลื่อนไหวให้เกิดความเร็วได้อย่างมีประสิทธิภาพสัมพันธ์กับขั้นตอนของทักษะการเคลื่อนไหวในกิจกรรมนั้น ๆ ย่อมก่อให้เกิดผลดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งนักกีฬาวิ่งระยะสั้น นักกรีฑาประเภทลาน กำลังที่ใช้ในกรีฑามีหลายอย่าง เช่น การทำให้ร่างกายตนเองให้เคลื่อนที่ไปอย่างรวดเร็ว การปล่อยให้วัตถุพุ่งออกไป หรือวัตถุอาจถูกขว้าง ซึ่งกำลังนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณของแรงและความเร็วที่กระทำกับวัตถุ เป็นต้น

ชูศักดิ์และกันยา (2536) กล่าวว่า ในการวิ่งระยะสั้นส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับกำลัง ซึ่งเกิดจากการพุ่งของร่างกายไปข้างหน้า โดยกำลังขาทั้งสองข้าง อัตราเร็วของการพุ่งขึ้นอยู่กับการรวมกันของแรงและความเร็วของการหดตัวของกล้ามเนื้อ กำลังของกล้ามเนื้อมีบทบาทในระยะเวลาเร่งความเร็วของการวิ่งมากกว่าในระยะการวิ่งที่มีความเร็วคงที่แล้ว

ถึงแม้ว่ากำลังขึ้นอยู่กับส่วนประกอบ 2 อย่าง คือ พลังและความเร็ว กรีฑาแต่ละอย่างอาจต้องการส่วนประกอบอย่างหนึ่งมากกว่าอีกอย่างหนึ่ง กำลังที่เกี่ยวข้องกับความต้านทานน้อยต้องเน้นในด้านของความเร็ว แต่กำลังที่เกี่ยวข้องกับความต้านทานมากต้องเน้นทางด้านพลัง เช่นในการทุ่มน้ำหนักต้องใช้พลังมากกว่าความเร็ว แต่ในการพุ่งแหลนนั้นส่วนใหญ่ขึ้นกับความเร็วและส่วนน้อยขึ้นกับพลัง (ชูศักดิ์และกันยา, 2536)

โดยทั่วไปทางด้านกรีฑาจะพิจารณาถึงความเร็ว 3 อย่าง คือ ความเร็วในการเคลื่อนไหวของร่างกายส่วนใดส่วนหนึ่ง อัตราเร่งของการวิ่ง และ ความเร็วสูงสุดในการวิ่ง ความเร็วในการเคลื่อนไหวของร่างกายส่วนใดส่วนหนึ่ง กล่าวคือ คนที่สามารถเคลื่อนไหวแขนได้รวดเร็ว อาจเคลื่อนไหวขาได้ช้าตามความจริงแล้วอาจมีความสามารถเคลื่อนไหวได้เร็วเฉพาะส่วนย่อยลงไปอีก เช่น นักวิ่งสามารถเคลื่อนไหวขาได้เร็ว แต่ไม่สามารถเคลื่อนไหวแขนได้เร็วเมื่อกระทำกิจกรรมอื่น เช่น การชกมวย เป็นต้น (ชูศักดิ์และกันยา, 2536)

ความเร็วในการวิ่ง สามารถแยกออกได้เป็น 2 อย่าง คือ อัตราเร่ง และ อัตราเร็วสูงสุด อัตราเร่งมีความสำคัญมากในช่วงความเร็วเพียงระยะ 20-30 เมตร ซึ่งมีความสำคัญในการวิ่งระยะสั้น อีกนัยหนึ่งถ้าเกี่ยวกับระยะทางที่มากกว่า 20-30 เมตร อัตราเร็วสูงสุดมีความสำคัญกว่าอัตราเร่ง ปัจจัยทั้ง 2 อย่าง ไม่มีความสัมพันธ์กันมาก บางคนออกวิ่งได้ช้า แต่มีความเร็วสูงมาก ส่วนบางคนออกวิ่งได้เร็วแต่ความเร็วสูงสุดไม่มาก (ชูศักดิ์และกันยา, 2536)

ชูศักดิ์และกันยา (2536) กล่าวว่า ความเร็วเป็นผลจากการกระทำของแรงต่อมวลสาร ในการเคลื่อนไหวของมนุษย์นั้น ร่างกายแทนมวลสาร และแรงนั้นเกิดจากการหดตัวของกล้ามเนื้อ ถ้าแรงมากกว่าความต้านทานก็จะเกิดการเคลื่อนไหวขึ้น และเมื่อแรงเพิ่มมากขึ้นความเร็วก็จะมากขึ้นด้วย ซึ่งเป็นไปตามกฎข้อที่ 2 ของนิวตัน กล่าวคืออัตราเร็วที่วัตถุเคลื่อนที่นั้นขึ้นโดยตรงกับแรงที่มากระทำ แรงที่มากระทำมี 2 อย่าง คือ แรงบวก (Positive force) คือ แรงที่เกิดจากการหดตัวของกล้ามเนื้อ แรงลบ (Negative force) คือเกิดจากแรงเสียดทาน ความต้านทานของอากาศ แรงโน้มถ่วงและแรงเฉื่อย De Vries (1980) ได้คำนวณแรงลบในการวิ่งว่าอาจมีแรงลบเท่ากับ 3.45 แรงม้า ประกอบด้วย แรงโน้มถ่วง 0.1 แรงม้า การเปลี่ยนความเร็ว 0.5 แรงม้า เพิ่มอัตราเร่งของแขนและขา 1.68 แรงม้า ลดอัตราเร่งของแขนและขา 0.67 แรงม้า และ ความต้านทานของอากาศ 0.5 แรงม้า ดังนั้นนักวิ่งที่ต้องการจะทำให้ความเร็วในการวิ่งคงที่ จะต้องมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น 3.45 แรงม้า

ความเร็วในการวิ่งขึ้นอยู่กับความยาวของก้าวและความถี่ของก้าว ความยาวของก้าวขึ้นอยู่กับความยาวของขา ทักษะ เทคนิค และการฝึกฝน การวิจัยต่าง ๆ ก็ได้แสดงว่า ความยาวของก้าวเป็นตัวสำคัญที่จำกัดความเร็วในการวิ่งมากกว่าความถี่ของก้าว และเป็นที่ทราบแล้วว่าความยาวของก้าวสามารถเพิ่ม โดยการเพิ่มกำลังขาซึ่งทำให้ใช้พลังได้ในเวลารวดเร็ว ทำให้พุ่งไปเร็วในการวิ่งแต่ละก้าว (ชูศักดิ์และกันยา, 2536)

ส่วนความถี่ของก้าวขึ้นอยู่กับความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อและการร่วมงานกันของระบบกล้ามเนื้อและประสาท Slater-Hammel กล่าวใน ชูศักดิ์และกันยา (2536) ว่าอัตราเร็วของการเปลี่ยนขาในการวิ่งมีค่า 3.10 - 4.85 ครั้ง/นาที่ ขณะที่อัตราการเปลี่ยนขาในการถีบจักรยานมีค่า 5.5-7.1 ครั้ง/นาที่ ซึ่งก็แสดงว่าในการวิ่งนั้นยังไม่ได้ใช้อัตราการเปลี่ยนขาสูงสุด สิ่งนี้ชี้ให้เห็นว่าอัตราการเปลี่ยนขาไม่ได้เป็นข้อจำกัดในการวิ่งเร็ว ทั้งการวิจัยอื่น ๆ ก็ได้แสดงว่า ความยาวของก้าว เป็นตัวสำคัญที่จำกัดความเร็วในการวิ่งมากกว่าอัตราการเปลี่ยนขา และเป็นที่ทราบแล้วว่าความยาวของก้าวสามารถเพิ่ม โดยการเพิ่มกำลังขาซึ่งทำให้ใช้พลังได้ในเวลารวดเร็ว คือ ทำให้พุ่งไปเร็วในการวิ่งแต่ละก้าว

เจริญ (2538) กล่าวว่า ในการเคลื่อนไหวส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกายจำเป็นต้องอาศัยหน่วยควบคุมการเคลื่อนไหว (Motor Units) เช่น ในการวิ่งหน่วยควบคุมการเคลื่อนไหวที่ใช้ควบคุมการทำงานจะมากกว่าที่ใช้ในการเดิน และถ้าหากการเคลื่อนไหวนั้นยังคงดำเนินต่อไปจำนวนหน่วยควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องจะถูกเรียกใช้เพิ่มจำนวนมากขึ้น ชุศักดิ์และกันยา (2536) กล่าวว่า หน่วยยนต์ (Motor Units) เป็นหน่วยที่เล็กที่สุดที่ระบบการเคลื่อนไหวจะทำงานได้ โดยหน่วยยนต์หน่วยหนึ่งประกอบด้วย ประสาทยนต์ (Motor Nerve) 1 ไย พร้อมทั้งจำนวนใยกล้ามเนื้อที่ประสาทยนต์นี้ไปเลี้ยง ขนาดของหน่วยยนต์แปรผันไปตามตำแหน่งของกล้ามเนื้อและงานที่กล้ามเนื้อต้องทำ กล้ามเนื้อที่ต้องทำงานละเอียด เช่น กล้ามเนื้ออุ้งนัยน์ตา หน่วยยนต์ประกอบด้วยใยกล้ามเนื้อ 4-5 ไย เป็นต้น อัตราส่วนของใยกล้ามเนื้อกับประสาทยนต์ที่มาเลี้ยงนั้น ไม่ได้ขึ้นอยู่กับขนาดกล้ามเนื้อ แต่ขึ้นอยู่กับความแม่นยำกับความละเอียดของการทำงาน

ชุศักดิ์และกันยา (2536) กล่าวว่า องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อความเร็วมีปัจจัยต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ความยาวของกล้ามเนื้อ เส้นใยของกล้ามเนื้อที่มีความยาวเป็น 2 เท่าของเส้นใยกล้ามเนื้ออีกเส้นหนึ่งที่มีคุณสมบัติภายในกล้ามเนื้อเหมือนกัน จะสามารถหดตัวให้สั้นได้เป็น 2 เท่าของการหดตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อที่สั้นกว่า (ในเวลาเดียวกัน) ดังนั้นกล้ามเนื้อที่มีเส้นใยยาวจึงได้เปรียบทางด้านความเร็วมากกว่ากล้ามเนื้อที่มีเส้นใยสั้น

2. แรงและอัตราเร่ง ตามกฎข้อที่ 2 ของ นิวตัน กล่าวว่าอัตราเร่งของวัตถุแปรผันตามแรงที่ทำให้เกิดการเคลื่อนไหว หมายความว่าเมื่อแรงเพิ่มเป็น 2 เท่า อัตราเร่งก็จะเพิ่มเป็น 2 เท่า ดังนั้นนักวิ่งจะเพิ่มอัตราเร่ง โดยการเพิ่มแรงของเท้าที่ใช้ยันพื้นที่ยืน

3. ผลของกฎกำลังสอง กล่าวว่าความต้านทานของอากาศและน้ำจะแปรผันเป็นสัดส่วนกับความเร็วกำลังสอง ถ้าความเร็วของร่างกายเพิ่มเป็น 2 เท่า ความต้านทานจะเพิ่มเป็น 4 เท่า และถ้าเพิ่มความเร็วเป็น 4 เท่า ความต้านทานจะเพิ่มมากขึ้น เป็น 16 เท่า ซึ่งกฎนี้จะเกี่ยวกับแรงที่เป็นลบ

4. ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับแรง แรงที่เกิดจากการหดตัวของกล้ามเนื้อลดลง เมื่ออัตราของการหดสั้นเพิ่มขึ้นกล้ามเนื้อสามารถหดตัวได้แรงมากที่สุดเมื่อความเร็วของการหดตัวเป็นศูนย์ (การหดตัวชนิดไอโซเมตริก) ในทำนองเดียวกันกล้ามเนื้อจะหดตัวได้ความเร็วมากที่สุดเมื่อไม่มีความต้านทานเลยหรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง คือ เมื่อมีความต้านทานกล้ามเนื้อจะหดตัวด้วยความเร็วที่น้อยลง

5. อายุและเพศ ในผู้ชายความเร็วจะเพิ่มขึ้นจนถึงอายุ 21 ปี ความเร็วสูงสุดจะคงอยู่ 3-4 ปี หลังจากนั้นเมื่ออายุเพิ่มขึ้นความเร็วจะค่อย ๆ ลดลงด้วยอัตราคงที่ ส่วนผู้หญิงความเร็วสูงสุดที่อายุน้อยกว่า 18 ปี ความเร็วของผู้หญิงมีค่าประมาณ 85% ของผู้ชาย ความแตกต่างของความเร็วอาจเนื่องมาจากแรง เพราะแรงเกี่ยวข้องกับความเร็วในการต่อสู้กับความต้านทานด้วย

6. อุณหภูมิ นักวิจัยพบว่าความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อเพิ่มได้โดยการเพิ่มอุณหภูมิ อาจทำได้ในคนโดยการใช้ diathermy หรือการให้ความร้อนในส่วนลึกของร่างกายโดยวิธีอื่น อย่างไรก็ตาม การเพิ่มอุณหภูมิกล้ามเนื้อโดยการออกกำลังกายเพื่ออบอุ่นร่างกายเป็นวิธีที่ดีที่สุด

7. ความอ่อนตัว เป็นที่ทราบกันว่า ความอ่อนตัวที่น้อยกว่าปกติ ของบริเวณสะโพกและต้นขาจะทำให้ความเร็วในการวิ่งลดลง เพราะการขัดขวางจากกล้ามเนื้อกลุ่มตรงข้าม เพิ่มมากขึ้น ในช่วงที่การเคลื่อนไหวเกือบจะสุด เช่น การเหยียดเกือบจะเต็มที่ อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีหลักฐานที่แสดงว่าความอ่อนตัวมากกว่าปกติจะทำให้ความเร็วเพิ่มขึ้น

8. พลัง กล่าวคือ ถ้าเป็นการเคลื่อนไหวที่มีความต้านทานน้อย พลังและความเร็วจะมีความสัมพันธ์กันน้อย แต่เมื่อความเร็วของการเคลื่อนไหวที่มีความต้านทานมาก พลังจะมีส่วนเกี่ยวข้องอยู่มาก สามารถพัฒนาได้จากการฝึกแบบไอโซโทนิคมากกว่าการฝึกแบบไอโซเมตริก

เจริญ (2538) ได้กล่าวว่า ในกรณีที่ส่วนหนึ่งส่วนใดของร่างกายมีเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดใดชนิดหนึ่งมากกว่าอีกชนิดหนึ่ง ประสิทธิภาพในการเคลื่อนไหวของร่างกาย ย่อมขึ้นอยู่กับลักษณะและคุณสมบัติของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดนั้น เช่น ถ้าหากเรามีเส้นใยกล้ามเนื้อขาวมากกว่าที่แขน จะทำให้การเคลื่อนไหวที่เราสามารถเคลื่อนที่ได้เร็วกว่าที่แขน เป็นต้น หากนักกีฬาคนใดที่มีเส้นใยกล้ามเนื้อขาวที่ขาอาจจะสามารถวิ่งระยะสั้นได้ดี แต่ถ้ามีเส้นใยกล้ามเนื้อแดงมาก ก็เหมาะสมที่จะเป็นนักวิ่งระยะไกลที่ดี

ในการเคลื่อนไหวไปข้างหน้าด้วยความเร็วจำเป็นต้องอาศัยกำลังและความแข็งแรงเป็นองค์ประกอบสำคัญนักกีฬาที่มีแต่ความแข็งแรงเพียงอย่างเดียว แต่ขาดกำลังระเบิด (Explosive power) ที่จำเป็นต้องใช้ในการออกตัวหรือเปลี่ยนจังหวะในการปรับเร่งความเร็วในการเคลื่อนไหว ผลก็คือความเร็วต้นในการวิ่งระยะสั้นไม่ดีเท่าที่ควร ดังนั้นในการพัฒนาความเร็วในการวิ่งจึงจำเป็นต้องเน้นทั้งในด้านความแข็งแรงและกำลังกล้ามเนื้อควบคู่กันไป (เจริญ, 2538)

ความเร็วแต่ละช่วงของการแข่งขันวิ่ง 100 เมตร

เจริญ (2538) กล่าวว่า ความเร็วในการวิ่งแต่ละช่วงของระยะทางการแข่งขันวิ่ง 100 เมตร แบ่งออกได้เป็น 4 ช่วง ดังต่อไปนี้

1. จุดเริ่มต้นออกวิ่ง ถึงระยะทาง 30 เมตร เป็นช่วงที่มีการใช้อัตราความเร็วร้อยละ 95 ของความเร็วสูงสุดและอัตราความเร็วจะถูกใช้มากที่สุดในช่วง 15 เมตรแรก ซึ่งช่วงนี้มุมของลำตัวยังคงต่ำและโน้มลำตัวไปข้างหน้ามาก เช่นเดียวกับ Colfer (1977) กล่าวว่า ระยะ 30 เมตรแรก เป็นระยะที่มีการเพิ่มอัตราเร่งอย่างรวดเร็ว (rapid acceleration) ร้อยละ 90 ถึง 95 ของความเร็วสูงสุดและมีการโน้มตัวไปข้างหน้า

2. ระยะ 30 – 60 เมตร ในช่วงนี้อัตราความเร็วจะถูกเพิ่มขึ้นทีละน้อยจนถึงจุดสูงสุด ขณะเดียวกันจะต้องพยายามควบคุมท่าทางการวิ่งให้มีความสัมพันธ์กลมกลืนและไม่มีอาการเกร็งเกิดขึ้นในขณะใช้ความเร็วสูงสุด ช่วงนี้มุมของลำตัวนักกีฬาที่วิ่งจะอยู่ในมุมปกติของการวิ่ง ซึ่งไม่จำเป็นต้องโน้มตัวไปข้างหน้ามากเหมือนกับการเริ่มต้นออกวิ่งในช่วงแรก และสอดคล้องกับ Colfer (1977) ที่กล่าวว่า ระยะ 30 – 60 เมตร เป็นระยะที่มีการปรับเพิ่มอัตราเร่งเป็นไปอย่างต่อเนื่อง จนถึงความเร็วสูงสุดถึงร้อยละ 100

3. ระยะ 60 – 85 เมตร ช่วงคงความเร็วสูงสุดไว้ ในช่วงนี้เป็นช่วงสำคัญที่นักกีฬาจะต้องพยายามรักษาความเร็วสูงสุดของตัวเองไว้ให้นานที่สุดและไม่สมควรที่จะพยายามเร่งความเร็วขึ้นไปอีกเพราะจะทำให้เกิดอาการเกร็งและอาการเมื่อยล้าขึ้น นอกจากนี้ยังมีผลทำให้การควบคุมท่าทางการวิ่งกระทำได้อย่างมั่นคงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ความเร็วลดลงอย่างรวดเร็ว นักกีฬาที่สามารถควบคุมท่าทางการเคลื่อนไหวได้เป็นอย่างดีในช่วงนี้ จะทำให้การวิ่งและการใช้กล้ามเนื้อมีความสัมพันธ์และกลมกลืนกัน มีผลทำให้ลำตัวนิ่งและไม่มีอาการเกร็งเกิดขึ้นมากจนเกินไป ดังนั้นเมื่อผ่านช่วง 15 – 20 เมตรแรก ของการใช้ความเร็วสูงสุดไปแล้ว การลดลงของอัตราความเร็วในการวิ่ง จะเป็นไปอย่างช้า ๆ ในนักกีฬาที่มีการประสานงานของกล้ามเนื้อเป็นอย่างดี สอดคล้องกับ Colfer (1977) ที่กล่าวว่า ระยะดังกล่าวเป็นระยะที่เริ่มเข้าสู่ภาวะคงที่ของความเร็วสูงสุด ซึ่งเป็นการทำงานแบบช้า ๆ กันอย่างรวดเร็วของการกระตุ้นและการสั่งงานของระบบประสาทสรีระ (neurophysiological) และสามารถรักษาระดับความเร็วสูงสุดไว้ได้ ด้วยการผ่อนคลายการวิ่ง (relaxed running) บางครั้งอาจปล่อยให้ลอยไปหรือไหลไป (floating or coasting)

4. ระยะ 85 – 100 เมตร ในช่วงนี้ความเร็วจะเริ่มลดลง ซึ่งอัตราการลดลงนี้จะเกิดขึ้นเล็กน้อยเพียงได้นั้นขึ้นอยู่กับสภาพร่างกายและการฝึกซ้อมของนักกีฬาแต่ละคน การใช้ความเร็วในช่วงนี้จะยังคงดำเนินไปอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งผ่านเลยเส้นชัยไป 4 – 5 เมตร มุมของลำตัวในขณะที่วิ่งยังคงไม่เปลี่ยนแปลงการเข้าเส้นชัยไม่ควรกระโดดพุ่งตัวเข้าเพราะจะทำให้ความเร็วในการวิ่งลดลง เช่นเดียวกับ Colfer (1977) ที่กล่าวว่า ระยะ 85 – 100 เมตร เป็นระยะที่อาจมีอัตราเร่งเป็นลบ (deceleration) โดยขึ้นอยู่กับสภาพของระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน โดยขณะที่เข้าเส้นชัยพยายามอย่าลดความเร็วลงหรือหยุดที่เส้นชัย ควรวิ่งเต็มที่ (3 ถึง 4 ก้าว) ผ่านเส้นชัยก่อนที่จะลดความเร็วลง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

วรวรรณ และ วิสุตา (2522) ทำการศึกษาเรื่องผลของกาแฟต่อการทำงานของหัวใจและการออกกำลังกาย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักศึกษาอาสาสมัคร อายุ 22-23 ปี ชาย 6 คนและหญิง 6 คน ดื่มกาแฟ 2 ชนิด คือชนิด A (มีคาเฟอีนร้อยละ 3.10) และชนิด B (มีคาเฟอีนร้อยละ 0.23) ทำการทดสอบเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ทดสอบผลของกาแฟต่อการทำงานของหัวใจ ทำการวัดความดันโลหิตและคลื่นหัวใจ (ECG) ในท่านอน จากนั้นดื่มกาแฟ 4 กรัม ละลายน้ำ 100 ซีซี และทำการวัดความดันโลหิตคลื่นหัวใจ หลังดื่มกาแฟทันทีและวัดค่าทั้งสองทุก ๆ 10 นาที จนถึงนาทีที่ 90 รวม 10 ครั้ง ทำการทดสอบ 2 ครั้ง โดยครั้งที่ 1 ดื่มกาแฟชนิด A และครั้งที่ 2 ดื่มกาแฟชนิด B

ตอนที่ 2 ทดสอบผลของกาแฟต่อการออกกำลังกาย ทำการวัดความดันโลหิตและคลื่นหัวใจ (ECG) ในท่านั่ง จากนั้นให้อาสาสมัครชายขี่จักรยานที่ระดับงาน 900 กิโลปอนด์ เมตร/นาที ส่วนอาสาสมัครหญิงขี่จักรยานที่ระดับงาน 600 กิโลปอนด์เมตร/นาที วัดความดันโลหิตและคลื่นหัวใจทันทีหลังหยุดขี่จักรยาน จากนั้นดื่มกาแฟ 4 กรัม ละลายน้ำ 100 ซีซี และทำการวัดความดันโลหิต คลื่นหัวใจ หลังดื่มกาแฟทุก ๆ 10 นาที จนถึงเวลาขี่จักรยานหลังดื่มกาแฟ 30-60 นาที ทำการทดสอบ 2 ครั้ง โดยครั้งที่ 1 ดื่มกาแฟชนิด A และครั้งที่ 2 ดื่มกาแฟชนิด B ผลการศึกษาพบว่า

1. กาแฟที่มีคาเฟอีน ทำให้อัตราการเต้นของหัวใจลดลง ความดันโลหิตเพิ่มขึ้นและความดันชีพจรแคบลง ส่วนกาแฟที่ปราศจากคาเฟอีน ทำให้อัตราการเต้นของหัวใจลดลงเล็กน้อย แต่ไม่เปลี่ยนแปลงความดันโลหิต และความดันชีพจร

2. กาแฟที่มีคาเฟอีนไม่เปลี่ยนแปลงอัตราการเต้นของหัวใจ ความดันชีพจร และ การจับออกซิเจนสูงสุด หลังจากการออกกำลังกายจนเหนื่อย แต่สามารถออกกำลังกายได้นานขึ้น ส่วนกาแฟปราศจากคาเฟอีนไม่เปลี่ยนแปลงค่าใด ๆ

ชัยสิทธิ์ และคณะ (2535) ทำการศึกษาเรื่องเวลาในการเริ่มออกวิ่งและความเร็วของนักกรีฑาวิ่งระยะสั้น กับผลการแข่งขันในกีฬาเยาวชนแห่งชาติ ครั้งที่ 7 โดยมีจุดมุ่งหมายการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบสัดส่วนรูปร่างนักกรีฑาวิ่งระยะสั้นกับผลการวิ่งแข่งขัน เพื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างเวลาในการเริ่มออกวิ่ง และความเร็วต้นของการวิ่งในระยะทาง 10, 30 และ 50 เมตรแรก ตามลำดับกับสถิติเวลาของการวิ่งในการแข่งขัน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักกรีฑาชายและหญิงประเภทวิ่งระยะสั้น บุคคลระยะ 100 เมตร, 200 เมตร และ 400 เมตร จำนวน 51 คน ผลการศึกษาพบว่า

1. ค่าเฉลี่ยเวลาในการออกตัววิ่งของเท้าซ้าย และเท้าขวา ของกลุ่มวิ่ง 100 เมตร, 200 เมตร และ 400 เมตร ทั้งชายและหญิงไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. ความเร็วต้นที่ระยะ 10 เมตร และ 30 เมตรแรกทั้งชายและหญิงไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติแต่ความเร็วที่ระยะทาง 30 เมตรแรก ของกลุ่มนักวิ่ง 100 เมตรหญิง สูงกว่ากลุ่มนักวิ่ง 400 เมตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ราตรี และคณะ (2535) ได้ทำการศึกษาเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างเวลาปฏิบัติทอบนองของมือและเท้า ความเร็ว และความอดทนของกล้ามเนื้ออกกับการแข่งขันของนักมวยสากลสมัครเล่นในการแข่งขันกีฬาแห่งชาติ ครั้งที่ 24 ประจำปี 2534 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักมวยสากลสมัครเล่น 9 รุ่น จำนวน 59 คน ผลการศึกษาพบว่า

1. ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนกับเวลาปฏิบัติทอบนองของมือและเท้าอยู่ในระดับดี
2. ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนกับเปอร์เซ็นต์ความอดทนกล้ามเนื้ออกมีค่าสูง แสดงว่าผู้ที่มีความอดทนสูงสามารถออกหมัดติดต่อกันได้นานโดยไม่เมื่อยล้า

อภิวัฒน์ (2537) ได้ศึกษาความถี่และความยาวของก้าวในการวิ่ง 100 เมตร ของนักกรีฑาทีมชาติไทย ความมุ่งหมายของการศึกษาเพื่อศึกษาความถี่และความยาวของก้าวในการวิ่ง 100 เมตร และความสัมพันธ์ของเวลาที่ใช้ในการวิ่งกับความถี่ของก้าว เวลาที่ใช้ในการวิ่งกับความยาวของก้าว และความถี่ของก้าวกับความยาวของก้าว กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าคือ นักกรีฑาประเภทวิ่งระยะสั้นทีมชาติไทย เพศชาย – หญิง กลุ่มละ 8 คน ผลการศึกษาพบว่า

1. ความถี่ของก้าวในการวิ่ง 100 เมตร ของนักกรีฑาชายอยู่ในช่วง 3.69-4.62 ก้าว/วินาที โดยเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 4.16 ก้าว/วินาที และนักกรีฑาหญิงอยู่ในช่วง 4.07-4.19 ก้าว/วินาที โดยเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 4.13 ก้าว/วินาที
2. ความยาวของก้าวในการวิ่ง 100 เมตร ของนักกรีฑาชายอยู่ในช่วง 2.00 - 2.50 เมตร โดยเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 2.25 เมตร และนักกรีฑาหญิงอยู่ในช่วง 1.56 - 1.88 เมตร โดยเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 1.72 เมตร
3. ความสัมพันธ์ของเวลาที่ใช้ในการวิ่งกับความถี่ของก้าวของนักกรีฑาชายและหญิงมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายในระดับปานกลาง (-0.35 และ -0.31)
4. ความสัมพันธ์ของเวลาที่ใช้ในการวิ่งกับความยาวของก้าวของนักกรีฑาชายและหญิงมีค่าสหสัมพันธ์อย่างง่ายในระดับต่ำ (0.26 และ -0.10)

5. ความสัมพันธ์ของความถี่ของก้าวและความยาวของก้าวของนักกรีฑาชายและหญิงมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายในระดับสูง (-0.99 และ -0.91)

งานวิจัยต่างประเทศ

Jacobson and Edgley (1987) ทำการศึกษาเกี่ยวกับผลของคาเฟอีนที่มีต่อค่า Simple reaction time และ Movement time กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองเป็นเพศชาย จำนวน 19 คน และเพศหญิง จำนวน 11 คน อายุเฉลี่ย 21 ± 3 ปี น้ำหนักตัวเฉลี่ย 72.8 ± 3.2 กิโลกรัม โดยทำการทดลองแบ่งเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุม (Placebo)

กลุ่มที่ 2 ได้รับปริมาณคาเฟอีน จำนวน 600 มิลลิกรัม

กลุ่มที่ 3 ได้รับปริมาณคาเฟอีน จำนวน 300 มิลลิกรัม

โดยแต่ละคนจะได้รับการทดสอบค่า Simple reaction time และ Movement time ก่อนและหลังได้รับคาเฟอีนในนาที่ที่ 45 ผลการทดลอง พบว่า ในกลุ่มที่ 3 ที่ได้รับคาเฟอีน จำนวน 300 มิลลิกรัม มีผลต่อค่า Simple reaction time และ Movement time เร็วกว่า ในกลุ่มที่ 2 ที่ได้รับคาเฟอีน จำนวน 600 มิลลิกรัม และในกลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุม (Placebo) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

Kovacs *et al.* (1998) ทำการศึกษากผลจากการดื่มคาเฟอีนโดยผสมในเครื่องดื่มเกลือแร่ในกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 15 คน โดยแต่ละคนจะได้รับคาเฟอีนในปริมาณต่างๆ คือ 150 225 และ 320 มิลลิกรัม จากผลการทดลองพบว่าคาเฟอีนสามารถเพิ่มสมรรถภาพในการออกกำลังกายได้โดยไม่จำเป็นต้องอาศัยกระบวนการในการเผาผลาญไขมัน

Greer *et al.* (1998) ได้ทำการศึกษาผลของการได้รับสารคาเฟอีนที่มีต่อความสามารถ แบบ แอนแอโรบิกสูงสุด กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นอาสาสมัครชาย จำนวน 9 คน ทำการทดสอบโดยการ ปั่นจักรยาน Wingate exercise test 4 ครั้ง ๆ ละ 30 วินาที และทำการพักแต่ละการทดสอบ 4 นาที ผลการศึกษาพบว่า Placebo ทำให้เกิดการเผาผลาญพลังงานในการออกกำลังกายอย่างหนัก ในระยะเวลาที่สั้นน้อยกว่าตัวกระตุ้นที่เป็นสารคาเฟอีน แสดงว่า สารคาเฟอีนสามารถเสริมสมรรถภาพ ในการออกกำลังกายอย่างหนักในระยะเวลาที่สั้นได้ดี

Greer *et al.* (2000) ได้ทำการศึกษาผลของคาเฟอีนที่มีผลต่อการออกกำลังกาย ในกลุ่ม ตัวอย่าง จำนวน 8 คน โดยให้รับประทานคาเฟอีน 6 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ทำการ ทดสอบโดยการปั่นจักรยานที่ความหนักร้อยละ 80 ของ Maximum Oxygen Consumption จนหมดแรง ผลการศึกษาพบว่า คาเฟอีนมีผลให้สามารถปั่นจักรยานได้ยาวนานขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และไม่มีผลต่อกลิ้ามเนื้อในการใช้ไกลโคเจน แต่พบมีระดับฮอร์โมน epinephrine และ glycerol ในกระแสเลือดสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Tarnopolsky *et al.* (2000) ได้ทำการศึกษาผลของคาเฟอีนที่มีผลต่อการหดตัวของกล้ามเนื้อ ในนักกีฬา จำนวน 12 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 6 คน คือ กลุ่มที่ได้รับประทานคาเฟอีนเป็น ประจำจำนวน 6 คน และกลุ่มที่ไม่รับประทานคาเฟอีนจำนวน 6 คน โดยให้รับประทานคาเฟอีน 6 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม จากนั้นทำการวัดแรงที่เกิดจากการหดตัวจากการกระตุ้นด้วย กระแสไฟฟ้าที่บริเวณน่อง (peroneal nerve) ผลการทดลองสรุปได้ว่าคาเฟอีนไม่มีผลต่อความแข็งแรง ของกล้ามเนื้อที่ถูกกระตุ้นด้วยกระแสไฟฟ้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Van *et al.* (2000) ศึกษาการทำงานของลำไส้ในระหว่างการออกกำลังกาย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นอาสาสมัครชาย จำนวน 10 คน อายุ 18 –25 ปี เพื่อศึกษาการดูดซึมน้ำตาลในลำไส้และนำไปประยุกต์ใช้ในการกำหนดปริมาณการดูดซึมน้ำตาลในลำไส้ขณะออกกำลังกายโดยใช้น้ำเกลือแร่และเกลือแร่ร่วมกับสารคาเฟอีน ทำการเปรียบเทียบในการทดลอง ผลการศึกษาพบว่า

1. การทดสอบด้วย น้ำ เกลือแร่ และเกลือแร่ร่วมกับสารคาเฟอีน ทำให้การลำเลียงสารอาหารเข้าสู่กระเพาะอาหาร กรดในกระเพาะอาหาร และการไหลย้อนกลับของสารอาหารเพื่อให้เกิดอาการอาเจียนไม่มีความแตกต่างกัน

2. การทดสอบด้วยเกลือแร่ร่วมกับสารคาเฟอีน พบว่า มีน้ำตาลในปัสสาวะมากกว่าการทดสอบด้วยน้ำ และเกลือแร่

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. กาแฟผงสำเร็จรูป ยี่ห้อ มอคโคนา ซีเลค
2. กาแฟผงสำเร็จรูป ยี่ห้อ มอคโคนา ดีคาฟีเนตเตท
3. สารให้ความหวานแทนน้ำตาล Sucralose
4. กระติกน้ำร้อน ถ้วยกาแฟ และช้อน
5. น้ำดื่มฝาปิดสนิทปริมาตร 750 ml/ขวด
6. อุปกรณ์เก็บปัสสาวะ ประกอบด้วย

6.1 ชุดเก็บปัสสาวะขวดแก้วใสได้รับจากศูนย์ตรวจสอบสารต้องห้ามในนักกีฬามหาวิทยาลัยมหิดล

6.2 แผ่นวัดระดับปริมาณปัสสาวะ

6.3 สารละลาย Sodium Azide

7. ใบบันทึกผลการทดสอบซึ่งผู้วิจัยได้จัดทำขึ้น

เครื่องมือ

1. เครื่องวัดเวลาปฏิบัติการออกตัวและเวลาในการวิ่ง

1.1 เครื่องวัดเวลาปฏิบัติการในการออกตัวของเท้าซ้ายแล้วเท้าขวา ประกอบด้วย

1.1.1 เครื่องจับเวลาชนิดตัวเลข (Electronic timer) 2 เครื่อง

1.1.2 ชุดรับเสียงปืน

1.1.3 แป้นออกตัว (Starting Block) สำหรับยันเท้าซ้าย และเท้าขวาที่ต่อพ่วงสัญญาณกับเครื่องจับเวลาชนิดตัวเลข

1.2 เครื่องจับเวลาวิ่งอินฟราเรด (Infra-red electronic timer) ยี่ห้อ Seiko ผลิตในประเทศไทย ประกอบด้วย

1.2.1 ชุดส่ง-รับ แสงอินฟราเรด (Photo-beam, PB500) 4 ชุด

1.2.2 ชุดรับเสียงปืน

1.2.3 เครื่องแสดงและบันทึกเวลา (Sports printer, CT-916)

2. เครื่องมือทดสอบเวลาปฏิบัติการอย่างง่าย (Simple reaction timer) ประกอบด้วย

2.1 เครื่องจับเวลาชนิดตัวเลข 1 เครื่อง

2.2 ออกไฟฟ้า

2.3 ปุ่มกดเพื่อหยุดเวลาหลังเครื่องจับเวลาเริ่มทำงานเมื่อสัญญาณเสียงดังขึ้น

3. นาฬิกาจับเวลาแบบดิจิตอล ยี่ห้อ Casio รุ่น G-shock ผลิตในประเทศญี่ปุ่น จำนวน 6 เรือน

วิธีการ

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักวิ่งระยะสั้นทีมชาติไทย ปี พ.ศ. 2548

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักวิ่งระยะสั้นทีมชาติไทย เพศชาย อายุระหว่าง 17-19 ปี จำนวน 6 คน

ขั้นตอนการทดสอบ

1. วิเคราะห์หาปริมาณคาเฟอีนที่มีในกาแฟสำเร็จรูปทั้ง 2 ชนิด ที่ใช้ในการวิจัย โดยใช้เครื่องGC/MS (ภาคผนวก ก)

2. ประสานขอความอนุเคราะห์เพื่อจัดเตรียมกลุ่มตัวอย่าง สถานที่สำหรับงานวิจัย เครื่องมือ และอุปกรณ์ต่าง ๆ

3. ชี้แจง ขั้นตอน วิธีการปฏิบัติแก่กลุ่มตัวอย่างโดยละเอียด และให้กลุ่มตัวอย่างลงนามยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย (ภาคผนวก ข)

4. นัดหมายกลุ่มตัวอย่างเพื่อทำการทดสอบทั้งสิ้น 8 ครั้ง แต่แต่ละครั้งห่างกันไม่น้อยกว่า 3 วัน โดยทำการทดสอบในช่วงเวลา 16.00น.-18.30 น. โดยในแต่ละครั้งที่ทำการทดลองมีขั้นตอนการปฏิบัติ ดังต่อไปนี้

4.1 เตรียมเครื่องดื่มในปริมาตรรวม 250 ml (น้ำร้อน 100 ml / น้ำเย็น 150 ml) ก่อนเริ่มทำการทดสอบเวลาปฏิบัติ

4.2 ทดสอบเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายในนาทิตี่ 0 ก่อนดื่มเครื่องดื่ม

4.3 กลุ่มตัวอย่างดื่มเครื่องดื่มทันทีหลังปฏิบัติข้อ 4.2

4.4 ทดสอบเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายในนาทิตี่ 25 หลังดื่มเครื่องดื่ม

4.5 ทดสอบเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายในนาทิตี่ 50 หลังดื่มเครื่องดื่ม

4.6 ทดสอบเวลาปฏิกิริยาการออกตัวและความเร็วในการวิ่ง 100 เมตร ในนาทิตี่ 60

4.7 ทดสอบเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายในนาทิตี่ 75 หลังดื่มเครื่องดื่ม

4.8 ทดสอบเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายในนาทิตี่ 100 หลังดื่มเครื่องดื่ม

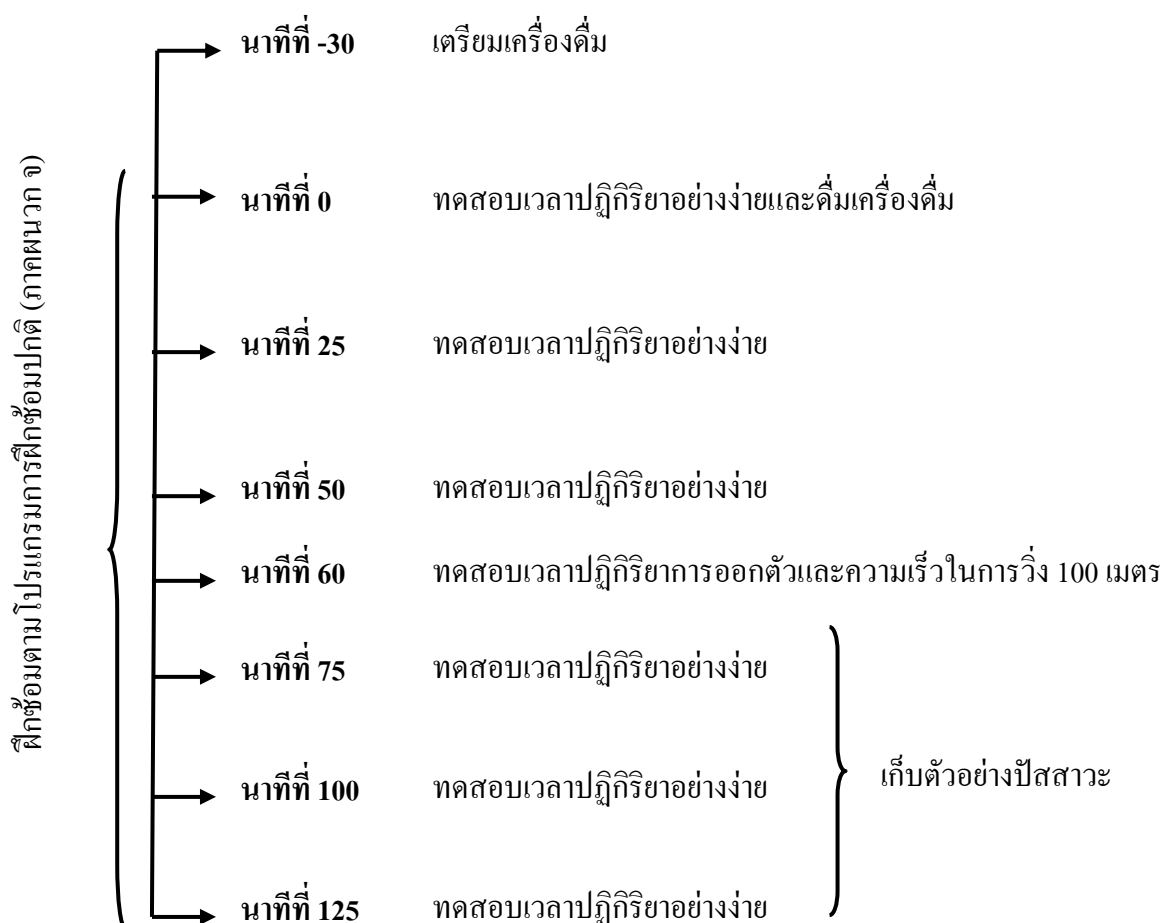
4.9 ทดสอบเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายในนาทิตี่ 125 หลังดื่มเครื่องดื่ม

หมายเหตุ 1. ช่วงว่างระหว่างการทดสอบกลุ่มตัวอย่างฝึกซ้อมตามโปรแกรมการฝึกซ้อมปกติ

2. กลุ่มตัวอย่างแต่ละคนทำการทดสอบห่างกัน 3 นาที

5. เก็บตัวอย่างปัสสาวะของกลุ่มตัวอย่าง 1 ตัวอย่างภายหลังดื่มเครื่องดื่มอย่างน้อย 1 ชั่วโมง

6. วิเคราะห์หาปริมาณคาเฟอีนในปัสสาวะ



ภาพที่ 2 แผนผังแสดงขั้นตอนการทดสอบ

วิธีการทดสอบ

1. การวิเคราะห์หาปริมาณคาเฟอีนในกาแฟสำเร็จรูป

1.1 นำกาแฟสำเร็จรูปชนิดที่มีคาเฟอีนปกติ (มอคโคนา ซีเล็ก) และชนิดสกัดคาเฟอีนออกแล้ว (มอคโคนา ดีคาฟีเนตเตท) ส่งศูนย์ตรวจสอบสารต้องห้ามในนักกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณสารคาเฟอีน จากผลการวิเคราะห์กาแฟสำเร็จรูปที่มีคาเฟอีนปกติ (มอคโคนา ซีเล็ก) มีปริมาณคาเฟอีน 42 mg/g ของกาแฟ และกาแฟสำเร็จรูปชนิดสกัดคาเฟอีนออกแล้ว (มอคโคนา ดีคาฟีเนตเตท) มีปริมาณคาเฟอีน 2.5 mg/g ของกาแฟ

2. การกำหนดชนิดของเครื่องดื่ม 5 ชนิด ให้กลุ่มตัวอย่างดื่ม

การกำหนดชนิดของเครื่องดื่มให้กลุ่มตัวอย่างดื่มแต่ละครั้งที่ทำการทดสอบ จะทำการกำหนดให้ดื่มน้ำเปล่า (W) ในการทดสอบเพื่อเตรียมความพร้อมให้กลุ่มตัวอย่างคุ้นเคยกับขั้นตอนและวิธีการทดสอบ ก่อนที่จะทำการทดสอบเพื่อเก็บข้อมูลจริง และกำหนดให้ดื่มเครื่องดื่มที่มีสารให้ความหวาน Sucralose ความเข้มข้น 250 mg/l (S) ในการทดสอบครั้งที่ 4 ส่วนการทดสอบครั้งที่ 1, 2 และ 3 เป็นการกำหนดโดยการสุ่มให้กลุ่มตัวอย่างได้รับคาเฟอีนในปริมาณที่ต่างกัน 3 ระดับ คือ 0.4167 mg/kg BW (D), 3.5 mg/kg BW (M) และ 7 mg/kg BW (C) และทำการทดสอบซ้ำอีกรอบหนึ่ง ในครั้งที่ 5, 6 และ 7 ซึ่งกำหนดให้ได้รับคาเฟอีนทั้ง 3 ระดับโดยการสุ่มเช่นเดียวกัน สำหรับการกำหนดเครื่องดื่มให้กลุ่มตัวอย่างดื่มในครั้งที่ 1, 2, 3, 5, 6 และ 7 นั้น เป็นการสุ่มในรูปแบบ Double blind crossover design โดยในภาคผนวก ก ตารางที่ 1 แสดงรหัส Double blind ที่กำหนดขึ้น และภาคผนวก ก ตารางที่ 2 แสดงชนิดของเครื่องดื่มที่กลุ่มตัวอย่างได้รับในแต่ละครั้ง

3. การเตรียมเครื่องดื่มที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องดื่มที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มี 5 ชนิด คือ

1. ชนิด W เป็นเครื่องดื่มที่เป็นน้ำเปล่าปริมาตร 250 ml
2. ชนิด S เป็นเครื่องดื่มที่เป็นสารละลายที่มีความเข้มข้นของ Sucralose 250 mg/ปริมาตร 250 ml
3. ชนิด D เป็นเครื่องดื่มที่เป็นสารละลายที่มีความเข้มข้นของ Sucralose 250 mg/l และมีคาเฟอีน 0.4167 mg/kg BW ปริมาตร 250 ml
4. ชนิด M เป็นเครื่องดื่มที่เป็นสารละลายที่มีความเข้มข้นของ Sucralose 250 mg/l และมีคาเฟอีน 3.5 mg/kg BW ปริมาตร 250 ml
5. ชนิด C เป็นเครื่องดื่มที่เป็นสารละลายที่มีความเข้มข้นของ Sucralose 250 mg/l และมีคาเฟอีน 7 mg/kg BW ปริมาตร 250 ml

ปริมาณกาแฟที่ใช้ในเครื่องคั่วกาแฟชนิด D M และ C ที่เตรียมสำหรับกลุ่มตัวอย่างแต่ละคนจะมีปริมาณของกาแฟสำเร็จรูปรวมที่มีน้ำหนักเท่ากัน เพื่อไม่ให้กลุ่มตัวอย่างทราบว่าได้รับเครื่องคั่วกาแฟชนิดใด ในการคำนวณหาน้ำหนักกาแฟสำเร็จรูปแต่ละชนิดสำหรับใช้เตรียมเครื่องคั่วกาแฟให้มีปริมาณคาเฟอีนที่ต่างกันตามที่กำหนด ใช้สมการคำนวณดังต่อไปนี้

$$\text{ชนิด C} \quad \text{น้ำหนักกาแฟสำเร็จรูปมอคโคนา ซีเล็ก (g)} = \frac{7 \times BW}{42}$$

$$\text{ชนิด D} \quad \text{น้ำหนักกาแฟสำเร็จรูปมอคโคนา ดีคาฟีเนตเตท (g)} = \frac{7 \times BW}{42}$$

$$\text{ชนิด M} \quad \text{จากสมการ } M = M_C + M_D$$

$$\text{จากสมการ } 42 M_C + 2.5 \left(\frac{7 \times BW}{42} - M_C \right) = 3.5 BW$$

โดย M คือ น้ำหนักกาแฟสำเร็จรูปรวม (g) ที่ใช้ในการเตรียมเครื่องคั่วชนิด M

M_C คือ น้ำหนักกาแฟสำเร็จรูปมอคโคนา ซีเล็ก (g) ที่ใช้ในการเตรียมเครื่องคั่วชนิด M

M_D คือ น้ำหนักกาแฟสำเร็จรูปมอคโคนา ดีคาฟีเนตเตท (g) ที่ใช้ในการเตรียมเครื่องคั่วชนิด M

$$M_C = \left\{ 3.5 - \left(\frac{2.5 \times 7}{42} \right) \right\} \times \left(\frac{BW}{42 - 2.5} \right) = 0.07806 BW$$

$$M_D = \left(\frac{7 \times BW}{42} \right) - \left[\left\{ 3.5 - \left(\frac{2.5 \times 7}{42} \right) \right\} \times \left(\frac{BW}{42 - 2.5} \right) \right] = 0.08861 BW$$

การเตรียมเครื่องดื่มน้ำทั้ง 5 ชนิด กระทำก่อนการทดลองไม่เกิน 30 นาที โดยการใช้ น้ำร้อน 100 ml เพื่อละลาย Sucralose และกาแฟสำเร็จรูป เมื่อละลายแล้วจึงเติมน้ำดื่มอุณหภูมิปกติอีก 150 ml จะทำให้ได้เครื่องดื่มอุ่นปริมาตร 250 ml เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างดื่มน้ำ ดังแสดงในภาคผนวก ง ภาพที่ 1

4. วิธีการทดสอบเวลาปฏิกิริยาอย่างง่าย

ทำการทดสอบเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายของกลุ่มตัวอย่างก่อนดื่มน้ำเครื่องดื่ม (นาฬิกาที่ 0) และ นาฬิกาที่ 25, 50, 75, 100 และ 125 หลังดื่มน้ำเครื่องดื่มแต่ละชนิด ดังแสดงในภาคผนวก ง ภาพที่ 2 โดยในการทดสอบเวลาปฏิกิริยาแต่ละครั้งมีวิธีการปฏิบัติ ดังต่อไปนี้

4.1 กลุ่มตัวอย่างนั่งเก้าอี้ วางมือข้างที่ถนัดไว้บนโต๊ะ โดยใช้นิ้วชี้วางอยู่บนปุ่มกดสำหรับหยุดเวลาหลังได้ยินเสียงสัญญาณ

4.2 ผู้วิจัยตั้งนาฬิกาโดยปุ่มเพื่อช่วงเวลา 1-3 วินาที ก่อนส่งสัญญาณเสียง

4.3 ผู้วิจัยกดสวิทช์เพื่อส่งสัญญาณเสียง

4.4 เมื่อกลุ่มตัวอย่างได้ยินเสียงสัญญาณให้กดปุ่มกดสำหรับหยุดเวลาให้เร็วที่สุด

4.5 บันทึกเวลาปฏิกิริยาอย่างง่าย

4.6 ปฏิบัติซ้ำข้อ 4.1 - 4.5 อย่างต่อเนื่องอีก 6 ครั้ง รวมทั้งสิ้น 7 ครั้ง

4.7 คัดผลการทดสอบเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายที่เร็วที่สุด 2 ค่า และที่ช้าที่สุด 2 ค่าออก แล้วจึงนำค่าที่เหลือ 3 ค่า มาหาค่าเฉลี่ยเป็นเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายสำหรับแต่ละช่วงเวลา

5. วิธีทดสอบเวลาปฏิบัติการออกตัวและความเร็วในการวิ่ง 100 เมตร

ผู้วิจัยจัดเตรียมแท่นออกตัวสำหรับวัดเวลาปฏิบัติการออกตัวและวางตัวรับ-ส่ง แสงอินฟราเรด จำนวน 4 คู่ ที่ระยะ 15 30 60 และ 100 เมตร บนลู่วิ่งทางตรงเพื่อจับเวลาเมื่อกลุ่มตัวอย่างวิ่งผ่าน ระยะทางดังกล่าว ดังแสดงในภาคผนวก ง ภาพที่ 3

ในนาทิตี่ 60 หลังกลุ่มตัวอย่างซ้อมเครื่องคัมชนิดที่กำหนดแล้วให้กลุ่มตัวอย่างทำการทดสอบ เวลาปฏิบัติการออกตัวและความเร็วในการวิ่ง 100 เมตร ดังแสดงในภาคผนวก ง ภาพที่ 4 โดยมี ขั้นตอนการปฏิบัติดังต่อไปนี้

5.1 กลุ่มตัวอย่างวางเท้าซ้ายและเท้าขวาบนแท่นออกตัว ในท่าเตรียมออกตัว

5.2 ผู้วิจัยยิงปืนปล่อยตัว และเป็นการเริ่มต้นจับเวลาปฏิบัติการออกตัวและเวลาในการวิ่ง 100 เมตร

5.3 เมื่อกลุ่มตัวอย่างได้ยินเสียงปืนให้ออกตัววิ่งให้เร็วที่สุดและวิ่งอย่างเต็มความเร็วตลอด ระยะทาง 100 เมตร

5.4 ผู้วิจัยบันทึกเวลาปฏิบัติการออกตัวของเท้าซ้ายและเท้าขวาแล้วเลือกเวลาปฏิบัติการออกตัวของเท้าข้างที่เร็วที่สุด เพื่อใช้เป็นเวลาปฏิบัติการออกตัว

5.5 ผู้วิจัยบันทึกเวลาเมื่อกลุ่มตัวอย่างวิ่งผ่านระยะทาง 15 30 60 และ 100 เมตร แล้วทำการคำนวณหาความเร็วเฉลี่ยของการวิ่งช่วงระยะ 0-15 เมตร 15-30 เมตร 30-60 เมตร 60-100 เมตร และ 0-100 เมตร

6. การเก็บตัวอย่างปัสสาวะและการวิเคราะห์หาปริมาณคาเฟอีนในปัสสาวะ

6.1 เตรียมอุปกรณ์การเก็บตัวอย่างปัสสาวะให้กลุ่มตัวอย่างแต่ละคนโดยจะมีชื่อและรหัสอยู่ด้านข้างขวด ดังแสดงในภาคผนวก ง ภาพที่ 5

6.2 ทำการเก็บปัสสาวะ 1 ตัวอย่าง หลังจากกลุ่มตัวอย่างดื่มกาแฟไปแล้ว เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 60 นาที

6.3 หยดสารละลาย Sodium azide จำนวน 1 หยดต่อตัวอย่างปัสสาวะ 10 มิลลิลิตร เพื่อไม่ให้ปัสสาวะนักกีฬาเกิดการบูดและมีกลิ่นเหม็นเนื่องจากการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์

6.4 ส่งตัวอย่างปัสสาวะของกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับเครื่องดื่มชนิดที่มีปริมาณคาเฟอีน 3.5 mg/kg BW (M) และ 7 mg/kg BW (C) ให้ศูนย์ตรวจสอบสารต้องห้ามในนักกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล วิเคราะห์ ส่วนปัสสาวะของกลุ่มตัวอย่างที่ดื่มน้ำเปล่า สารละลาย Sucralose และเครื่องดื่มที่มีคาเฟอีน 0.4167 mg/kg BW (D) ไม่นำมาวิเคราะห์

7. สถานที่ทำการทดลอง

สมาคมกรีฑาแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ สนามกีฬาหลัก ศูนย์บริการการกีฬามหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ถนนเชิงรึก อำเภอลองหลวง จังหวัดปทุมธานี

8. ระยะเวลาในการทดลอง

ทำการทดลอง เป็นเวลา 3 เดือน ระหว่างเดือน กรกฎาคม 2548 – กันยายน 2548

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ

1.1 อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง

1.2 เวลาปฏิกิริยาอย่างง่าย

1.3 เวลาปฏิกิริยาในการออกตัว และความเร็วในการวิ่ง 100 เมตร

1.4 ปริมาณคาเฟอีนในปัสสาวะ

2. วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของ

2.1 ร้อยละของการเปลี่ยนแปลงเวลาปฏิกิริยาอย่างง่าย

2.2 เวลาปฏิกิริยาในการออกตัว

2.3 ความเร็วในการวิ่ง 100 เมตร

3. เปรียบเทียบรายคู่ด้วยวิธี LSD (Least Significant Different)

3.1 ร้อยละของการเปลี่ยนแปลงเวลาปฏิกิริยาอย่างง่าย

3.2 เวลาปฏิกิริยาในการออกตัว

3.3 ความเร็วในการวิ่ง 100 เมตร

4. ทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการวิจัยและวิจารณ์

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจัดให้กลุ่มตัวอย่างได้รับเครื่องดื่มนชนิด S ที่เป็นสารละลาย Sucralose ที่ไม่มีคาเฟอีน 1 ครั้ง หรือเครื่องดื่มนผสม Sucralose กับกาแฟที่มีปริมาณคาเฟอีนระดับต่าง ๆ ตามน้ำหนักตัวของกลุ่มตัวอย่างแต่ละคน ดังนี้ เครื่องดื่มนชนิด D มีคาเฟอีน 0.4167 mg/kg BW, เครื่องดื่มนชนิด M มีคาเฟอีน 3.5 mg/kg BW และ เครื่องดื่มนชนิด C มีคาเฟอีน 7 mg/kg BW ชนิดละ 2 ครั้ง โดยที่เครื่องดื่มน D M และ C มีลักษณะสัมผัสต่าง ๆ รวมถึงความหวาน และน้ำหนักของกาแฟผงสำเร็จรูปไม่ต่างกันซึ่งทั้งกลุ่มตัวอย่างและผู้ทำวิจัยภาคสนามไม่ทราบว่าเครื่องดื่มนที่ให้ เป็นเครื่องดื่มนชนิดใด ในแต่ละครั้งทำการทดสอบเวลาปฏิกิริยาอย่างง่าย เวลาปฏิกิริยาการออกตัว ความเร็วในการวิ่งระยะทาง 100 เมตร และเก็บตัวอย่างปัสสาวะของกลุ่มตัวอย่าง 1 ตัวอย่างภายหลัง ดื่มนเครื่องดื่มนไม่น้อยกว่า 60 นาที โดยการทดสอบแต่ละครั้งระยะเวลาห่างกันไม่ต่ำกว่า 3 วัน ผลการวิจัยจะนำเสนอ เป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

ตอนที่ 2 เวลาปฏิกิริยาอย่างง่าย

ตอนที่ 3 เวลาปฏิกิริยาในการออกตัว และความเร็วในการวิ่ง 100 เมตร

ตอนที่ 4 ปริมาณคาเฟอีนในปัสสาวะ

ตอนที่ 1 ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักกีฬาวิ่งระยะสั้นทีมชาติไทย จำนวน 6 คน ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอายุ เท่ากับ 18.0 ± 0.89 ปี น้ำหนัก 61.5 ± 2.45 กิโลกรัม และส่วนสูง 173.67 ± 2.07 เซนติเมตร และเนื่องจากเพศเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อเวลาปฏิบัติอย่างง่าย ชูศักดิ์และกันยา (2536) ได้กล่าวว่า การที่ชายมีเวลาการเคลื่อนไหวเร็วกว่าหญิง ส่วนหนึ่งเนื่องจากมีแรงมากกว่า และอาจมาจากมีความแตกต่างในกิจกรรมที่ต้องกระทำระหว่างชายและหญิงแต่อย่างไรก็ดีเหตุผลของความแตกต่างของเวลาปฏิบัติระหว่างเพศนั้นยังไม่สามารถอธิบายได้ง่าย ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงเลือกกลุ่มตัวอย่างเฉพาะเพศชายเพียงเพศเดียวในการวิจัยครั้งนี้

นอกจากนี้ ก่อนทำการทดลอง ผู้วิจัยได้ทำการซักประวัติเบื้องต้นของกลุ่มตัวอย่าง พบว่ากลุ่มตัวอย่างได้รับสารคาเฟอีนจากเครื่องดื่มชาเขียว น้ำอัดลม กาแฟ เป็นประจำ ไม่สูบบุหรี่ และไม่เป็นโรคประจำตัวที่เป็นอุปสรรคต่อการทดสอบและไม่พบว่ามีอาการบาดเจ็บในช่วงการฝึกซ้อมและการแข่งขัน และเนื่องจากการวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาผลของคาเฟอีนที่มีต่อการทำงานของระบบประสาทและกล้ามเนื้อผู้วิจัยจึงขอให้กลุ่มตัวอย่างงดอาหารหรือเครื่องดื่มที่มีคาเฟอีนและงดบริโภคเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของแอลกอฮอล์เป็นองค์ประกอบอย่างน้อย 24 ชั่วโมงก่อนการทดสอบ

ตอนที่ 2 เวลาปฏิบัติอย่างง่าย

จากการวิจัยในครั้งนี้ได้ทำการทดสอบเวลาปฏิบัติใน 2 ลักษณะ คือ เวลาปฏิบัติอย่างง่าย และเวลาปฏิบัติในการออกตัว ซึ่งในตอนี่ 2 นี้ จะเป็นการกล่าวถึงผลและการวิจารณ์ในส่วนอง เวลาปฏิบัติอย่างง่าย การที่เลือกทำการทดสอบเวลาปฏิบัติอย่างง่ายเหตุผลเนื่องมาจากการทดสอบ เวลาปฏิบัติ ในการออกตัวเป็นการทดสอบที่มีองค์ประกอบเกี่ยวกับทักษะเข้ามาเกี่ยวข้องเพื่อเป็นการ ตัดองค์ประกอบที่นอกเหนือจากการตอบสนองของระบบประสาทออกให้มากที่สุดจึงเลือกทดสอบ เวลาปฏิบัติอย่างง่ายเข้าเป็นตัวแปรที่ทำการศึกษาด้วย ทั้งนี้ยังสามารถทดสอบซ้ำได้หลายครั้ง ทำให้ผลการทดสอบน่าเชื่อถือมากขึ้น นอกจากนี้ในการทดสอบใช้สิ่งกระตุ้นที่เป็นเสียง เช่นเดียวกับ สถานการณ์จริงในการออกตัวที่ใช้เสียงปืนเป็นสิ่งกระตุ้น ทำให้ผลการทดลองสามารถนำมาแปรเพื่อ เชื่อมโยงกับผลกระทบที่เกิดขึ้นกับนักกีฬาวิ่งได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้ผู้วิจัยยังได้ทำการเปรียบเทียบเวลาปฏิบัติ อย่างง่ายของนักกีฬารหัส 001- 006 เมื่อได้รับเครื่องดัม S กับ C (ภาคผนวก ก)

จากการทดสอบเวลาปฏิบัติอย่างง่ายก่อนดัมเครื่องดัม และหลังดัมเครื่องดัม S D M และ C เป็นเวลา 25 50 75 100 และ 125 นาที พบว่า เมื่อกลุ่มตัวอย่างได้รับเครื่องดัมชนิด S ค่าเฉลี่ย เวลาปฏิบัติอย่างง่ายเร็วขึ้นเป็นลำดับและเร็วที่สุดในนาทีที่ 125 คือ 0.156 วินาที และเมื่อกลุ่มตัวอย่าง ได้รับปริมาณคาเฟอีน 0.4167 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว (เครื่องดัมชนิด D) 3.5 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว (เครื่องดัมชนิดชนิด M) และ 7 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว (เครื่องดัมชนิด C) พบว่าค่าเฉลี่ยเวลา ปฏิบัติอย่างง่ายเร็วขึ้นเป็นลำดับและเร็วที่สุดในนาทีที่ 125 เช่นเดียวกัน ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิบัติอย่างง่าย

หน่วย : วินาที

เครื่องมือ ที่ได้รับ	ระยะเวลาหลังดื่มเครื่องดื่ม (นาทีก)					
	0	25	50	75	100	125
S	0.170±0.003	0.168±0.006	0.162±0.008	0.162±0.014	0.161±0.009	0.156±0.009
D	0.159±0.009	0.156±0.004	0.155±0.011	0.152±0.008	0.152±0.011	0.150±0.011
M	0.162±0.012	0.158±0.006	0.156±0.008	0.156±0.009	0.154±0.008	0.151±0.005
C	0.166±0.010	0.154±0.003	0.154±0.004	0.154±0.007	0.151±0.010	0.148±0.008

จากผลการทดลองในตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าเวลาปฏิบัติอย่างง่ายของกลุ่มตัวอย่างก่อนที่จะได้รับเครื่องดื่มชนิดที่แตกต่างกันไปนั้น มีค่าไม่เท่ากัน ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากสภาวะแวดล้อมและกิจกรรมก่อนการทดสอบที่แตกต่างกันออกไป จึงเป็นการยากที่จะแปรผลจากข้อมูลชุดนี้โดยตรง ดังนั้น ผู้วิจัยจึงทำการแปรค่าเวลาปฏิบัติอย่างง่ายให้เป็นร้อยละของการเปลี่ยนแปลงเวลาปฏิบัติอย่างง่ายเมื่อเทียบกับเวลาปฏิบัติอย่างง่ายก่อนดื่มเครื่องดื่มแต่ละชนิด (นาทีกที่ 0) ดังแสดงในตารางที่ 2 และภาพที่ 3

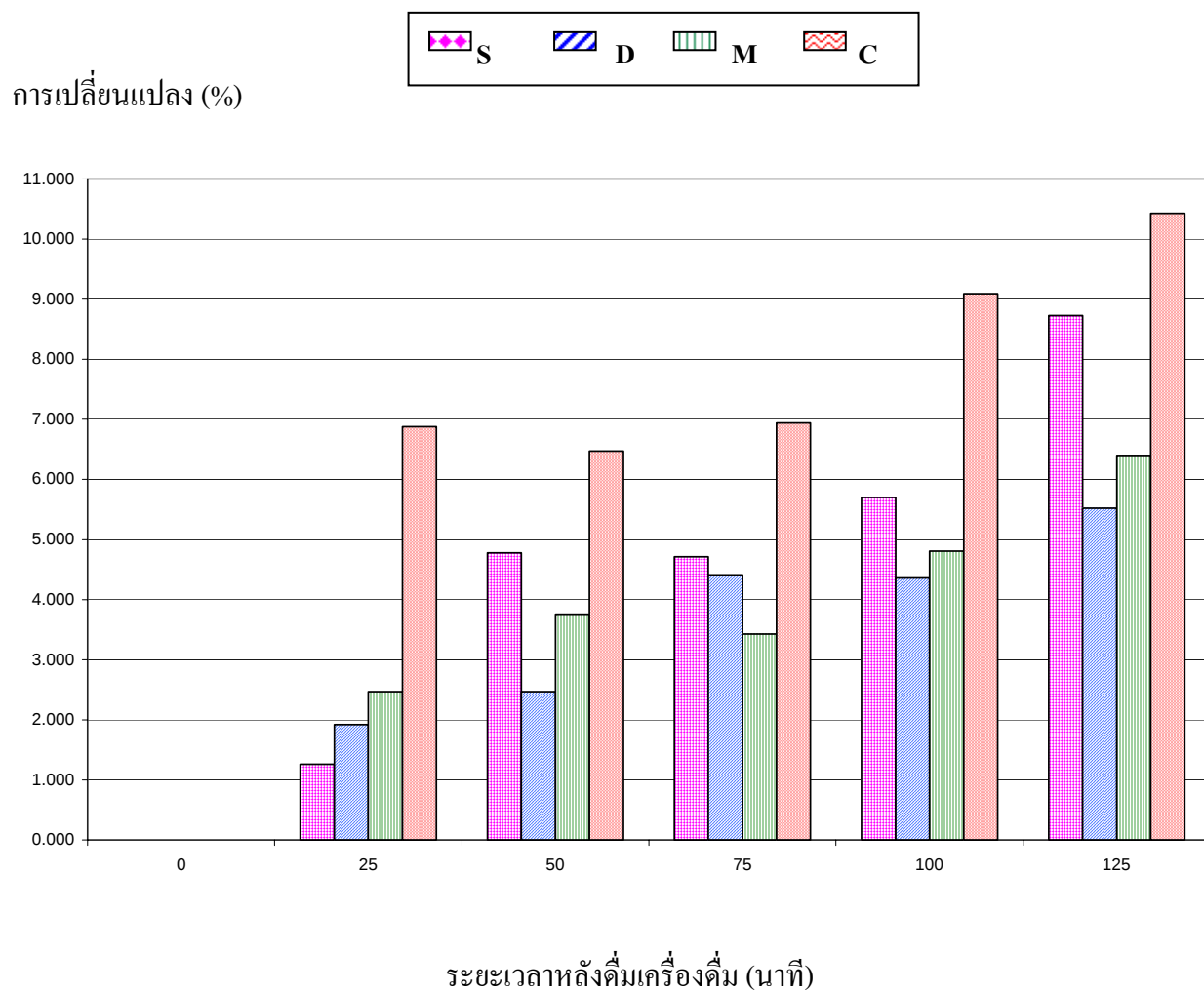
ตารางที่ 2 ร้อยละของการเปลี่ยนแปลงเวลาปฏิบัติอย่างง่าย เมื่อเทียบกับนาทีกที่ 0

หน่วย : ร้อยละ

เครื่องมือ ที่ได้รับ	ระยะเวลาหลังดื่มเครื่องดื่ม (นาทีก)					
	0	25	50	75	100	125
S*	0.00	1.26	4.78	4.71	5.70	8.73
D	0.00	1.92	2.47	4.41	4.36	5.52
M	0.00	2.47	3.76	3.43	4.81	6.40
C*	0.00	6.88	6.47	6.94	9.09	10.43

หมายเหตุ S* พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.003$) ระหว่างช่วงเวลา

C* พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.002$) ระหว่างช่วงเวลา



ภาพที่ 3 ร้อยละของการเปลี่ยนแปลงเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายเมื่อเทียบกับนาทีที่ 0

จากข้อมูลที่ปรากฏในตารางที่ 2 และภาพที่ 3 ภายหลังจากกลุ่มตัวอย่างได้รับเครื่องดัดชนิดใดก็ตาม เวลาปฏิบัติอย่างง่ายมีแนวโน้มเร็วขึ้นตลอดช่วงระยะเวลา 125 นาที โดยเวลาปฏิบัติอย่างง่ายที่เกิดขึ้นนี้มีรูปแบบที่แตกต่างกันออกไป กล่าวคือ ภายหลังจากได้รับเครื่องดัด S เวลาปฏิบัติอย่างง่ายจะเร็วขึ้นอย่างมาก(ร้อยละ 4.78) ในนาทีที่ 50 และจะค่อนข้างคงตัวต่อไปจนกระทั่งนาทีที่ 100 และเร็วขึ้นอีกครั้งอย่างมากในนาทีที่ 125 ร้อยละ 8.73 ในขณะที่ภายหลังจากที่กลุ่มตัวอย่างได้รับเครื่องดัด D และ M การเปลี่ยนแปลงของเวลาปฏิบัติอย่างง่ายจะเร็วขึ้นเป็นลำดับตลอดช่วง 125 นาที โดยการเปลี่ยนแปลงจนกระทั่งถึงนาทีที่ 125 จะเปลี่ยนไปไม่มากนัก (ร้อยละ 5.52 และ ร้อยละ 6.40 ตามลำดับ) ส่วนในการที่กลุ่มตัวอย่างได้รับเครื่องดัด C นั้น จะทำให้เวลาปฏิบัติอย่างง่ายเร็วขึ้นอย่างมากทันทีนับตั้งแต่นาทีที่ 25 (ร้อยละ 6.88) และคงตัวต่อไปจนกระทั่งนาทีที่ 75 และเร็วขึ้นอีกในนาทีที่ 100 และ 125 ทำให้โดยรวมตลอด 125 นาที การได้รับเครื่องดัด C จะทำให้เวลาปฏิบัติอย่างง่ายเร็วขึ้นถึงร้อยละ 10.43 จากการทดสอบทางสถิติพบว่าค่าเฉลี่ยร้อยละของการเปลี่ยนแปลงเวลาปฏิบัติอย่างง่ายเมื่อเทียบกับนาทีที่ 0 ระหว่างช่วงเวลาที่ต่างกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อได้รับเครื่องดัดชนิด D และชนิด M (ดังแสดงในตารางที่ 4 และ 5) แต่กลับพบว่า เมื่อได้รับเครื่องดัดชนิด S และชนิด C แล้วค่าเฉลี่ยร้อยละของการเปลี่ยนแปลงเวลาปฏิบัติอย่างง่ายเมื่อเทียบกับนาทีที่ 0 ในช่วงเวลาต่าง ๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังแสดงในตารางที่ 3 และ 6

เมื่อได้รับเครื่องดัดชนิด S D M และ C ในแต่ละช่วงเวลาได้แก่นาทีที่ 25 50 75 100 และ 125 พบว่าค่าเฉลี่ยร้อยละของการเปลี่ยนแปลงเวลาปฏิบัติอย่างง่ายเมื่อเทียบกับนาทีที่ 0 ระหว่างการได้รับเครื่องดัดที่เท่ากันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยในนาทีที่ 25 มีค่า $p=0.29$, นาทีที่ 50 $p=0.67$, นาทีที่ 75 $p=0.75$, นาทีที่ 100 $p=0.23$ และ นาทีที่ 125 $p=0.52$ ซึ่งจะสังเกตเห็นว่าค่าเฉลี่ยร้อยละของการเปลี่ยนแปลงเวลาปฏิบัติอย่างง่ายเมื่อเทียบกับนาทีที่ 0 ภายหลังจากได้รับเครื่องดัด C มีแนวโน้มที่จะเร็วกว่าภายหลังจากได้รับเครื่องดัด S D และ M โดยเฉพาะอย่างยิ่งในนาทีที่ 25 และนาทีที่ 100 จะมีแนวโน้มที่จะพบความแตกต่างมากที่สุด

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของร้อยละของการเปลี่ยนแปลงเวลาปฏิบัติกริยาอย่างง่าย เมื่อเทียบกับ
นาฬิกาที่ 0 ในเวลาที่ต่างกันเมื่อได้รับเครื่องดื่มน้ำ S

หน่วย : ร้อยละ

เวลา / นาฬิกา	0	25	50	75	100	125
0	0	1.26	4.78	4.71	5.70*	8.73*
25	-	0	3.52*	3.46	4.44	7.47*
50	-	-	0	0.07	3.92	6.40
75	-	-	-	0	0.98	4.01
100	-	-	-	-	0	3.03*
125	-	-	-	-	-	0

*P < 0.05

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของร้อยละของการเปลี่ยนแปลงเวลาปฏิบัติกริยาอย่างง่าย เมื่อเทียบกับ
นาฬิกาที่ 0 ในเวลาที่ต่างกันเมื่อได้รับเครื่องดื่มน้ำ D

หน่วย : ร้อยละ

เวลา / นาฬิกา	0	25	50	75	100	125
0	0	1.92	2.47	4.41	4.36	5.52
25	-	0	0.55	2.50	2.44	3.60
50	-	-	0	1.94	1.89	3.05
75	-	-	-	0	-0.05	1.11
100	-	-	-	-	0	1.16
125	-	-	-	-	-	0

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของร้อยละของการเปลี่ยนแปลงเวลาปฏิกิริยาอย่างง่าย เมื่อเทียบกับ
นาที่ที่ 0 ในเวลาที่ต่างกันเมื่อได้รับเครื่องดื่ม M

หน่วย : ร้อยละ

เวลา /นาที่	0	25	50	75	100	125
0	0	2.47	3.76	3.43	4.82	6.41
25	-	0	1.29	0.96	2.34	3.93
50	-	-	0	-0.33	1.05	2.64
75	-	-	-	0	1.38	2.97
100	-	-	-	-	0	1.59
125	-	-	-	-	-	0

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของร้อยละของการเปลี่ยนแปลงเวลาปฏิกิริยาอย่างง่าย เมื่อเทียบกับ
นาที่ที่ 0 ในเวลาที่ต่างกันเมื่อได้รับเครื่องดื่ม C

หน่วย : ร้อยละ

เวลา /นาที่	0	25	50	75	100	125
0	0	6.88*	6.74	6.94*	9.09*	10.43*
25	-	0	-0.144	0.06	2.21	3.55
50	-	-	0	-0.20	2.36	3.70
75	-	-	-	0	2.15	3.50
100	-	-	-	-	0	1.34
125	-	-	-	-	-	0

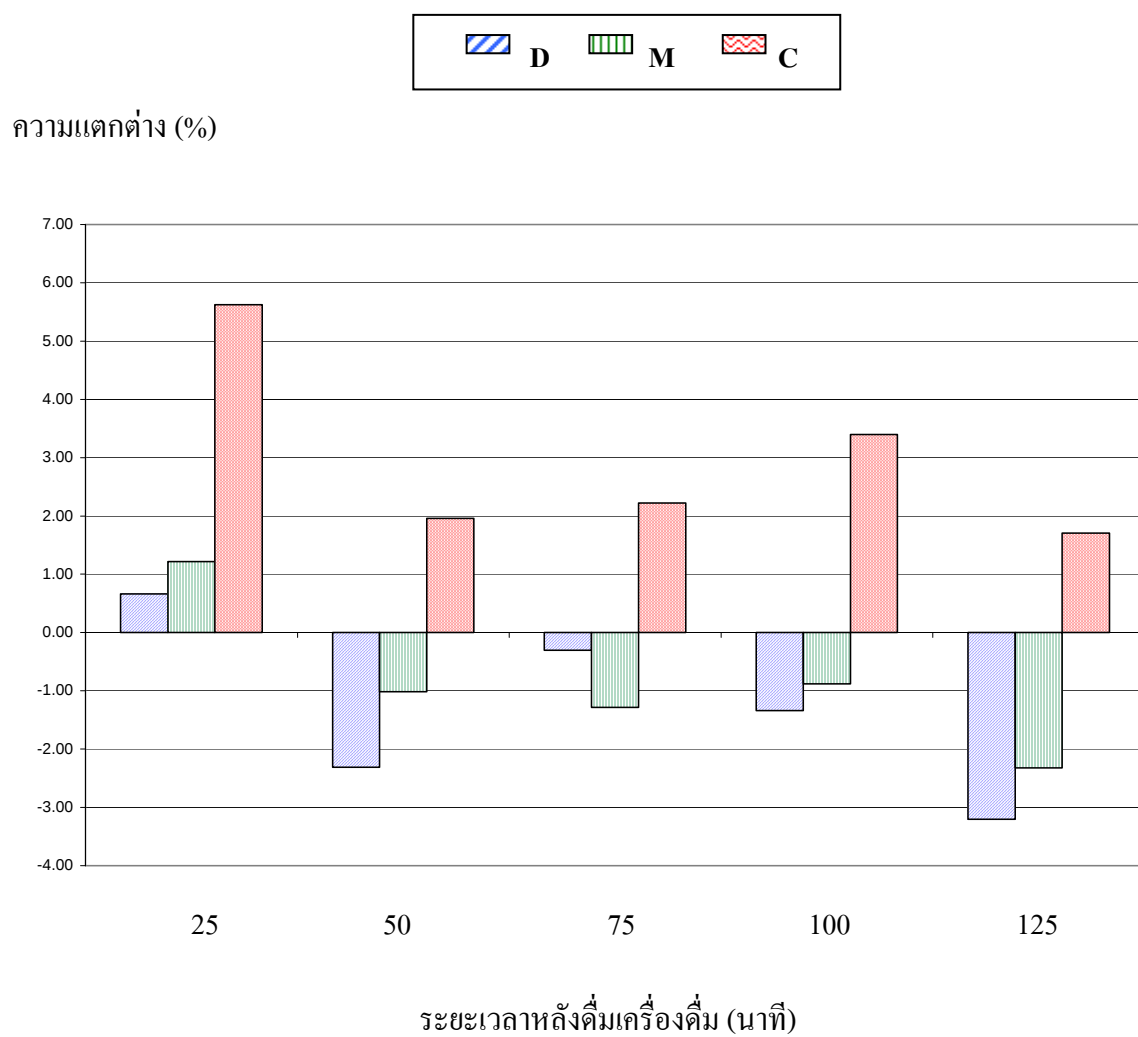
*P < 0.05

จากข้อมูลที่ปรากฏในตารางที่ 2 และภาพที่ 3 ที่พบว่า แม้การดื่มเครื่องดื่มซึ่งเป็นเพียงสารละลาย Sucralose 250 mg/l แต่กลับทำให้เวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายเร็วขึ้นเป็นลำดับนั้นแสดงถึงมีปัจจัยภายนอกอื่น เช่น สภาพแวดล้อมและกิจกรรมที่กลุ่มตัวอย่างกระทำระหว่างรอการทดสอบ เวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายในช่วง 125 นาที น่าจะเป็นสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว มิใช่เป็นผลมาจาก Sucralose ซึ่งมีความเข้มข้นต่ำมาก และเป็นสารให้ความหวานที่มีความคงตัวมาก ร่างกายไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ (IFIC, 2004) และเนื่องจากผู้วิจัยต้องการแสดงถึงผลจากคาเฟอีนระดับต่าง ๆ ที่มีอยู่ในเครื่องดื่มอย่างชัดเจนขึ้น ผู้วิจัยจึงทำการแปลงค่าโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหักล้างผลกระทบจากปัจจัยภายนอกอื่น โดยนำค่าร้อยละของการเปลี่ยนแปลงเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายหลังได้รับเครื่องดื่ม S มาใช้เป็นค่าพื้นฐานเปรียบเทียบกับค่าร้อยละของการเปลี่ยนแปลงเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายหลังได้รับเครื่องดื่ม D M และ C เพื่อแสดงถึงความแตกต่างของเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายเมื่อเทียบกับการได้รับเครื่องดื่ม S ณ ช่วงเวลาต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 7 และภาพที่ 4

ตารางที่ 7 ความแตกต่างของร้อยละการเปลี่ยนแปลงเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายเมื่อเทียบกับการได้รับเครื่องดื่ม S

สารที่ได้รับ	ระยะเวลาหลังดื่มเครื่องดื่ม (นาที)				
	25	50	75	100	125
D	0.66	-2.31	-0.30	-1.34	-3.21
M	1.22	-1.02	-1.28	-0.88	-2.32
C	5.63	1.96	2.22	3.40	1.71

หน่วย : ร้อยละ



ภาพที่ 4 ความแตกต่างของร้อยละของการเปลี่ยนแปลงเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายเมื่อเทียบกับการได้รับเครื่องดื่ม S

จากตารางที่ 7 และภาพที่ 4 จะสังเกตได้อย่างชัดเจนว่าในนาທີที่ 25 หลังได้รับเครื่องดื่มนชนิด D M และ C และทำการฝึกซ้อมตามปกติประจำวันแล้วทำให้เวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายเร็วกว่าการได้รับเครื่องดื่มน S โดยการได้รับเครื่องดื่มน D ทำให้เวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายเร็วขึ้นร้อยละ 0.66 เมื่อได้รับเครื่องดื่มน M เวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายเร็วขึ้นร้อยละ 1.22 แต่หากได้รับเครื่องดื่มน C แล้วจะทำให้เวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายเร็วขึ้นถึงร้อยละ 5.63 ซึ่งปริมาณการตอบสนองของร่างกายต่อปริมาณคาเฟอีนที่ได้รับที่แตกต่างกันออกไปนี้จะนำไปในลักษณะที่เป็นความสัมพันธ์ที่สอดคล้องกัน (dose-response relationship) หากได้รับคาเฟอีนในปริมาณที่มากจะทำให้เวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายเร็วขึ้นมากกว่าเมื่อได้รับคาเฟอีนที่ต่ำกว่า ซึ่งแสดงถึงช่วงเวลานี้เป็นช่วงเวลาที่คาเฟอีนถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายและออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทและกล้ามเนื้อในการกระตุ้นให้เวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายเร็วขึ้นกว่าภาวะที่ไม่ได้รับคาเฟอีน สอดคล้องกับ Grant *et al.* (1987) และ Sawynok and Yaksh (1993) ที่กล่าวว่าเมื่อร่างกายได้รับคาเฟอีนจากการรับประทาน พบว่า คาเฟอีนจะถูกดูดซึมผ่านระบบทางเดินอาหารเข้าสู่กระแสโลหิตได้อย่างรวดเร็วและสมบูรณ์ โดยจะพบระดับคาเฟอีนในกระแสโลหิตสูงสุดในระยะเวลา 30 ถึง 60 นาที ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณอาหารในระบบทางเดินอาหารและคาเฟอีนแสดงฤทธิ์ในการกระตุ้นระบบประสาทส่วนกลาง (Sawynok and Yaksh, 1993) และ (Daniels *et al.*, 1998) ทำให้รู้สึกตื่นตัวและเวลาปฏิกิริยาตอบสนองเร็วขึ้น (สิริพร, 2542)

ภายใต้สภาวะที่นักกีฬาทำการฝึกซ้อมตามปกติประจำวันอย่างต่อเนื่องตลอดช่วงเวลาที่ทำการทดลองความสัมพันธ์ในลักษณะที่สอดคล้องกันเช่นในนาທີที่ 25 ดังกล่าวข้างต้น จะสังเกตเห็นได้ในทุกช่วงเวลาทั้งในนาທີที่ 50 100 และ 125 แม้ว่าในกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มน D และ M จะมีเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายช้ากว่าหลังจากได้รับเครื่องดื่มน S ก็ตาม

จากตารางที่ 7 และภาพที่ 4 ยังแสดงให้เห็นว่าหลังจากนาທີที่ 50 เป็นต้นไป การได้รับเครื่องดื่มน D และ M ที่มีปริมาณคาเฟอีน 0.4167 และ 3.5 mg/kg BW ตามลำดับนั้น กลับมีแนวโน้มที่จะทำให้เวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายช้าลงกว่าเมื่อเทียบกับการได้รับเครื่องดื่มน S แต่ในทางตรงกันข้าม การได้รับเครื่องดื่มน C ที่มีปริมาณคาเฟอีน 7 mg/kg BW มีแนวโน้มที่จะกระตุ้นระบบประสาทและกล้ามเนื้ออย่างต่อเนื่องทำให้เวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายเร็วกว่าเมื่อไม่ได้รับคาเฟอีนตลอดช่วงเวลา 125 นาทีของการทดลอง สำหรับการทดลองครั้งนี้กลุ่มตัวอย่างจะทำการฝึกซ้อมตามปกติประจำวันทำให้เกิดการตื่นตัวซึ่งเป็นผลจากการอบอุ่นร่างกายและการฝึกซ้อม ดังที่เจริญ (2548) กล่าวว่า การอบอุ่นร่างกายจะช่วยทำให้ร่างกายทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ระบบประสาทกล้ามเนื้อ (Neuromuscular system) ระบบหายใจ (Respiratory system) และระบบไหลเวียนเลือด

(Circulatory system) ซึ่งมีหน้าที่เกี่ยวข้องกับและควบคุมการเคลื่อนไหวของร่างกาย เพิ่มอัตราความเร็วในการเดินทางของกระแสประสาทรับรู้และสั่งงาน และเมื่อได้รับเครื่องดื่ม D M และ C พบว่าเมื่อได้รับเครื่องดื่ม D และ M จะทำให้กลุ่มตัวอย่างที่มีอาการตื่นตัวอยู่แล้วมีเวลาปฏิกิริยาขาวออกไป สอดคล้องกับ ชุสคัลและกันยา (2536) กล่าวว่า กาแฟมีผลทำให้ผู้ที่มีการตื่นตัวอยู่แล้วมีเวลาปฏิกิริยาขาวออกไป ส่วนกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับเครื่องดื่ม C ที่เกิดอาการตื่นตัวอยู่แล้วเมื่อได้รับคาเฟอีนที่เหมาะสมมีผลทำให้เวลาปฏิกิริยาดีขึ้น ดังที่ ชุสคัลและกันยา (2536) กล่าวว่า กาแฟที่มีคาเฟอีนในปริมาณที่เหมาะสมจะส่งผลให้เวลาปฏิกิริยาดีขึ้น ทั้งนี้ขึ้นกับแต่ละบุคคลที่มีความไวต่อฤทธิ์คาเฟอีนมากน้อยไม่เท่ากัน

จากผลการทดลองในตอนที่ 2 เรื่องเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายนี้ แม้จะไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ระหว่างการได้รับคาเฟอีนในปริมาณที่ต่างกัน แต่การที่พบว่าการได้รับคาเฟอีน 7 mg/kg BW (สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 61.5 กิโลกรัม จะได้รับคาเฟอีนประมาณ 430 mg) นั้น สามารถทำให้เวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายเร็วขึ้นกว่าการไม่ได้รับคาเฟอีนถึงร้อยละ 1.71 ถึง 5.63 ในช่วง 125 นาทีของการทดลอง (ดังแสดงในตารางที่ 7) เมื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษาของ Jacobson and Edgley (1987) ที่พบว่าการได้รับคาเฟอีน จำนวน 300 mg มีผลต่อค่า Simple reaction time และ Movement time เร็วกว่าการได้รับคาเฟอีน จำนวน 600 mg และ กลุ่มควบคุม (Placebo) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทำให้ผลการทดลองมีความสอดคล้องกันและเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับผลการทดลองในครั้งนี้ กล่าวคือ ในการทดลองครั้งนี้พบว่าฤทธิ์ของคาเฟอีนในปริมาณประมาณ 430 mg (คาเฟอีน 7 mg/kg BW) ทำให้เวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายเร็วกว่าการได้รับคาเฟอีนในปริมาณประมาณ 215 mg (คาเฟอีน 3.5 mg/kg BW) และ คาเฟอีนในปริมาณประมาณ 25 mg (คาเฟอีน 0.4167 mg/kg BW) ดังนั้นจำนวนคาเฟอีนในปริมาณ 300 mg – 430 mg จึงเป็นระดับที่น่าสนใจที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในนักกีฬาวิ่งระยะสั้นได้ต่อไป

ตอนที่ 3 เวลาปฏิบัติการออกตัว และความเร็วในการวิ่ง 100 เมตร

นอกเหนือจากการศึกษาถึงผลการได้รับเครื่องดัดชนิด S D M และ C ที่มีปริมาณคาเฟอีนที่แตกต่างกันที่มีต่อเวลาปฏิบัติอย่างง่ายดังแสดงในตอนที่ 2 แล้ว การวิจัยนี้ยังมีวัตถุประสงค์หลักในการศึกษาถึงผลของการได้รับเครื่องดัดที่มีคาเฟอีนที่ต่างกันต่อเวลาปฏิบัติของการออกตัวและความเร็วในการวิ่ง 100 เมตรด้วย โดยทำการศึกษาดัวแปรทั้งสองนี้ในนาที่ที่ 60 หลังได้รับเครื่องดัดชนิด S D M และ C ผลการทดลองดังแสดงต่อไปนี้

ตารางที่ 8 เวลาปฏิบัติการออกตัวในนาที่ที่ 60 หลังได้รับเครื่องดัด

หน่วย : วินาที

สารที่ได้รับ	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
S	0.314	0.030
D	0.300	0.051
M	0.301	0.029
C	0.298	0.043

ผลการทดสอบเวลาปฏิบัติการออกตัว (ตารางที่ 8) และผลการทดสอบเวลาปฏิบัติอย่างง่าย (ตารางที่ 1) ที่พบในการวิจัยครั้งนี้ เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกันจะเห็นได้ว่าเวลาปฏิบัติการออกตัวจะนานกว่าเวลาปฏิบัติอย่างง่าย (0.298-0.311 วินาที และ 0.148-0.170 วินาที ตามลำดับ) เป็นผลเนื่องมาจากกระยะทางการส่งกระแสประสาทมายังเท้าเพื่อออกตัวจากแท่นออกตัวยาวกว่ากระยะทางที่กระแสประสาทส่งไปยังมือเพื่อกดสวิทช์หยุดเวลาในการทดสอบเวลาปฏิบัติอย่างง่าย ชูศักดิ์และกันยา (2536) กล่าวว่า เวลาปฏิบัติและเวลาการเคลื่อนไหวในส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย และในทิศทางการเคลื่อนไหวที่แตกต่างกัน โดยการเคลื่อนไหวเร็วหรือการตอบสนองเร็วเมื่อใช้แขนไม่ได้หมายความว่าขาจะตอบสนองเร็วหรือเคลื่อนไหวเร็วด้วย ในทำนองเดียวกันการเหยียดขาได้เร็วก็ไม่จำเป็นจะต้องแสดงว่าจะงอขาได้เร็วด้วย เช่น นักมวยที่สามารถปล่อยหมัดได้รวดเร็ว ไม่ได้หมายความว่าสามารถก้าวไปได้เร็วเพื่อเข้าหาคู่ต่อสู้ หรือหลบหนีออกจากคู่ต่อสู้ เป็นต้น ดังที่ Loockerman และ Berger (1971) กล่าวในชูศักดิ์และกันยา (2536) ว่าเวลาปฏิบัติหรือการเคลื่อนไหวนั้นมีความจำเพาะที่ส่วนหนึ่งของร่างกาย

นอกจากนี้ผลจากตารางที่ 8 ยังแสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยเวลาปฏิบัติการในการออกตัวหลังได้รับ เครื่องดื่มที่มีคาเฟอีนปริมาณที่แตกต่างกัน มีเวลาใกล้เคียงกัน กล่าวคือ เมื่อได้รับเครื่องดื่ม S มีเวลาปฏิบัติการในการออกตัวช้าที่สุด คือ 0.311 วินาที ส่วนเมื่อได้รับเครื่องดื่ม D และ M จะมีเวลาปฏิบัติการในการออกตัวเร็วกว่าเมื่อได้รับเครื่องดื่ม S โดยมีเวลาปฏิบัติการการออกตัวเท่ากับ 0.300 และ 0.301 วินาที ตามลำดับ และเวลาปฏิบัติการการออกตัวจะเร็วที่สุด คือ เมื่อได้รับเครื่องดื่ม C โดยมีเวลาปฏิบัติการการออกตัวเท่ากับ 0.298 วินาที แต่เมื่อนำผลการออกตัวมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

แต่อย่างไรก็ตามจะสังเกตเห็นว่าเมื่อได้รับเครื่องดื่มกาแฟทั้ง D M และ C จะส่งผลให้สามารถออกตัวได้ค่อนข้างเร็วกว่าการได้รับเครื่องดื่ม S ซึ่งมีความแตกต่างด้านลักษณะสัมผัส เช่น สี กลิ่น รส อย่างเด่นชัด จนอาจทำให้กลุ่มตัวอย่างมีความคิดเอนเอียงว่าเมื่อได้ดื่มกาแฟแล้วจะรู้สึกสดชื่น และตื่นตัวกว่าการไม่ได้ดื่มกาแฟตามความรู้เดิมของกลุ่มตัวอย่าง ทำให้สามารถออกตัวได้เร็วขึ้นกว่าเดิม ในขณะที่ความแตกต่างกันของปริมาณคาเฟอีนในเครื่องดื่มแต่ละชนิดกลับส่งผลให้เวลาปฏิบัติการการออกตัวต่างกันเพียงเล็กน้อย คือ 0.003 วินาที ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากการออกตัวจากแท่นออกตัวได้เร็วหรือช้าขึ้น ประกอบขึ้นจากองค์ประกอบส่วนอื่น ๆ นอกเหนือจากการสั่งการของสมองเพื่อตอบสนองต่อสัญญาณเสียง ได้แก่ ความจดจ่อต่อการกระตุ้น ท่าทางขณะเตรียมออกจากแท่นออกตัว ทักษะการออกตัวและการฝึกฝน ซึ่งองค์ประกอบต่าง ๆ เหล่านี้ อาจส่งผลมาคบบังผลที่เกิดขึ้นเนื่องจากปริมาณคาเฟอีนที่ต่างกันได้ แต่อย่างไรก็ตามจากผลการศึกษาเวลาปฏิบัติการอย่างง่ายประกอบกับการศึกษาเวลาปฏิบัติการการออกตัวนี้ยังคงมีผลที่สอดคล้องกันโดยที่ การได้รับเครื่องดื่มชนิด C มีแนวโน้มที่จะทำให้เวลาปฏิบัติการสั้นกว่าการได้รับเครื่องดื่มชนิดอื่น แม้ผลที่สังเกตเห็นจะไม่มีนัยสำคัญทางสถิติก็ตาม

หลังจากกลุ่มตัวอย่างออกตัวจากแท่นออกตัวแล้วกลุ่มตัวอย่างยังวิ่งต่อไปด้วยความเร็วสูงสุดเป็นระยะทาง 100 เมตร เวลาในการวิ่งผ่านระยะทางต่าง ๆ ได้แก่ 15 เมตร 30 เมตร 60 เมตร และ 100 เมตร ได้ถูกบันทึกไว้ดังแสดงในตารางที่ 9 และแสดงค่าความเร็วเฉลี่ยในการวิ่งช่วงต่าง ๆ ได้แก่ ช่วง 0-15 เมตร 15-30 เมตร 30-60 เมตร 60-100 เมตร และ 0-100 เมตร ในตารางที่ 10 และภาพที่ 5

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลาในการวิ่ง 100 เมตร ระยะต่าง ๆ

หน่วย : วินาที

สารที่ได้รับ	ระยะทาง (เมตร)			
	15	30	60	100
S	2.686 ± 0.067	4.296 ± 0.098	7.580 ± 0.498	11.495 ± 0.290
D	2.628 ± 0.099	4.260 ± 0.131	7.358 ± 0.228	11.477 ± 0.250
M	2.642 ± 0.057	4.258 ± 0.093	7.323 ± 0.175	11.488 ± 0.241
C	2.646 ± 0.812	4.288 ± 0.118	7.304 ± 0.117	11.448 ± 0.260

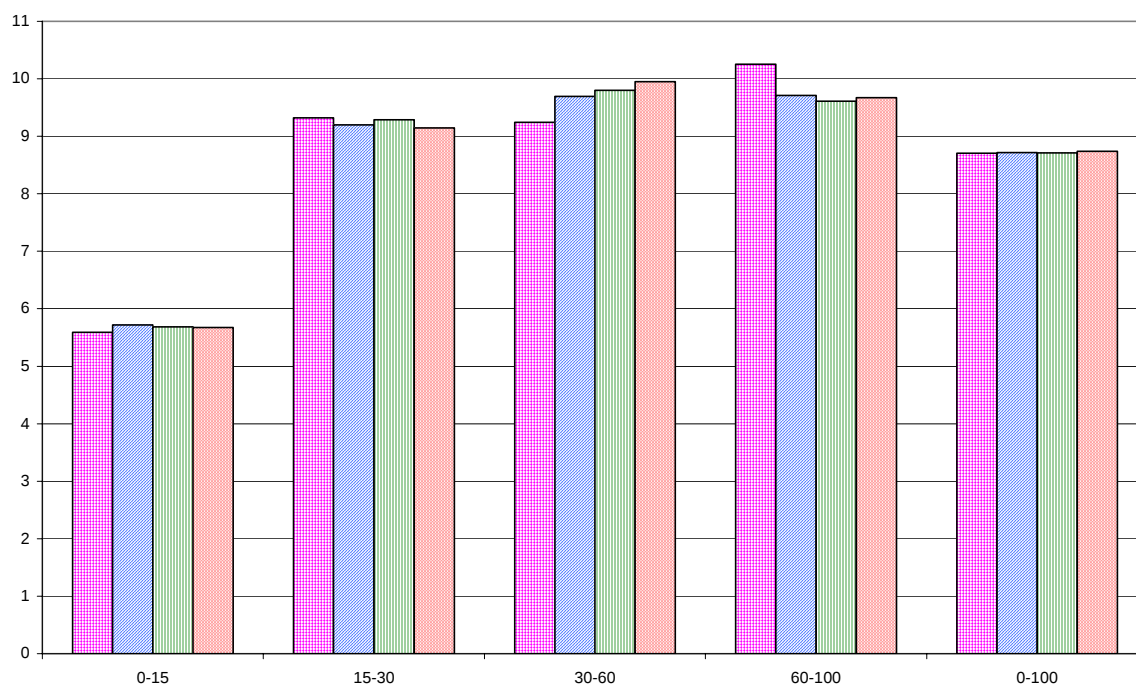
ตารางที่ 10 ค่าความเร็วเฉลี่ยในการวิ่ง 100 เมตร ระยะต่าง ๆ

หน่วย : เมตร/วินาที

สารที่ได้รับ	ระยะทาง (เมตร)				
	0-15	15-30	30-60	60-100	0-100
S	5.588	9.320	9.243	10.252	8.703
D	5.715	9.198	9.695	9.712	8.717
M	5.682	9.285	9.800	9.608	8.708
C	5.675	9.145	9.952	9.670	8.738



ความเร็ว (เมตร/วินาที)



ระยะทาง (เมตร)

ภาพที่ 5 ความเร็วเฉลี่ยในการวิ่ง 100 เมตร ระยะต่าง ๆ

จากตารางที่ 9 แสดงให้เห็นว่าเวลาในการวิ่ง 100 เมตร ของกลุ่มตัวอย่างเมื่อได้รับเครื่องดื่ม S D M และ C ใช้เวลาในการวิ่งระยะทาง 100 เมตร 11.495, 11.477, 11.488 และ 11.448 วินาที ตามลำดับ และเมื่อนำเวลาที่ใช้ในการวิ่งแต่ละช่วงมาคำนวณหาความเร็วเฉลี่ยของแต่ละช่วง (ตารางที่ 10 และภาพที่ 5) พบว่า ไม่ว่าจะได้รับเครื่องดื่มชนิด S D M และ C ความเร็วในช่วง 15 เมตรแรก จะสูงที่สุดและความเร็วลดลงเล็กน้อยในช่วง 15-30 เมตร หลังจากนั้นในช่วง 30-60 เมตรความเร็วในการวิ่งจะเพิ่มขึ้นอีกเล็กน้อย จนกระทั่งเข้าสู่ช่วงสุดท้ายในช่วง 60-100 เมตร ความเร็วจะค่อนข้างคงที่ ซึ่งสอดคล้องกับ Colfer (1977) กล่าวว่า ระยะ 30 เมตรแรก เป็นระยะที่มีการเพิ่มอัตราเร่งอย่างรวดเร็ว (rapid acceleration) ถึง 90% - 95% ของความเร็วสูงสุดและมีการโน้มตัวไปข้างหน้า และดังที่ เจริญ (2538) กล่าวว่า จุดเริ่มต้นออกวิ่งถึงระยะทาง 30 เมตร เป็นช่วงที่มีการใช้อัตราความเร็วร้อยละ 95 ของความเร็วสูงสุดและอัตราความเร็วจะถูกใช้มากที่สุดในช่วง 15 เมตรแรก

เมื่อได้รับเครื่องดื่ม D M และ C ความเร็วเฉลี่ยในช่วง 15 เมตรแรกจะสูงกว่าเมื่อได้รับเครื่องดื่ม S ($p=0.10$ 0.009 และ 0.086 ตามลำดับ) ซึ่งแสดงให้เห็นผลของคาเฟอีนต่อเวลาปฏิกิริยาการออกตัวร่วมกับการเร่งความเร็วในการวิ่งช่วง 15 เมตรแรกนี้อย่างชัดเจน แต่เมื่อพิจารณาถึงความเร็วในการวิ่งช่วง 15-30 เมตร ซึ่งเป็นผลของการทำงานของกล้ามเนื้อในการเร่งความเร็วอย่างต่อเนื่องจนใกล้ถึงความเร็วสูงสุดโดยใช้การสร้างพลังงานในระบบที่ไม่ใช้ออกซิเจนกลับไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างการใช้เครื่องดื่มที่มีคาเฟอีนต่างกัน ดังเช่นใน 15 เมตรแรก ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจาก ATP ที่มีสะสมอยู่ถูกนำไปใช้ในช่วง 15 เมตรในปริมาณที่มาก ขณะที่ CP ที่มีอยู่ยังไม่สามารถตอบสนองต่อปริมาณงานที่ยังคงสูงอยู่ในช่วงเร่งความเร็วในช่วง 15-30 เมตร ได้อย่างเพียงพอ จึงไม่สามารถเห็นความแตกต่างของความเร็วในการวิ่งในช่วงนี้ได้

แต่เมื่อถึงช่วง 30-60 เมตร พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีการเพิ่มความเร็วในการวิ่งอีกเพียงเล็กน้อย ดังแสดงในตารางที่ 10 และภาพที่ 5 เช่นเดียวกับที่ Colfer (1977) กล่าวว่า ระยะ 30 – 60 เมตร เป็นระยะที่มีการปรับเพิ่มอัตราเร่งเป็นไปอย่างต่อเนื่องจนถึงความเร็วสูงสุดถึงร้อยละ 100 ซึ่งสอดคล้องกับ เจริญ (2538) กล่าวว่า ระยะ 30 – 60 เมตร ในช่วงนี้อัตราความเร็วจะถูกเพิ่มขึ้นทีละน้อยจนถึงจุดสูงสุด จึงมีความจำเป็นไม่มากนักที่กลุ่มตัวอย่างต้องพยายามสร้างพลังงานเพื่อเอาชนะแรงต้านต่าง ๆ ซึ่งความหนักของงานในช่วงนี้อาจมีน้ำหนักไม่เกินอัตราการสลาย CP ออกมาเพื่อใช้สร้าง ATP สำหรับใช้ ในการหดตัวของกล้ามเนื้อ ประกอบกับการสั่งการของระบบประสาทที่เร็วขึ้นอันอาจเป็นผลมาจากคาเฟอีนที่ได้รับจากเครื่องดื่ม M และ C จึงทำให้กลุ่มตัวอย่างมีแนวโน้มว่าจะสามารถวิ่งในช่วงนี้ได้เร็วกว่าเมื่อไม่ได้รับคาเฟอีนจากเครื่องดื่ม S ($p=0.125$ และ 0.212 ตามลำดับ)

แต่อย่างไรก็ตามเมื่อการวิ่งต้องดำเนินต่อไปจากระยะทาง 60 เมตร จนกระทั่งเข้าสู่เส้นชัยที่ระยะทาง 100 เมตร ซึ่งในช่วงวิ่งดังกล่าวข้างต้นนี้ Colfer (1977) กล่าวว่า ที่ระยะทาง 60 - 85 เมตร เป็นระยะที่เริ่มเข้าสู่ภาวะคงที่ของความเร็วสูงสุด ซึ่งเป็นการทำงานแบบซ้ำๆกันอย่างรวดเร็วของการกระตุ้นและการสั่งงานของระบบประสาทรีรีระ (neurophysiological) และสามารถรักษาระดับความเร็วสูงสุดไว้ได้ ด้วยการผ่อนคลายการวิ่ง (relaxed running) บางครั้งอาจปล่อยให้ลอยไปหรือไหลไป (floating or coasting) ส่วนที่ระยะ 85 - 100 เมตร เป็นระยะที่อาจมีอัตราเร่งเป็นลบ (deceleration) โดยขึ้นอยู่กับสภาพของระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน สอดคล้องกับ เจริญ (2538) กล่าวว่า ในช่วงนี้ความเร็วจะเริ่มลดลง ซึ่งอัตราการลดลงนี้จะเกิดขึ้นมากน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับสภาพร่างกายและการฝึกซ้อมของนักกีฬาแต่ละคน การใช้ความเร็วในช่วงนี้ จะยังคงดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง จนกระทั่งผ่านเลยเส้นชัยไป 4 - 5 เมตร สำหรับในการทดลองครั้งนี้ ในช่วงระยะทาง 60-100 เมตร CP ที่สะสมไว้อาจถูกดึงออกไปใช้ในอัตราที่เร็วในช่วงต้นและอาจทำให้ CP ในกล้ามเนื้อภายหลังการดื่มเครื่องดื่ม M และ C หหมดไปก่อนเมื่อเทียบกับการไม่ได้รับคาเฟอีน จึงเป็นเหตุให้ความเร็วในการวิ่งช่วงสุดท้ายเมื่อได้รับคาเฟอีนขนาดต่าง ๆ มีความเร็วต่ำลง โดยที่หากทำความเร็วในช่วง 30-60 เมตร ได้มากก็จะกระทบทำให้ความเร็วในช่วง 60-100 เมตร ลดลงมาก แต่ถ้าหากทำความเร็วในช่วง 30-60 เมตร ได้ไม่มากก็จะทำให้ยังสามารถทำความเร็วในช่วง 60-100 เมตร ไม่ให้ลดลงได้

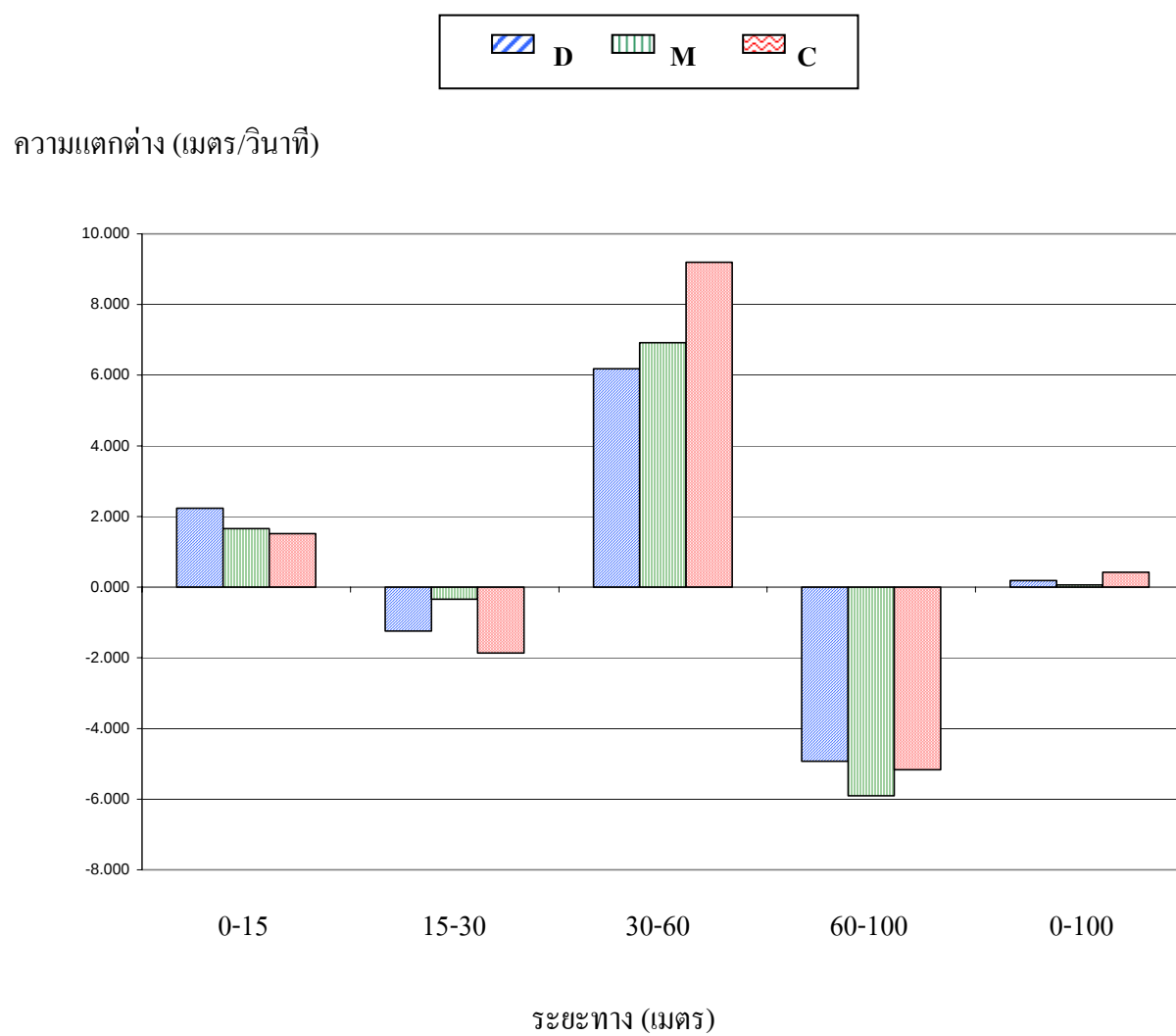
ด้วยเหตุของความแตกต่างกันของความเร็วในแต่ละช่วงการวิ่งตลอดระยะทาง 100 เมตร ภายหลังจากได้รับเครื่องดื่มชนิดต่าง ๆ ทำให้เวลาในการวิ่งรวมและความเร็วเฉลี่ยในการวิ่ง 100 เมตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งความแตกต่างของความเร็วในการวิ่ง 100 เมตร ช่วงต่าง ๆ เมื่อเทียบกับการได้รับเครื่องดื่ม S ได้แสดงไว้ในตารางที่ 11 และภาพที่ 6

ตารางที่ 11 ความแตกต่างของความเร็วในการวิ่ง 100 เมตร เมื่อเทียบกับการได้รับเครื่องดื่ม S

หน่วย : เมตร/วินาที

สารที่ได้รับ	ระยะทาง (เมตร)				
	0-15	15-30	30-60	60-100	0-100
D	0.126	-0.121	0.453	-0.540	0.012
M	0.092	-0.033	0.555	-0.645	0.004
C	0.085	-0.175	0.712	-0.582	0.035

โดยที่ผลการทดลองในครั้งนี้ มีแนวโน้มไปในทางเดียวกับการศึกษาของ Greer *et al.* (1998) ที่พบว่าคาเฟอีนสามารถเสริมสมรรถภาพในการออกกำลังกายอย่างหนักในระยะเวลาที่สั้นได้ดี นอกเหนือจากที่จะทำให้สามารถปั่นจักรยานที่ระดับ 80% ของ $\text{VO}_2 \text{ Max}$ ได้ยาวนานขึ้น (Greer *et al.*, 2000)



ภาพที่ 6 ความแตกต่างของความเร็วในการวิ่ง 100 เมตร เมื่อเทียบกับการได้รับเครื่องดื่ม S

โดยภาพรวมของผลการศึกษาทำให้เกิดแนวคิดว่าการได้รับเครื่องดื่มน้ำแบบ C น่าจะเป็นผลดีต่อการแข่งขันกรีฑาในร่มที่มีรายการแข่งขันวิ่ง 60 เมตร เหตุที่มีแนวคิดนี้เนื่องมาจากการสังเกตพบว่ากลุ่มตัวอย่างมีแนวโน้มที่จะเร่งความเร็วในการวิ่งให้เร็วขึ้นได้อย่างมากในช่วง 30-60 เมตร ภายหลังได้รับคาเฟอีนในปริมาณที่สูงขึ้นร่วมกับการมีเวลาปฏิกิริยาการออกตัวที่มีแนวโน้มสั้นที่สุดเมื่อได้รับเครื่องดื่ม C เมื่อนำปัจจัยทั้ง 2 มาประกอบกันแล้วน่าจะเป็นผลดีที่สุด หากนักกีฬาจะอาศัยฤทธิ์ของคาเฟอีนในการกระตุ้นระบบประสาทและฤทธิ์ที่สังเกตพบในการที่สามารถเร่งความเร็วในช่วง 30-60 เมตร ทั้งนี้หากต้องวิ่งในระยะทางถึง 100 เมตร คาเฟอีนในปริมาณที่แตกต่างกันแทบจะไม่ให้ประโยชน์ที่ต่างกัน ดังเช่นในการทดลองครั้งนี้

แม้ผลการวิเคราะห์ทางสถิติในการทดลองครั้งนี้ส่วนใหญ่จะไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่สำหรับการวิ่งระยะสั้น เวลาเพียง 0.01 วินาที ก็มีส่วนสำคัญต่อชัยชนะดังในรายชื่อ จัสติน แกตลิน วัย 24 ปี นักวิ่งชาวอเมริกัน ที่สร้างสถิติโลกใหม่ด้วยเวลา 9.76 วินาทีในการวิ่ง 100 เมตร ในการแข่งขันกีฬากรีฑา รายการไอดับเบิลเอเอฟ ชูเปอร์ทัวร์ ในวันที่ 12 พฤษภาคม 2549 ที่เมืองโคฮาเกมส์ ประเทศกาตาร์ ลบสถิติเดิมของอาซาฟา พาวเวลล์ จากประเทศจาเมกาไปเพียงหนึ่งส่วนร้อยวินาที โดยพาวเวลล์ ทำไว้ 9.77 วินาที เมื่อวันที่ 14 มิถุนายน 2548 (ไทยรัฐ, 2549)

ตอนที่ 4 ความเข้มข้นของคาเฟอีนในปัสสาวะ

จากการวิจัยในครั้งนี้ได้ทำการวิเคราะห์หาความเข้มข้นของคาเฟอีนในตัวอย่างปัสสาวะ นักกีฬาหลังได้รับเครื่องดื่ม M และ C ดังแสดงผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ความเข้มข้นของคาเฟอีนในปัสสาวะภายหลังดื่มเครื่องดื่ม M และ C

หน่วย : $\mu\text{g/ml}$

รหัสประจำตัว	ภายหลังดื่มเครื่องดื่ม M	ภายหลังดื่มเครื่องดื่ม C
001	5.18	8.71
002	7.33	10.38
003	3.62	3.68
004	5.12	16.54
005	4.88	11.90
006	1.77	5.85
ค่าเฉลี่ย	4.65	9.51

จากตารางที่ 12 พบว่าภายหลังได้รับเครื่องดื่มชนิด M ความเข้มข้นของคาเฟอีนในปัสสาวะมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $4.65 \mu\text{g/ml}$ ($1.77 - 7.33 \mu\text{g/ml}$) และภายหลังได้รับเครื่องดื่มแบบ C พบว่าความเข้มข้นของคาเฟอีนในปัสสาวะมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ $9.51 \mu\text{g/ml}$ ($3.68 - 16.54 \mu\text{g/ml}$) สำหรับการได้รับเครื่องดื่มชนิด M ซึ่งมีคาเฟอีน 3.5 mg/kg BW ทำให้ปัสสาวะของกลุ่มตัวอย่างทุกคนมีความเข้มข้นไม่เกิน $12 \mu\text{g/ml}$ ในขณะที่การได้รับคาเฟอีนในปริมาณ 7 mg/kg BW ทำให้ปัสสาวะของกลุ่มตัวอย่างบางคนมีความเข้มข้นของคาเฟอีนเกิน $12 \mu\text{g/ml}$ ซึ่งเป็นค่าที่เคยกำหนดไว้ก่อนปี 2004 โดยคณะกรรมการโอลิมปิกสากล และแม้ว่าตั้งแต่ปี 2004 ถึงปัจจุบันองค์กรต่อต้านการใช้สารต้องห้ามโลก (World Anti-Doping Agency, WADA) ได้กำหนดให้สารคาเฟอีนเป็นสารที่อยู่ในกลุ่มของสารที่ต้องติดตามเฝ้าระวังการใช้ก็ตาม หากกติกาลงโทษในกรณีที่ใช้คาเฟอีนเกินกำหนดมีผลบังคับใช้อีกครั้งการจะใช้กาแฟที่มีคาเฟอีนถึง 7 mg/kg BW จึงอาจไม่สามารถทำได้เพื่อหวังผลดังเช่นในการทดลองที่ได้พบในครั้งนี้

สรุป

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาถึงผลของคาเฟอีนที่มีต่อเวลาปฏิกิริยาและความเร็วของนักวิ่งระยะสั้น โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเพศชายจำนวน 6 คน ทำการทดสอบ 8 ครั้ง แต่แต่ละครั้งห่างกัน 3 วัน และกำหนดให้ดื่มเครื่องดื่มที่มีสารให้ความหวาน Sucralose ที่ไม่มีส่วนผสมของกาแฟและคาเฟอีนในการทดสอบครั้งที่ 4 ส่วนการทดสอบครั้งที่ 1, 2 และ 3 เป็นการกำหนด แบบ Double blind crossover design ให้กลุ่มตัวอย่างได้รับกาแฟที่มีคาเฟอีนในปริมาณต่างกัน 3 ระดับ คือ 0.4167 mg/kg BW (D), 3.5 mg/kg BW (M) และ 7 mg/kg BW (C) และทำการทดสอบซ้ำอีกรอบหนึ่งในครั้งที่ 5, 6 และ 7 ในแบบ Double blind crossover design เช่นเดียวกันจากผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีอายุและส่วนสูงใกล้เคียงกันจึงไม่มีความได้เปรียบทางด้านสรีระทั้งนี้กลุ่มตัวอย่างเคยได้รับสารคาเฟอีนจากเครื่องดื่มและอาหารต่าง ๆ เป็นประจำ ไม่สูบบุหรี่ และไม่เป็นโรคประจำตัวที่เป็นอุปสรรคต่อการทดสอบและไม่พบว่ามีอาการบาดเจ็บในช่วงการฝึกซ้อมและการแข่งขัน

2. เวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายของกลุ่มตัวอย่างเมื่อได้รับคาเฟอีนในปริมาณต่างกัน 4 ระดับ คือ S D M และ C พบว่า

2.1 ค่าเฉลี่ยร้อยละของการเปลี่ยนแปลงเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายเมื่อเทียบกับนาฬิกาที่ 0 ในช่วงเวลาต่าง ๆ ภายหลังได้รับเครื่องดื่ม S มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยค่าร้อยละของการเปลี่ยนแปลงเมื่อเทียบกับนาฬิกาที่ 0 เร็วขึ้นเป็นลำดับ

2.2 ค่าเฉลี่ยร้อยละของการเปลี่ยนแปลงเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายเมื่อเทียบกับนาฬิกาที่ 0 ในช่วงเวลาต่าง ๆ ภายหลังได้รับเครื่องดื่ม C มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยค่าร้อยละของการเปลี่ยนแปลงเมื่อเทียบกับนาฬิกาที่ 0 เร็วขึ้นเป็นลำดับ

2.3 ค่าเฉลี่ยร้อยละของการเปลี่ยนแปลงเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายเมื่อเทียบกับนาฬิกาที่ 0 ระหว่างการได้รับเครื่องดื่มน้ำ S D M และ C ในแต่ละช่วงเวลามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยมีแนวโน้มว่าภายหลังได้รับเครื่องดื่ม C แล้วจะทำให้เวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายเร็วขึ้นกว่าเมื่อไม่ได้รับเครื่องดื่ม S D และ M

3. เวลาปฏิกิริยาในการออกตัวและความเร็วในการวิ่ง 100 เมตร ของกลุ่มตัวอย่างเมื่อได้รับคาเฟอีนในปริมาณต่างกัน 4 ระดับ คือ S D M และ C พบว่า

3.1 เวลาปฏิกิริยาการออกตัวในนาฬิกาที่ 60 หลังได้รับเครื่องดื่มมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยมีแนวโน้มว่าภายหลังได้รับเครื่องดื่ม C แล้วทำให้เวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายออกตัวเร็วที่สุด

3.2 ความเร็วเฉลี่ยในการวิ่ง 100 เมตร ระยะต่าง ๆ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยมีแนวโน้มว่าช่วงระยะทาง 30-60 เมตร การได้รับเครื่องดื่ม C จะทำให้ความเร็วในช่วงระยะทางนี้เร็วที่สุด โดยการได้รับเครื่องดื่ม D M และ C จะมีความเร็วลดหลั่นกันตามลำดับ ส่วนความเร็วในช่วง 60-100 เมตร จะมีผลในทางกลับกัน

4 . ความเข้มข้นของคาเฟอีนในปัสสาวะ ภายหลังได้รับเครื่องดื่ม M มีค่าต่ำกว่า $12 \mu\text{g/ml}$ ทุกคน และภายหลังได้รับเครื่องดื่ม C มีค่าสูงกว่า $12 \mu\text{g/ml}$ ในกลุ่มตัวอย่างบางคน

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัย

- 1.ในการทำวิจัยครั้งต่อไปควรทำการทดสอบวิ่งระยะทาง 60 เมตร
- 2.ในการทำวิจัยครั้งต่อไปควรทำการศึกษาเรื่องอาหารเสริมที่จะช่วยให้ความเร็วในการวิ่ง ช่วงระยะทาง 60 -100 เมตร ยังคงรักษาความเร็วอยู่ได้โดยไม่ลดลง หรือสามารถเพิ่มความเร็วขึ้นได้อีกก่อนเข้าเส้นชัยในการแข่งขันวิ่ง 100 เมตร เพื่อเสริมฤทธิ์ของคาเฟอีนที่มีแนวโน้มช่วยให้ทำความเร็วได้ดีในช่วง 60 เมตรแรกอยู่แล้ว
- 3.เนื่องจากมีขีดจำกัดในเรื่องของอุปกรณ์ในการทดสอบจับเวลา จึงทำการทดสอบจับเวลาได้เพียง 4 ช่วงระยะทางในการวิ่งเท่านั้น คือ ระยะทางจาก 0 - 15 เมตร, 15 - 30 เมตร, 30 - 60 เมตร และ 60 - 100 เมตร เพื่อเป็นการศึกษารายละเอียดการเปลี่ยนแปลงของอัตราเร็วในการวิ่งให้มากยิ่งขึ้น โดยอาจแบ่งเป็นช่วงระยะทาง 10 เมตรจนถึงระยะทาง 100 เมตร ของการวิ่ง
- 4.ในการทำวิจัยครั้งต่อไปควรทำการทดสอบกับชนิดกีฬาที่ใช้เวลาปฏิบัติในการแข่งขัน เช่น กีฬามวยสากลสมัครเล่น กีฬาเทควันโด และกีฬาฟันดาบ เป็นต้น
- 5.ในการทำวิจัยครั้งต่อไปควรวัดอัตราการเต้นของหัวใจ เพื่อช่วยอธิบายถึงผลของคาเฟอีนที่มีต่อตัวแปรต่าง ๆ ในการทดลอง
- 6.ในการแข่งขันกีฬา ผู้ฝึกสอนกีฬา นักกีฬา และผู้เกี่ยวข้องสามารถนำผลที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้ไปประยุกต์ใช้คาเฟอีนในนักกีฬาตามความเหมาะสม

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กาญจน์มณี ศรีวิศาลภพ. 2547. คุณรู้เรื่องกาแฟดีแค่ไหน. พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์ดอกหญ้ากรู๊ป, กรุงเทพฯ.

กลุ่มงานสุขศึกษาโรงพยาบาลขอนแก่น. 2549. นิโคติน. รู้เรื่องบุหรี่. แหล่งที่มา http://www.kkh.go.th/hed/main_kkh.html, 23 ธันวาคม 2549

จตุพร ณ นคร. 2539. กีฬาเวชศาสตร์พื้นฐาน. พิมพ์ครั้งที่ 6. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

เจริญ กระบวนรัตน์. 2538. เทคนิคการฝึกความเร็ว. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เจริญ กระบวนรัตน์. 2548. หลักการและเทคนิคการฝึกกรีฑา. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ชนันท์ โตคมขำ. 2534. เวลาปฏิภณิยาของนักเรียนโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และ กันยา ปาละวิรัช. 2536. สรีรวิทยาของการออกกำลังกาย. พิมพ์ครั้งที่ 3. เทพรัตน์การพิมพ์, กรุงเทพฯ.

ชัยชาญ แสงดี และ อุดม จันทารักษ์ศรี. 2541. กาแฟอิน. นิตยสารหมอชาวบ้าน. 20 (235)

ชัยสิทธิ์ ลิขณะวานิชพันธ์, สมาน แสงโชติ, สุนันท์ พุกษาชีวะ, วัลภา ไชยงค์, เจริญ กระบวนรัตน์, มงคล ใจดี, ถักษมณ วงศ์วรธรรม และสุรศักดิ์ เกิดจันทิก. 2535. การศึกษาเวลาในการเริ่มออกวิ่งและความเร็วของนักกรีฑาวิ่งระยะสั้น กับผลการแข่งขันในกีฬายาวชนแห่งชาติ ครั้งที่ 7. ฝ่ายวิทยาศาสตร์การกีฬา, การกีฬาแห่งประเทศไทย.

ที. อาร์. ริด. 2548. กาเฟอีน. **National Geographic** 4(42) :100-126

ไทยรัฐ. 2549. ฉบับวันจันทร์ที่ 15 พฤษภาคม : 22

ภาควิทยา รัตนโรจนากุล. 2527. ผลของการฝึกสมาธิกับเวลาปฏิกิริยาในการเริ่มออกวิ่งระยะสั้น
ของนักเรียนหญิงระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท.
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, กรุงเทพฯ.

ฝ่ายวิทยาศาสตร์การกีฬา การกีฬาแห่งประเทศไทย . 2546. การสร้างเครื่องต้นแบบการวัดและการ
ฝึกประสิทธิภาพปฏิกิริยาตอบสนอง. การกีฬาแห่งประเทศไทย , กรุงเทพฯ.

ประทุม ม่วงมี. 2527. รากฐานทางสรีรวิทยาของการออกกำลังกายและพลศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 4.
ธรรมกมลการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

ปราณี ใจอาจ. 2542. ยาที่ใช้ในการกีฬา (Drug use in Sports). สารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา
9 (กรกฎาคม). คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ.

ราตรี ลินธนา, สุนันท์ พุกษาชีวะ, ชัยสิทธิ์ ลิขณะวานิชพันธ์, ใถ้ออน ชินธเนศ, เพิ่มพล ภูธรใจ,
ลักขมณ วงศ์วรรณ, และสุรศักดิ์ เกิดจันทิก. 2535. ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาปฏิกิริยา
ตอบสนอง ของมือและเท้า ความเร็ว และความอดทนของกล้ามเนื้ออกกับผลของการแข่งขันของ
นักมวยสากลสมัครเล่น ในการแข่งขันกีฬาแห่งชาติ ครั้งที่ 24 ประจำปี 2535.
ไทยมิตรการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

วรวรรณ ทองสว่าง และวิชุดา สุวิทย์วัฒน์ .2522. ผลของกาแฟต่อการทำงานของหัวใจและการ
ออกกำลังกาย. วิทยานิพนธ์, มหาวิทยาลัยมหิดล.

สิริพร ศศิณทกุล. 2542. การกีฬากับการแพทย์. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,
กรุงเทพฯ.

รัตนวดี ณ นคร. 2537. กีฬาเวชศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 1. พี.บี. ฟอเรน บุคส์ เซนเตอร์, กรุงเทพฯ.

อภิวัฒน์ โอนสูงเนิน. 2537. การศึกษาความถี่และความยาวของก้าวในการวิ่ง 100 เมตร ของนักกีฬาทีม
ชาตไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

อัจฉรา สุขารมณ. 2524. เอกสารประกอบการสอนวิชาจิตวิทยาในชีวิตประจำวัน. สถาบันวิจัย
พฤติกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, กรุงเทพฯ.

เอมอร ทาน้ำดี. 2542. การศึกษาเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของนักกีฬาประเภททีม ประเภทคู่และ
ประเภทเดี่ยว ที่มีความรู้สึกเห็นคุณค่าในตัวเองต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

American Psychiatric Association. 1994. **Diagnostic and Statistical Manual of Mental
Disorders**, 4th edn revised (DSM IV).

Benowitz, N.L., J. Osterloh, G.N. Kaysen, S. Pond and S. Forhan. 1982. Massive
catecholamines release from caffeine poisoning. **JAMA**. 248: 1097-1098.

Bonati M, R. Latini, F. Galletti, JF. Young, Tognoni G, Garattini S. 1982. Caffeine disposition
after oral dose. **Clin Pharmacol Ther**. 32:98-106

Champ L. Baker, Jr., Flandry, M Henderson. 1995. Performance-Enhancing Drugs:Ergogenic
Aids. Drugs in sports. The Hughston Clinic. **Sportsmedicine book**. 74-77.

Colfer, G. R. 1977. **Handbook for Coaching Cross-Country and Running Event**.
Park Publish Co., New York.

Daniels, J.W., P.A. Mole, J. D. Shaffrath and C. L. Stebbins. 1998. Effects of caffeine on blood
pressure, heart rate, and forearm blood flow during dynamic leg exercise. **J Appl
Physiol**. 85(1): 154-159.

- De Vries, H.A. 1980. **Physiology of Exercise for Physical Education and Athletes**. Wm. C. Brown Company, New York
- Dorfman, L.J. and M. E. Jarvik. 1970. Comparative stimulant and diuretic action of caffeine and theobromine in man. **Clin Pharmacol Ther.** 11: 869-872.
- Dreisbach RH. 1974. Handbook of Poisoning: **Diagnosis and Treatment**, 8th ed. Los Altos, CA: Lange Medical Publications.
- Drowatzky, J.N. 1975. **Motor Learning Principle and Practics**. Burgers Publishing company
- Grant, D. M., M. E. Campbell, B. K. Tang and W. Kalow. 1987. Biotransformation of caffeine by microsomes from human liver. Kinetic and inhibition studies. **Biochem Pharmacol.** 36: 1251-1260.
- Greer, F., C. Mclean, and T.E. Graham. 1998. **Caffeine, Performance, and Metabolism during repeated Wingate exercise test**. Canada N1G 2W1
- Greer, F., D. Friars and T. E. Graham. 2000. Comparison of caffeine and theophylline ingestion: exercise metabolism and endurance. **J Appl Physiol.** 89: 1837-1844.
- Hodgkins, J. 1963. Reaction time and Speed of Movement in Male and Female of Various Ages. **The Research Quarterly**, October.
- Hodgman MJ. 1998. Caffeine. In: Wexler P, ed. **Encyclopedia of Toxicology**. San Diego: Academic Press. Pp.209-210.

International Food Information Council Foundation. 2004. Products sweetened with sucralose provide good-tasting, lower-calorie alternatives. **Sucralose**. Available Source: <http://www.ific.org/publications/brochures/upload/sucralosebrochure.pdf> January 3, 2007.

Jacobson BH, Edgley BM. (1987) **Effects of caffeine on simple reaction time and movement time**. *Aviat Space Env Med*.

James, J.E., and I. Paull. 1985. Caffeine and human reproduction. **Reviews on Env Health**. 5: 151-167.

Kosinaki, RJ. 2002. **A Literature Review on Reaction Time**. Clemson University.

Kovacs, E. M. R., J. H. C. H. Stegen. and F. Brouns. 1998. Effect of caffeinated drinks on substrate metabolism, caffeine excretion and performance. **J Appl Physiol**. 85(2): 709-715.

Lelo, A., Miners, J.O., Robson, R. et al. 1986. Assessment of caffeine exposure: caffeine content of beverages, **Caffeine intake and plasma concentrations of methylxanthines**. *Clin. Pharm. Ther.*, 39, 54-59

Liguori A, JR Huges, JA Grass. 1997. Absorption and subjective effects of caffeine from coffee, cola, and capsules. **Pharmacol Biochem Behav** 58:721-726

Nawrot, P., S. Jprdan, J. Eastwood, J. Rotstein, A. Hugenholtz and M. Feeley. 2003. Effects of caffeine on human health. **Food Additives and Contaminants**. 20 (1) : 1-30.

Richard J.G., S. Solomon H., L. Malcolm H., *et al*. 1992. Caffeine. **The encyclopedia of psychoactive drugs**. 65

- Sant, A. G., P. Moghamsi and L. Ventrella. 1964. Plasma level of caffeine after oral, intramuscular and intravenous administration. **Arch Int Pharmacodyn Ther.** 150 : 259 -267.
- Sawynok, J. 1995. Pharmacological rationale for the clinical use of caffeine. **Drugs.** 49: 37-50.
- Sawynok, J. and Yaksh, T.L. 1993. Caffeine as an analgesic adjuvant. A review of pharmacology and mechanisms of action. **Pharmacol. Rev.**, 45, 43-85
- Singer, R.N. 1975. **Motor Learning and Human Performance.** Macmillan Publ. Co., Inc., New York.
- Tarnopolsky, M. and C. Cupido. 2000. Caffeine potentiates low frequency skeletal muscle force in habitual and nonhabitual caffeine consumer. **J Appl Physiol.** 89: 1719-1724.
- World Anti-Doping Agency. 2004. The 2004 Prohibited List. **Prohibited List.** Available Source: <http://www.wada-ama.org> November 25, 2003.
- _____. 2004. The 2004 Monitoring Program. **Prohibited List.** Available Source: <http://www.wada-ama.org> November 25, 2003.
- _____. 2005. The 2004 Monitoring Program. **Prohibited List.** Available Source: <http://www.wada-ama.org> November 17, 2004.
- _____. 2006. The 2004 Monitoring Program. **Prohibited List.** Available Source: <http://www.wada-ama.org> November 10, 2005.
- _____. 2007. The 2004 Monitoring Program. **Prohibited List.** Available Source: <http://www.wada-ama.org> October 10, 2006.

Van Nieuwenhoven M. A., R.-J. M. Brummer, and Brouns F. 2000. **Gastrointestinal function during exercise: Comparison of Water, Sports drink, and Sports drink with Caffeine.** University Hospital, September.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

เอกสารวิเคราะห์หาปริมาณสารคาเฟอีน

	NATIONAL DOPING CONTROL CENTRE MAHIDOL UNIVERSITY		SOC600_F1
	Rama 6 Road, Rajthevi District, Bangkok 10400, Thailand. Tel. [662] 245-6701-3 Fax [662] 245-6704		

Official Report Summary for Subsample : A

No O 04/014
 Date 26/3/04
 Page 1 of 1
 Refer to Receiving No. : 04/010 Date 15/03/04
 Sample submitted for analysis by : CYY
 Nature of Sample : กาแฟสำเร็จรูป,

Sample Information			
	Subsample A	Subsample B	Packages
Total number	2	0	1
Condition			0

Collection Information			
☐ Competition	☐ Out of Competition	☒ Other	
Name -NA-	Source	ORIGINAL COPY Original copy must be stamped with red seal.	
Venue -NA-	Reason	Purpose -NA-	
Sport/Event -NA-			

Sample Identification (Subsample A)					
ID or Seal	Lab Code	ID or Seal	Lab Code	ID or Seal	Lab Code
ดีคาฟีเนตเตด	D040018	-NA-	-NA-	-NA-	-NA-
ซีเล็คกาแฟสำเร็จรูป	D040019	-NA-	-NA-	-NA-	-NA-
-NA-	-NA-	-NA-	-NA-	-NA-	-NA-
-NA-	-NA-	-NA-	-NA-	-NA-	-NA-
-NA-	-NA-	-NA-	-NA-	-NA-	-NA-
-NA-	-NA-	-NA-	-NA-	-NA-	-NA-
-NA-	-NA-	-NA-	-NA-	-NA-	-NA-

The sample were analysed by procedure **1A, 1B**

Results: No prohibited substances were detected in the sample analyses, except in the following subsample(s).

ID Code	Findings	Remarks
ดีคาฟีเนตเตด	Caffeine	2.5mg/1gm powder
ซีเล็คกาแฟสำเร็จรูป	Caffeine	42 mg/1gm powder

Reported by :  (Code) TAN

Position : Director

Date : 26/3/04

Note : Result apply to the sample as received.

SAMPLE IRREGULARITIES

Irregularity Code	Irregularity Description	Actions
0	No irregularity detected	
1	The identification code of the shipment container or the package differs from that of the "Transport Form".	-Record and continue with analysis. -Inform Sports Authority or customer.
2	The seal of the shipment container differs from that of the "Transport Form" or the seal is missing.	
3	The seal of the shipment container is broken or defective.	
4	The total number of samples differs from that indicated in the "Transport Form".	
5	The "Sample Collection Form" is missing.	-Record and do not analyse. -Inform Sports Authority or customer and wait for further instruction.
6	No identification code on external containers A and/or B.	
7	The seal on external containers A and/or B is missing.	
8	The external container identification code or seal is not in agreement with that recorded in the "Sample Collection Form".	
9	The integrity of external containers A and/or B is defective or their seals are broken or defective.	-Record and do not analyse. -Inform Sports Authority or customer and wait for further instruction.
10	The bottle identification code or seal is not in agreement with that recorded in the "Sample Collection Form".	-Record and continue with analysis. -Inform Sports Authority or customer.
11	Sample leakage.	-Record and continue with analysis if there is enough volume of sample. -Inform Sports Authority or customer.
12	Bottle A or B or their seals are broken or defective.	-Record and continue with analysis. -Inform Sports Authority or customer.
13	Some identification codes or seal are not readable.	
14	Sample arrived at NDCC later than 10 days after sample collection.	-Record and continue with analysis.
15	Other irregularities.	-Record and describe irregularity.
16	Urine volume less than 30 ml	-Record -Authority or customer and wait for further instruction

ภาคผนวก ข

เอกสารชี้แจงข้อมูล

เอกสารชี้แจงข้อมูล

ชื่อโครงการ ผลของคาเฟอีนที่มีต่อเวลาปฏิกิริยาในการออกตัวและความเร็วของนักวิ่งระยะสั้น
(The Effect of Caffeine on Reaction Time and Speed in Sprinters)

ผู้วิจัย ว่าที่ร้อยตรีธนวุฒิ แสงบุญ

สถานที่วิจัย สนามกีฬาหลัก ศูนย์บริการการกีฬา มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

ผู้สนับสนุนการวิจัย เงินทุนส่วนตัว

ความเป็นมาของโครงการ

ตามที่ คณะกรรมการโอลิมปิกสากล (IOC) เคยกำหนดคาเฟอีนเป็นสารต้องห้าม กลุ่ม Stimulants ประเภท A โดยในปี 1984 กำหนดว่า หากตรวจพบความเข้มข้นของคาเฟอีนในปัสสาวะของนักกีฬาเกิน 15 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ถือว่าเป็นการใช้สารต้องห้าม และต่อมา ในปี 1986 ระดับความเข้มข้นของคาเฟอีนที่ใช้เป็นเกณฑ์ ได้ลดลงเหลือที่ระดับความเข้มข้นไม่เกิน 12 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร จนกระทั่งในปี 2004 และปี 2005 องค์กรต่อต้านการใช้สารต้องห้ามโลก หรือ WADA (World Anti-Doping Agency) ได้กำหนดให้คาเฟอีนไม่อยู่ในรายชื่อสารต้องห้าม แต่อยู่ในรายการสารที่อยู่ในข่ายเฝ้าระวัง

ดังนั้น ผู้วิจัยได้เห็นถึงความสำคัญของคาเฟอีนที่เคยถูกห้ามใช้ในปริมาณที่สูงเกินกำหนดโดยเฉพาะอย่างยิ่งที่มีอยู่ในกาแฟที่นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลายว่ามีผลต่อเวลาปฏิกิริยาในการออกตัวและความเร็วของนักวิ่งระยะสั้นอย่างไร

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาความแตกต่างของเวลาปฏิกิริยาในการออกตัวและความเร็วของนักวิ่งระยะสั้นหลังดื่มกาแฟที่ปริมาณคาเฟอีนต่างกัน

รายละเอียดที่จะปฏิบัติต่อผู้เข้าร่วมการวิจัย

1. ทำการบันทึกอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ของนักกีฬาเพื่อคำนวณปริมาณคาเฟอีนที่จะให้แก่ นักกีฬาตามน้ำหนักตัวของนักกีฬา
2. ก่อนการทดสอบอย่างน้อย 24 ชั่วโมง จะต้องไม่ได้รับประทานอาหาร และเครื่องดื่มที่มีคาเฟอีนผสมอยู่ทุกชนิด เช่น น้ำอัดลม เครื่องดื่มคาเฟอีน ชา ชาเขียว และยาชูกำลัง เป็นต้น และนักกีฬาฝึกซ้อมตามโปรแกรมปกติที่ได้รับการฝึกในแต่ละวัน
3. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้รวม 10 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 ครั้ง ครั้งละ 1 ชม 30 นาที โดยในแต่ละครั้ง นักกีฬาจะได้รับการทดสอบ ดังต่อไปนี้
 - 3.1 ทำการทดสอบเวลาปฏิกิริยาตอบสนองต่อเสียงจำนวน 7 ครั้ง ในนาทิตี่ 0 (ก่อนได้รับเครื่องดื่ม), 25, 50, 75, 100 และ 125
 - 3.2 ทำการทดสอบเวลาปฏิกิริยาการออกตัวและความเร็วในการวิ่ง 100 เมตร ด้วยความเร็วสูงสุด หลังดื่มเครื่องดื่มที่ปราศจากคาเฟอีน หรือเครื่องดื่มที่มีปริมาณคาเฟอีนที่แตกต่างกัน คือ 7 mg/kg หรือ 3.5 mg/kg หรือ 0.4167 mg/kg ในแต่ละสัปดาห์ ในนาทิตี่ 60
 - 3.3 ทำการเก็บตัวอย่างปัสสาวะทั้งหมดของนักกีฬานับตั้งแต่นักกีฬาดื่มเครื่องดื่มที่กำหนด จนกระทั่ง 60 นาที หลังจากวิ่ง 100 เมตร แล้วเสร็จ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผลการศึกษาครั้งนี้เป็นประโยชน์ต่อผู้ฝึกสอนกีฬา นักกีฬา และผู้เกี่ยวข้องได้มีความรู้เรื่องคาเฟอีนว่ามีผลต่อเวลาปฏิกิริยาในการออกตัว และความเร็วของนักวิ่งระยะสั้นอย่างไร และนำผลการศึกษาไปพิจารณาประยุกต์ใช้ในนักกีฬาตามความเหมาะสมต่อไป

ผลข้างเคียงที่คาดว่าจะเกิดขึ้นกับผู้เข้าร่วมการวิจัย

1. หลังได้รับคาเฟอีนในปริมาณที่กำหนด ผู้เข้าร่วมการวิจัยอาจเกิดอาการหัวใจเต้นเร็ว เนื่องจากฤทธิ์ของคาเฟอีน ที่มีฤทธิ์กระตุ้นทำให้เกิดการตื่นตัว ซึ่งหลังการทดลอง 2-4 ชั่วโมง หัวใจก็จะเต้นกลับสู่ระดับปกติ ซึ่งคาเฟอีนจะถูกขับออกจากร่างกายภายใน 24 – 48 ชั่วโมง และจะไม่สะสมในร่างกาย

2. ผู้เข้าร่วมการวิจัยอาจจะเกิดอาการปวดปัสสาวะบ่อยเนื่องจากคาเฟอีนมีฤทธิ์ขับปัสสาวะอย่างอ่อน ๆ

หนังสือยินยอมและเต็มใจเข้าร่วมการวิจัยโดยได้รับทราบรายละเอียดของโครงการอย่าง ชัดเจน

(Informed Consent Form)

โครงการ ผลของคาเฟอีนที่มีต่อเวลาปฏิกิริยาในการออกตัวและความเร็วของนักวิ่งระยะสั้น
(The Effect of Caffeine on Reaction Time and Speed in Sprinters)

ผู้วิจัย ว่าที่ร้อยตรีธนวุฒิ แสงบุญ

ผู้เข้าร่วมการวิจัย.....

คำยินยอมของผู้ถูกทำวิจัย

ข้าพเจ้า.....ได้รับทราบรายละเอียด
ของโครงการศึกษาวิจัยตลอดจน ประโยชน์และความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นต่อข้าพเจ้าจากผู้วิจัยแล้ว
อย่างชัดเจน โดยไม่มีสิ่งใดปิดบังซ่อนเร้น และข้าพเจ้ายินยอมให้ทำการศึกษาวิจัยดังกล่าวข้างต้น
และข้าพเจ้ารู้ว่าถ้าเกิดปัญหาหรือข้อสงสัยเกิดขึ้น ข้าพเจ้าสามารถสอบถามผู้วิจัยได้และข้าพเจ้าสามารถ
ไม่เข้าร่วมโครงการเมื่อใดก็ได้ นอกจากนี้ผู้วิจัยจะเก็บข้อมูลเฉพาะตัวของข้าพเจ้าไว้เป็นความลับ
การเปิดเผยข้อมูลจะกระทำเฉพาะกรณีจำเป็นด้วยเหตุผลทางวิชาการเท่านั้น ทั้งนี้โดยไม่ระบุชื่อ
ของข้าพเจ้า

ลงชื่อ.....ผู้เข้าร่วมการวิจัย

ลงชื่อ.....พยาน

ลงชื่อ.....พยาน

วันที่...../...../.....

คำอธิบายของผู้วิจัย

ข้าพเจ้าได้อธิบายรายละเอียดของโครงการตลอดจนประโยชน์ของการวิจัย รวมถึง
ความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นแก่ผู้เข้าร่วมวิจัยทราบแล้วอย่างชัดเจน โดยไม่มีการปิดบังซ่อนเร้น

ลงชื่อ.....ผู้วิจัย

วันที่...../...../.....

ภาคผนวก ก

ตารางแสดงรหัสและชนิดของเครื่องมือที่กลุ่มตัวอย่างได้รับ

ตารางผนวกที่ ค1 รหัส Double blind ของเครื่องดื่มน้ำที่กลุ่มตัวอย่างแต่ละคนได้รับในแต่ละครั้ง

รหัส ประจำตัว กลุ่มตัวอย่าง	เตรียม ความ พร้อม	ครั้งที่ทำการทดลอง						
		1	2	3	4	5	6	7
001	W	992	782	213	S	533	198	764
002	W	375	392	954	S	410	169	979
003	W	152	469	189	S	600	188	259
004	W	943	541	902	S	163	746	471
005	W	717	998	335	S	614	728	856
006	W	332	622	834	S	840	984	573

ตารางผนวกที่ ค2 ชนิดของเครื่องดื่มที่กลุ่มตัวอย่างแต่ละคนได้รับในแต่ละครั้ง

รหัส ประจำตัว กลุ่มตัวอย่าง	เตรียม ความ พร้อม	ครั้งที่ทำการทดลอง						
		1	2	3	4	5	6	7
001	W	D	C	M	S	D	M	C
002	W	C	M	D	S	M	C	D
003	W	D	M	C	S	M	D	C
004	W	C	D	M	S	C	D	M
005	W	M	C	D	S	C	M	D
006	W	M	D	C	S	D	C	M

ภาคผนวก ง

รูปภาพแสดงการเตรียมเครื่องมือและขั้นตอนการทดสอบ



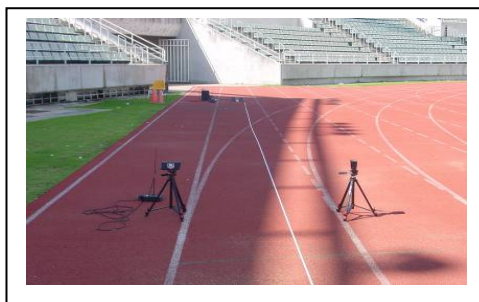
ภาพผนวกที่ ง1 อุปกรณ์และวิธีการเตรียมเครื่องดื่มให้กลุ่มตัวอย่างดื่มก่อนการทดลอง



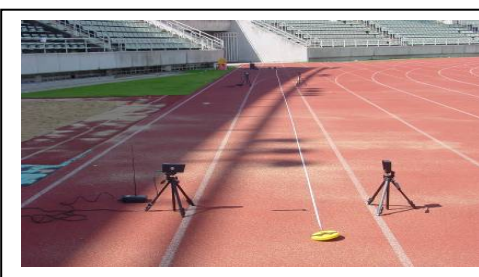
ภาพผนวกที่ ๖2 การทดสอบเวลาปฏิกิริยาอย่างง่าย



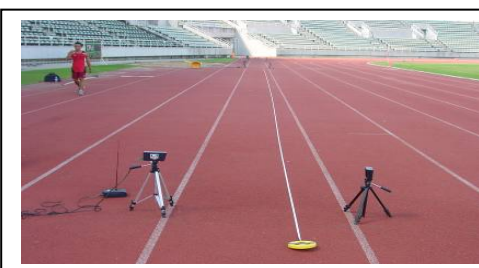
จุดออกตัว



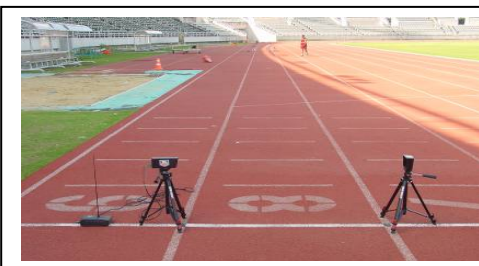
15 เมตร



30 เมตร



60 เมตร



100 เมตร

ภาพผนวกที่ 33 เครื่องมือทดสอบเวลาปฏิบัติการออกตัวและความเร็วในการวิ่ง 100 เมตร



ภาพผนวกที่ ๔4 การทดสอบเวลาปฏิกิริยาการออกตัวและความเร็วในการวิ่ง 100 เมตร



ภาพผนวกที่ ๖ อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างปัสสาวะ

ภาคผนวก จ

โปรแกรมการฝึกซ้อมของกลุ่มตัวอย่าง

โปรแกรมการฝึกซ้อมของกลุ่มตัวอย่าง

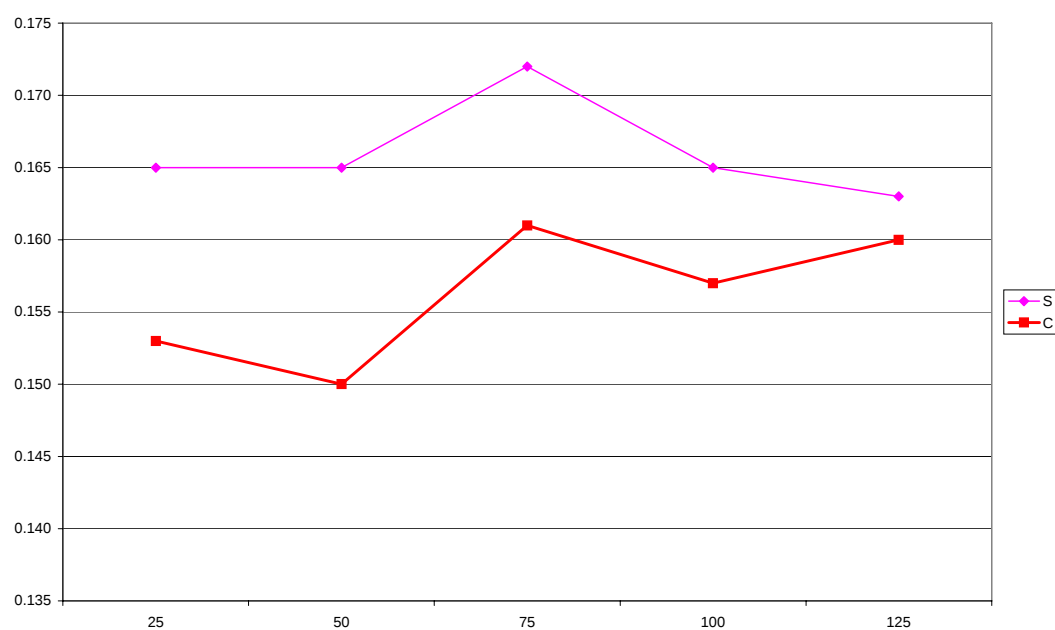
1. การอบอุ่นร่างกายก่อนออกกำลังกาย (16.00 – 16.30 น.)
2. การฝึกทักษะในการวิ่ง (16.30 น. – 18.00 น.)
 - 2.1 การฝึกทักษะท่าทางการเคลื่อนไหว
 - 2.1.1 การวิ่งยกเข่าสูง-ต่ำ
 - 2.1.2 การแกว่งแขน
 - 2.2 การฝึกเสริมความเร็ว
 - 2.2.1 การฝึกวิ่งออกจาก Starting Block และอัตราเร่งความเร็ว
 - 2.2.2 การฝึกความเร็วด้วยวิธีการลากดิ่ง
 - 2.3 การฝึกสร้างเสริมกำลังและความแข็งแรงด้วยวิธีการกระโดด-เข่ง
 - 2.3.1 การกระโดดข้ามรั้วระยะห่าง 2 เมตร ความสูงของรั้วตามความสามารถของนักกีฬา
 - 2.4 การฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ
 - 2.4.1 การยกน้ำหนัก ฝึกความแข็งแรง ฝึกกำลัง และเสริมสร้างกล้ามเนื้อ
3. การอบอุ่นร่างกายภายหลังการออกกำลังกาย (18.00 น. – 18.30 น.)

- หมายเหตุ**
1. การฝึกซ้อมในแต่ละวันนักกีฬาจะได้รับการฝึกหมุนเวียนกันไปตามความเหมาะสมของผู้ฝึกสอนที่เป็นผู้ให้โปรแกรมการฝึก
 2. ในแต่ละครั้งที่ทำการทดลองกลุ่มตัวอย่างจะได้รับการฝึกตามโปรแกรมที่เหมือนกัน

ภาคผนวก ฉ

เวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายรายบุคคลเมื่อได้รับเครื่องดื่ม S กับ C

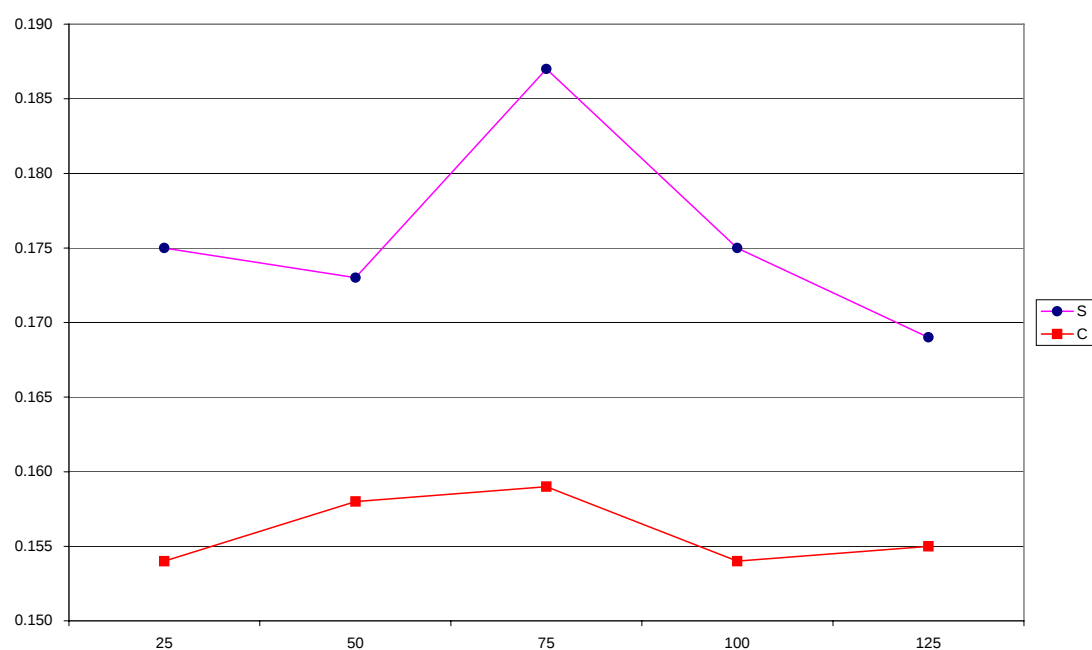
เวลาปฏิกิริยาอย่างง่าย (วินาที)



ระยะเวลาหลังได้รับเครื่องดืม (นาที)

ภาพผนวกที่ จ6 เปรียบเทียบเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายของกลุ่มตัวอย่างรหัส 001 เมื่อได้รับเครื่องดืม S กับ C

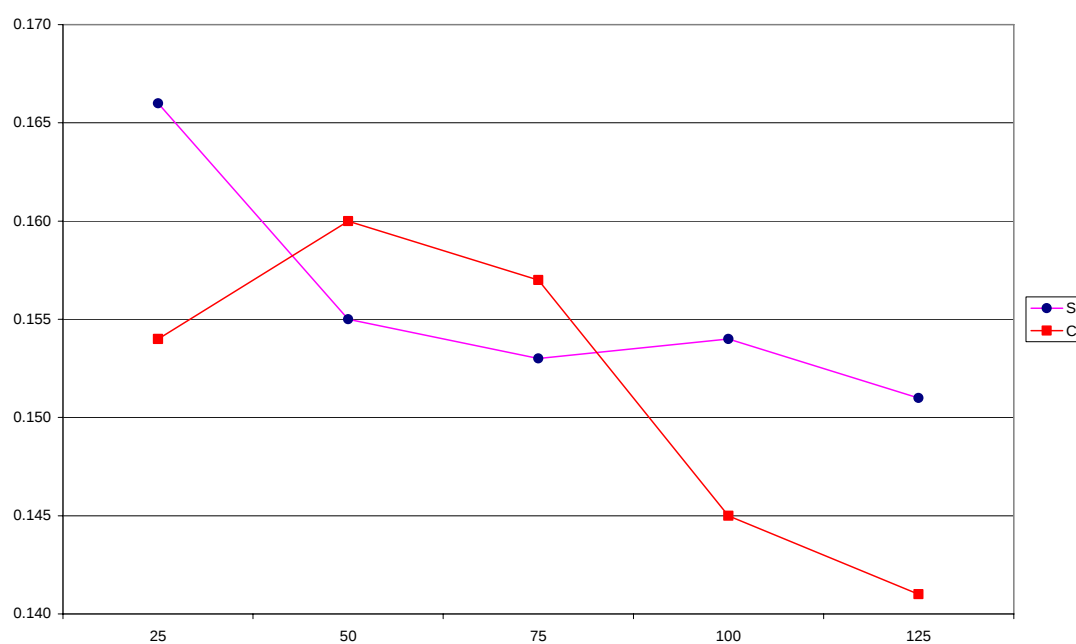
เวลาปฏิกิริยาอย่างง่าย (วินาที)



ระยะเวลาหลังได้รับเครื่องดื่ม (นาท)

ภาพผนวกที่ ๗ เปรียบเทียบเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายของกลุ่มตัวอย่างรหัส 002 เมื่อได้รับเครื่องดื่ม S กับ C

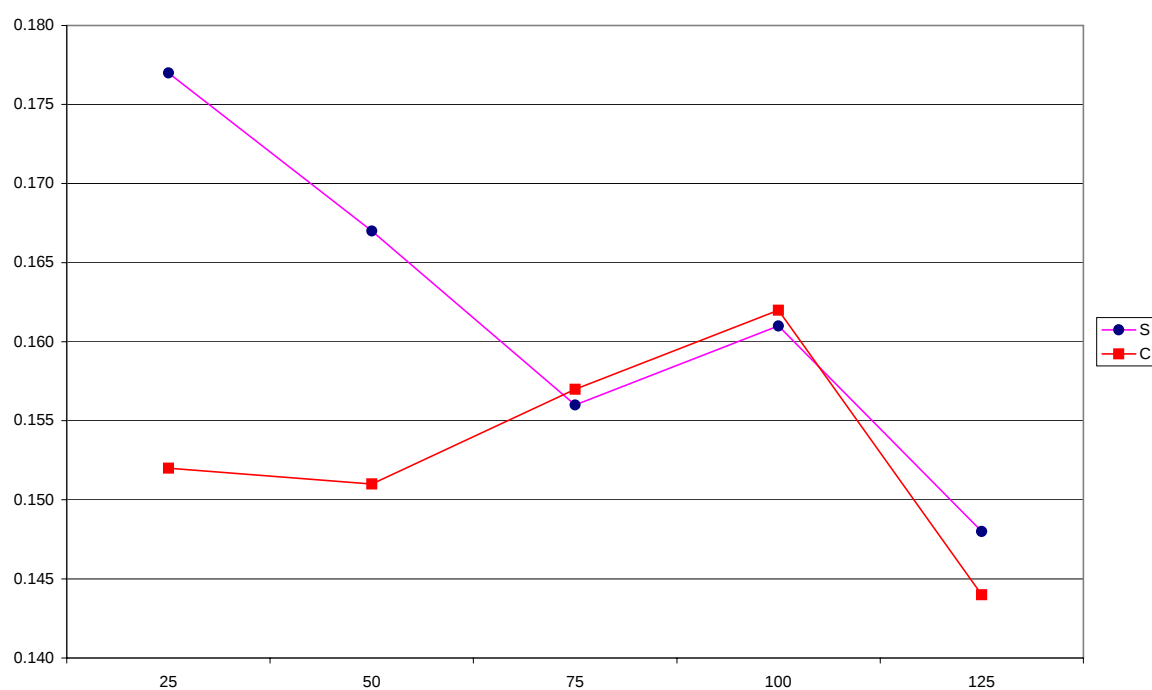
เวลาปฏิกิริยาอย่างง่าย (วินาที)



ระยะเวลาหลังได้รับเครื่องดื่ม (นาท)

ภาพผนวกที่ ๘8 เปรียบเทียบเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายของกลุ่มตัวอย่างรหัส 003 เมื่อได้รับเครื่องดื่ม S กับ C

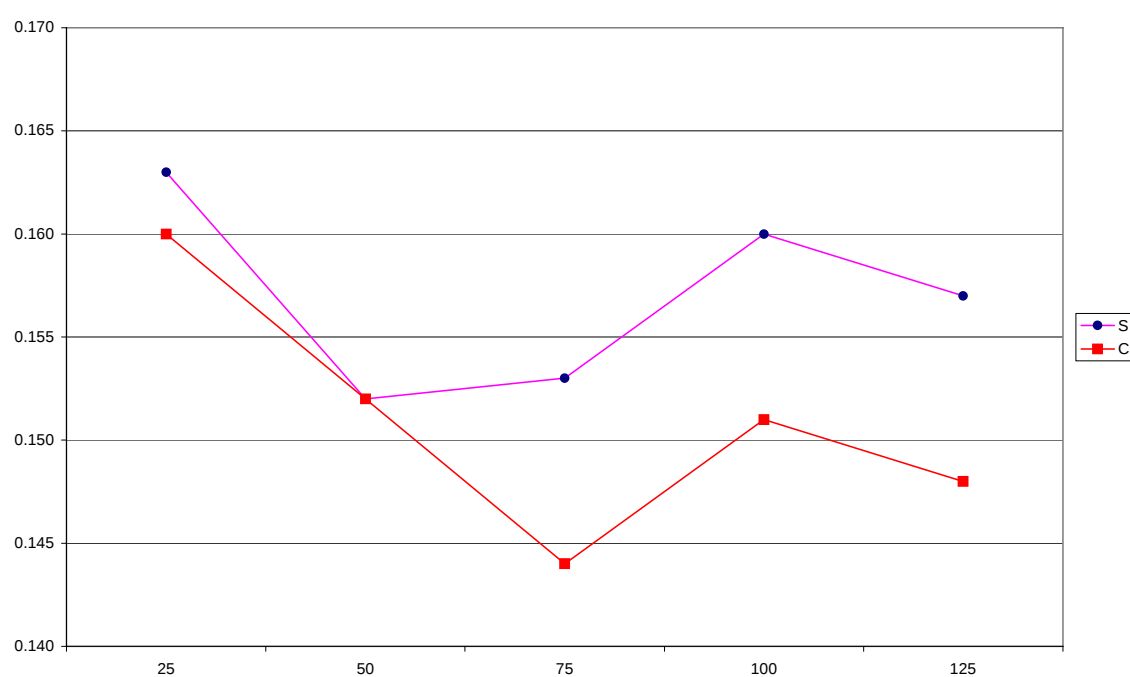
เวลาปฏิกิริยาอย่างง่าย (วินาที)



ระยะเวลาหลังได้รับเครื่องดื่ม (นาที)

ภาพผนวกที่ ๑๑ เปรียบเทียบเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายของกลุ่มตัวอย่างรหัส 004 เมื่อได้รับเครื่องดื่ม S กับ C

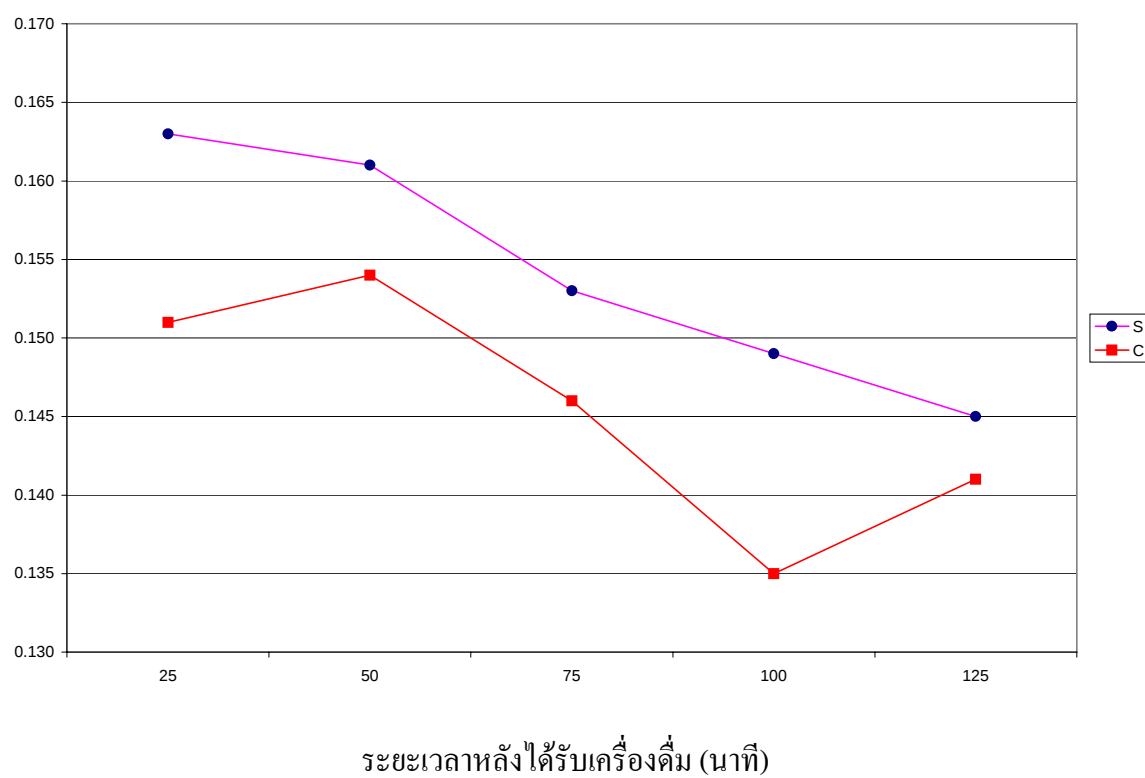
เวลาปฏิกิริยาอย่างง่าย (วินาที)



ระยะเวลาหลังได้รับเครื่องดื่ม (นาที)

ภาพผนวกที่ ๑๑๐ เปรียบเทียบเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายของกลุ่มตัวอย่างรหัส ๐๐๕ เมื่อได้รับเครื่องดื่ม S กับ C

เวลาปฏิกิริยาอย่างง่าย (วินาที)



ภาพผนวกที่ ๑๑1 เปรียบเทียบเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายของกลุ่มตัวอย่างรหัส 006 เมื่อได้รับเครื่องดืม S กับ C

ตารางผนวกที่ ๓ ร้อยละของการเปลี่ยนแปลงเวลาปฏิบัติอย่างง่ายรายบุคคลเมื่อได้รับเครื่องดื่มน้ำ S กับ C

หน่วย : ร้อยละ

รหัส ประจำตัว กลุ่มตัวอย่าง	ระยะเวลาหลังดื่มน้ำเครื่องดื่มน้ำ (นาที)					
	25	50	75	100	125	เฉลี่ย
001	7.273	9.091	6.395	4.848	1.840	5.890
002	12.000	8.671	14.973	12.000	8.284	11.186
003	7.229	-3.226	-2.614	5.844	6.623	2.771
004	14.124	9.581	-0.641	-0.621	2.703	5.029
005	1.840	0.000	5.882	5.625	5.732	3.816
006	7.362	4.348	4.575	9.396	2.759	5.688
เฉลี่ย	8.305	4.744	4.762	6.182	4.657	-

ตารางผนวกที่ ๔ เวลาปฏิบัติอย่างง่ายเมื่อได้รับเครื่องดื่มน้ำ S กับ C

หน่วย : วินาที

เครื่องดื่มน้ำ ที่ได้รับ	ระยะเวลาหลังดื่มน้ำเครื่องดื่มน้ำ (นาที)					
	25	50	75	100	125	เฉลี่ย
S	0.168	0.162	0.162	0.161	0.156	0.162
C	0.154	0.154	0.154	0.151	0.148	0.152

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	ว่าที่ร้อยตรีธนวุฒิ แสงบุญ
วัน เดือน ปี ที่เกิด	2 ธันวาคม 2520
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี
ประวัติการศึกษา	มัธยมศึกษาโรงเรียนอัสสัมชัญอุบลราชธานี วท.บ. (วิทยาศาสตร์การกีฬา) มหาวิทยาลัยมหิดล (พ.ศ. 2543)
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	หัวหน้าหน่วยสร้างเสริมสุขภาพ กีฬาและนันทนาการ
สถานที่ทำงาน	
2543-2549	ฝ่ายวิทยาศาสตร์การกีฬา การกีฬาแห่งประเทศไทย
2550-ปัจจุบัน	โรงเรียนแพทย์สร้างเสริมสุขภาพ กีฬาและนันทนาการ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล