



วิทยานิพนธ์

ผลของการใช้ความเย็นในช่วงเวลาพัก
ที่มีต่อเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่น

**EFFECT OF COOLING TREATMENTS DURING THE REST
TIME ON RESPONSE TIME IN AMATEUR BOXER**

นางสาวจันทร์พร แซ่มซ้อย

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2549



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การกีฬา)

ปริญญา

วิทยาศาสตร์การกีฬา

โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง ผลของการใช้ความเย็นในช่วงเวลาพัก ที่มีต่อเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของนักกีฬา
มวยสากลสมัครเล่น

Effect of Cooling Treatments during the Rest Time on Response Time in Amateur Boxer

นามผู้วิจัย นางสาวจันทร์พร แซ่มซ้อย

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ราตรี เรืองไทย, Ed.D.)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อภิสิทธิ์ เทียนทอง, วท.ม.)

กรรมการ

(อาจารย์อัมพร รัตนภักดิ์, ศษ.ม.)

ประธานสาขาวิชา

(รองศาสตราจารย์สุพิตร สมานิติ, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์วินัย อัจจงหาญ, M.A.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลของการใช้ความเย็นในช่วงเวลาพักที่มีต่อเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง
ของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่น

Effect of Cooling Treatments during the Rest Time on Response Time in Amateur Boxer

โดย

นางสาวจันทร์พร แซ่ม้อย

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตรการกีฬา)

พ.ศ. 2549

ISBN 974-16-2142-6

จันทร์พร แหม่มซ้อย 2549: ผลของการใช้ความเย็นในช่วงเวลาพักที่มีต่อเวลาปฏิบัติยาตอบสนอง
ของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่น ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การกีฬา)
สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา ปรชานกรรมการที่ปรึกษา:
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ราตรี เรืองไทย, Ed.D 81 หน้า
ISBN 974-16-2142-6

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา และเปรียบเทียบผลของการใช้ความเย็นที่มีต่อเวลาปฏิบัติยา
ตอบสนองของนักกีฬามวยสากล กลุ่มตัวอย่างคือนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นที่ขึ้นทะเบียนกับการกีฬา
แห่งประเทศไทย สังกัดโรงเรียนกีฬากรุงเทพมหานคร และมีประสบการณ์เข้าร่วมการแข่งขันกีฬา
เยาวชนแห่งชาติ 1-3 ปี อายุระหว่าง 14 – 18 ปี จำนวน 15 คน โดยศึกษาผลของการใช้ความเย็นใน
ช่วงเวลาพัก ด้วยวิธีการการดื่มน้ำเย็น การดื่มน้ำเย็นพร้อมเช็ดตัวด้วยน้ำเย็น และการดื่มน้ำเย็นพร้อม
พรมด้วยละอองน้ำเย็น โดยทำการทดสอบแต่ละวิธีห่างกัน 24 ชั่วโมง ในวันและเวลาเดียวกันทุกครั้ง
บันทึกอัตราการเต้นของหัวใจ และเวลาปฏิบัติยาตอบสนองก่อน และหลังการใช้ความเย็นในช่วงเวลาพัก
ของแต่ละวิธีการภายหลังการฝึกซ้อมเป็น เวลา 2 นาที สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย ส่วน
เบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าเฉลี่ย แบบ Paired t-test และการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA)
กำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิบัติยาตอบสนองก่อน และหลังการใช้ความเย็นใน
ช่วงเวลาพักด้วยการดื่มน้ำเย็น การดื่มน้ำเย็นพร้อมเช็ดตัวด้วยน้ำเย็น และการดื่มน้ำเย็นพร้อมพรมด้วย
ละอองน้ำเย็น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และการเปรียบเทียบเวลาปฏิบัติยาตอบสนอง
ภายหลังการใช้ความเย็นในช่วงเวลาพักระหว่างแต่ละวิธีการ พบว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีความนัยสำคัญทางสถิติ
ผลการวิจัยสรุปได้ว่า การใช้ความเย็นในช่วงเวลาพักสามารถลดเวลาปฏิบัติยาตอบสนองลงได้ทั้งสามวิธี
แต่มีแนวโน้มว่า การใช้ความเย็นด้วยการดื่มน้ำเย็นพร้อมเช็ดตัวด้วยน้ำเย็น สามารถลดเวลาปฏิบัติยา
ตอบสนองได้ดีกว่า การดื่มน้ำเย็นพร้อมพรมด้วยละอองน้ำเย็น และการดื่มน้ำเย็น

Junporn Chamchoy 2006: Effect of Cooling Treatments during the Rest Time on Response Time in Amateur Boxer. Master of Science (Sports Science), Major Field: Sports Science, Interdisciplinary Graduate Program. Thesis Advisor: Assistant Professor Ratre Ruangthai, Ed.D. 81 pages. ISBN 974-16-2142-6

The purposes of this research were to study and compare the effect of cooling treatments during the rest time on response time in amateur boxer. The subjects were 15 amateur boxers, who registered with Sport authority of Thailand and belong to Bangkok Sport school. They participated in Youth National Games 1–3 years, age between 14 – 18 years old. The treatments were including; 1) drinking water, 2) drinking water combined cold water body wetting, and 3) drinking water combined cold water sprinkle. Each treatment was being done with an interval of 24 hours. Reaction time and Heart rate were assessed before and after treatments. The data were statically analyzed using paired t - test and one way analysis of covariance (ANCOVA) at the .05 level of significant.

The results showed that the reaction time before and after three treatments were significant differences ($p < .05$). There were no significant differences between three treatments. The finding of this research was useful for applied in the time rest or during training to decrease reaction time of amateur boxers. However, the drinking water combined cold water body wetting trend to be reducing reaction time in amateur boxers better than the drinking water or the drinking water combined cold water sprinkle.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

____ / ____ / ____

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้เป็นอย่างดี เนื่องด้วยความเมตตากรุณาเป็นอย่างดียิ่ง จากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ราตรี เรืองไทย ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์อภิรักษ์ เทียนทอง กรรมการสาขาวิชาเอก อาจารย์อัมพร รัตนภักดิ์ กรรมการสาขาวิชารอง ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุวัฒน์ เกียรติเสวี ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย ที่ได้กรุณาช่วยเหลือในการวางแผนงานวิจัย ตลอดจนการให้คำปรึกษาแนะนำ และตรวจทานแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้อย่างดียิ่งตลอดมา จนทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้มีความถูกต้องสมบูรณ์ และมีคุณค่าทางวิชาการ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สุพิตร สมหาโต ผู้ริเริ่มก่อตั้งโครงการ วิทยาศาสตร์การกีฬาภาคพิเศษ และคณาจารย์คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาทุกท่าน ที่ให้ผู้วิจัยได้มีโอกาสดำเนินการศึกษาในโครงการนี้ พร้อมทั้งอบรมสั่งสอน ประสิทธิ์ประสาทถ่ายทอดวิชาความรู้ ความเมตตากรุณาให้คำแนะนำ และช่วยเหลือในการศึกษาด้วยดีเสมอมา ขอขอบคุณ กองพัฒนากีฬาและวิจัย ฝ่ายวิทยาศาสตร์การกีฬา การกีฬาแห่งประเทศไทย ที่ให้ความอนุเคราะห์อำนวยความสะดวกในการทำวิจัย นายสุวัตร หลวงตระกูล ที่ดูแลให้คำแนะนำเรื่องของโปรแกรมและอุปกรณ์ในการทำวิจัย ผู้ฝึกสอนกีฬามวยสากลสมัครเล่น โรงเรียนกีฬากรุงเทพมหานคร และนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูล และเสียสละเวลาเข้าร่วมการทำวิจัยด้วยความเต็มใจ ขอขอบคุณ นางสุพรทิพย์ พุฒะเนียด และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ช่วยเหลือในการทำวิจัยในครั้งนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อประสาน คุณแม่สมจิต แซ่มซ้อย ผู้เป็นบุพการีที่ได้ให้ชีวิต ให้การอบรมเลี้ยงดู และโอกาสในการศึกษาเล่าเรียน ขอขอบคุณ นายชนนกร ฤทธิ์สรานุชัย นางสาวจนา แซ่มซ้อย รวมทั้งญาติพี่น้องทุกท่านที่ได้ให้กำลังใจอย่างดียิ่ง ตลอดจนพี่ ๆ เพื่อน ๆ น้อง ๆ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่คอยกระตุ้นการทำงานจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงมาได้ด้วยดี คุณประโยชน์ใด ๆ ที่เกิดจากการทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ผู้วิจัยขอขอบแต่ผู้มีพระคุณทุกท่านที่กล่าวมาแล้วทั้งหมด

จันทร์พร แซ่มซ้อย

พฤษภาคม 2549

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(3)
สารบัญภาพ	(5)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
ขอบเขตของการวิจัย	4
นิยามศัพท์	5
การตรวจเอกสาร	6
เวลาปฏิภินิชาตตอบสนองกับสมรรถภาพทางกาย	6
ความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อในนักกีฬามวยสากลสมัครเล่น	15
อุณหภูมิของร่างกายกับการออกกำลังกาย	19
ความเย็นกับการระบายความร้อนในร่างกาย	27
อุปกรณ์และวิธีการ	32
อุปกรณ์	32
วิธีการ	33
กลุ่มประชากร	33
กลุ่มตัวอย่าง	33
การเก็บรวบรวมข้อมูล	33
การใช้สถิติเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูล	36
ประโยชน์ที่ได้รับ	37
สถานที่ และระยะเวลาการทำวิจัย	37

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ผลและวิจารณ์	38
สรุป	47
ข้อเสนอแนะ	48
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	49
ภาคผนวก	55
ภาคผนวก ก ตารางการวิเคราะห์ผลการทดลอง	56
ภาคผนวก ข ข้อมูลทั่วไปและการบันทึกผลการทดลองของกลุ่มตัวอย่าง	59
ภาคผนวก ค แบบบันทึกข้อมูล	66
ภาคผนวก ง เครื่องวัดปฏิกิริยาตอบสนอง (SUKIVE I)	68
ภาคผนวก จ ตัวอย่างการคำนวณความหนักของอัตราการเดินทางของหัวใจ โดยวิธี Karvonen	72
ภาคผนวก ฉ วิธีการ และขั้นตอนการใช้ความเย็นในช่วงเวลาพัก	75
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	81

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงค่าเฉลี่ยลักษณะทางกายภาพของกลุ่มตัวอย่าง (n=15)	39
2	แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง ก่อนและหลังการใช้ความเย็นในช่วงเวลาพัก ด้วยวิธีการที่ 1 การคัมน้ำเย็น วิธีการที่ 2 การคัมน้ำเย็นพร้อมเช็ดตัวด้วยน้ำเย็น และวิธีการที่ 3 การคัมน้ำเย็นพร้อมพรมด้วยละอองน้ำเย็น	40
3	แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง ภายหลังการใช้ความเย็นในช่วงเวลาพัก ระหว่างวิธีการคัมน้ำเย็น การคัมน้ำเย็นพร้อมเช็ดตัวด้วยน้ำเย็น และการคัมน้ำเย็นพร้อมพรมด้วยละอองน้ำเย็น โดยใช้สถิติ ANCOVA	44
ตารางผนวกที่		
ก 1	แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราการเต้นของหัวใจ ก่อนและหลังการใช้ความเย็นในช่วงเวลาพัก ด้วยวิธีการที่ 1 การคัมน้ำเย็น วิธีการที่ 2 การคัมน้ำเย็นพร้อมเช็ดตัวด้วยน้ำเย็น และวิธีการที่ 3 การคัมน้ำเย็นพร้อมพรมด้วยละอองน้ำเย็น	57
ก 2	การทดสอบการแจกแจงของข้อมูล โดยใช้สถิติ The Kolmogorov - Smirnov One – Sample Test กำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05	58
ข 1	แสดงข้อมูลทางกายภาพของกลุ่มตัวอย่าง	60
ข 2	แสดงอัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก อัตราการเต้นของหัวใจเป้าหมาย อัตราการเต้นของหัวใจ และเวลาปฏิกิริยาตอบสนองก่อน และหลังการคัมน้ำเย็นในขณะพัก	61
ข 3	แสดงอัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก อัตราการเต้นของหัวใจเป้าหมาย อัตราการเต้นของหัวใจ และเวลาปฏิกิริยาตอบสนองก่อน และหลังการคัมน้ำเย็นพร้อมเช็ดตัวด้วยน้ำเย็นในขณะพัก	62
ข 4	แสดงอัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก อัตราการเต้นของหัวใจเป้าหมาย อัตราการเต้นของหัวใจ และเวลาปฏิกิริยาตอบสนองก่อน และหลังการคัมน้ำเย็นพร้อมพรมด้วยละอองน้ำเย็นในขณะพัก	63
ข 5	แสดงอัตราการเต้นของหัวใจ ก่อนและหลังการใช้ความเย็น ทั้ง 3 วิธี	64
ข 6	แสดงเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง ก่อนและหลังการใช้ความเย็น ทั้ง 3 วิธี	65

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงอุณหภูมิแกน(core temperature) และอุณหภูมิผิว (surface หรือ shell temperature) ขณะที่อยู่ในสิ่งแวดล้อม (ก) ร้อน (ข) เย็น	19
2	แสดงการกระจายของเลือดในอวัยวะต่าง ๆ ทั้งในขณะพัก และขณะออกกำลังกาย	21
3	แสดงอุณหภูมิของกล้ามเนื้อ อุณหภูมิแกนของร่างกาย และอุณหภูมิของผิวหนัง ระหว่างการออกกำลังกายที่มีความหนักต่างกัน ในอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส	22
4	แสดงวิธีการสูญเสียความร้อนที่เกิดขึ้นทางผิวหนัง	23
5	ผังการถ่ายเทความร้อน ระหว่างร่างกายกับอากาศภายนอก โดยความร้อนจะถูกถ่ายเทจากแกนกลางออกมายังผิวหนัง โดยอาศัยการนำและการพา ส่วนการถ่ายเทความร้อนจากผิวหนังไปยังอากาศภายนอกนั้น อาศัยการระเหยของเหงื่อเป็นสิ่งสำคัญ	25
6	แสดงอัตราการย่อยสลายของการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง ภายหลังการใช้ความเย็น ในช่วงเวลาพัก ระหว่างวิธีการทั้ง 3 วิธี	45
ภาพผนวกที่		
ง 1	ชุดอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ และ โปรแกรมควบคุมเครื่องวัดปฏิกิริยาตอบสนอง (SUKIVE I)	69
ง 2	เป้าตัวกระตุ้น และรับสัญญาณติดกระสอบทราย	69
ง 3	กล่องควบคุมแปลงสัญญาณดิจิทัล และจุดรับส่งสัญญาณไปที่เป้า	69

ผลของการใช้ความเย็นในช่วงเวลาพักที่มีต่อเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง
ของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่น

**Effect of Cooling Treatments during the Rest Time on Response Time
in Amateur Boxer**

คำนำ

การที่นักกีฬาจะประสบความสำเร็จในการแข่งขันกีฬาได้นั้น จะต้องประกอบไปด้วยองค์ประกอบหลาย ๆ ด้าน ดังที่ สุพิตร (2538) ได้กล่าวไว้ว่า การที่นักกีฬาจะก้าวไปสู่ความสำเร็จความเป็นเลิศทางกีฬาได้นั้น นักกีฬาจะต้องเป็นผู้ที่มีสมรรถภาพทางกายที่ดี มีทักษะทางกีฬาที่ถูกต้อง และมีสมรรถภาพทางจิตที่สมบูรณ์ และนอกจากนั้น นอง (2528) ยังได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่จะทำให้ นักมวยประสบความสำเร็จในการแข่งขันว่า นักมวยที่มีความสนใจเกี่ยวกับสมรรถภาพทางกาย ส่วนใหญ่มักจะเป็นผู้ที่ประสบความสำเร็จในการชกมวยได้ โดยเน้นความสำคัญของสิ่งต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ คือ ความแข็งแรง (strength) ความทนทานของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือด (cardio-vascular endurance) ความคล่องแคล่วว่องไว (agility) กำลัง (power) ความกระชับกระเฉง (mobility) การทรงตัว (balance) ความสัมพันธ์ระหว่างระบบประสาทและกล้ามเนื้อ (neuro muscular co-ordination) และปัจจัยที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการเล่นหรือแข่งขันกีฬาให้มีประสิทธิภาพ คือ การประสานงานระหว่างประสาทตา กับมือและเท้า (Sarrison, 1996) ซึ่งในขณะที่แข่งขันนักกีฬาจะได้รับ การกระตุ้นจากสิ่งเร้าต่าง ๆ ทำให้นักกีฬามีการตอบสนองอยู่ตลอดเวลา เช่น การโยกศีรษะ และ ลำตัวเพื่อหลบหมัดของคู่ต่อสู้ การเคลื่อนที่รุก-ไล่ การชกหมัดเพื่อทำคะแนน และการป้องกันหมัดของคู่ต่อสู้ เป็นต้น ซึ่งทักษะต่าง ๆ เหล่านี้ล้วนต้องอาศัยการประสานงานที่ดีของระบบประสาท และกล้ามเนื้อทั้งสิ้น

Magaret (1972) กล่าวว่า ความสามารถของมนุษย์ในการตอบสนอง ต่อสิ่งเร้าต่าง ๆ นั้น ขึ้นอยู่กับความเร็วของเวลาปฏิกิริยา (reaction time) ซึ่งหมายถึงช่วงเวลาระหว่างการได้รับสิ่งเร้า และรับรู้ จนกระทั่งเริ่มการตอบสนองต่อสิ่งเร้า นั้น เวลาปฏิกิริยาจึงมีความสำคัญต่อความสามารถ ในการแสดงออกทางด้านทักษะกีฬาของนักกีฬาทุกประเภท ดังที่ เดชา (2535) ได้กล่าวถึงความสำคัญของเวลาปฏิกิริยาต่อนักกีฬามวยสากลว่า เวลาปฏิกิริยามีความสำคัญต่อความสามารถในการเล่น

กีฬาเป็นอย่างมากโดยเฉพาะนักกีฬามวยสากล เพราะหากนักกีฬาคนใดที่มีเวลาปฏิกิริยาดีย่อมจะทำให้ได้เปรียบคู่ต่อสู้ ไม่ว่าจะเป็นการเข้าทำหรือการหลบหลีก ตลอดจนการป้องกันอาวุธของคู่ต่อสู้ การออกหมัดตอบโต้คู่ต่อสู้ ซึ่งพฤติกรรมเคลื่อนไหวต่าง ๆ นั้น จะขึ้นอยู่กับความสามารถของระบบประสาทและกล้ามเนื้อเป็นสำคัญ สอดคล้องกับสินชัย (2527) กล่าวว่านักกีฬามวยสากลต้องมืองค์ประกอบในเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง โดยเฉพาะสายตาของการมองเห็นในการที่จะชกหมัดออกไปอย่างรวดเร็ว หรือหลบหลีกให้พ้นจากรศมีของหมัด เมื่อได้รับการกระตุ้นจากคู่ต่อสู้

ในการฝึกซ้อม หรือแข่งขันกีฬาที่ร่างกายต้องทำงานหนักและติดต่อกันเป็นเวลานาน ทำให้ร่างกายเกิดความเหนื่อยล้า และความสามารถในการทำงานของกล้ามเนื้อลดลง ซึ่งสังเกตได้จากอาการดังนี้ (ประทุม, 2527) คือ ความสามารถในการทำงานลดลง มีเหงื่อออกมาก หายใจแรงและเร็ว อุณหภูมิของร่างกายสูงขึ้น อัตราการเต้นของหัวใจและชีพจรแรงและเร็วขึ้น ซึ่งจากการศึกษาพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองที่สำคัญ คือ ความล้า (fatigue) และอุณหภูมิของร่างกายที่สูงขึ้น ดังนั้นหากนักกีฬาที่ฝึกซ้อมมาดีแล้ว และสามารถรักษาเวลาปฏิกิริยาให้คงที่ได้ตลอดการแข่งขัน ก็น่าจะเป็นผู้ชนะจากการแข่งขันได้ ดังที่ เจริญ (2538) กล่าวไว้ว่าในการฝึกซ้อม หรือแข่งขันที่มีความหนักของงานมาก และใช้เวลานาน ย่อมก่อให้เกิดความเมื่อยล้าทางร่างกาย และมีผลทำให้เกิดความล้าของระบบประสาทได้ เนื่องจากความเมื่อยล้าของการหดตัวจากสมองไปยังยัง สัญญาณระบบประสาทอัตโนมัติ ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของกล้ามเนื้อลดลง ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่ซับซ้อนของสรีรวิทยาด้านร่างกาย อันจะมีผลให้ความสามารถในการปฏิบัติงานลดลง และจากการศึกษาพบว่า ความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ และอุณหภูมิร่างกายที่สูงขึ้น สามารถส่งผลกระทบต่อเวลาปฏิกิริยาได้ด้วย เช่นเดียวกับ ชูศักดิ์ และกันยา (2536) พบว่าความเมื่อยล้าเกิดขึ้นในกล้ามเนื้ออกพอสมควร จึงจะเกิดความเมื่อยล้าของระบบประสาท และทำให้เวลาปฏิกิริยายาวออกไป ดังนั้นในการแข่งขันกีฬา เมื่อร่างกายเกิดความเมื่อยล้าและความร้อนที่เกิดขึ้นภายในร่างกาย ทำให้อุณหภูมิร่างกายสูงขึ้น จึงจำเป็นต้องหาวิธีการที่จะทำให้ความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อและระบบประสาทที่เกิดขึ้นและอุณหภูมิร่างกายลดลง ซึ่งวิธีการที่สามารถลดความเมื่อยล้าของระบบประสาท และอุณหภูมิร่างกายลงได้วิธีหนึ่ง คือ การใช้ความเย็นเข้าช่วยเพื่อระบายความร้อนที่เกิดขึ้นในร่างกาย นั้นเอง

จากการศึกษา ทำให้ผู้วิจัยจะพบข้อดีของการช่วยให้ร่างกายฟื้นตัวหลังการออกกำลังกาย เล่นกีฬา หรือขณะหยุดพักระหว่างการแข่งขันที่มีช่วงเวลาระยะสั้น ๆ เพื่อให้ร่างกายหายจากความเหน็ดเหนื่อย และพร้อมที่จะแข่งขันต่อไป ทั้งวิธีการ การดื่มน้ำเย็น การขโลมตัวด้วยน้ำเย็น การ

อาบน้ำเย็นจากฝักบัว และการเป่าลม ซึ่งล้วนแต่เป็นวิธีการใช้ความเย็นเข้าช่วยเพื่อให้ร่างกายฟื้นตัวเข้าสู่สภาวะปกติได้เร็วยิ่งขึ้น (Saltin and Costill, 1988; สารโรจน์, 2524; ไพรัช, 2527; มานพ, 2539) แต่ยังเป็นที่ยังสงสัยว่า ในการแข่งขันกีฬามวยสากลที่ต้องทำการแข่งขันอย่างน้อย 4 ยก ๆ ละ 2 นาที (จำนวนยกขึ้นอยู่กับระดับการแข่งขัน) และกำหนดให้มีเวลาพักระหว่างยก เพียง 1 นาที เท่านั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาถึงวิธีการใช้ความเย็นในช่วงเวลาพักของนักกีฬามวยสากล ระหว่างวิธีการดื่มน้ำเย็น การดื่มน้ำพร้อมเช็ดตัวด้วยน้ำเย็น และการดื่มน้ำพร้อมพรมด้วยละอองน้ำเย็น ทั้งสามวิธี ว่ามีผลต่อเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นอย่างไร เพื่อจะได้เลือกนำวิธีการที่ดีที่สุดไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง และอัตราการเต้นของหัวใจ ก่อนและหลังการใช้ความเย็นด้วยวิธีการ การดื่มน้ำเย็น การดื่มน้ำเย็นพร้อมเช็ดตัวด้วยน้ำเย็น และการดื่มน้ำเย็นพร้อมพรมด้วยละอองน้ำเย็นในช่วงเวลาพัก
2. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง ก่อนและหลังการใช้ความเย็น ด้วยวิธีการ การดื่มน้ำเย็น การดื่มน้ำเย็นพร้อมเช็ดตัวด้วยน้ำเย็น และการดื่มน้ำเย็นพร้อมพรมด้วยละอองน้ำเย็นในช่วงเวลาพัก
3. เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง ภายหลังการใช้ความเย็น ระหว่างวิธีการ การดื่มน้ำเย็น การดื่มน้ำเย็นพร้อมเช็ดตัวด้วยน้ำเย็น และการดื่มน้ำเย็นพร้อมพรมด้วยละอองน้ำเย็นในช่วงเวลาพัก

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อศึกษาผลของการใช้ความเย็นในช่วงเวลาพัก ที่มีต่อเวลาปฏิบัติการตอบสนองของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่น

ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

1. ตัวแปรอิสระ (independent variable) คือ

1.1 ตัวแปรอิสระ การใช้ความเย็นต่าง ๆ คือ

1.1.1 การดื่มน้ำเย็น

1.1.2 การดื่มน้ำเย็นพร้อมเช็ดตัวด้วยน้ำเย็น

1.1.3 การดื่มน้ำเย็นพร้อมพรมด้วยละอองน้ำเย็น

2. ตัวแปรตาม (dependent variable) คือ

เวลาปฏิบัติการตอบสนอง มีหน่วยเป็น มิลลิวินาที

สมมติฐาน

1. ค่าเฉลี่ยเวลาปฏิบัติการตอบสนองก่อน และหลังการใช้ความเย็นในช่วงเวลาพัก ด้วยวิธีการ การดื่มน้ำเย็น การดื่มน้ำเย็นพร้อมเช็ดตัวด้วยน้ำเย็น และการดื่มน้ำเย็นพร้อมพรมด้วยละอองน้ำเย็น มีค่าแตกต่างกัน

2. ค่าเฉลี่ยเวลาปฏิบัติการตอบสนอง ภายหลังการใช้ความเย็นในช่วงเวลาพัก ระหว่างวิธีการ การดื่มน้ำเย็น การดื่มน้ำเย็นพร้อมเช็ดตัวด้วยน้ำเย็น และการดื่มน้ำเย็นพร้อมพรมด้วยละอองน้ำเย็น มีค่าแตกต่างกัน

นิยามศัพท์

การใช้ความเย็น หมายถึง วิธีการให้ความเย็นรูปแบบต่าง ๆ ในช่วงเวลาพัก คือ

1. การดื่มน้ำเย็น หมายถึง การดื่มน้ำที่อุณหภูมิ 10 ± 1 องศาเซลเซียส จำนวน 50 มิลลิลิตร ภายหลังจากการปั่นปาก
2. การดื่มน้ำเย็นพร้อมเช็ดตัวด้วยน้ำเย็น หมายถึง การดื่มน้ำที่อุณหภูมิ 10 ± 1 องศาเซลเซียส จำนวน 50 มิลลิลิตร ภายหลังจากการปั่นปาก พร้อมทำการเช็ดตัวด้วยผ้าทำให้น้ำเย็นที่อุณหภูมิ 16 ± 1 องศาเซลเซียส
3. การดื่มน้ำเย็นพร้อมพรมด้วยละอองน้ำเย็น หมายถึง การดื่มน้ำที่อุณหภูมิ 10 ± 1 องศาเซลเซียส จำนวน 50 มิลลิลิตร ภายหลังจากการปั่นปาก พร้อมทำการพรมด้วยละอองน้ำเย็นที่อุณหภูมิ 16 ± 1 องศาเซลเซียส

ช่วงเวลาพัก หมายถึง ช่วงระยะเวลาการพักระหว่างแข่งขัน ของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่น ซึ่งตามกติกากำหนดให้พักไว้เป็นเวลา 1 นาที

เวลาปฏิกิริยาตอบสนอง (response time) หมายถึง เวลารวมของเวลาปฏิกิริยากับเวลาเคลื่อนไหว นับตั้งแต่ช่วงเวลาที่มือสัมผัสเริ่มมากระตุ้น จนเริ่มมีการสั่งให้ร่างกายมีการเคลื่อนไหว และจากที่ร่างกายเริ่มเคลื่อนไหวจนตอบสนองต่อสิ่งเร้าเสร็จสิ้น ในการวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับมือ

นักกีฬามวยสากลสมัครเล่น หมายถึง นักกีฬานักมวยสากลสมัครเล่นที่ขึ้นทะเบียนกับการกีฬาแห่งประเทศไทย สังกัดโรงเรียนกีฬากรุงเทพมหานคร และมีประสบการณ์เข้าร่วมการแข่งขันกีฬาเยาวชนแห่งชาติ 1-3 ปี อายุระหว่าง 14 – 18 ปี

การตรวจเอกสาร

ในการตรวจเอกสารนี้ ผู้วิจัยได้นำเสนอเนื้อหาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ดังนี้

1. เวลาปฏิกิริยาตอบสนองกับสมรรถภาพทางกาย
2. ความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อในนักกีฬามวยสากลสมัครเล่น
3. อุณหภูมิของร่างกายกับการออกกำลังกาย
4. ความเย็นกับการระบายความร้อนในร่างกาย

เวลาปฏิกิริยาตอบสนอง (response time) กับสมรรถภาพทางกาย

กิจกรรมกีฬาส่วนใหญ่จะต้องอาศัยความสามารถในการเคลื่อนไหว ซึ่งขึ้นอยู่กับพื้นฐานทางสรีรวิทยาของร่างกายหลายระบบด้วยกัน แต่ที่มีความเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวมากที่สุดได้แก่ระบบโครงสร้าง ระบบกล้ามเนื้อ และระบบประสาท การทำงานของระบบประสาทที่จะกระตุ้นให้เกิดการเคลื่อนไหวนั้นเป็นกระบวนการที่ซับซ้อน อนันต์ (2523) ได้กล่าวว่า พฤติกรรมการเคลื่อนไหวขึ้นอยู่กับความสามารถในการทำงานของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ ดังนั้น การเคลื่อนไหวใด ๆ ก็ตามจะถูกจำกัดด้วยคุณสมบัติและประสิทธิภาพของระบบประสาท และความพร้อมของระบบกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวนั้น ๆ โดยกระบวนการของความเร็วในการเคลื่อนไหวนั้น เริ่มตั้งแต่ได้รับสัญญาณให้เคลื่อนไหวจนกระทั่งเคลื่อนไหวแล้วนั้นจะมีองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องอยู่ 3 อย่าง คือ เวลาปฏิกิริยา (reaction time) เวลาการเคลื่อนไหว (movement time) และเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง (response time)

Magaret (1972) กล่าวว่า ความสามารถของมนุษย์ที่จะสามารถตอบสนองสิ่งเร้าต่าง ๆ นั้นขึ้นอยู่กับความเร็วของเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง (response time) ซึ่งเวลาปฏิกิริยาตอบสนองหมายถึง ช่วงเวลาระหว่างการได้รับสิ่งเร้า และรับรู้จนกระทั่งถึงการเริ่มต้นตอบสนองต่อสิ่งเร้า นั้น ดังนั้นเวลาปฏิกิริยาตอบสนองจึงสำคัญมากต่อความสามารถในการแสดงออก (performance) ของ

บุคคลทั่วไป และนักกีฬาเกือบทุกชนิด ทุกประเภท เช่น เทนนิส เทเบิลเทนนิส กรีฑา และมวย เป็นต้น และสามารถบอกได้ว่าเวลาปฏิกิริยามีความสำคัญต่อความสามารถในการเล่นกีฬาเป็นอย่างมาก

ชูศักดิ์ และ กันยา (2536) ได้ให้ความหมายของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองไว้ว่า เป็นเวลาที่ใช้ตั้งแต่ที่มีการกระตุ้น receptors ให้ความรู้สึกจนถึงกล้ามเนื้อเกิดการหดตัว ซึ่งการตอบสนองต่อการกระตุ้นนั้นเรียกว่า เวลาปฏิกิริยาตอบสนอง ซึ่งต้องอาศัยทางเดินที่นำพลังประสาทจาก receptors ขึ้นไปสู่สมองส่วนที่อยู่ใต้อาณาจิตใจ โดยการผ่านเซลล์ประสาทหลายตัวแล้วจึงส่งมายังกล้ามเนื้อ ซึ่งสอดคล้องกับ ทวีศักดิ์ (2533) กล่าวว่า เวลาปฏิกิริยาตอบสนอง คือ ช่วงเวลาตั้งแต่เริ่มมีสิ่งเร้ามากระตุ้นจนเริ่มมีการเคลื่อนไหว เพื่อตอบสนองต่อสิ่งเร้า นั้น จนกระทั่งเสร็จสิ้นการเคลื่อนไหวที่กำหนดไว้ล่วงหน้าสำหรับการตอบสนองต่อสิ่งเร้า นั้น และ De Vries (1980) ได้กล่าวถึงเวลาปฏิกิริยาตอบสนองในแง่ของพลศึกษาและกีฬานั้น หมายถึง ช่วงระยะเวลาระหว่างการกระตุ้นกับปฏิกิริยาครั้งแรกที่มีต่อการกระตุ้น ซึ่งอยู่ภายใต้การควบคุมของจิตใจ และความเร็วของปฏิกิริยาตอบสนองจะเป็นส่วนประกอบสำคัญที่จะนำไปสู่ความมีชัยชนะในการแข่งขันกีฬา ซึ่งเวลาปฏิกิริยาตอบสนองประกอบด้วยองค์ประกอบหลายส่วน ได้แก่ 1). sense organ time คือเวลาที่จำเป็นสำหรับอวัยวะรับความรู้สึกต่อการกระตุ้น 2). nerve conduction time คือ เวลาที่จำเป็นสำหรับการนำกระแสประสาทเข้า และออกจากเส้นประสาทไขสันหลัง 3). brain time คือ เวลาที่จำเป็นสำหรับรับ-ส่ง และแปลความหมาย และ 4). muscles development time คือ เวลาที่จำเป็นสำหรับกล้ามเนื้อในการก่อให้เกิดแรงและการเคลื่อนไหว ซึ่งองค์ประกอบทั้งหมดนี้ brain time เป็นช่วงเวลาที่ยาวที่สุด และมีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุดขึ้นอยู่กับสถานการณ์ (ราตรี และคณะ, 2535)

ซึ่งอาจกล่าวได้ว่า เวลาปฏิกิริยาตอบสนองจะเริ่มขึ้นตั้งแต่การที่เส้นใยประสาทที่นำความรู้สึกจากรีเซพเตอร์ ผ่านประสาทนำเข้า (afferent neuron) เข้าสู่ไขสันหลัง (spinal cord) ทางรากประสาทข้างหลังด้านบน (posterior column) ของกล้ามเนื้อขาของไขสันหลังขึ้นไปสู่ที่สมองส่วนเมดูลลา (medulla) ในเมดูลลาประสาทที่ขึ้นมาจะสัมผัสกับเซลล์ประสาทตัวที่ 2 ที่จะทอดข้ามไปอีกด้านหนึ่งของร่างกาย แล้วทอดขึ้นไปสู่ทาลามัส (thalamus) ในทาลามัสจะมีประสาทตัวที่ 3 ซึ่งนำข้อมูลเกี่ยวกับความรู้สึกไปสู่สมองรับความรู้สึก (sensory cortex) ซึ่งอยู่ในผิวด้านนอกของสมอง เมื่อสมองแปลความหมายจากข้อมูลที่ได้รับเข้ามาจากสมองรับความรู้สึก ก็จะส่งผ่านมายังสมองสั่งการ (motor cortex) และผ่านเซลล์ประสาทหลายตัวในเมดูลลาจนมาถึงไขสันหลัง และผ่านเซลล์ประสาทสั่งการ (efferent neuron) มาถึงอวัยวะที่แสดงผล (effector organ) ได้แก่ กล้ามเนื้อบริเวณต่าง ๆ ของร่างกาย เวลาปฏิกิริยาตอบสนองสามารถแบ่งได้ 3 ระยะ คือ เวลารับ

ความรู้สึก คือ เวลาตั้งแต่ประสาทรับความรู้สึก และเดินทางมาจากกระแสประสาทมาถึงประสาทส่วนกลาง เวลาตัดสินใจ เป็นเวลาที่ประสาทส่วนกลางตัดสินใจเลือกวิธีการตอบสนอง และเวลาประสาทสั่งการเคลื่อนไหว คือ เวลาประสาทสั่งการเคลื่อนไหว คือ เวลาตั้งแต่ประสาทส่วนกลางสั่งการจนกระแสประสาทมาถึงกล้ามเนื้อเริ่มหดตัวทำงานอยู่กับช่วงเวลาตัดสินใจว่าจะสามารถเลือกพฤติกรรมที่จะตอบสนองได้เร็วเพียงใด สำหรับการเคลื่อนไหวของกระแสประสาททั้งรับและส่งความรู้สึกจะไม่ค่อยแตกต่างกันนัก คือจะใช้เวลาประมาณ 90 – 120 เมตรต่อวินาที (ชูศักดิ์ และกันยา, 2536)

ดังนั้นเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง คือผลรวมของเวลาปฏิกิริยากับเวลาการเคลื่อนไหว หรืออาจกล่าวได้ว่า เวลาปฏิกิริยาตอบสนองเป็นผลรวมของเวลาตั้งแต่เริ่มมีการเสนอสิ่งกระตุ้นจนกระทั่งการเคลื่อนไหวสิ้นสุดลง หรือนับตั้งแต่เวลาที่รวมทั้งหมดตั้งแต่เริ่มมีการกระตุ้นหรือสิ่งเร้าปรากฏขึ้นจนถึงร่างกายมีการเคลื่อนไหวจนเสร็จสิ้นสมบูรณ์

อัจฉรา (2524) กล่าวว่า พฤติกรรมของมนุษย์ขึ้นอยู่กับพื้นฐานทางสรีรวิทยาของร่างกายเป็นอย่างมาก ประกอบด้วยระบบการทำงานต่าง ๆ แต่ระบบที่มีความเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวมากที่สุด ได้แก่ ระบบโครงสร้าง ระบบกล้ามเนื้อ และระบบประสาท ที่ต้องมีการทำงานร่วมกันเพื่อแสดงพฤติกรรมตอบสนองต่อสิ่งเร้า แต่อย่างไรก็ตามโดยธรรมชาติแล้ว มนุษย์ย่อมมีขีดจำกัดในการแสดงพฤติกรรมตอบสนองต่อสิ่งเร้าต่างกัน โดยเฉพาะขีดจำกัดในการทำงานของระบบประสาทและระบบกล้ามเนื้อ ดังที่ อนันต์ (2523) กล่าวว่า พฤติกรรมของการเคลื่อนไหวนั้นขึ้นอยู่กับความสามารถของระบบประสาท และระบบกล้ามเนื้อ ดังนั้นการเคลื่อนไหวใด ๆ ก็ตามจะถูกจำกัดด้วยคุณสมบัติและประสิทธิภาพของระบบประสาท และความพร้อมของกล้ามเนื้อที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการเคลื่อนไหวนั้น ๆ กระบวนการของความรวดเร็วในการเคลื่อนไหวนั้นจะเริ่มตั้งแต่ได้รับสัญญาณให้เริ่มเคลื่อนไหว จนกระทั่งได้ทำงานหรือเคลื่อนไหวจนหมดภาระหน้าที่ลงในการเคลื่อนไหวร่างกายอยู่ภายใต้อำนาจของจิตใจ ถ้ามีปฏิกิริยาในการรับรู้การตัดสินใจ และการสั่งการของระบบประสาทเป็นอย่างดี ย่อมส่งผลให้เวลาปฏิกิริยาตอบสนองดีตามไปด้วย ซึ่งการมีเวลาปฏิกิริยาตอบสนองดีจะส่งผลให้บุคคลนั้นได้เปรียบในการปฏิบัติกิจกรรมที่ต้องอาศัยความคล่องแคล่วว่องไว และมีความสัมพันธ์ของระบบประสาท และกล้ามเนื้อมากขึ้น ทั้งในกิจกรรมกีฬา และกิจกรรมในชีวิตประจำวัน (ชนันท์, 2534) ดังที่ เจริญ (2538) กล่าวว่า ระยะเวลาปฏิกิริยาตอบสนองนั้น จะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความเข้มของการกระตุ้น สภาพร่างกาย และระบบประสาท

สมชาย (2538) กล่าวว่า เวลาปฏิกริยา หมายถึง ช่วงเวลาที่เกิดขึ้นตั้งแต่ร่างกายได้รับสิ่งที่มากระตุ้น ซึ่งอาจจะเป็นโดยการมองเห็น การได้ยินเสียง หรือการสัมผัส ไปจนถึงร่างกายหรือส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกายเริ่มมีการเคลื่อนไหวครั้งแรก เวลาเคลื่อนไหว หมายถึง เวลาที่เริ่มตั้งแต่มีการเคลื่อนไหวครั้งแรก จนถึงการเคลื่อนไหวได้เสร็จสิ้นตามที่กำหนด ซึ่งการสิ้นสุดการเคลื่อนไหว นั้นอาจถูกกำหนดได้โดยหลายวิธี เช่น การสิ้นสุดโดยการเคลื่อนไหวมาสัมผัสกับเป้าหมาย หรือการเคลื่อนไหวยังไม่หยุด แต่จะสิ้นสุดด้วยการหยุดปฏิบัติกิจกรรม นาฬิกาจะหยุดเวลาเมื่อมีการเคลื่อนไหวผ่านแสง หรืออุปกรณ์อื่นที่ทำหน้าที่คล้ายกัน แล้วอุปกรณ์นั้นควบคุมเวลาให้หยุดค้างไว้ ส่วนเวลาปฏิกริยาตอบสนอง หมายถึง ผลรวมของเวลาปฏิกริยากับเวลาเคลื่อนไหว นั่นคือ ผลรวมของเวลาดังแต่มีการเสนอสิ่งกระตุ้น จนกระทั่งสิ้นสุดการเคลื่อนไหว

ความสำคัญของเวลาปฏิกริยาตอบสนอง

ความเร็วของเวลาปฏิกริยาตอบสนองมีความสำคัญในการกีฬามาก (วิโรจน์, 2531) เช่น ในการวิ่ง หรือการว่ายน้ำ ผู้ที่มีเวลาปฏิกริยาตอบสนองเร็วจะเริ่มออกตัวได้เร็วกว่า เมื่อได้รับสัญญาณปืน ก็มีโอกาสน่าไปสู่ชัยชนะในการแข่งขันได้มากกว่า ดังที่ จรวยพร (2521) กล่าวว่า โค้ช นักกีฬาจะต้องมีความสนใจในเรื่องความเร็วในการเล่น หรือการตอบสนอง เพราะส่วนที่จะตัดสินว่า นักบาสเกตบอลคล่องแคล่วรวดเร็วในการป้องกันประตูอย่างไร เมื่อคู่ต่อสู้เคลื่อนที่เข้ามา ผู้ที่มีความว่องไวต่อการกระตุ้นในเวลาต่างกันเพียง 0.01 วินาที อาจจะทำให้อีกคนหนึ่งก้าวไปได้อีกหลายฟุตแล้ว หรือในการออกตัวของนักกีฬาวายน้ำ เมื่อได้ยินเสียงปืน ผลแพ้-ชนะของการแข่งขันก็เริ่มต้นทันที บุคคลที่มีเวลาปฏิกริยาตอบสนองดี ย่อมได้เปรียบในการแข่งขัน เพราะกิจกรรมกีฬาแต่ละประเภทมีลักษณะของการเคลื่อนไหว ทักษะ และการฝึกฝนแตกต่างกันไป และสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้จะส่งผลให้เกิดการพัฒนาของเวลาปฏิกริยาตอบสนองในนักกีฬาประเภทนั้นได้ ดังที่ สมชาย (2532) ได้ทำการศึกษาเวลาปฏิกริยาของนักกีฬาประเภทต่าง ๆ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬา เพศชายของวิทยาลัยพลศึกษาซึ่งเข้าร่วมการแข่งขันกีฬาวิทยาลัยพลศึกษา ครั้งที่ 14 โดยการสุ่มตัวอย่างแบบง่ายจากนักกีฬา 12 ประเภท พบว่า กีฬาโยโดเวลาปฏิกริยาน้อยที่สุด และกีฬาเทเบิลเทนนิสมีเวลาปฏิกริยามากที่สุด ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของเวลาปฏิกริยาระหว่างนักกีฬาทั้ง 12 ประเภทพบว่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลการทดสอบความแตกต่างกันเป็นรายคู่ พบว่า เวลาปฏิกริยาของนักกีฬาเทเบิลเทนนิสกับเวลาปฏิกริยาของนักกีฬาโยโด ยิมนาสติก กรีฑา ตะกร้อ และมวยสากลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนเวลาปฏิกริยาของนักกีฬาประเภทอื่น ๆ ไม่แตกต่างกัน

ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง

องค์ประกอบและปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อเวลาปฏิกิริยาตอบสนองนั้น ได้มีผู้กล่าวไว้มากมาย ดังนี้

เอมอร์ (2541) ได้กล่าวว่า เวลาปฏิกิริยาตอบสนองในแต่ละคนนั้น อาจเปลี่ยนแปลงได้ตามปัจจัยต่อไปนี้

1. อายุ และ เพศ เวลาปฏิกิริยาตอบสนองในวัยเด็กจะช้ากว่าวัยหนุ่มสาว และเมื่ออายุเพิ่มขึ้นเวลาปฏิกิริยาตอบสนองจะลดลง ดังที่ ชนนท์ (2534) ศึกษาเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง พบว่านักเรียนชายชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีปฏิกิริยาตอบสนองเร็วที่สุด และจะช้าลงเรื่อย ๆ จนถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สอดคล้องกับ Hodgkins (1963) กล่าวว่า บุคคลที่มีอายุระหว่าง 12 – 25 ปี เวลาปฏิกิริยาตอบสนองของชายจะเร็วกว่าของหญิง และความเร็วสูงสุดจะอยู่ในช่วงอายุ 18-21 ปี
2. ความพร้อมที่จะตอบสนอง นักกีฬาที่มีสมรรถภาพทางกายถึงขีดสูงสุดมิได้หมายความว่า จะมีสภาพทางจิตที่สมบูรณ์พร้อมไปด้วย จะเห็นได้จากนักกีฬาบางคนเกิดความวิตกกังวล และขาดความเชื่อมั่นในตนเอง เมื่อจะต้องแข่งขัน ความเปลี่ยนแปลงของสภาพจิตใจสามารถส่งผลกระทบต่อไปถึงความสามารถในการปฏิบัติงานของร่างกาย ทำให้ประสิทธิภาพในการเคลื่อนไหวลดลง (เจริญ, 2538) ดังที่ อิทธิพล (2536) กล่าวว่า การที่ภาวะทางจิตใจแน่วแน่ต่อสิ่งที่กำหนดให้จะช่วยลดความฟุ้งซ่าน คลายความวิตกกังวล ไม่เครียด ไม่ตื่นเต้นตกใจ ช่วยส่งผลให้เวลาปฏิกิริยาตอบสนองของร่างกายเร็วขึ้น การเตรียมความพร้อมทางจิตใจจะช่วยให้เวลาปฏิกิริยาตอบสนองและการให้กล้ามเนื้อมีความตึงตัวก่อนการกระตุ้นจะช่วยลดเวลาปฏิกิริยาตอบสนองได้ถึงร้อยละ 7 เมื่อเปรียบเทียบกับการให้กล้ามเนื้ออยู่ในสภาพที่คลายตัว
3. อิทธิพลของสัญญาณเตือน ผู้ที่คาดการณ์ไว้ล่วงหน้าก่อนที่จะมีการกระตุ้น โดยทั่วไปแล้ว จะเกิดการตึงตัวของกล้ามเนื้อตลอดทั้งร่างกาย จากการวิจัยพบว่า ความตึงตัวของกล้ามเนื้อจะเริ่มเกิดขึ้นตั้งแต่ 200 – 400 มิลลิวินาที หลังจากสัญญาณได้เริ่มขึ้นจนกระทั่งมีการตอบสนอง ถ้าความตึงตัวของกล้ามเนื้อก่อนการตอบสนองสูงก็จะทำให้เวลาปฏิกิริยาตอบสนองเร็วขึ้นด้วย ความตั้งใจที่จะตอบสนองของแต่ละคนจะลดลงถ้าช่วงเวลาระหว่างสัญญาณเตือนและการกระตุ้นยาวเกินไป ช่วงเวลาที่เหมาะสมที่สุดในการตอบสนอง คือ ในช่วง 2-4 วินาที ดังที่ Drowatzky (1975) กล่าวว่า มีระยะความห่างของระยะเตือนที่แตกต่างกัน เวลาปฏิกิริยาตอบสนองย่อมแตกต่างกัน

เวลาปฏิกิริยาตอบสนองจะสั้นเข้าเมื่อให้สัญญาณเตือนก่อนที่จะกระตุ้นจริง เพราะสัญญาณเตือนดังกล่าวจะช่วยให้ผู้ถูกวัดพึงพอใจเพื่อรอดตัวกระตุ้นมากขึ้น และเตรียมกล้ามเนื้อไว้ให้พร้อมที่จะตอบสนองด้วย

4. อิทธิพลของความแรงของการกระตุ้น แรงจูงใจไม่ว่าจะเป็นแรงภายในหรือภายนอก อาจมีผลทางบวกสำหรับเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของแต่ละคน ปัจจัยต่าง ๆ ที่เป็นตัวเสริมแรง เช่น รางวัล อาหาร และคำชมเชย เพื่อที่จะทำให้มีเวลาปฏิกิริยาตอบสนองเร็วขึ้น การเสริมแรงด้วยวิธีการต่าง ๆ เหล่านี้มีผลต่อแรงจูงใจของนักกีฬา ทำให้เกิดความพยายามที่จะแสดงออกซึ่งความสามารถอย่างเต็มที่ การเพิ่มความแรงของการกระตุ้นทางด้านการเห็น การได้ยิน อุณหภูมิ และความเจ็บปวดจะช่วยให้เวลาปฏิกิริยาตอบสนองลดลง แต่การเพิ่มความแรงของตัวกระตุ้นก็มีข้อจำกัด กล่าวคือ ถ้าเพิ่มความแรงของตัวกระตุ้นมากเกินไป จะไม่ช่วยทำให้เวลาปฏิกิริยาตอบสนองสั้นลง แต่อาจทำให้ยาวขึ้นก็ได้ ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาปฏิกิริยาตอบสนองกับความแรงของการกระตุ้นมีลักษณะเป็นเส้นโค้งมากกว่าที่จะสัมพันธ์กันในลักษณะเส้นตรง การเพิ่มระดับความแรงของการกระตุ้นที่มากเกินไปจนเกินระดับความพอดี จะไม่ทำให้เวลาปฏิกิริยาตอบสนองเร็วขึ้น (Singer, 1975)

5. อิทธิพลของจำนวนรีเซปเตอร์ที่ถูกกระตุ้น เมื่อจำนวนของรีเซปเตอร์ที่ถูกกระตุ้นเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก จะช่วยทำให้ระยะเวลาแฝงสั้นลง ทำให้เวลาปฏิกิริยาตอบสนองสั้นลงด้วย เวลาปฏิกิริยาตอบสนองจะยาวขึ้นเมื่อตัวกระตุ้นมีความซับซ้อนมากเกินไป และเวลาปฏิกิริยาตอบสนองจะสั้นลงเมื่อตัวกระตุ้นมีลักษณะที่ง่าย

6. อาหาร ผู้ที่รับประทานอาหารเช้าก่อนมาทดสอบ จะมีเวลาปฏิกิริยาตอบสนองเร็วกว่าผู้ที่ไม่รับประทานอาหารเช้าก่อนมาทดสอบ กาแฟ และสารเบนซิดรีนมีผลทำให้ผู้ที่มิมีอาการตื่นตัวอยู่แล้ว มีปฏิกิริยาตอบสนองยาวออกไป แอลกอฮอล์ก็มีผลทำให้เวลาปฏิกิริยาตอบสนองช้าลงทุกกรณี และการสูบบุหรี่ทำให้เวลาปฏิกิริยาตอบสนองยาวออกไปเมื่อตัวกระตุ้นเป็นตัวกระตุ้นทางสายตา

7. ผลของความเมื่อยล้าเมื่อร่างกายต้องทำงานติดต่อกันเป็นเวลานาน จะทำให้เกิดความเมื่อยล้าและความเครียด ดังที่ ประทุม (2527) กล่าวว่า เมื่อกกล้ามเนื้อได้รับการกระตุ้น หรือต้องทำงานเป็นเวลานาน จะเกิดการสะสมของกรดแลคติก และของเสียอื่น ๆ ซึ่งมีผลในการลดความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะตอบสนองต่อสิ่งเร้า ทำให้กล้ามเนื้อเกิดการเมื่อยล้า ซึ่งมีผลต่อความสามารถในการทำงานของกล้ามเนื้อให้ลดลง ส่งผลให้เวลาปฏิกิริยาตอบสนองยาวขึ้น

8. ผลของการฝึกด้วยน้ำหนัก เวลาปฏิกิริยาตอบสนองสามารถที่จะทำการฝึกฝนให้ดีขึ้นได้ บุคคลที่มีเวลาปฏิกิริยาตอบสนองดียิ่งได้เปรียบในการแข่งขัน กิจกรรมกีฬาแต่ละประเภทมีลักษณะของการเคลื่อนไหว การใช้ทักษะ และการฝึกฝนที่แตกต่างกันออกไป สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้จะส่งผลให้เกิดการพัฒนาของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองในกีฬาประเภทนั้น ๆ ได้ (สมชาย, 2532) การฝึกออกกำลังกายที่มีผลต่อเวลาปฏิกิริยาตอบสนองพบว่า การฝึกแบบไอโซโทนิค ที่ต้องออกแรงต้านทานมาก จะทำให้เวลาปฏิกิริยาตอบสนองสั้นลงร้อยละ 13 แต่ถ้าออกกำลังกายที่ต้องใช้แรงต้านน้อยจะไม่ทำให้เวลาปฏิกิริยาตอบสนองลดลง

9. ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาปฏิกิริยาตอบสนองกับการเคลื่อนไหว ความสามารถในการตอบสนองอย่างรวดเร็วกับความสามารถในการเคลื่อนไหวไม่มีความเกี่ยวข้องกัน (Zankel, 1966)

Magaret (1972) กล่าวว่า เวลาปฏิกิริยาตอบสนองจะแปรผันไปตามองค์ประกอบที่สำคัญ 2 ประการ คือ การเรียนรู้ และการคาดคะเน ถ้าได้รับการฝึกหัดมาก่อนจะทำให้เวลาปฏิกิริยาตอบสนองสั้นกว่าปกติ นอกจากนี้แล้วเวลาปฏิกิริยาตอบสนองจะแปรผันตามตัวแปรอื่น ๆ อีก คือ ความแน่นอนของการปรากฏของสิ่งเร้า การให้ระยะเตือนก่อนสิ่งเร้าปรากฏ ภาวะสับสนทางจิตใจ ความสอดคล้องกันระหว่างสิ่งเร้า และการตอบสนอง รูปแบบของการทดสอบเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง ระยะทางของกระแสประสาท เครื่องมือ และวิธีการทดสอบ ดังที่ Drowatzky (1975) กล่าวว่า องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง ได้แก่

1. อายุ เวลาปฏิกิริยาตอบสนองในเด็กจะช้าลงและจะเร็วขึ้นเมื่ออายุเพิ่มขึ้น
2. เพศ ความแตกต่างระหว่างเพศมีส่วนเกี่ยวข้องกับเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง โดยผู้ชายจะมีเวลาปฏิกิริยาตอบสนองสั้นกว่าผู้หญิง

3. นักกีฬา ผู้ที่เป็นนักกีฬาจะมีเวลาปฏิกิริยาตอบสนองสั้นกว่าคนธรรมดา และประเภทของกีฬาที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับด้วย
4. สถิติปัญญา มีส่วนเกี่ยวข้องกับเวลาปฏิกิริยาตอบสนองมาก คนปกติจะมีเวลาปฏิกิริยาตอบสนองสั้นกว่าคนไม่ปกติ
5. เครื่องมือและวิธีการทดสอบ ผู้ที่ถูกทดสอบถ้าเคยผ่านการทดสอบด้วยเครื่องมือและวิธีการทดสอบเช่นเดียวกันมาก่อน จะมีเวลาปฏิกิริยาตอบสนองสั้นกว่าผู้อื่น
6. ระยะเวลา มีผลต่อการแสดงออกของเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง ถ้าหากระยะเดือนเข้าไปหรือเร็วไปจะทำให้เวลาปฏิกิริยาตอบสนองเข้าไปจากปกติ
7. ลักษณะของการตอบสนอง ทำให้เวลาปฏิกิริยาตอบสนองที่แสดงออกแตกต่างกันไปตามสิ่งเร้านั้น ๆ

ซึ่งสอดคล้องกับ อิทธิพล (2536) ที่ว่าองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง คือ แรงจูงใจ ระยะเวลา การฝึกหัด อายุ เพศ ธรรมชาติความเข้มของสิ่งเร้า ระดับความตั้งใจ และปลายประสาทรับความรู้สึก

นอกจากนี้ Singer (1975) ได้กล่าวว่าเวลาปฏิกิริยาตอบสนองอาจเปลี่ยนแปลงได้ตามปัจจัย ดังนี้ คือ คนที่มีรูปร่างสูงใหญ่ อ้วนท้วมมีร่างกายสูง อัตราชีพจรสูง มีการออกกำลังกายอย่างหนัก มีความเครียด การดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์มาก และยาบางประเภท ล้วนแล้วแต่มีผลทำให้เวลาปฏิกิริยาตอบสนองช้าลง แต่ยาบางประเภทที่รับประทานเพียงเล็กน้อยในปริมาณที่ต่ำกว่าปกติที่รับประทานโดยทั่วไป เช่น แอมเฟตามีน พบว่ามีผลทำให้เวลาปฏิกิริยาตอบสนองเร็วขึ้น

มวยสากลเป็นศิลปะการต่อสู้ที่มีรูปแบบการต่อสู้เป็นของตนเอง และเป็นเกมกีฬาชนิดหนึ่ง ที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก มีวิธีการเรียนรู้ทักษะ มีวิธีการฝึกซ้อม ผู้ที่สามารถปฏิบัติทักษะได้อย่างถูกต้อง จะมีความสวยงาม มีความเป็นศิลปะของการต่อสู้อยู่ในตัว ดังที่ สตินชัย (2527) กล่าวว่า มวยเป็นทั้งศาสตร์และศิลป์ ที่ว่าเป็นทั้งศาสตร์เพราะเป็นวิชาการที่ทุกคนจะศึกษาหาความรู้ได้ เช่นเดียวกับวิชาแขนงอื่น ๆ และที่ว่าเป็นศิลป์เพราะว่าศิลป์แขนงนี้มากไปด้วยกลยุทธ์ และลวดลาย

ซึ่งยากที่จะเรียนรู้และปฏิบัติอย่างเจเนจบ ศิลปะอย่างสูงของนักมวยคนหนึ่ง ยากที่นักมวยอีกคนหนึ่งจะฟังปฏิบัติสืบทอดต่อไปได้ นักมวยที่มีความสามารถในชั้นเชิงการชกมวยสากลสมัครเล่นจะต้องมีองค์ประกอบหลายอย่าง ดังที่ พิชิต (2535) ได้กล่าวว่า นักมวยจะได้รับชัยชนะเหนือคู่ต่อสู้ในการแข่งขัน จำเป็นจะต้องมีสมรรถภาพทางกายที่แข็งแรงสมบูรณ์เพียงพอ องค์ประกอบหลักของสมรรถภาพทางกายที่สำคัญของนักมวยสากล คือ ความอ่อนตัว ความแข็งแรง และความอดทนของกล้ามเนื้อ ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิต และความเร็วของการใช้มือ ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ น้อม (2541) ที่กล่าวไว้ว่า นักมวยที่สนใจเกี่ยวกับสมรรถภาพทางกาย มักจะเป็นผู้ที่ประสบความสำเร็จในการชกมวยได้ ซึ่งประกอบด้วยความแข็งแรง (strength) ความอดทนของระบบหายใจ (cardiovascular endurance) ความเร็ว (speed) ความคล่องแคล่วว่องไว (agility) กำลัง (power) ความกระฉับกระเฉง (mobility) การทรงตัวและความสัมพันธ์ระหว่างกล้ามเนื้อกับระบบประสาท (balance and co-ordination)

จะเห็นได้ว่าความสัมพันธ์ระหว่างกล้ามเนื้อกับระบบประสาทเป็นองค์ประกอบที่สำคัญประการหนึ่งสำหรับนักมวย ดังคำกล่าวของ ราตรี และคณะ (2535) กล่าวไว้ว่า นักกีฬามวยสากลที่จะประสบความสำเร็จในการแข่งขัน ต้องอาศัยทักษะและแผนการทั้งทางด้านรับ คือ ป้องกัน และด้านรุก คือ บุกเข้าต่อຍเพื่อทำคะแนน รวมทั้งองค์ประกอบของสมรรถภาพร่างกาย นักมวยที่มีสมรรถภาพร่างกายอยู่ในขั้นดีมาก จะต้องมึระบบสั่งการ (neuromuscular system) ที่ดี สามารถตอบสนองได้อย่างรวดเร็ว ต้องเป็นผู้ที่มีความอ่อนตัว (flexibility) และมีความแคล่วคล่องว่องไวดีมาก จะได้เคลื่อนไหว และออกหมัดได้อย่างรวดเร็ว ต้องเป็นผู้ที่มีความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตที่ดีมากด้วย เพื่อจะได้สามารถยืนต่อสู้ได้ครบ 3 ยก ต้องเป็นผู้ที่มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ดีมาก เพื่อจะได้ออกหมัดได้อย่างรุนแรง และต้องเป็นผู้ที่ออกหมัดอย่างรุนแรงซ้ำ ๆ กันอย่างต่อเนื่องโดยไม่เกิดความล้า ตั้งแต่ยกแรกจนถึงยกสุดท้าย ซึ่งสอดคล้องกับ สินชัย (2527) ที่กล่าวถึงความสัมพันธ์ของระบบประสาทที่มีผลต่อนักมวยที่ว่า การชกมวยจะต้องใช้อวัยวะทุกส่วนของร่างกายในการเคลื่อนไหว ทั้งการป้องกันตนเอง และตอบโต้คู่ต่อสู้โดยตรง การรุก คือการเข้าชกซึ่งมีวิธีการต่าง ๆ มากมาย การรับ คือ การถอย การผงะ การฉาก การหลบ การปิดป้อง ตลอดจนการตอบโต้ การเคลื่อนไหวต่าง ๆ เหล่านี้เกิดขึ้นตลอดเวลา และอยู่ในระยะกระชั้นชิด ดังนั้นผู้ได้รับการฝึกหัดจะต้องมีความรวดเร็วในการป้องกันตัวเองไม่ให้ถูกชกได้ง่าย ๆ จะต้องฝึกหัดอยู่เสมอ จนกล้ามเนื้อและประสาทเกิดความเคยชิน และสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน เพราะการชกมวยประสาทต้องสามารถควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อได้อย่างมีประสิทธิภาพและรวดเร็ว รวมทั้ง เฉชา (2535) ที่ได้กล่าวว่า เวลาปฏิบัติชกตอบสนองมีความสำคัญต่อความสามารถในการเล่นกีฬาเป็นอย่างมาก

โดยเฉพาะมวย ถ้าหากนักมวยคนไหนมีเวลาปฏิริยาตอบสนองดี ก็ย่อมจะทำให้ได้เปรียบคู่แข่งกัน ไม่ว่าจะเป็นการเข้ากระทำ หรือการหลบหลีก ตลอดจนการป้องกันอาวุธของคู่แข่ง และในการชกมวย จะต้องมีความหมายในการชก จึงมีความเกี่ยวข้องกับเวลาการตอบสนองด้วย ดังนั้นนักมวยที่จะประสบความสำเร็จในการชกมวยสากลจะต้องมีเวลาปฏิริยาตอบสนองเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ

แสวง (2520) ได้กล่าวว่านักมวยที่ชกหมัดได้รวดเร็ว ขึ้นอยู่กับการเป็นผู้มีสายตาคที่ดี มีความคล่องแคล่วว่องไวสูง และกล้ามเนื้อสามารถทำงานได้รวดเร็วตามคำสั่งของศูนย์ประสาท นอกจากนี้ความมุ่งหมายเบื้องต้นของการชกมวยสากล คือ การชกคู่ต่อสู้ด้วยสันหมัด และตรงเป้าหมายตามที่คิดกำหนดไว้ให้ได้คะแนน การชกหมัดต่าง ๆ เพื่อเข้าต่อสู้โต้ตอบกันนั้น ผู้ที่มีความเร็วในการปล่อยหมัดแต่ละหมัดออกไป ย่อมมีโอกาสนำชัยชนะมาสู่ตนได้มากกว่าผู้ปล่อยหมัดช้า เรียกว่า ชิงชกก่อน (สมคิด, 2537) และนักมวยต้องชกหมัดต่าง ๆ ให้มีความคล่องแคล่ว มีเป้าหมาย ชกได้แม่นยำ ทั้งหมัดซ้ายและหมัดขวา เป้าหมายของหมัดส่วนมากจะชกไปตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกายคู่ต่อสู้ มีใบหน้า ปลายคาง ลำตัว ท้อง แล้วแต่จังหวะและโอกาสที่จะอำนวยให้

จะเห็นได้ว่า เวลาปฏิริยาตอบสนองนั้นเป็นสมรรถภาพทางกายที่จำเป็น และสำคัญยิ่งของนักกีฬามวย เพราะในขณะที่นักกีฬามีสมรรถภาพทางกายที่ใกล้เคียงกัน แต่ถ้าหากนักกีฬาคนใดมีเวลาปฏิริยาตอบสนองที่ดีกว่า หรือสามารถรักษาเวลาของเวลาปฏิริยาให้คงที่ ไม่เพิ่มขึ้นนั้น โอกาสแพ้ หรือชนะ การได้เปรียบเสียเปรียบในช่วงของขณะแข่งขันการชิงไหว ชิงพริบ ของการทำได้คะแนน เมื่อเห็นช่องว่างของคู่ต่อสู้ และสามารถเข้ากระทำได้แม่นยำย่อมนำมาซึ่งการเป็นผู้ชนะได้อย่างแน่นอน

ความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อในนักกีฬามวยสากลสมัครเล่น

ความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ (muscle fatigue) หมายถึง การที่กล้ามเนื้อไม่สามารถทำงานให้มีสมรรถภาพ หรือกำลังตามที่คาดหมายไว้ ซึ่งอาจเป็นสาเหตุมาจากความเมื่อยล้าของระบบประสาทส่วนนอก ที่เรียกว่า peripheral fatigue หรืออาจมีสาเหตุมาจากความเมื่อยล้าของระบบประสาทส่วนกลาง ที่เรียกว่า central fatigue ดังที่ ประทุม (2527) ได้กล่าวถึงสาเหตุของความเมื่อยล้าไว้ว่า ความล้าสามารถเกิดขึ้นได้จากการที่ร่างกาย มีวัตถุดิบในการสร้างพลังงาน adenosine triphosphate (ATP) ลดน้อยลง โดยเฉพาะไกลโคเจน ซึ่งอาจทำให้เกิดภาวะน้ำตาลในเลือดต่ำ หรือร่างกายมีความร้อนมากขึ้นจากขบวนการเมตาบอลิซึม และไม่สามารถระบายออกสู่ภายนอกได้ทัน ดังนั้นจึงเกิดการ

สะสมของกรดแลคติกมากเกินไป จึงทำให้กล้ามเนื้อเกิดการเมื่อยล้าเร็วขึ้น หรืออาจเกิดจากการที่ร่างกายเป็นหนี้ออกซิเจน มีผลทำให้ร่างกายมีการสะสม และผลิตคาร์บอนไดออกไซด์มากขึ้น หรือจากการที่ร่างกายเสียน้ำ และเกลือแร่มากเกินไป ทำให้ระบบการไหลเวียนขาดประสิทธิภาพในการทำงาน ซึ่งสามารถสังเกตได้จากอัตราการเต้นของหัวใจที่สูงขึ้น แต่หากจำแนกตามความเกี่ยวข้องกับระบบต่าง ๆ ของร่างกายสามารถจำแนกได้ดังนี้ (ไถ้ออน, 2544)

1. ระบบไหลเวียนโลหิต และการหายใจ (cardio-respiratory system) เมื่อกระแสโลหิตในแต่ละส่วนของร่างกายไหลไปเลี้ยงอวัยวะต่าง ๆ ไม่เพียงพอ เช่น ในกรณีของการหดตัวของกล้ามเนื้อค่อนข้างเป็นแบบ isometric ในกรณี static work กล้ามเนื้อจะบีบตัว ทำให้ส่งแรงไปบีบกล้ามเนื้อที่นำเลือดเข้าและออกจากกล้ามเนื้อ ทำให้นำออกซิเจนมาใช้ผลิตพลังงานแบบ aerobic และนำอาหารมาเลี้ยงได้น้อย จึงขาด ATP และมีการคั่งค้างของกรดแลคติก และคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นพิษต่อกระบวนการหดตัวของกล้ามเนื้อ ทำให้แรงลดลง ซึ่งถ้าเป็นกรณีของความล้าที่เกิดขึ้นทั่วร่างกาย (general fatigue) อาจเกิดจากการส่งกระแสโลหิตโดยการทำงานของหัวใจ (cardiac output) และระบบไหลเวียนนำโลหิตซึ่งมีออกซิเจน สารอาหาร ไปเลี้ยงร่างกายไม่ทัน คนที่มีสมรรถภาพร่างกายในแง่ aerobic capacity สูง เช่น นักกีฬา หรือคนที่ออกกำลังกายเป็นประจำจะเมื่อยล้าช้า เนื่องจากระบบไหลเวียนนำออกซิเจน และสารอาหารมาเลี้ยงดี และสามารถกำจัดของเสียในกล้ามเนื้อได้เร็วกว่า

2. ความล้าที่เกิดจากตัวกล้ามเนื้อเอง เรียกว่า specific fatigue หรือ local fatigue อาจเกิดจากการขาดพลังงาน

3. central fatigue เกี่ยวข้องกับสถานะของระบบประสาท ในด้านความสามารถในสั่งการไปยังกล้ามเนื้อ จนถึงเกิดความเคลื่อนไหวในกล้ามเนื้อ ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็นช่วงจากสมองผ่านไขสันหลัง เรียกว่า central fatigue จากระยะต่อปลายประสาทมอเตอร์ (neuromuscular junction) จนถึงแต่ละขั้นตอนของการหดตัวของกล้ามเนื้อ เรียกว่า peripheral fatigue

สาเหตุของการเกิดความล้าในตำแหน่งต่าง ๆ มีดังนี้

1. ที่รอยต่อปลายประสาทมอเตอร์ (neuromuscular junction) พบว่าบริเวณ motor unit จะมีการหลั่งสารสื่อประสาท ชนิด Acetylcholine (Ach) ลดลง ซึ่งมีผลต่อการหดตัวของกล้ามเนื้อ

2. การหดตัวของกล้ามเนื้อ (contractile mechanism) เนื่องจากการลดลงของ Ca^{++} ซึ่งมีผลต่อประสิทธิภาพการจับคู่ของ troponin ลดลงและ H^+ เพิ่มขึ้น ทำให้มีคุณสมบัติเป็นกรดสูงและเป็นสาเหตุให้มีการสะสมของกรดแลคติก ปริมาณไกลโคเจนที่สะสมที่กล้ามเนื้อหมดลง รวมทั้งการสะสมของ ATP และ phospho-creatine (PC) หรือพลังงานที่ใช้ในการสลาย ATP ก็หมดเช่นกัน ทำให้ขาดออกซิเจนในการไหลเวียนเลือด

3. central nervous system เกิดจากสัญญาณความเมื่อยล้าของการหดตัวจากสมองไปยังสัญญาณระบบประสาทอัตโนมัติ ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของกล้ามเนื้อลดลงนอกจากนี้ ยังมีสาเหตุอื่น ๆ อีก เช่น

1. เกิดจากการลดลงของ phosphagen ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิด fatigue ของกล้ามเนื้อ เพราะเมื่อ PC ลดลงถึงระดับหนึ่ง ก็จะทำให้ PC-ATP shuttle system ทำงานไม่ดี และทำให้อัตราการ phosphorylation ของ adenosine diphosphate (ADP) ไปเป็น ATP ช้าลงที่ sub cellular site บางแห่ง

2. การเพิ่มขึ้นของ ADP, inorganic phosphate (Pi) และ H^+ ion ในระหว่างกล้ามเนื้อหดตัวเป็นอย่างมาก และอาจไปลด hydrolysis ของ ATP

3. H^+ เป็นตัวสาเหตุของการเกิด fatigue ได้ เพราะไปยับยั้ง crossbridge ของ actomyosin ATP hydrolysis และการยับยั้ง glycolysis จากการเปลี่ยนแปลงของ pH รวมทั้งยังยับยั้งการใช้ fatty acid จาก adipose time จึงทำให้ใช้ glycogen ในกล้ามเนื้อหมดไปเร็ว (glycogen depletion) ทำให้ล้าเร็วขึ้น

4. การคั่งของกรดแลคติกในกล้ามเนื้อ และกระแสเลือด

5. ปริมาณออกซิเจนไปเลี้ยงกล้ามเนื้อไม่เพียงพอ

6. กระบวนการ metabolism บกพร่อง

7. กล้ามเนื้อขาดเลือดไปเลี้ยง เนื่องจากเลือดหนืด
8. การสูญเสียน้ำ และเกลือแร่
9. เกิดความร้อนสะสมในกล้ามเนื้อ
10. ระบบไหลเวียนขาดประสิทธิภาพ ทำให้อัตราการเต้นของหัวใจสูงขึ้น

การศึกษาของ ราตรี และคณะ (2535) ได้ทำการวิจัยเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของมือและเท้า ความเร็วและความอดทนของกล้ามเนื้อกับผลการแข่งขันของนักมวยสากลในกีฬาแห่งชาติ ครั้งที่ 24 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬามวยสากลสมัครเล่น 9 รุ่น จำนวน 59 คน จากผลการวิจัยพบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนกับเวลาปฏิกิริยาตอบสนองระหว่างตา กับมือ และเท้า อยู่ในอันดับดี และความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนกับเปอร์เซ็นต์ความล้าของกล้ามเนื้อ ซึ่งบ่งบอกถึงความอดทนมีค่าสูง แสดงว่านักมวยที่มีคะแนนสูง สามารถออกหมัดติดต่อกันไปได้นานโดยไม่เมื่อยล้า ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนกับความเร็ว (speed) ของกล้ามเนื้อมือ แสดงว่าผู้ที่ได้คะแนนสูงจะสามารถรุกและรับได้อย่างรวดเร็ว และเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตา กับมือ และเท้าของนักมวยที่ชนะเลิศเปรียบเทียบกับที่ได้ที่ 2 ของนักมวยทุกรุ่น พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

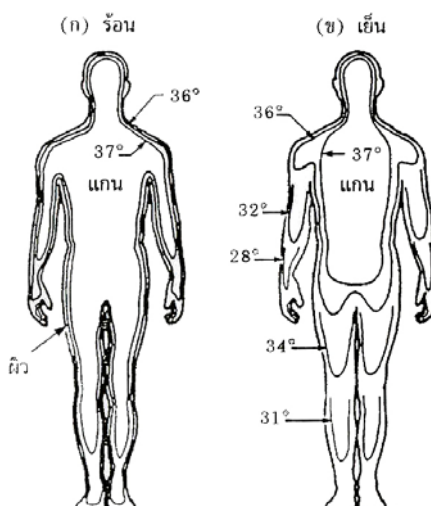
ดังนั้น ในการฝึกซ้อมหรือแข่งขันกีฬาที่ร่างกายต้องทำงานติดต่อกันเป็นเวลานาน จะทำให้เกิดความเมื่อยล้า ดังที่ เจริญ (2538) กล่าวไว้ว่า ในการฝึกซ้อมหรือแข่งขันที่มีความหนักของงานมากและใช้เวลานาน ย่อมก่อให้เกิดความเมื่อยล้าทางร่างกาย และมีผลทำให้เกิดความล้าของระบบประสาทได้ เนื่องจากความเมื่อยล้าของการหดตัวจากสมองไปยังยัง สัญญาณระบบประสาทอัตโนมัติ ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของกล้ามเนื้อลดลง ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่ซับซ้อนของสรีรวิทยาด้านร่างกาย อันจะมีผลให้ความสามารถในการปฏิบัติงานลดลง ดังนั้นหากกล้ามเนื้อเกิดความเมื่อยล้าย่อมส่งผลกระทบต่อเวลาปฏิกิริยาตอบสนองได้ด้วย สอดคล้องกับ ชูศักดิ์ และกันยา (2536) พบว่าความเมื่อยล้าเกิดขึ้นในกล้ามเนื้อมากพอสมควร จึงจะเกิดความเมื่อยล้าของระบบประสาท และทำให้เวลาปฏิกิริยาตอบสนองออกไป ดังนั้นในการฝึกซ้อมหรือแข่งขันกีฬา เมื่อร่างกายเกิดความเมื่อยล้าขึ้น จึงจำเป็นต้องหาวิธีการที่จะทำให้ความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อและระบบประสาทที่เกิดขึ้นลดลง

อุณหภูมิของร่างกาย กับการออกกำลังกาย

กุลวีณ์ (2544) ได้กล่าวว่า อุณหภูมิร่างกายเป็นปัจจัยทางเคมีฟิสิกส์ที่สำคัญภายในร่างกาย ตัวหนึ่ง ที่จำเป็นจะต้องควบคุมให้มีค่าค่อนข้างคงที่อยู่เสมอ (relatively constant) นอกจากความเป็นกรด-ด่าง ความดัน ปริมาตรและความเข้มข้นของของเหลวออกเซลล์ เพื่อให้มีสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการทำงานของเซลล์ เพราะกระบวนการต่าง ๆ ทางสรีรวิทยาในร่างกายล้วนเกิดจากปฏิกิริยาทางเคมี เอ็นไซม์จะทำงานได้ดีที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเพียงเล็กน้อยจะมีผลทำให้อัตราความเร็วของปฏิกิริยาเคมีเปลี่ยนแปลงไปมาก

อุณหภูมิของร่างกายสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ ดังรูปที่ 1 คือ อุณหภูมิแกน (core temperature) และอุณหภูมิผิว (surface หรือ shell temperature)

อุณหภูมิแกน หมายถึง อุณหภูมิของอวัยวะสำคัญที่อยู่ภายในส่วนลึกของร่างกาย เช่น สมอง หัวใจ ปอด ตับ ไต และระบบทางเดินอาหาร เป็นต้น ในภาวะปกติความร้อนส่วนใหญ่จะถูกสร้างขึ้นจากเมตาบอลิซึมภายในเซลล์ของอวัยวะเหล่านี้ ซึ่งมีอัตราการเผาผลาญอาหารค่อนข้างสูง แต่ในขณะที่ออกกำลังกายความร้อนที่เกิดขึ้นเกือบทั้งหมด จะมาจากการทำงานของกล้ามเนื้อลาย ความร้อนที่ถูกสร้างขึ้นจะถูกถ่ายเทไปยังผิวหนังตลอดเวลา เพื่อระบายออกสู่สิ่งแวดล้อมภายนอกต่อไป จึงทำให้อุณหภูมิแกนมีค่าค่อนข้างคงที่ คือจะเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วงแคบประมาณ ± 0.6 องศาเซลเซียส หรือ 1 องศาฟาเรนไฮต์



ภาพที่ 1 แสดงอุณหภูมิแกน(core temperature) และอุณหภูมิผิว (surface หรือ shell temperature)

ขณะที่อยู่ในสิ่งแวดล้อม (ก) ร้อน (ข) เย็น

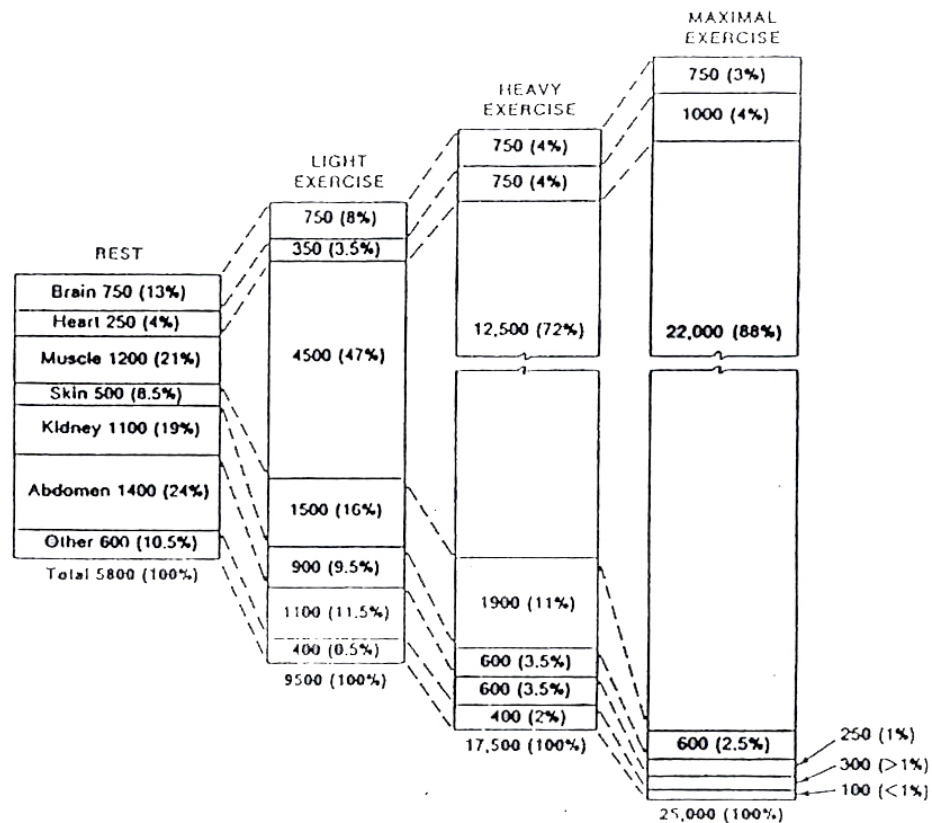
ที่มา: กุลวีณ์ (2544)

อุณหภูมิผิวหนัง หมายถึงอุณหภูมิที่ผิวหนัง และไขมันใต้ผิวหนัง อวัยวะเหล่านี้ทำหน้าที่เป็นฉนวนกันความร้อน (insulator) ที่ดีของร่างกาย เพราะทำหน้าที่ห่อหุ้มอวัยวะแกนจึงทำหน้าที่ป้องกันมิให้อวัยวะแกนสูญเสียความร้อนออกไปเร็ว หรือได้รับความร้อนเข้ามาเร็วเกินไป ผิวหนังจึงทำหน้าที่ช่วยควบคุมอุณหภูมิแกนให้มีค่าคงที่ โดยการปรับเปลี่ยนปริมาณเลือดที่ไหลมายังบริเวณผิวหนัง รูปที่ 1 (ก) ในภาวะที่อากาศร้อนส่วนที่เป็นเปลือกจะบาง และเส้นเลือดบริเวณผิวหนังทั่วร่างกายจะขยายตัว ทำให้มีเลือดไหลมาที่บริเวณผิวหนังมากขึ้น ความร้อนจากแกนจึงถูกพามาถ่ายเทออกที่ผิวหนังได้มาก จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิแกนและอุณหภูมิผิวมีค่าใกล้เคียงกัน แต่ในภาวะอากาศเย็น รูปที่ 1 (ข) หลอดเลือดที่บริเวณผิวหนังและเนื้อเยื่อใต้ผิวหนังจะหดตัวทำให้ชั้นของเปลือกหนาตัวขึ้น เลือดที่ไหลเวียนบริเวณผิวหนังจะน้อยลง เป็นการลดการสูญเสียความร้อนจากแกนกลางมาสู่ผิวหนัง จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิแกนถูกรักษาให้มีค่าคงที่อยู่ที่ 37 องศาเซลเซียส และมีความสูงกว่าอุณหภูมิที่ผิวหนังที่บริเวณแขนและขา

เนื่องจากประมาณร้อยละ 70 ของอุณหภูมิร่างกายมาจากอุณหภูมิแกน (Temperature rectal; Tr) ส่วนที่เหลือร้อยละ 30 มาจากอุณหภูมิผิว (Temperature skin; Ts) ดังนั้น ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของร่างกาย (Temperature body; Tb) อาจคำนวณได้จากสมการ

$$T_b = 0.3 T_s + 0.7 T_r$$

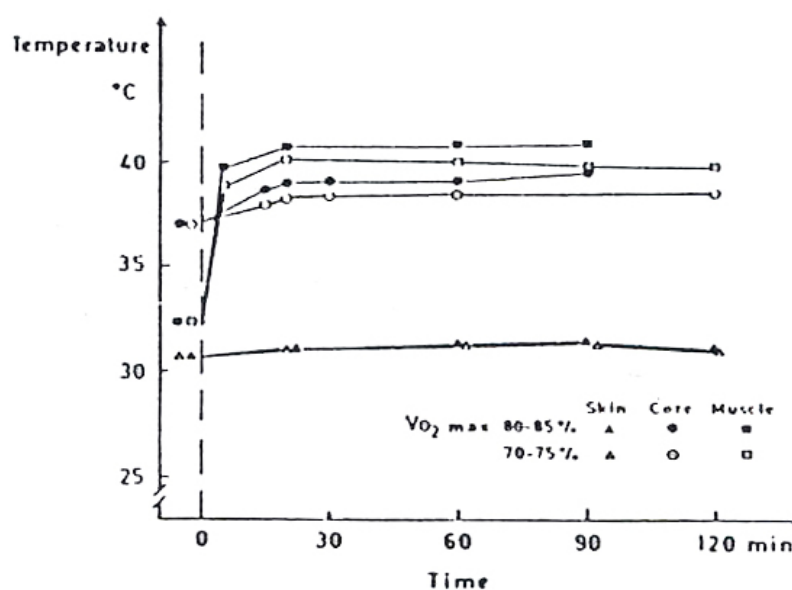
ชูศักดิ์ และกันยา (2536) ได้กล่าวว่า อุณหภูมิของร่างกายจะมีค่าได้สัดส่วนกับความร้อนภายในร่างกาย โดยอุณหภูมิของร่างกายจะมีค่าคงที่ คือ ประมาณ 37 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของคนปกติสามารถแปรผันไปได้มาก ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ในขณะที่ออกกำลังกายอย่างหนัก อุณหภูมิเฉลี่ยของร่างกายจะเพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียส และความร้อนเพิ่มขึ้น 0.83 กิโลแคลอรี ต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม และในคนปกติขณะนั่งพักจะมีความร้อนเกิดขึ้น ซึ่งถ้าไม่ได้ระบายออกจะทำให้อุณหภูมิของร่างกายสูงขึ้น ประมาณ 1 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง และต้นตอความร้อนของร่างกายเกิดขึ้นจากขบวนการเมตาบอลิซึมของเซลล์ทั่วร่างกาย นอกจากนี้ยังมีปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง คือ การทำงานของกล้ามเนื้อ ซึ่งรวมถึงกล้ามเนื้อเมื่อหดตัวหนาวสั่น (shivering) เมตาบอลิซึมเพิ่มขึ้นจากผลของฮอร์โมนไทรอกซิน (thyroxin) จากต่อมธัยรอยด์ต่อเซลล์ เมตาบอลิซึมที่เพิ่มขึ้นจากผลของฮอร์โมนอิพิเนพรีน (epinephrin) และนอร์อิพิเนพรีน (noepinephrin) จากต่อมหมวกไต รวมทั้งการกระตุ้นประสาทซิมพาเทติก



ภาพที่ 2 แสดงการกระจายของเลือดในอวัยวะต่าง ๆ ทั้งในขณะที่พัก และขณะออกกำลังกาย
ที่มา: ชูศักดิ์ และกันยา (2536)

อมรา และคณะ (2526) กล่าวว่า ความร้อนที่เกิดขึ้นในร่างกายเป็นผลจากการเผาผลาญสารอาหารซึ่งเกิดขึ้นตลอดเวลา พลังงานที่เกิดขึ้นเพื่อนำไปใช้ในการทำงานของเซลล์ของร่างกาย จากนั้นจะถูกเปลี่ยนเป็นความร้อนเพื่อให้ร่างกายอบอุ่น และช่วยให้อุณหภูมิของร่างกายสูงกว่าอุณหภูมิของอากาศรอบตัว พร้อมกันนั้นความร้อนก็จะสูญเสียไปสู่สิ่งแวดล้อมตามความแตกต่างของอุณหภูมิตลอดเวลาเช่นกัน เมื่อใดก็ตามที่ความร้อนที่เกิดขึ้นในร่างกายมีปริมาณเท่ากับความร้อนที่สูญเสียไป เราเรียกสภาวะนั้นว่า สมดุลความร้อนของร่างกาย ความร้อนของร่างกายจะเพิ่มขึ้นเมื่อเมตาบอลิซึมเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากสาเหตุดังนี้ คือ อัตราเบซัลเมตาบอลิซึม (basal metabolism Rate) ของเซลล์ทั้งร่างกายเพิ่มขึ้น มีการสั่นของกล้ามเนื้อ (shivering) เช่น ในขณะหนาว ฮอร์โมนไธรอกซิน (thyroxin) ในร่างกายเพิ่มขึ้น ฮอร์โมนอิพิเนพริน (epinephrine) ในร่างกายเพิ่มขึ้น หรือมีการกระตุ้นประสาทซิมพาเทติก ร่างกายมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น เช่น ขณะออกกำลังกาย หรือมีไข้

Saltin and Costill (1988) ได้กล่าวถึงการเปลี่ยนแปลงระดับของอุณหภูมิแกน (core temperature) ของร่างกายที่เพิ่มขึ้น มีสาเหตุเนื่องมาจากขบวนการเมตะบอลิซึมในขณะที่ออกกำลังกายซึ่งใช้เวลาประมาณ 30 นาที และจะคงที่อยู่ตลอดระยะเวลาการออกกำลังกาย และจะกลับคืนสู่ระดับปกติภายหลังการหยุดพักในระยะเวลา 30 นาที ซึ่งอุณหภูมิของผิวหนังและของกล้ามเนื้อเป็นสิ่งที่น่าสนใจ โดยอุณหภูมิของกล้ามเนื้อในขณะที่พักจะมีระดับต่ำกว่าอุณหภูมิแกนของร่างกาย แต่จะเพิ่มสูงขึ้นเร็วมากในขณะที่ออกกำลังกายแต่จะไม่มีผลต่ออุณหภูมิที่ผิวหนัง ดังภาพที่ 3 ซึ่งสิ่งที่มีอิทธิพลโดยตรงต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่ผิวหนัง คือ อุณหภูมิของอากาศโดยรอบ

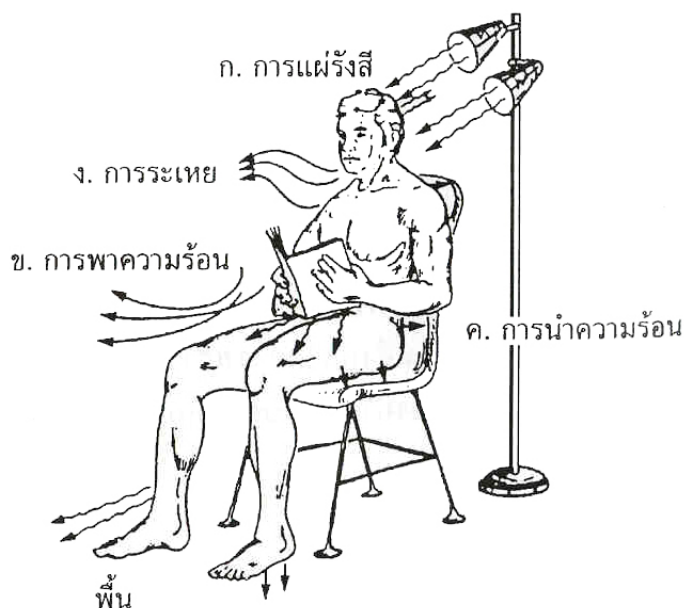


ภาพที่ 3 แสดงอุณหภูมิของกล้ามเนื้อ อุณหภูมิแกนของร่างกาย และอุณหภูมิของผิวหนังระหว่างการออกกำลังกายที่มีความหนักต่างกัน ในอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส
ที่มา: มาณพ (2539)

ความร้อนที่ถูกสร้างขึ้นจากอวัยวะภายในส่วนลึกของร่างกาย โดยเฉพาะที่เกิดขึ้นมากในขณะที่ออกกำลังกาย โดยจะถูกถ่ายเทจากอวัยวะและเนื้อเยื่อภายในมาสู่ผิวหนังเพื่อถ่ายเทสู่อากาศและสิ่งแวดล้อมต่อไป ซึ่งร่างกายจะระบายความร้อนออกสู่สิ่งแวดล้อมได้ 3 ทางใหญ่ ๆ คือ

1. ทางผิวหนังร้อยละ 97
2. ทางระบบทางเดินหายใจร้อยละ 2
3. ทางระบบขับถ่ายอุจจาระ และปัสสาวะร้อยละ 1

การสูญเสียความร้อนทางผิวหนัง เกิดขึ้นได้ 4 วิธี คือ การแผ่รังสี การพาความร้อน การนำความร้อน และการระเหย โดยการแผ่รังสี การพาความร้อน และการนำความร้อน จะเกิดขึ้นทั้งในรูปการสูญเสียความร้อนออกจากผิวหนัง และการได้รับความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ร่างกาย (heat gain) ถ้าอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิที่ผิวหนัง ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 แสดงวิธีการสูญเสียความร้อนที่เกิดขึ้นทางผิวหนัง

ที่มา: กุลวิณ (2544)

1. การแผ่รังสี (radiation)

เป็นการสูญเสียความร้อนออกจากผิวหนังในรูปของคลื่น infrared rays ซึ่งเป็นชนิดหนึ่งของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เกิดขึ้นได้ทุกทิศทาง ไม่ต้องอาศัยตัวกลางใด ๆ อัตราการสูญเสียความร้อนขึ้นอยู่กับความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิที่ผิวหนังกับอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม ในอัตราประมาณร้อยละ 60 ของการสูญเสียความร้อน

2. การพาความร้อน (convection)

เป็นการระบายความร้อนออกจากผิวหนัง โดยอาศัยการหมุนเวียนของอากาศหรือน้ำที่อยู่ ล้อมรอบเป็นตัวพาไป โดยอากาศที่อยู่ชิดกับผิวหนังถูกทำให้ร้อนจากการนำความร้อน และจะ ลอยตัวสูงขึ้น เพื่อพาความร้อนออกไป และให้อากาศที่เย็นกว่ามาแทนที่ ในอัตราร้อยละ 12 ทั้งนี้ ความร้อนที่อยู่ในส่วนแกนของร่างกายก็จะถูกพามาสู่บริเวณผิวหนัง เพื่อถ่ายเทให้กับอากาศ โดย อาศัยเลือดเป็นตัวพาไปเช่นกัน ซึ่งเรียกว่า forced convection

3. การนำความร้อน (conduction)

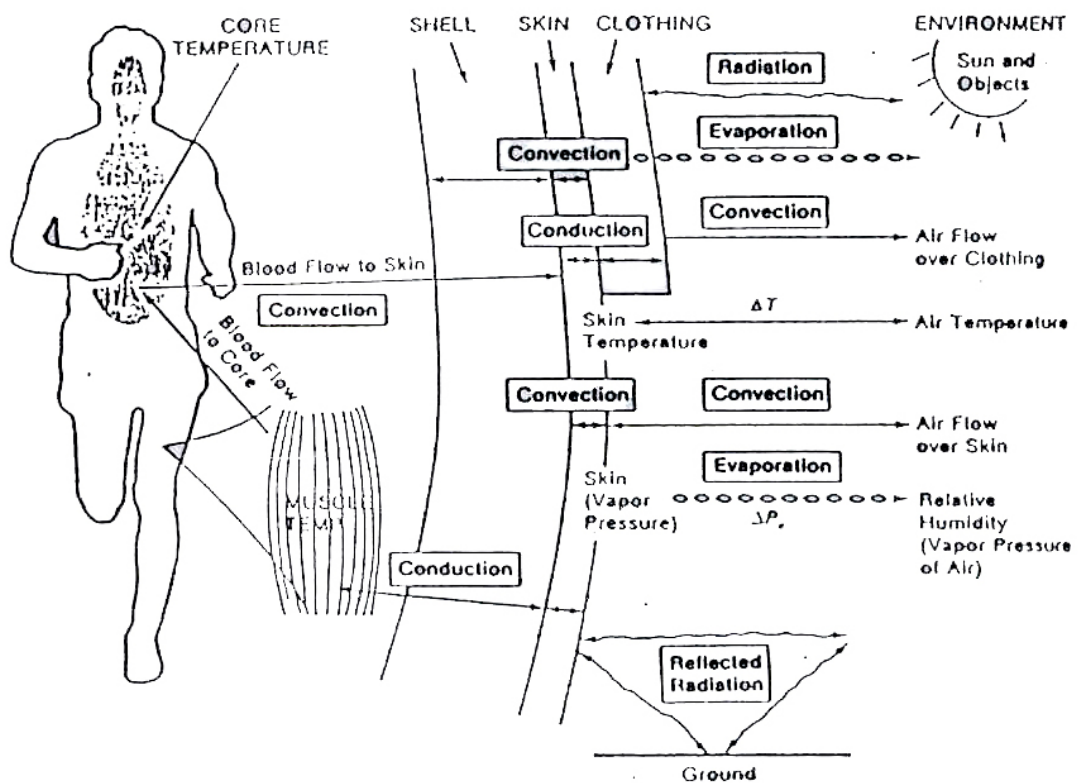
เป็นการถ่ายเทพลังงานความร้อนจากโมเลกุลหนึ่งไปสู่อีกโมเลกุลหนึ่ง จากผิวหนังที่มี อุณหภูมิสูงไปยังผิวหนังที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า เช่น จากผิวหนังไปยังวัตถุที่สัมผัสอยู่โดยตรง ซึ่งความ ร้อนถูกระบายออกด้วยวิธีนี้ประมาณร้อยละ 3

4. การระเหย (evaporation)

เป็นการสูญเสียความร้อนออกไป เพื่อทำให้น้ำที่ผิวหนัง เชื่อมผิวหนังในปาก และทางเดิน หายใจส่วนต้น (หลอดลม) ระเหยกลายเป็นไอไปโดยไม่รู้ตัว จึงทำให้เรารู้สึกเย็น เรียกการสูญเสีย ความร้อนวิธีนี้ว่า insensible perspiration โดยทั่วไปร่างกายจะเสียน้ำร้อน จำนวน 580 กิโลแคลอรี ต่อวัน 1 ลิตรที่ระเหยออกไป ปกติน้ำที่ระเหยออกทางปอด และผิวหนังจะเกิดขึ้นประมาณ วันละ 450 – 600 มิลลิลิตร และร่างกายจะสูญเสียความร้อนโดยวิธีนี้มากหรือน้อย ก็ขึ้นอยู่กับความ ชื้นสัมพัทธ์ ของอากาศ และอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมในขณะนั้น ๆ ที่อุณหภูมิห้อง 32 องศาเซลเซียส และความชื้น สัมพัทธ์ต่ำ ร่างกายจะสูญเสียความร้อนออกทางนี้ประมาณ 22 เปอร์เซ็นต์ แต่ถ้าในภาวะที่ร่างกายมี อุณหภูมิสูง เนื่องจากได้รับความร้อนเข้าสู่ร่างกายโดยการแผ่รังสี การพา และการนำความร้อน วิธี เดียวที่ร่างกายจะลดอุณหภูมิแกนลงอย่างรวดเร็ว คือ การระบายความร้อนออกโดย การระเหยของ น้ำในรูปของ การขับเหงื่อ (sweating)

ดังนั้น เมื่อมีการออกกำลังกายจะทำให้ความร้อนเกิดขึ้นในร่างกายมากขึ้น ซึ่งส่วนใหญ่ เนื่องมาจากการทำงานของกล้ามเนื้อลาย ร่างกายจึงต้องเพิ่มกลไกการขับความร้อนออกจากร่างกาย โดยการเพิ่มกลไก ทั้ง 4 ประการ คือ การนำ การพา การแผ่รังสี และการระเหย แต่วิธีที่มีประสิทธิภาพ

มากที่สุดคือ การระเหย โดยอาศัยการหลั่งเหงื่อออกจากร่างกาย ดังที่แสดงไว้ในภาพที่ 4 สังเกตว่าการเสียความร้อนในการพา และการแผ่รังสีจะไม่ค่อยเปลี่ยนแปลง ทั้ง ๆ ที่ความร้อนในร่างกายเปลี่ยนแปลงไปมาก



ภาพที่ 5 ผังการถ่ายเทความร้อน ระหว่างร่างกายกับอากาศภายนอก โดยความร้อนจะถูกถ่ายเทจากแกนกลางออกมายังผิวหนัง โดยอาศัยการนำและการพา ส่วนการถ่ายเทความร้อนจากผิวหนังไปยังอากาศภายนอกนั้น อาศัยการระเหยของเหงื่อเป็นสำคัญ
ที่มา: ชูศักดิ์ และกันยา (2536)

ในขณะที่ออกกำลังกายนั้น กล้ามเนื้อของแขนและขาเป็นต้นตอสำคัญของความร้อน และพบว่าความร้อนในกล้ามเนื้อจะมีค่าสูงกว่าความร้อนในเลือดไม่เกิน 1 องศาเซลเซียส ดังที่ Saltin (1988) ได้ทำการวัดอุณหภูมิของ *guadriceps femoris muscle* ในขณะออกกำลังกาย พบว่ามีค่ามากกว่าอุณหภูมิในหลอดเลือด (อุณหภูมิใกล้เคียงกับหลอดเลือด) ประมาณ 0.4 องศาเซลเซียส

ชูศักดิ์ และกันยา (2536) ได้กล่าวว่าการเพิ่มอุณหภูมิของกล้ามเนื้อ เมื่อให้ออกกำลังกายซึ่งจักรยานลงจากภูเขา ซึ่งต้องทำงานเป็น negative work พบว่ากล้ามเนื้อมีอุณหภูมิสูงถึง 41.6 องศาเซลเซียส ดังนั้น external work done จึงเพิ่มความร้อนให้แก่กล้ามเนื้อ นอกเหนือจากที่เกิดจากเมตาบอลิซึม ซึ่งสามารถกล่าวได้ว่า ถ้าไม่มีปัจจัยอื่นซึ่งเป็น nonmetabolic heat เช่น อุณหภูมิแวดล้อมร้อนเกินไป หรือมีงานจากภายนอก ก็จะพบว่าอุณหภูมิกล้ามเนื้อจะสูงกว่าอุณหภูมิที่แกนกลางไม่เกิน 1 องศาเซลเซียส

วิรัตน์ (2526) ได้กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของร่างกาย กับอัตราการเต้นของหัวใจว่าอุณหภูมิของร่างกายนั้นมีผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจ เพราะเมื่อร่างกายมีอุณหภูมิสูงขึ้นจะทำให้หัวใจเต้นเร็วขึ้น และในทางตรงกันข้ามเมื่อร่างกายมีอุณหภูมิต่ำลง ก็จะทำให้หัวใจเต้นช้าลง ซึ่ง ชูศักดิ์ และกันยา (2536) ได้ให้เหตุผลว่า เพราะอุณหภูมิมีผลโดยตรงกับ ซิโน - เอเทรียล โหนด (Sino-Atrial Node) หรือ S-A node ซึ่งมีตำแหน่งอยู่ในหัวใจ และเป็นจุดเริ่มต้นที่ทำให้เกิดมีการเปลี่ยนแปลงทางไฟฟ้าขึ้น ทำให้หัวใจมีคุณสมบัติพิเศษที่สามารถทำงานได้เอง และสอดคล้องกับ อนันต์ (2523) ที่กล่าวว่า ถ้า S-A node ได้รับความร้อน หัวใจก็จะเต้นเร็ว แต่ถ้า S-A node ได้รับความเย็นก็จะเต้นช้าลง

ดังนั้น เมื่ออุณหภูมิของร่างกายสูงขึ้น การที่หัวใจเต้นเร็วขึ้นก็จะเป็นผลทำให้ระบบไหลเวียนเลือดต้องทำงานหนักขึ้น เพื่อจะนำความร้อนจากร่างกายออกสู่ผิวหนังให้มากขึ้น เพราะผิวหนังเป็นบริเวณที่มีประสิทธิภาพมากในการระบายความร้อน และการไหลเวียนของเลือดที่มายังผิวหนัง ก็จุดสำคัญในการพาความร้อนจากแกนภายในของร่างกายออกมาถ่ายเทให้กับสิ่งแวดล้อม และการที่ออกกำลังกายในอากาศร้อน ยังทำให้อุณหภูมิของร่างกายจะสูงมากขึ้นกว่าปกติ หัวใจก็ต้องทำงานหนักขึ้น เพราะต้องสูบฉีดเลือดไปยังกล้ามเนื้อ และเพิ่มการสูบฉีดเลือดไปยังผิวหนังในการระบายความร้อน (สมชาย, 2532) และอัตราการเต้นของหัวใจจะเพิ่มขึ้นตามระดับของอุณหภูมิ แต่ความเย็นจะสามารถลดอัตรา และความหนักหน่วงในการเต้นของหัวใจลงได้ ดังที่ Falls and Weibers (1965) ได้ศึกษาถึงผลของสภาวะก่อนออกกำลังกายที่มีผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจและการจับออกซิเจน ระหว่างการออกกำลังกายในระยะการฟื้นตัว โดยให้ผู้เข้ารับการทดลองอยู่ในสภาวะต่าง ๆ ก่อนออกกำลังกาย คือ สภาวะพักผ่อน อาบน้ำเย็นจากฝักบัว อาบน้ำร้อนจากฝักบัว และทำการอบอุ่นร่างกาย แล้วให้ออกกำลังกายโดยการถีบจักรยานวัดงานเป็นเวลา 5 นาที และมีระยะเวลาในการฟื้นตัว 5 นาที ผลการทดลองพบว่า อัตราการเต้นของหัวใจ และการจับออกซิเจน ในระหว่างการออกกำลังกาย และระยะเวลาในการฟื้นตัวของกลุ่มที่อาบน้ำเย็นจากฝักบัวก่อนทำ

การทดลองจะต่ำกว่าสภาวะอื่น ๆ และจะมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างผู้เข้ารับการทดลองกับสภาวะก่อนออกกำลังกายต่ออัตราการเต้นของหัวใจในระยะฟื้นตัว ซึ่งสอดคล้องกับ Cooney (1972) ได้ศึกษาผลของความเย็นที่มีต่อการเต้นของหัวใจในขณะที่ออกกำลังกาย ระยะพัก ระยะฟื้นตัว เพื่อเปรียบเทียบผลการกระทำต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเต้นของหัวใจ คือ ให้ความเย็นขณะออกกำลังกาย ระยะพัก และขณะฟื้นตัว ให้ความเย็นในขณะพัก ให้ความเย็นในขณะฟื้นตัว และให้ความเย็นในขณะออกกำลังกาย ให้ความร้อนในขณะพักและออกกำลังกาย ให้ความร้อนและความเย็นเป็นกลุ่มควบคุม โดยมีผู้ทำการทดสอบ 30 คนให้ทดสอบครบทั้ง 6 อย่าง และออกกำลังกายเป็นเวลา 5 นาที และพัก 10 นาที นำอัตราการเต้นของหัวใจในระยะเหล่านั้นมาวิเคราะห์ พบว่าการเต้นของหัวใจในระยะต่าง ๆ มีผลไม่แน่นอน การใช้ความเย็นติดต่อกันระหว่างออกกำลังกายทำให้อัตราการเต้นของหัวใจลดลงอย่างเห็นได้ชัด การใช้ความเย็นในระยะฟื้นตัวมีผลต่อการเต้นของหัวใจโดยจะลดลงในระยะแรก ๆ แต่ในระยะหลังยังไม่แน่นอน

จากการศึกษาข้อมูลดังกล่าวข้างต้น พบว่าร่างกายมีอุณหภูมิคงที่อยู่ที่ 37 องศาเซลเซียส ซึ่งหากรมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเพิ่มขึ้น ร่างกายจะมีกลไกในการระบายความร้อนรูปแบบต่าง ๆ คือ การนำ การพา การแผ่รังสี และการระเหย สู่สิ่งแวดล้อม เพื่อรักษาให้อุณหภูมิร่างกายให้คงที่อยู่เสมอเพื่อให้ระบบต่าง ๆ ทำงานได้อย่างสมดุล ซึ่งอุณหภูมิของร่างกายจะมีค่าได้สัดส่วนกับความร้อนภายในร่างกาย ดังนั้นหากต้องการลดอุณหภูมิของร่างกายลง จึงต้องหาทางระบายความร้อนให้เร็วที่สุด และบริเวณผิวหนังเป็นพื้นที่ที่สามารถระบายความร้อนได้มากที่สุดถึงร้อยละ 97

ความเย็นกับการระบายความร้อนในร่างกาย

ในขณะที่ร่างกายมีการออกกำลังกาย และมีการเคลื่อนไหว อุณหภูมิจะสูงขึ้น ร่างกายจะมีการวิธีการในการกำจัดความร้อน โดยระบบการไหลเวียนจะทำงานหนักขึ้น หัวใจจะสูบฉีดไปที่บริเวณผิวหนังมากขึ้น เพื่อช่วยระบายความร้อนออกจากร่างกาย และถ้าอุณหภูมิร่างกายเพิ่มสูงขึ้นหลังออกกำลังกาย หรือขณะพักระหว่างการแข่งขัน ระบบต่าง ๆ ของร่างกายจะยังคงทำหน้าที่ระบายความร้อนออกจากร่างกายอยู่ โดยเลือดนำความร้อนและของเสียไประบายที่ผิวหนัง เพื่อช่วยให้ร่างกายมีการระบายความร้อนได้เร็วขึ้น ดังนั้นการใช้ความเย็นเข้าช่วย ก็จะทำให้ร่างกายสามารถคืนสู่สภาวะปกติได้เร็วขึ้น เพราะความเย็นจะทำให้หลอดเลือดตีบและหดตัวในขั้นแรก หลังจากนั้นความเย็นจะทำให้หลอดเลือดขยายตัวมีผลให้การไหลเวียนเลือดทำได้ดีขึ้น จึงทำให้อัตราการเต้นของหัวใจลดต่ำลง โดยมีความเย็นช่วยพาความร้อนออกจากร่างกายทางผิวหนัง อุณหภูมิร่างกายจะ

ลดลง ส่งผลให้ความเครียดของกล้ามเนื้อทุเลาลง และร่างกายสามารถกลับคืนสู่ภาวะปกติได้เร็วขึ้น พร้อมทั้งจะออกกำลังกายหรือแข่งขันต่อไปได้ โดยเฉพาะในกีฬาที่มีเวลาพักน้อยจำเป็นต้องทำให้ร่างกายคืนสู่ภาวะปกติให้เร็วในช่วงพัก เพื่อให้ร่างกายพร้อมที่จะเข้าร่วมการแข่งขันต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ การทำให้ร่างกายคืนสู่ภาวะปกติได้เร็ว โดยการวิธีการลดอุณหภูมิของร่างกายลดลงนั้น มีอยู่ด้วยกันหลายวิธี เช่น การดื่มน้ำเย็น การพักในห้องที่มีอุณหภูมิต่ำ การเป่าด้วยลม การอาบน้ำเย็น การเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น และการชโลมด้วยน้ำเย็น

จากการศึกษาของ Bass and Moroff (1965) พบว่าวิธีการให้ความเย็นเข้าสู่ส่วนลึกภายในร่างกาย โดยให้นักกีฬาดื่มน้ำเย็นขณะออกกำลังกาย สามารถทำให้อัตราการเต้นของหัวใจและอุณหภูมิของร่างกายลดลงอย่างมาก และโดยเฉพาะอย่างยิ่ง น้ำเย็นที่มีอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสเหมาะสมสำหรับการดูดซึมที่กระเพาะอาหาร และลำไส้เล็กที่สุด (พินิจ, 2536)

ดังที่ Saltin and Costill (1988) กล่าวว่า การชดเชยน้ำให้กับร่างกายจากการเสียเหงื่อ โดยการชดเชยน้ำดื่มให้แก่ร่างกายจะช่วยลดอุณหภูมิของร่างกาย ลดความเครียดในระบบไหลเวียนเลือด และระบบหายใจ โดยน้ำส่วนใหญ่จะถูกดูดซึมที่ลำไส้เล็ก และกระเพาะอาหารอย่างรวดเร็ว ในขณะที่ออกกำลังกาย และน้ำเย็นจะถูกดูดซึมได้เร็วกว่าน้ำอุ่น เพราะการสูญเสียของเหลวในร่างกายทำให้ระดับของสมรรถภาพของร่างกายลดลง แต่การดื่มน้ำจะช่วยชดเชยของเหลวที่สูญเสียไปได้ โดยเฉพาะการให้ความเย็นเป็นระยะขณะออกกำลังกาย ทำให้ระดับของสมรรถภาพของร่างกายที่ลดลงเกิดขึ้นน้อยลง สอดคล้องกับ วิวัธน์ (2526) ได้ศึกษาถึงอิทธิพลของอุณหภูมิน้ำดื่มที่ดื่มหลังการออกกำลังกายที่มีผลต่อระยะเวลาการฟื้นตัวของชีพจร โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชั้นปีที่สอง วิทยาลัยพลศึกษาจังหวัดกระบี่ ปีการศึกษา 2525 จำนวน 12 คน โดยให้ผู้เข้ารับการทดลองก้าวขึ้นลงจากม้านั่งสูง 42 เซนติเมตร ด้วยอัตราความเร็ว 30 รอบต่อนาที ติดต่อกันเป็นเวลา 15 นาที แล้วหยุดพัก โดยการดื่มน้ำเย็น น้ำธรรมดา ไม่ดื่มน้ำ และดื่มน้ำอุ่น ที่ปริมาตร 0.5 ลิตร ภายใน 3 นาที พร้อมวัดชีพจร เพื่อตรวจสอบระยะเวลาในการฟื้นตัวจนถึงภาวะปกติ ซึ่งผู้เข้ารับการทดลองจะต้องเข้ารับการทดลองทั้ง 4 วิธี ผลการทดลองพบว่า ระยะเวลาในการฟื้นตัวของชีพจรจนถึงภาวะปกติหลังการออกกำลังกายแล้ว การดื่มน้ำธรรมดา กับการไม่ดื่มน้ำให้ผลแตกต่างกัน

จรวยพร (2521) กล่าวว่าระบบไหลเวียนเลือดจะมีการปรับตัวอยู่เสมอ เมื่อมีการออกกำลังกายในอากาศร้อน โดยระบบไหลเวียนจะถูกกดดันไปด้วยขณะออกกำลังกาย ทำให้อัตราการเต้นของหัวใจสูงขึ้น และเมื่อทำให้ผิวหนังเย็นลงอัตราการเต้นของหัวใจจะลดลงทำให้สามารถทำงานต่อไปได้อีก

Janssen (1992) ได้ทำการทดลองโดยฉีดยาชาวยานวดังงาน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที ความชื้นและความหนืดของงานเท่ากัน ทั้ง 2 ครั้ง โดยครั้งที่ 1 ไม่ให้ความเย็นในขณะที่ออกกำลังกาย แต่ครั้งที่ 2 ให้ความเย็นโดยการชโลมด้วยน้ำเย็นให้ร่างกายเปียกอยู่เสมอ เพื่อระบายความร้อนออกจากร่างกาย พบว่า อัตราการเต้นของหัวใจของการทดลองครั้งที่ 1 สูงขึ้นจาก 135–167 ครั้งต่อนาที แต่เมื่อมีการให้ความเย็นเพื่อช่วยในการระบายความร้อนในการทดลองครั้งที่ 2 อัตราการเต้นของหัวใจจะสม่ำเสมอ และคงที่อยู่ประมาณ 140 ครั้งต่อนาที ซึ่งสามารถที่จะออกกำลังกายได้ยาวนานขึ้น

ซาโรจน์ (2524) ได้ศึกษาเปรียบเทียบระยะเวลาฟื้นตัวหลังการออกกำลังกาย โดยวิธีเช็ดตัวด้วยผ้าเย็นการเป่าด้วยลม และการออกกำลังกายขนาดเบา โดยให้ผู้เข้ารับการทดลองออกกำลังกายด้วยการฉีดยาชาวยานวดังงาน จนกระทั่งอัตราชีพจรเท่ากับ 160 ครั้งต่อนาที แล้วหยุดพักเพื่อดูการฟื้นตัวจากการทดลอง 4 วิธี คือ การนั่งพักเฉย ๆ การเป่าด้วยลม การเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น และการออกกำลังกายขนาดเบา ผลการทดลองปรากฏว่า การเช็ดตัวด้วยผ้าเย็นทำให้ร่างกายฟื้นตัวหลังการออกกำลังกายได้เร็วที่สุด ส่วนการเป่าด้วยลม และการออกกำลังกายขนาดเบาให้ผลรองลงมาตามลำดับ

จริยา (2524) ได้ศึกษาผลของการเช็ดตัว การอาบน้ำ การประคบด้วยผ้าเปียก และการรับประทาน ยาลดไข้ ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิร่างกายในเด็กมีไข้ กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ป่วยที่มีอายุ 1 – 5 ปี ที่มีไข้สูงเกิน 38.5 องศาเซลเซียส จำนวน 52 ราย โดยแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ๆ ละ 13 ราย คือ กลุ่มได้รับการเช็ดตัว กลุ่มได้รับการอาบน้ำ กลุ่มได้รับการประคบด้วยผ้าเปียก และกลุ่มได้รับการรับประทานยาลดไข้ แต่ละกลุ่มใช้เวลาในการลดไข้แตกต่างกัน คือ 20 5 20 และ 30 นาที ตามลำดับ และทำการประเมินผลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของร่างกายในทันทีที่ทำการลดไข้เสร็จ และต่อไป ทุก ๆ 15 นาที เป็นเวลา 1 ชั่วโมง พบว่า การเช็ดตัว การอาบน้ำ การประคบด้วยผ้าเปียก และการรับประทานยาลดไข้ ทำให้ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิร่างกายเปลี่ยนแปลงในลักษณะคล้ายคลึงกัน คือ ในทันทีที่ทำการลดไข้เสร็จ ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิของร่างกายลดลงกว่าเดิม 0.33 0.22 และ 0.32 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และลดลงได้มากที่สุดภายหลังเสร็จสิ้นการลดไข้ 30 นาที คือ 0.85 0.60 และ 0.75 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นอุณหภูมิร่างกายเริ่มสูงขึ้นใหม่ ส่วนวิธีรับประทานยาลดไข้ ในทันทีที่ทำการลดไข้เสร็จ ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิร่างกายลดลงกว่าเดิม 0.12 องศาเซลเซียส และลดลงได้มากที่สุดภายหลังเสร็จสิ้นการลดไข้ 60 นาทีคือ 0.85 องศาเซลเซียส เมื่อเปรียบเทียบการลดไข้ทั้ง 4 วิธีในแต่ละช่วงเวลาพบว่า ภายหลังการเสร็จสิ้นการลดไข้ 45 นาที วิธีเช็ดตัว และวิธีรับประทานยาลดไข้ให้ผลได้ดีกว่าวิธีการประคบด้วยผ้าเปียก อย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ภายหลังจากเสร็จสิ้นการลดสภาพการฟื้นตัว ผลการวิจัยพบว่า การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีชโลมตัวด้วยน้ำเย็น และนั่งพักในห้องอุณหภูมิต่ำ ให้ผลดีที่สุดในการทำให้ร่างกายคืนสู่สภาพปกติ

ไพรัช (2527) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการฟื้นตัวหลังการออกกำลังกาย ระหว่างวิธีการดื่มน้ำเย็นการชโลมตัวด้วยน้ำเย็น และการนั่งพักในห้องอุณหภูมิต่ำโดยให้ผู้รับการทดลองถีบจักรยานวัดงาน ตามวิธี PWC 170 (physical working capacity at heart rate 170) จนครบ 6 นาที หลังจากนั้นให้หยุดพักแล้วใช้วิธีทดลองแต่ละวิธี เพื่อดูสภาพการฟื้นตัว ผลการวิจัยพบว่า การทำให้ร่างกายฟื้นตัวด้วยวิธีชโลมตัวด้วยน้ำเย็น และนั่งพักในห้องอุณหภูมิต่ำ ให้ผลดีที่สุดในการทำให้ร่างกายคืนสู่สภาพปกติ

มานพ (2539) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของการใช้ความเย็นที่มีต่อระยะเวลาการฟื้นตัวของร่างกายภายหลังการออกกำลังกาย ประกอบด้วย วิธีนั่งพัก วิธีนั่งพักพร้อมดื่มน้ำเย็น วิธีนั่งพักพร้อมเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น และวิธีนั่งพักพร้อมดื่มน้ำเย็นควบคู่กับการเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น โดยใช้ระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือด และระดับอัตราการเต้นของหัวใจที่เปลี่ยนแปลงเป็นตัวแปรในการวิจัย โดยการถีบจักรยานวัดงานด้วยวิธีการของ Ramp ผลการทดลองพบว่ากระบวนการที่ทำให้ระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือด และระดับอัตราการเต้นของหัวใจในระยะฟื้นตัวลดลงทุกช่วง 5 นาที ของช่วงเวลาการวัดและวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงตัวแปรตลอดระยะเวลา 1 ชั่วโมง ในทุกกระบวนการที่ศึกษา ระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดระหว่างกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในนาทีที่ 55 และระดับอัตราการเต้นของหัวใจระหว่างกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในนาทีที่ 25 30 35 40 และ 50 ตามลำดับ

Falls and Humphrey (1971) ได้ศึกษาถึงผลของการใช้ประโยชน์จากน้ำเย็นต่อความร้อนที่เพิ่มขึ้นระหว่างการออกกำลังกาย โดยให้พักเฉย ๆ ก่อนออกกำลังกาย เช็ดตัวด้วยผ้าที่ชุบน้ำเย็นเฉพาะที่ (ท้องและศีรษะ) ในช่วงพักระหว่างการออกกำลังกาย และการให้อาบน้ำเย็นจากฝักบัวเป็นเวลา 10 นาทีก่อนออกกำลังกาย (อุณหภูมิประมาณ 14.8 องศาเซลเซียส) จากนั้นให้ถีบจักรยานวัดงานเป็นเวลา 50 นาที ผลการทดลองพบว่า การใช้น้ำเย็นทั้งสองวิธีก่อนและระหว่างการออกกำลังกายหนัก ๆ ในสภาพอากาศร้อน จะมีผลในการช่วยลดความร้อนที่เกิดขึ้นในระหว่างการออกกำลังกายได้ดีกว่าการนั่งพักเฉย ๆ และการอาบน้ำเย็นจะสามารถลดความร้อนได้ดีที่สุด มากกว่าการเช็ดตัวด้วยผ้าชุบน้ำเย็น และการนั่งพักเฉย ๆ

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องนั้น ได้มีการศึกษาถึงวิธีการในรูปแบบต่าง ๆ ที่จะทำให้นักกีฬาคงสภาพความสามารถในการเล่นกีฬาหรือแข่งขันกีฬาได้อย่างเต็มที่ หรือการฟื้นตัวได้อย่างรวดเร็ว เพื่อให้ร่างกายพร้อมที่จะเข้าร่วมการแข่งขันต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ และจากวิธีการต่าง ๆ เหล่านั้น จะพบว่าวิธีการที่ได้ผลดีที่สุดต่อการฟื้นตัวจะเป็นในรูปแบบการให้ความเย็น เช่น การนั่งในห้องอุณหภูมิต่ำ การเป่าลม การดื่มน้ำเย็น การเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น การชโลมด้วยน้ำเย็น เป็นต้น เพราะความเย็นสามารถช่วยลดอุณหภูมิของร่างกาย และช่วยลดอัตราการเต้นของหัวใจลง ในขณะที่ร่างกายออกกำลังกายอุณหภูมิร่างกายจะสูงขึ้น ร่างกายจะมีการกำจัดความร้อนโดยระบบไหลเวียนเลือดจะทำงานหนักมากขึ้น หัวใจจะสูบฉีดเลือดไปที่ผิวหนังมากขึ้น เพื่อช่วยระบายความร้อนออกจากร่างกาย และถ้าอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นหลังการออกกำลังกายหรือขณะพักการแข่งขัน ระบบต่าง ๆ ยังคงระบายความร้อนออกจากร่างกายอยู่

ดังนั้นการให้ความเย็นเข้าช่วย จะทำให้ร่างกายคืนสู่สภาพปกติได้เร็วขึ้น โดยจะศึกษาถึงระยะเวลาที่สามารถฟื้นตัวได้เร็วที่สุด ซึ่งหมายถึงเวลาทั้งหมดของร่างกายที่จะกลับคืนสู่ในสภาวะปกติทั้งหมด แต่ในเกมการแข่งขันจริงของกีฬาที่มีระยะเวลาในการพักสั้น ๆ นั้น การฟื้นตัวภายในระยะเวลาที่กำหนดของระยะพักเพียง 1-2 นาที ถ้านักกีฬาสามารถฟื้นตัวได้มากที่สุด ก็ย่อมได้เปรียบคู่ต่อสู้ และมีผลต่อการแพ้-ชนะมากขึ้น นอกจากนี้ การรักษาสภาพของเวลาปฏิบัติการตอบสนอง ก็มีความสำคัญสำหรับนักกีฬามากเช่นกัน เพราะเกมการแข่งขันกีฬาต่าง ๆ นั้น หากต้องมีการชิงไหว ชิงพริบกัน นักกีฬาที่มีความสัมพันธ์ระหว่างเวลาปฏิบัติการตอบสนองระหว่างตากับมือ หรือเท้าที่ดีกว่าก็ย่อมจะได้เปรียบคู่ต่อสู้อย่างแน่นอน โดยเฉพาะในกีฬาที่ต้องปะทะกัน เช่น มวยสากล มวยไทย เป็นต้น แต่จากการศึกษาข้อมูลดังกล่าวนี้ ยังไม่เคยมีผู้ศึกษามาก่อน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจ ที่จะศึกษาถึงวิธีการให้ความเย็นในช่วงเวลาพักของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่น ระหว่างวิธีการให้ดื่มน้ำเย็น การให้ดื่มน้ำพร้อมเช็ดตัวด้วยน้ำเย็น และการให้ดื่มน้ำพร้อมพรมด้วยละอองน้ำเย็น ทั้งสามวิธี เพื่อช่วยในการฟื้นตัว และมีผลต่อเวลาปฏิบัติการตอบสนองของตากับมือ ซึ่งเป็นวิธีการที่นิยมใช้ในกีฬามวยสากลสมัครเล่นด้วยใช้ 60 นาที วิธีการรับประทานยาลดไข้ให้ผลลดไข้ได้ดีกว่าวิธีประคบด้วยผ้าเปียก วิธีอาบน้ำ และวิธีเช็ดตัว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ .05 ตามลำดับ ช่วงเวลาอื่นให้ผลไม่แตกต่างกัน

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. นวมขนาด 8 ออนซ์ (227 กรัม)
2. ผ้าขนหนู
3. น้ำเย็น สำหรับบ้วนปากและคืม ที่อุณหภูมิ 10 ± 1 องศาเซลเซียส
4. น้ำเย็นสำหรับเช็ดตัวและพรมเป็นละออง ที่อุณหภูมิ 16 ± 1 องศาเซลเซียส
5. แก้วน้ำสำหรับคืม
6. กระจกพรมน้ำชนิดเป็นละออง
7. ถังน้ำแช่น้ำแข็ง
8. ปรอทวัดอุณหภูมิ
9. เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate monitor)
10. นาฬิกาจับเวลา
11. เครื่องชั่งน้ำหนัก/วัดส่วนสูง
12. ชุดเครื่องมือวัดปฏิกิริยาตอบสนอง (SUKIVE I)
13. ไบบันทักการทดสอบ

วิธีการ

กลุ่มประชากร

กลุ่มประชากรที่ใช้ในงานวิจัยในครั้งนี้ เป็นนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นระดับเยาวชน ที่ขึ้นทะเบียนกับการกีฬาแห่งประเทศไทย สังกัด โรงเรียนกีฬากรุงเทพมหานคร มีประสบการณ์การเข้าร่วมการแข่งขันกีฬาเยาวชนแห่งชาติ 1-3 ปี อายุระหว่าง 14 – 18 ปี จำนวน 20 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยในครั้งนี้ ได้มาจากกลุ่มประชากร โดยผู้วิจัยทำการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (simple random sampling) ด้วยการจับสลาก จำนวน 15 คน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การทำวิจัยครั้งนี้มีขั้นตอนการเก็บข้อมูลดังต่อไปนี้

1. ศึกษาค้นคว้าจากเอกสาร ตำรา งานวิจัยในเรื่องที่เกี่ยวกับการทำวิจัยในครั้งนี้
2. ทำหนังสือขอยืมเครื่องมือวัดเวลาปฏิบัติกริยาตอบสนอง (SUKIVE I) จากกองวิจัยและพัฒนา กีฬา กองวิทยาศาสตร์การกีฬา การกีฬาแห่งประเทศไทย
3. ทำหนังสือขอความร่วมมือ ในการทำวิจัย จากคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ถึงผู้อำนวยการ โรงเรียนกีฬากรุงเทพมหานคร
4. จัดเตรียมสถานที่ อุปกรณ์ ใบบันทึกผล เพื่อใช้ในการบันทึกข้อมูล
5. ชี้แจงเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ในการทดลอง และทำความเข้าใจเกี่ยวกับขั้นตอนการปฏิบัติ รวมถึงให้นักกีฬาปฏิบัติอย่างเต็มความสามารถทุกคน

6. ทำการเก็บข้อมูลการทดลอง ดังนี้

6.1 บันทึก อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และความยาวของแขนซ้าย และแขนขวาของนักกีฬาทุกคน

6.2 แบ่งนักกีฬาออกเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 5 คน (ดังตาราง) ในแต่ละครั้งของการทดลอง และทำการทดลองโดยวิธีแบบ single blind crossover design ด้วยวิธีการใช้ความเย็นทั้ง 3 วิธี (รายละเอียดตามภาคผนวก จ)

วิธีการทดลอง ครั้งที่	คิมน้ำเย็น	คิมน้ำเย็นพร้อมเช็ดตัว ด้วยน้ำเย็น	คิมน้ำเย็นพร้อมพรม ด้วยละอองน้ำเย็น
1	1 2 3 4 5	6 7 8 9 10	11 12 13 14 15
2	11 12 13 14 15	1 2 3 4 5	6 7 8 9 10
3	6 7 8 9 10	11 12 13 14 15	1 2 3 4 5

6.2.1 การให้คิมน้ำเย็น คือ การให้นักกีฬานั่งพักบนม้านั่งที่ไม่มีพนักพิงที่ได้จัดไว้ และใช้น้ำเย็นที่จัดเตรียมไว้ จำนวน 100 มิลลิลิตร โดยแบ่งออกเป็น 2 แก้ว (50 มิลลิลิตรต่อแก้ว) สำหรับบ้วนปาก และคิม โดยให้นักกีฬาบ้วนปากด้วยน้ำเย็นที่จัดเตรียมไว้ (แก้วที่ 1) และคิมน้ำเย็นตาม (แก้วที่ 2) อุณหภูมิ 10 ± 1 องศาเซลเซียส ภายในเวลา 20 วินาที

6.2.2 การคิมน้ำเย็นพร้อมเช็ดตัวด้วยน้ำเย็น คือ การให้นักกีฬานั่งพักบนม้านั่งที่ไม่มีพนักพิงที่ได้จัดเตรียมไว้ และใช้น้ำเย็นที่จัดเตรียมไว้ จำนวน 100 มิลลิลิตร โดยแบ่งออกเป็น 2 แก้ว (50 มิลลิลิตรต่อแก้ว) สำหรับบ้วนปาก และคิม โดยให้นักกีฬาบ้วนปากด้วยน้ำเย็นที่จัดเตรียมไว้ (แก้วที่ 1) และคิมน้ำเย็นตาม (แก้วที่ 2) อุณหภูมิ 10 ± 1 องศาเซลเซียส ภายใน 20 วินาที พร้อมทำการเช็ดตัวด้วยผ้าเย็นที่จัดเตรียมไว้ โดยใช้ผ้าทำให้เย็นโดยการแช่น้ำแข็งให้อุณหภูมิเท่ากับ 16 ± 1 องศาเซลเซียส และเช็ดตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย จากปลายอวัยวะเข้าสู่หัวใจ เริ่มจากศีรษะ ลำคอ แขน หัวไหล่ และลำตัว ภายในเวลา 40 วินาที

6.2.3 การดื่มน้ำเย็นพร้อมพรมด้วยละอองน้ำเย็น คือ การให้นักกีฬานั่งพักบนม้านั่งที่ไม่มีพนักพิงที่ได้จัดเตรียมไว้ และใช้น้ำเย็นที่จัดเตรียมไว้ จำนวน 100 มิลลิลิตร โดยแบ่งออกเป็น 2 แก้ว (50 มิลลิลิตรต่อแก้ว) สำหรับบ้วนปาก และดื่มน้ำ โดยให้นักกีฬาบ้วนปากด้วยน้ำเย็นที่จัดเตรียมไว้ (แก้วที่ 1) และดื่มน้ำเย็นตาม (แก้วที่ 2) อุณหภูมิ 10 ± 1 องศาเซลเซียส ภายใน 20 วินาที พร้อมทำการพรมด้วยละอองน้ำเย็นที่จัดเตรียมไว้ โดยใช้น้ำประปาทำให้เย็นด้วยการแช่น้ำแข็งให้อุณหภูมิเท่ากับ 16 ± 1 องศาเซลเซียส และพรมตามส่วนต่างๆ ของร่างกาย จากปลายอวัยวะเข้าสู่หัวใจ เริ่มจากศีรษะ ลำคอ แขน หัวไหล่ และลำตัว แล้วใช้ผ้าแห้งเช็ดให้แห้ง ภายในเวลา 40 วินาที

6.3 ให้นักกีฬานั่งพัก อย่างน้อย 15 นาที โดยไม่ทำกิจกรรมใด ๆ คิดตั้งอุปกรณ์วัดอัตราการเต้นของหัวใจ หลังจากนั้นบันทึกอัตราการเต้นของหัวใจในระยะพัก เพื่อเก็บไว้เป็นข้อมูล

6.4 ป้อนข้อมูลนักกีฬา ได้แก่ ชื่อ อายุ เพศ น้ำหนัก ส่วนสูง และความยาวของแขนในโปรแกรมควบคุมเครื่องฝึกเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง (SUKIVE I) ดังวิธีการทดสอบภาคผนวก ง

6.5 ให้นักกีฬาอบอุ่นร่างกาย เพื่อเตรียมความพร้อมให้ร่างกาย เป็นเวลา 10 นาที และนั่งพักจนกว่าอัตราการเต้นของหัวใจมีค่าเท่ากับในระยะพักที่บันทึกได้ในครั้งแรก

6.6 เริ่มทำการทดสอบ โดยให้นักกีฬาฝึกซ้อมล่อเป้า เป็นเวลา 2 นาที โดยการกำหนดความหนักที่ 80-85% HRR (Heart Rate Reserve) โดยวิธีของ Karvonen (Heyward, 2002) ดังตารางผนวกที่ ข2-ข4 และจำนวนการออกหมัดทั้งหมด 110-120 ครั้ง โดยเฉลี่ยต้องออกหมัดประมาณ 9-10 ครั้ง ภายใน 10 วินาที

6.7 เมื่อครบ 2 นาที บันทึกอัตราการเต้นของหัวใจ และทดสอบเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับมือ ด้วยเครื่องฝึกและวัดเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง เพื่อเป็นข้อมูลก่อนการใช้ความเย็นในช่วงเวลาพักของแต่ละวิธีการ

6.8 นักกีฬาพัก 1 นาที ใช้ความเย็น ด้วยการให้ดื่มน้ำเย็น ในช่วงเวลาพัก

6.9 บันทึกอัตราการเต้นของหัวใจ และทดสอบเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับมือ ด้วยเครื่องฝึกและวัดเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง เพื่อเป็นข้อมูลหลังการใช้ความเย็น และนำไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

6.10 ทำการทดลองเหมือนข้อ 10-14 แต่เปลี่ยนวิธีการใช้ความเย็นในช่วงเวลาพัก จากการคัมน้ำเย็น เป็นการคัมน้ำเย็นพร้อมเช็ดตัวด้วยน้ำเย็น และการคัมน้ำเย็นพร้อมพรมด้วยละอองน้ำเย็น

6.11 นักกีฬาทุกคนจะต้องทำการทดลองทั้ง 3 วิธีการ แต่ละวิธีการห่างกัน 24 ชั่วโมง โดยมีลำดับการปฏิบัติ ดังนี้

1	2	3	4
<ul style="list-style-type: none"> - นักกีฬาเข้ารับการทดลอง บันทึกอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ความยาวของแขน - อบอุ่นร่างกาย 	<ul style="list-style-type: none"> - พักซ้อม 2 นาที - ครบ 2 นาที - บันทึกอัตราการเต้นของหัวใจ - ทดสอบเวลาปฏิกิริยา ตอบสนองของตากับมือของนักกีฬาด้วยเครื่องวัดปฏิกิริยาตอบสนอง (SUKIVE 1) <li style="text-align: center;">(ขณะทดลอง) 	การใช้ความเย็น <ul style="list-style-type: none"> - คัมน้ำเย็น - คัมน้ำเย็นพร้อมเช็ดตัวด้วยน้ำเย็น - คัมน้ำเย็นพร้อมพรมด้วยละอองน้ำเย็น - บันทึกอัตราการเต้นของหัวใจ <li style="text-align: center;">(ขณะพัก 1 นาที) 	<ul style="list-style-type: none"> - ทดสอบเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับมือของนักกีฬาด้วยเครื่องวัดปฏิกิริยาตอบสนอง (SUKIVE 1) - นำผลการทดลองไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

6.12 นำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ เพื่อนำมาสรุปผลการวิจัย และอภิปรายผล

การใช้สถิติเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป ดังนี้

1. คำนวณค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) ของอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ความยาวของแขนซ้ายและขวา เวลาปฏิกิริยาตอบสนอง และอัตราการเต้นของหัวใจก่อน และหลังการใช้ความเย็นในช่วงเวลาพัก

2. ทดสอบการแจกแจงแบบโค้งปกติของข้อมูล โดยใช้สถิติ The Kolmogorov-Smirnov One-Sample Test ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง ก่อนและหลังการใช้ความเย็นในแต่ละวิธี โดยการทดสอบค่าเฉลี่ยแบบ Match pair t-test และกำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. วิเคราะห์ค่าความแตกต่างของเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง หลังการใช้ความเย็นระหว่างวิธีการให้คัมน์น้ำเย็น การให้คัมน์น้ำเย็นพร้อมเช็ดตัวด้วยน้ำเย็น และการให้คัมน์น้ำเย็นพร้อมพรมด้วยละอองน้ำเย็นในช่วงเวลาพัก โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) กำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5. ถ้าพบว่าเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง หลังการใช้ความเย็นของแต่ละกลุ่มมีความแตกต่างกัน จะนำค่าเฉลี่ยมาทำการเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ ด้วยวิธีของ Tukey กำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. การใช้ความเย็นในช่วงพักของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่น หรือกีฬาที่มีเวลาพักสั้น ๆ สามารถเลือกใช้ความเย็นได้ทั้ง สามวิธีการ เนื่องจากสามารถลดเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง และอัตราการเต้นของหัวใจได้เหมือนกัน และวิธีการคัมน์น้ำเย็นพร้อมเช็ดตัวด้วยน้ำเย็น แนวโน้มสามารถลดเวลาปฏิกิริยาตอบสนองลงได้ดีกว่าวิธีอื่น ๆ

2. ใช้เป็นแหล่งข้อมูลการสนับสนุน และแนวทางในการศึกษาค้นคว้า วิจัย เพื่อประยุกต์การใช้ความเย็นในช่วงเวลาพัก ให้เหมาะสมกับชนิดกีฬาอื่น ๆ ที่มีระยะเวลาการพักสั้น ๆ

สถานที่และระยะเวลาการทำวิจัย

สถานที่

อาคารอิมเนเซียม โรงเรียนกีฬากรุงเทพมหานคร

ระยะเวลาในการทำวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เริ่มตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2548 - พฤษภาคม พ.ศ. 2549

ผลและวิจารณ์

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการทดลองในกลุ่มตัวอย่างนักกีฬานักมวยสากลสมัครเล่น ที่ขึ้นทะเบียนกับการกีฬาแห่งประเทศไทย สังกัดโรงเรียนกีฬากรุงเทพมหานคร และมีประสบการณ์เข้าร่วมการแข่งขันกีฬาเยาวชนแห่งชาติ 1-3 ปี อายุระหว่าง 14 – 18 ปี จำนวน 15 คน โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (sample random Sampling) โดยการจับสลาก และแบ่งนักกีฬาออกเป็น 3 กลุ่ม ทำการทดลองแบบ single blind crossover design เพื่อทำการทดสอบการใช้ความเย็นในช่วงเวลาพัก แต่ละวิธีการด้วยการดื่มน้ำเย็น การดื่มน้ำเย็นพร้อมเช็ดตัวด้วยน้ำเย็น และการดื่มน้ำเย็นพร้อมพรมด้วยละอองน้ำเย็น โดยนักกีฬาทุกคนจะทำการทดสอบทั้ง 3 วิธีการ ห่างกัน 24 ชั่วโมง ในเวลาเดียวกันทุกครั้ง จากนั้นพักผ่อนเป็นเวลา 2 นาที กำหนดความหนักที่ 80 – 85 % ของอัตราการเต้นของหัวใจสำรอง (Heart rate reserve: HRR) และจำนวนการออกหมัด 110 – 120 ครั้ง (9-10 ครั้งต่อ 10 วินาที) เมื่อครบ 2 นาที ให้พัก 1 นาที และใช้ความเย็นในแต่ละวิธีการในช่วงพัก ทำการบันทึกอัตราการเต้นของหัวใจ และเวลาปฏิกิริยาตอบสนองก่อน และหลังการใช้ความเย็นทั้ง 3 วิธีการ นำข้อมูลที่ได้มาทดสอบการแจกแจงแบบโค้งปกติของข้อมูล โดยใช้สถิติ The Kolmogorov-Smirnov One-Sample Test ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และพบว่าข้อมูลที่ได้มาจากกลุ่มตัวอย่างมีการแจกแจงเป็นโค้งปกติ (ตารางผนวกที่ ก2) และแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1. ค่าเฉลี่ยลักษณะทางกายภาพของกลุ่มตัวอย่าง (ตารางที่ 1)

ตอนที่ 2. การศึกษาการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาตอบสนองก่อน และหลังจากการใช้ความเย็นด้วยวิธีการ การดื่มน้ำเย็น การดื่มน้ำเย็นพร้อมเช็ดตัวด้วยน้ำเย็น และการดื่มน้ำเย็นพร้อมพรมด้วยละอองน้ำเย็น (ตารางที่ 2)

ตอนที่ 3. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาตอบสนองภายหลังการใช้ความเย็น ระหว่างวิธีการการดื่มน้ำเย็น การดื่มน้ำเย็นพร้อมเช็ดตัวด้วยน้ำเย็น และการดื่มน้ำเย็นพร้อมพรมด้วยละอองน้ำเย็น (ตารางที่ 3)

ตอนที่ 1 ค่าเฉลี่ยลักษณะทางกายภาพของกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยลักษณะทางกายภาพของกลุ่มตัวอย่าง (n = 15)

ลักษณะทางกายภาพ	$\bar{X} \pm S.D$
อายุ (ปี)	16.34 \pm 1.67
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	52.34 \pm 7.23
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	163.80 \pm 7.13
ความยาวของแขนซ้าย (เซนติเมตร)	62.07 \pm 1.98
ความยาวของแขนขวา (เซนติเมตร)	62.20 \pm 1.65

จากตารางที่ 1 พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีอายุโดยเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 16.34 \pm 1.67 ปี น้ำหนักเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 52.34 \pm 7.23 กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 163.80 \pm 7.13 เซนติเมตร ความยาวของแขนซ้ายเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 62.07 \pm 1.98 เซนติเมตร และความยาวของแขนขวาเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 62.20 \pm 1.65 เซนติเมตร ซึ่งจากลักษณะทางกายภาพที่ใกล้เคียงกัน แสดงให้เห็นว่า กลุ่มตัวอย่างมีความคล้ายคลึงกัน ทั้งด้านอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ความยาวของแขนซ้าย และความยาวของแขนขวา ซึ่งจะไม่มี ความได้เปรียบซึ่งกันและกัน

ตอนที่ 2. การศึกษาการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาตอบสนองก่อน และหลังจากการใช้ความเย็นด้วยวิธีการ การคัมน้ำเย็น การคัมน้ำเย็นพร้อมเช็ดตัวด้วยน้ำเย็น และการคัมน้ำเย็นพร้อมพรมด้วยละอองน้ำเย็น

ตารางที่ 2 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง ก่อน และหลังการใช้ความเย็น ในช่วงเวลาพัก ด้วยวิธีการที่ 1 การคัมน้ำเย็น วิธีการที่ 2 การคัมน้ำเย็นพร้อมเช็ดตัวด้วยน้ำเย็น และวิธีการที่ 3 การคัมน้ำเย็นพร้อมพรมด้วยละอองน้ำเย็น

วิธีการ	เวลาปฏิกิริยาตอบสนอง (มิลลิวินาที)			
	ก่อนการใช้ความเย็น	หลังการใช้ความเย็น	t	p
	$\bar{X} \pm S.D$	$\bar{X} \pm S.D$		
วิธีการที่ 1	1133.67 \pm 88.51	832.93 \pm 115.59*	10.54	.000
วิธีการที่ 2	1256.33 \pm 88.73	816.87 \pm 88.07*	17.93	.000
วิธีการที่ 3	1130.27 \pm 65.38	811.33 \pm 89.31*	11.10	.000

$p < 0.05$ ($t_{14} = 2.145$)

*แตกต่างกับก่อนการใช้ความเย็นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

จากตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองก่อน และหลังการใช้ความเย็นในช่วงเวลาพัก ทั้ง 3 วิธี ซึ่งจากข้อมูลอธิบายผลการทดลองได้ดังนี้ ก่อนการใช้ความเย็นในช่วงเวลาพัก พบว่า วิธีที่ 1 การคัมน้ำเย็น วิธีการที่ 2 การคัมน้ำเย็นพร้อมเช็ดตัวด้วยน้ำเย็น และวิธีการที่ 3 การคัมน้ำเย็นพร้อมพรมด้วยละอองน้ำเย็น มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองเท่ากับ 1133.67 \pm 88.51, 1256.33 \pm 88.73, 1130.27 \pm 65.38 มิลลิวินาที ตามลำดับ และภายหลังการใช้ความเย็นในช่วงเวลาพัก พบว่า วิธีที่ 1 การคัมน้ำเย็น วิธีการที่ 2 การคัมน้ำเย็นพร้อมเช็ดตัวด้วยน้ำเย็น และวิธีการที่ 3 การคัมน้ำเย็นพร้อมพรมด้วยละอองน้ำเย็นมีค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง เท่ากับ 832.93 \pm 115.59, 816.87 \pm 88.07, 811.33 \pm 89.31 มิลลิวินาที ตามลำดับ

ผลจากการเปรียบเทียบความแตกต่างเวลาปฏิกิริยาตอบสนองก่อน และหลังจากการใช้ความเย็นของวิธีการค้ำน้ำเย็น การค้ำน้ำเย็นพร้อมเช็ดตัวด้วยน้ำเย็น และการค้ำน้ำเย็นพร้อมพรมด้วยละอองน้ำเย็นพบว่า เวลาปฏิกิริยาตอบสนองลดลงทั้ง 3 วิธี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ตารางที่ 2) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ แสดงให้เห็นว่าความเย็นมีผลทำให้เวลาปฏิกิริยาตอบสนองเร็วขึ้น ทั้งนี้ เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้ ทำการทดสอบเวลาปฏิกิริยาตอบสนองทันที หลังจากการฝึกซ้อมล่อเป้า เป็นเวลา 2 นาที ซึ่งร่างกายต้องทำงานหนักและติดต่อกัน ทำให้เกิดความเหนื่อยล้าและความสามารถในการทำงานของกล้ามเนื้อลดลง ซึ่งสังเกตได้จากอาการดังนี้ คือ ความสามารถในการทำงานลดลง มีเหงื่อออกมาก หายใจแรงและเร็ว อุณหภูมิของร่างกายสูงขึ้น อัตราการเต้นของหัวใจและชีพจรแรงและเร็วขึ้น และปัจจัยที่สำคัญที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง คือ ความล้า และอุณหภูมิของร่างกายที่สูงขึ้น เพราะเมื่อกกล้ามเนื้อได้รับการกระตุ้น หรือทำงานเป็นเวลานาน จะเกิดการสะสมของกรดแลคติก และของเสียอื่น ๆ ขาดวัตถุดิบในการสร้างพลังงาน (ATP) ร่างกายเป็นหนี้ออกซิเจน รวมทั้งความร้อนที่เกิดขึ้นจากระบวนการเมตาบอลิซึม และไม่สามารถระบายออกสู่ภายนอกได้ทัน เกิดความร้อนสะสมในกล้ามเนื้อ ทำให้ระบบไหลเวียนขาดประสิทธิภาพในการทำงาน ส่งผลให้อัตราการเต้นของหัวใจสูงขึ้น กล้ามเนื้อเกิดการเมื่อยล้า และร่างกายมีอุณหภูมิสูงขึ้น จึงทำให้เวลาปฏิกิริยาตอบสนองยาวนาน (ประทุม, 2527; ไล้ออน, 2544)

จากหลักทางสรีรวิทยานั้น เมื่อร่างกายมีการออกแรง หรือออกกำลังกาย (ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ใช้การล่อเป้า) จะมีความร้อนเกิดขึ้นในร่างกาย ทั้งนี้เนื่องมาจากการทำงานของกล้ามเนื้อลายเป็นหลัก ร่างกายจึงจำเป็นต้องมีกลไกเพื่อที่จะระบายความร้อนที่เกิดขึ้น เพื่อรักษาอุณหภูมิแกนในให้คงที่ จึงส่งผ่านความร้อนไปที่ผิวหนังเพื่อระบายความร้อน เพราะผิวหนังเป็นบริเวณที่มีประสิทธิภาพมากในการระบายความร้อนสู่สิ่งแวดล้อม และเมื่อหยุดการออกกำลังกายแล้ว ร่างกายยังคงต้องทำหน้าที่ในการระบายความร้อนต่อไปจนกว่าอุณหภูมิจะลดลง และเข้าสู่ภาวะปกติ ดังนั้น เมื่อร่างกายมีอุณหภูมิสูงขึ้น ร่างกายจึงมีการปรับตัว เพื่อควบคุมอุณหภูมิให้มีค่าค่อนข้างคงที่อยู่เสมอ (กุลวิณ, 2544) ทั้งนี้เพราะกระบวนการทางสรีรวิทยาในร่างกายล้วนเกิดจากปฏิกิริยาทางเคมี หรือแม้แต่ความเร็วในการส่งกระแสประสาท (nerve conduction velocity) จำเป็นต้องอาศัยอุณหภูมิที่เหมาะสมเพื่อให้เอนไซม์ต่าง ๆ และสารสื่อประสาท (neurotransmitter) ทำงานได้ดีที่สุด (Franssen and Wieneke, 1994) ร่างกายจึงต้องมีการระบายความร้อน เพื่อควบคุมอุณหภูมิของร่างกายให้คงที่ ผิวหนังมีหน้าที่ช่วยควบคุมอุณหภูมิแกนในที่มีค่าคงที่ โดยการปรับเปลี่ยนปริมาณเลือดที่ไหลมายังบริเวณผิวหนังมากขึ้น ซึ่งความร้อนที่ถูกสร้างขึ้นขณะออกกำลังกาย จะถูกถ่ายเทจากอวัยวะ และเนื้อเยื่อภายใน รวมทั้งจากกล้ามเนื้อมาสู่ผิวหนังเพื่อถ่ายเทสู่อากาศ และสิ่งแวดล้อมต่อไป ซึ่ง

สามารถถ่ายเทความร้อนทางผิวหนังได้มากถึงร้อยละ 97 และระบายออกไปในรูปของการแผ่รังสี การพาความร้อน การนำความร้อน และการระเหย ดังนั้นการเร่งให้ร่างกายสามารถระบายความร้อน หรือลดอุณหภูมิของร่างกายได้เร็วขึ้น จะช่วยให้ร่างกายกลับสู่สภาวะปกติได้เร็วขึ้นด้วย และสอดคล้องกับ Karpovich (1963) ที่กล่าวว่า ในการระบายความร้อนไม่มีวิธีใดที่จะเหมาะสมเท่ากับการใช้ความเย็นเข้าช่วย เพราะความร้อนเป็นพลังงานรูปหนึ่งคล้ายกับพลังงานไฟฟ้าซึ่งเป็นของไหล เมื่อเกิดความต่างศักย์ก็จะเกิดการไหลของกระแสไฟฟ้าจากสูงไปต่ำ ความร้อนก็เช่นกัน จะไหลถ่ายจากที่มีระดับความร้อนสูง (อุณหภูมิสูง) ไปสู่ที่มีระดับความร้อนต่ำ (อุณหภูมิต่ำ) ดังนั้นการทำให้บริเวณผิวหนังมีอุณหภูมิต่ำ จะทำให้ความร้อนภายในร่างกายถูกนำมาที่ผิวหนัง โดยระบบไหลเวียนเลือด และระบายความร้อนออกมาในรูปของเหงื่อ และการแผ่รังสี และจากการศึกษาของไพรัช (2527) ที่พบว่าการให้ความเย็นที่ผิวหนังจะดีกว่าการให้ความเย็นในส่วนอื่น ๆ เนื่องจากร่างกายมีพื้นที่ในการระบายความร้อนทางผิวหนังมีมาก ทำให้ปริมาณความร้อนถูกระบายออกมาได้ในระยะเวลาอันสั้น (ยุพิน, 2525) ซึ่งถ้าเปรียบเทียบกับการดื่มน้ำเย็นแล้ว น้ำเย็นจะช่วยลดอุณหภูมิภายในร่างกายได้บ้างเช่นกัน แต่พื้นที่ที่จะช่วยลดอุณหภูมินั้นมีน้อย เพราะเมื่อน้ำเย็นถูกดื่มเข้าไป จะไหลสู่กระเพาะอาหาร ลำไส้เล็ก ลำไส้ใหญ่ แล้วถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือด เพื่อใช้ระบายความร้อนต่อไป ซึ่งต้องใช้เวลาานกว่า ดังที่ Bass and Moroff (1965) กล่าวว่าวิธีการให้ความเย็นเข้าสู่ส่วนลึกภายในร่างกาย โดยให้หนักกีฬาดื่มน้ำเย็นขณะออกกำลังกาย สามารถทำให้อัตราการเต้นของหัวใจ และอุณหภูมิของร่างกายลดลงอย่างมาก และมีการศึกษาอีกมากที่พบว่า การดื่มน้ำเย็น การชโลมตัวด้วยน้ำเย็น การอาบน้ำเย็นจากฝักบัว และการเป่าลม ซึ่งล้วนแต่เป็นวิธีการใช้ความเย็นเข้าช่วยเพื่อให้ร่างกายฟื้นตัวเข้าสู่สภาวะปกติได้เร็วยิ่งขึ้น (Saltin and Costill, 1988; สาริจน์, 2524; ไพรัช, 2526; มานพ, 2539)

เมื่อเราออกกำลังกาย กล้ามเนื้อมีการทำงานเกิดขึ้น ประทุม (2527) กล่าวว่าไว้ว่า การออกกำลังกายทำให้เมตาบอลิซึมสูงขึ้น มีความร้อนสะสมในร่างกายมากขึ้น และมีการสะสมกรดแลคติกมากขึ้น เมื่อร่างกายระบายความร้อนออกไม่ทัน จะทำให้เกิดความเมื่อยล้าขึ้นกับกล้ามเนื้อ และส่งผลต่อความสามารถในการทำงานของกล้ามเนื้อลดลง และมีผลให้เวลาในการตอบสนองลดลงด้วย และเมื่อร่างกายหยุดออกกำลังกาย และได้รับความเย็น ความเย็นจะช่วยเร่งให้อุณหภูมิของร่างกายจะลดลงเข้าสู่สภาวะปกติเร็วขึ้น เร่งขบวนการเคลื่อนย้ายกรดแลคติก ลดขบวนการเมตาบอลิซึม และความร้อนที่สะสมในร่างกายน้อยลง เป็นเหตุให้ความเมื่อยล้าที่เกิดขึ้นกับกล้ามเนื้อน้อยลง เมื่อความเมื่อยล้าลดลง ความสามารถในการทำงานของกล้ามเนื้อจะเพิ่มขึ้น ทำให้เวลาในการตอบสนองดีขึ้น

นอกจากนี้ จากการทดลองยังพบว่าอัตราการเต้นของหัวใจลดลงภายหลังการให้ความเย็น ทั้งสามวิธีการ (ตารางผนวกที่ ก1) แสดงให้เห็นว่าวิธีการทั้งสามสามารถลดอุณหภูมิของร่างกายลง และมีผลทำให้อัตราการเต้นของหัวใจลดลง สอดคล้องกับ วิวัธน์ (2526) ได้กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของร่างกาย กับอัตราการเต้นของหัวใจว่าอุณหภูมิของร่างกายนั้นมีผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจ เพราะเมื่อร่างกายมีอุณหภูมิสูงขึ้น จะทำให้หัวใจเต้นเร็วขึ้น และในทางตรงกันข้าม เมื่อร่างกายมีอุณหภูมิต่ำลง ก็จะทำให้หัวใจเต้นช้าลง ทั้งนี้ ชูศักดิ์ และกันยา (2536) ได้ให้เหตุผลไว้ว่า เนื่องจากอุณหภูมิมิผลโดยตรงต่อซิโน-เอเทรียล โหนด ซึ่งมีตำแหน่งอยู่ภายในหัวใจ และเป็นจุดเริ่มต้นที่ทำให้เกิดมีการเปลี่ยนแปลงทางไฟฟ้าขึ้น ทำให้หัวใจมีคุณสมบัติพิเศษที่สามารถทำงานได้เอง และสอดคล้องกับคำกล่าวของ อนันต์ (2523) ที่ว่า ถ้าซิโน-เอเทรียลได้รับความร้อน หัวใจก็จะเต้นเร็ว แต่ถ้าซิโน-เอเทรียลได้รับความเย็นหัวใจก็จะเต้นช้าลง ดังนั้นเมื่อร่างกายมีการออกกำลังกาย แล้วทำให้มีความร้อนเกิดขึ้น และส่งผลให้ร่างกายมีอุณหภูมิสูงขึ้น ร่างกายจะมีวิธีการในการระบายความร้อน โดยหัวใจจะเต้นเร็วขึ้นเพื่อให้ระบบการไหลเวียนเลือดเร็วขึ้น ทั้งนี้เพื่อลำเลียงเลือดไปที่ผิวหนังมากขึ้น ซึ่งจะสามารถระบายความร้อนผ่านทางผิวหนังได้รวดเร็วยิ่งขึ้น แล้วหัวใจจะเต้นช้าลง ดังที่ Falls and Weibers (1965) ได้ศึกษาถึงผลของสภาวะก่อนออกกำลังกายที่มีผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจ และการจับออกซิเจน ระหว่างการออกกำลังกายในระหว่างการฟื้นตัว พบว่า อัตราการเต้นของหัวใจ และการจับออกซิเจนในระหว่างการออกกำลังกาย และระยะเวลาในการฟื้นตัวของกลุ่มที่อาบน้ำเย็นจากฝักบัวก่อนทำการทดลองจะต่ำกว่าสภาวะอื่น ๆ ซึ่งสอดคล้องกับ Cooney (1972) ได้ศึกษาผลของความเย็นที่มีต่อการเต้นของหัวใจในขณะที่ออกกำลังกาย ระยะพัก ระยะเวลาฟื้นตัว พบว่าการเต้นของหัวใจในระยะต่าง ๆ มีผลไม่แน่นอน การใช้ความเย็นติดต่อกันระหว่างออกกำลังกายทำให้อัตราการเต้นของหัวใจลดลงอย่างเห็นได้ชัด การใช้ความเย็นในระยะฟื้นตัวมีผลต่อการเต้นของหัวใจโดยจะลดลงในระยะแรก ๆ แต่ในระยะหลังยังไม่แน่นอน

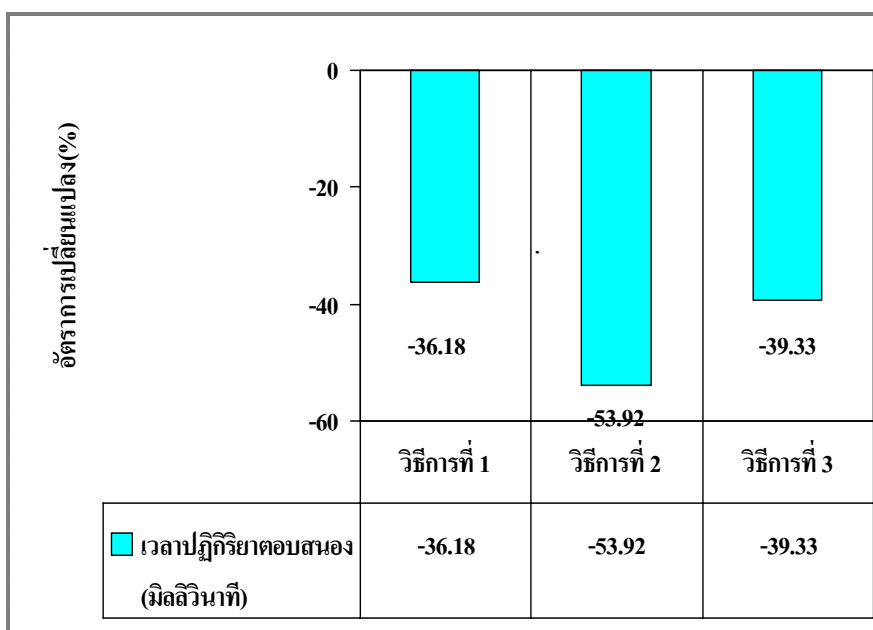
จะเห็นได้ว่า วิธีการทั้งสามเป็นวิธีการใช้ความเย็น ซึ่งสามารถช่วยให้การระบายความร้อนของร่างกายได้ดีขึ้น อุณหภูมิของร่างกายลดลงเร็วขึ้น ทำให้ร่างกายกลับสู่สภาวะปกติได้เร็วขึ้น ความเย็นส่งผลให้หลอดเลือดหดตัว การไหลเวียนที่เร็วขึ้นจากการออกกำลังกาย จึงลดลง ส่งผลให้อัตราการเต้นของหัวใจลดลง และเวลาปฏิกิริยาตอบสนองดีขึ้นด้วย

ตอนที่ 3. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเวลาปฏิบัติการตอบสนองภายหลังการใช้ความเย็น ระหว่างวิธีการที่ 1 การคัมน้ำเย็น วิธีการที่ 2 การคัมน้ำเย็นพร้อมเช็ดตัวด้วยน้ำเย็น และวิธีการที่ 3 การคัมน้ำเย็นพร้อมพรมด้วยละอองน้ำเย็น

ตารางที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเวลาปฏิบัติการตอบสนอง ภายหลังการใช้ความเย็นในช่วงเวลาพัก ระหว่างวิธีการคัมน้ำเย็น การคัมน้ำเย็นพร้อมเช็ดตัวด้วยน้ำเย็น และการคัมน้ำเย็นพร้อมพรมด้วยละอองน้ำเย็น โดยใช้สถิติ ANCOVA

แหล่งของความแปรปรวน	เวลาปฏิบัติการตอบสนอง (มิลลิวินาที)				
	df	SS	MS	f	p
ระหว่างสมาชิก	2	.004	.02	.195	.824
ภายในกลุ่ม	42	.407	.010		
รวม	44	.411			

จากตารางที่ 3 พบว่าเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเวลาปฏิบัติการตอบสนอง ภายหลังการใช้ความเย็นในช่วงเวลาพักระหว่างวิธีการทั้ง 3 วิธี โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม พบว่าเวลาปฏิบัติการตอบสนอง ภายหลังการใช้ความเย็นระหว่างวิธีการทั้ง 3 วิธีในช่วงเวลาพัก แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ



ภาพที่ 6 แสดงอัตราร้อยละของการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง ภายหลังการใช้ความเย็นในช่วงเวลาพัก ระหว่างวิธีการทั้ง 3 วิธี

จากภาพที่ 6 พบว่า ค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง ภายหลังการใช้ความเย็นในช่วงเวลาพักด้วยวิธีที่ 1 การดื่มน้ำเย็น มีค่าลดลงร้อยละ 36.18 วิธีที่ 2 การดื่มน้ำเย็นพร้อมเช็ดตัวด้วยน้ำเย็น มีค่าลดลงร้อยละ 53.92 และวิธีที่ 3 การดื่มน้ำเย็นพร้อมพรมด้วยละอองน้ำเย็น มีค่าลดลงร้อยละ 39.33 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า วิธีการที่ 2 การดื่มน้ำเย็นพร้อมเช็ดตัวด้วยน้ำเย็น มีแนวโน้มในการลดลงของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองดีกว่าวิธีที่ 1 และวิธีที่ 3 ซึ่งเมื่อพิจารณาถึงรูปแบบของการใช้ความเย็น จะเห็นว่าทุกวิธีการจะใช้ความเย็นเป็นหลัก โดยการให้ความเย็นเข้าสู่ส่วนลึกภายในร่างกาย (การดื่มน้ำเย็น) แต่ที่แตกต่างกัน คือ ระหว่างการเช็ดตัว และพรมด้วยละอองน้ำเย็น ในการที่วิธีการที่ 2 การดื่มน้ำเย็นพร้อมเช็ดตัวด้วยน้ำเย็น มีแนวโน้มการลดลงของเวลาปฏิกิริยาดีกว่าวิธีที่ 1 และวิธีที่ 3 น่าจะมาจากเหตุผลที่ว่า การเช็ดตัวอาศัยกระบวนการนำความร้อนจากร่างการสู่ผิวหนัง ซึ่งมีความรุนแรงน้อยกว่าอุณหภูมิร่างกาย มีการระบายของน้ำตามบริเวณผิวหนัง และกระบวนการพาความร้อนออกจากร่างกายที่ไม่ได้รับการปกปิดขณะที่เช็ดตัวให้ นอกจากนี้ขณะเช็ดตัวจะช่วยให้เส้นเลือดบริเวณผิวหนังขยายตัว ทำให้เลือดไหลเวียนสู่ผิวหนังได้ดีขึ้น ความร้อนจากภายในส่วนลึกของร่างกายจะออกมาสู่บริเวณผิวหนังมากขึ้น ทำให้เกิดการระบายความร้อนออกจากร่างกายได้มากขึ้น โดยอาศัยกระบวนการนำ และการแผ่รังสี (จริยา, 2524) มีผลให้อุณหภูมิของร่างกายลดลง

และกลับคืนสู่สภาวะปกติเร็วกว่า ทำให้สามารถลดเวลาปฏิกิริยาตอบสนองลงได้ดีกว่า นอกจากนี้ หากเปรียบเทียบอัตราร้อยละของการเปลี่ยนแปลงเวลาปฏิกิริยาตอบสนองระหว่างวิธีที่ 1 กับวิธีที่ 3 พบว่า อัตราร้อยละของการเปลี่ยนแปลงเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของวิธีที่ 3 ดีกว่าวิธีที่ 1 เนื่องจากวิธีที่ 1 การให้ดื่มน้ำเย็น เป็นการให้ความเย็นในส่วนลึกของร่างกายเพียงอย่างเดียว ไม่เพียงพอกับการระบายความร้อนของร่างกายภายในเวลาจำกัดเพียง 1 นาทีเท่านั้น แต่ในวิธีการที่ 3 เป็นการให้ความเย็นในส่วนลึกของร่างกาย และยังให้ความเย็นทางผิวหนัง ทำให้อุณหภูมิผิวหนังเย็นลงด้วย ทำให้ความร้อนภายในร่างกายออกมาสู่ผิวหนังได้ดี และเร็วขึ้น และอุณหภูมิร่างกายลดลงเร็วกว่า จึงทำให้อัตราร้อยละของการเปลี่ยนแปลงเวลาปฏิกิริยาตอบสนองดีกว่า

ทั้งนี้ จากการเปรียบเทียบเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง ภายหลังจากการให้ความเย็นในช่วงเวลาพัก ระหว่างวิธี 3 วิธี พบว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่มีแนวโน้มว่าวิธีการที่ 2 การให้ดื่มน้ำเย็นพร้อมเช็ดตัวด้วยน้ำเย็น สามารถลดเวลาปฏิกิริยาตอบสนองลงได้ดีกว่าวิธีที่ 1 และวิธีที่ 3

สรุป

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการทดลองในกลุ่มตัวอย่างนักกีฬา นักมวยสากลสมัครเล่นที่ขึ้นทะเบียนกับการกีฬาแห่งประเทศไทย สังกัด โรงเรียนกีฬากรุงเทพมหานคร และมีประสบการณ์เข้าร่วมการแข่งขันกีฬาเยาวชนแห่งชาติ 1-3 ปี อายุระหว่าง 14 – 18 ปี จำนวน 15 คน โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (sample random Sampling) โดยการจับสลาก และแบ่งนักกีฬาออกเป็น 3 กลุ่ม ทำการทดลองแบบ single blind crossover design โดยศึกษาผลของการใช้ความเย็นในช่วงเวลาพัก แต่ละวิธีการด้วยการดื่มน้ำเย็น การดื่มน้ำเย็นพร้อมเช็ดตัวด้วยน้ำเย็น และการดื่มน้ำเย็นพร้อมพรมด้วยละอองน้ำเย็น โดยนักกีฬาทุกคนจะทำการทดสอบทั้ง 3 วิธีการ ห่างกัน 24 ชั่วโมง ในเวลาเดียวกันทุกครั้ง ทำการบันทึกอัตราการเต้นของหัวใจ และเวลาปฏิกิริยาตอบสนองก่อน และหลังการใช้ความเย็นในช่วงพัก ทั้ง 3 วิธีการ ภายหลังการฝึกซ้อมเป็น เวลา 2 นาที กำหนดความหนักที่ 80 – 85 % ของอัตราการเต้นของหัวใจสำรอง และจำนวนการออกหมัด 110 – 120 ครั้ง (9-10 ครั้งต่อ 10 วินาที) ซึ่งผลการวิจัยสรุปได้ ดังนี้

ภายหลังการใช้ความเย็นในช่วงเวลาพัก ด้วยการดื่มน้ำเย็น การดื่มน้ำเย็นพร้อมเช็ดตัวด้วยน้ำเย็น และการดื่มน้ำเย็นพร้อมพรมด้วยละอองน้ำเย็นแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่าภายหลังการดื่มน้ำเย็น การดื่มน้ำเย็นพร้อมเช็ดตัวด้วยน้ำเย็น และการดื่มน้ำเย็นพร้อมพรมด้วยละอองน้ำเย็นในช่วงเวลาพัก มีค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองลดลงกว่าก่อนการให้ดื่มน้ำเย็นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการวิจัยครั้งนี้ พบว่าการใช้ความเย็นทั้งสามวิธีการสามารถที่จะลดเวลาปฏิกิริยาตอบสนองได้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่า การดื่มน้ำเย็นพร้อมเช็ดตัวด้วยน้ำเย็น สามารถลดเวลาปฏิกิริยาตอบสนองลงได้ดีกว่าการดื่มน้ำเย็นพร้อมพรมด้วยละอองน้ำเย็น และการดื่มน้ำเย็นตามลำดับ ผลการวิจัยครั้งนี้จึงเป็นประโยชน์ในการเลือกวิธีการที่สามารถช่วยลดเวลาปฏิกิริยาตอบสนองได้ เพื่อแนะนำให้แก่พี่เลี้ยง หรือครูฝึกนักมวยในการเลือกใช้การ ใช้ความเย็นเพื่อลดเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของนักมวยระหว่างแข่ง หรือระหว่างฝึกได้

ข้อเสนอแนะ

1. เนื่องจากการวิจัยในครั้งนี้ เลือกใช้ความชื้นของน้ำดื่มที่อุณหภูมิ 10 ± 1 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิน้ำที่แช่คั่ว และพรมเป็นละอองที่ 16 ± 1 องศาเซลเซียสเท่านั้น จึงควรมีการศึกษาด้วยการใช้อุณหภูมิความชื้นที่ต่าง ๆ กันว่าจะส่งผลต่อเวลาปฏิกิริยาแตกต่างกันอย่างไร
2. ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างวิธีการการใช้ความชื้น กับการใช้กระบวนการทางจิตวิทยาการกีฬาว่าจะส่งผลต่อเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของนักมวยสากลสมัครเล่นอย่างไร
3. ควรมีการศึกษาในนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นระดับต่าง ๆ เช่น ระดับเยาวชนทีมชาติ หรือนักกีฬาทีมชาติ
4. ควรมีการวัดอุณหภูมิแกน และอุณหภูมิผิวของร่างกายในช่วงเวลาพัก ก่อนและหลังการใช้ความชื้นด้วยวิธีต่าง ๆ ด้วย
5. เสื้อผ้า และเครื่องแต่งกายของนักกีฬา ควรแต่งกายให้เหมาะสมกับกีฬานั้น ๆ

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กุลวีณ์ สุจริต. 2544. การควบคุมอุณหภูมิของร่างกาย, น. 343 – 359. ใน เลียงชัย ลี้มล่อมวงษ์ และ กัลยพงษ์ จตุรพานิชย์, บรรณาธิการ. สรีรวิทยา. บริษัท เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่น จำกัด, กรุงเทพฯ.

จรวยพร ธรณินทร์. 2521. คู่มือปฏิบัติการทางสรีรวิทยาของการออกกำลังกาย. ไทยวัฒนาพานิช จำกัด, กรุงเทพฯ.

จริยา นามวงศ์. 2524. ผลของการเช็ดตัว การอาบน้ำ การประคบด้วยผ้าเปียก และการรับประทาน ยาลดไข้ ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิร่างกายในเด็กมีไข้. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยมหิดล.

เจริญ กระบวนรัตน์. 2538. เทคนิคการฝึกความเร็ว. แกรนด์มาร์เก็ตติ้ง, กรุงเทพฯ.

ชนันท์ ไตรคมขำ. 2534. เวลาปฏิภิกิริยาของนักเรียนโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกันยา ปาละวิวัธน์. 2536. สรีรวิทยาการออกกำลังกาย. พิมพ์ครั้งที่ 4. ชรรคมลการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

เดชา ทิพย์เดโช. 2535. ผลของการลดน้ำหนักของนักมวยที่มีต่อเวลาปฏิภิกิริยา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

ไถ่อ่อน ชินธเนศ. 2544. ความล้าทางกายและจิต การเสียสมดุลอุณหภูมิ. สหาคมนวิทยาศาสตร์ การกีฬาแห่งประเทศไทย และกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ.

ทวีศักดิ์ ศูนย์กลาง. 2533. การวัดเวลาปฏิภิกิริยา. วารสารสุขศึกษา พลศึกษาและสันทนาการ 16 (6):

- นอง เลียงหล่อ. 2528. ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพทางกาย ความถี่ของการชกและคะแนนจากการแข่งขันของนักมวยสากลสมัครเล่น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- น้อม สังข์ทอง. 2541. มวยสากล 1. เอกสารคำสอน. ภาควิชาพลศึกษาและสุขศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- ประทุม ม่วงมี. 2527. รากฐานทางสรีรวิทยาของการออกกำลังกายและการพลศึกษา. บุรพาสาน์, กรุงเทพฯ.
- พิชิต ภูติจันทร์. 2535. สรีรวิทยาการออกกำลังกาย. พิมพ์ครั้งที่ 2. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.
- พินิจ กุลละวณิชย์. 2536. โภชนาการกับการออกกำลังกาย และการประเมินสุขภาพทางการแพทย์กับการออกกำลังกาย. คณะสหเวชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ไพรัช เลิศเกียรติศักดิ์. 2527. เปรียบเทียบการฟื้นตัวภายหลังการออกกำลังกายระหว่างวิธีดื่มน้ำเย็น การชโลมตัวด้วยน้ำเย็น และการนั่งพักในห้องอุณหภูมิต่ำ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มานพ โลहितโยธิน. 2539. ผลของความเย็นที่มีต่อระยะเวลาในการฟื้นตัวภายหลังการออกกำลังกาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ยุพิน ดีสมศักดิ์. 2525. ผลของการเช็ดตัว เช็ดตัวร่วมกับการประคบด้วยผ้าเปียก การประคบด้วยผ้าเปียก และการอาบน้ำ ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิร่างกายเด็กมิใช่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ราตรี สีนธนูวา และคณะ, 2535. ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาปฏิบัติการตอบสนองของมือและเท้า ความเร็ว และความอดทนของกล้ามเนื้ออกกับผลการแข่งขันของนักมวยสากลในการแข่งขันกีฬาแห่งชาติ ครั้งที่ 24 ประจำปี 2534. ไทยมิตรการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

- วิวัฒน์ ภิรมย์รัตน์. 2526. อิทธิพลของอุณหภูมิน้ำดื่มหลังการออกกำลังกายที่มีต่อระยะเวลาในการฟื้นตัวของชีพจร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- วิโรจน์ โคตรธนู. 2531. การศึกษาเกี่ยวกับเวลาปฏิกิริยา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- สาโรจน์ สิงห์ชม. 2524. การเปรียบเทียบระยะฟื้นตัวหลังการออกกำลังกายโดยวิธีเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น การเป่าด้วยลม และการออกกำลังกายขนาดเบา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- สมคิด ไชยศรี. 2537. ผลของการฝึกกล้ามเนื้อที่มีผลต่อความเร็วของการชกในกีฬามวยสากล. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- สมชาย ไกรสังข์. 2532. เวลาปฏิกิริยาของนักกีฬาประเภทต่าง ๆ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- สมชาย ศรีน้ำพันธ์. 2538. การสร้างเครื่องมือทดสอบเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของการชกหมัดแย็บและหมัดตรงหลังในมวยสากล. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สินชัย รัศมีเฟื่อง. 2527. การศึกษาเวลาตอบสนองและความเร็วของการชกแบบต่าง ๆ ในกีฬามวยสากล. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- สุพิตร สมหาหิโต. 2545. จิตวิทยาการกีฬากับความวิตกกังวล. เอกสารประกอบการสอนวิชาจิตวิทยาการกีฬา. ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- แสวง ศิริไพล์. 2520. มวยสากล. เอกสารประกอบการเรียน. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตพลศึกษา. กรุงเทพฯ.

- อนันต์ อัฐชู. 2523. หลักการเคลื่อนไหว. วารสารสุขศึกษา พลศึกษาและสันทนาการ 6 (3): 23-24
- _____. 2527. สรีรวิทยาการออกกำลังกาย. พิมพ์ครั้งที่ 2. ไทยวัฒนาพานิช, กรุงเทพฯ.
- อมรา มลิสสา, พิพัฒน์ เจิดรังสี และ ทวีศักดิ์ บูรณวุฒิ. 2526. สรีรวิทยาเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 5. โรงพิมพ์อักษรเจริญทัศน์, กรุงเทพฯ.
- อัจฉรา สุขารมณ. 2524. จิตวิทยาในชีวิตประจำวัน. เอกสารประกอบการสอน. สถาบันวิจัยพฤติกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. กรุงเทพฯ.
- อิทธิพล ชมกฤษ. 2536. ผลของการฝึกสมาธิที่มีต่อเวลาปฏิบัติและความเร็วเริ่มต้นในการว่ายน้ำของนักว่ายน้ำเยาวชนหญิง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เอมอร ทาน้ำตื้น. 2541. การศึกษาเวลาปฏิบัติตอบสนองของนักกีฬาทีมประเภทคู่ และประเภทเดี่ยวที่มีต่อความเห็นคุณค่าในตนเองต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Bass, P.E. and Moroff, S.V. 1965. Effect of overhydration on man's physiological responses to work in the heat. **Journal Applied Physiology**. (20): 267-270.
- Cooney, L.D. 1972. The Effect of Cold Applications on Heart Rate during Rest, Exercise, and Recovery. **Dissertation Abstracts International**. 33 (Sep 1972): 1006-A.
- De Vries, H.A. 1980. Evaluation of stretching procedures for improvement of flexibility. **Research Quarterly**. 33 (2): 222-229
- Drowatzky, J.N. 1975. **Motor Learning Principle and Practices**. Burgers, Minnesota.
- Falls, H.B. and L.D. Humphrey. 1971. Cold Water Application Effect on Response to Heat Stress during Exercise. **The Research Quarterly**. 42 (1): 21-29.

_____ and Weibers, J.E. 1965. The effect of preexercise conditions on heart rate and oxygen uptake during exercise and recovery. **The Research Quarterly**. (36): 243-252.

Franssen, H and Wieneke, GH. 1994. Nerve conduction and temperature: necessary warming time. **Journal Applied Physiology**. 17 (3): 336-344.

Heyward, V.H. 2002. **Advanced Fitness Assessment and Exercise Prescription**. 4th ed. Human Kinetic. Campaign.

Hodgkins, J. 1963. Reaction and speed of movement in male and female of various age. **The Research Quarterly**. 34: 335-343

Janssen, P. 1992. **Training Lactate Pulse Rate**. 2nd ed. Human Kinetic. Campaign.

Karpovich, P. 1963. **Physiology of Muscular Activity**. Saunders College, Philadelphia

Magaret, R. 1972. **The Dynamics of Motor Skill Acquisition**. Prentic Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.

Sarrison, G.B. 1976. **Introduction of Coaching Theory**. Marshallost Print Service Ltd., West Suses.

Singer, R.N. 1975. **Motor Learning and Human performance**. Macmillan, New York.

Saltin, B. and D. Costill. 1988. **Exercise, Nutrition, and Energy Metabolism**. Macmillan, New York.

Zankel, H. T. 1966. Effect of physical agents on motor conduction velocity of the ulnar nerve.

Arch Physiology Medicine Rehabil. 47 (12): 787-792

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตารางการวิเคราะห์ผลการทดลอง

ตารางผนวกที่ ก1 แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราการเต้นของหัวใจ ก่อนและหลังการใช้ความเย็นในช่วงเวลาพัก ด้วยวิธีการที่ 1 การค้ำน้ำเย็น วิธีการที่ 2 การค้ำน้ำเย็นพร้อมเช็ดตัวด้วยน้ำเย็น และวิธีการที่ 3 การค้ำน้ำเย็นพร้อมพรมด้วยละอองน้ำเย็น

การใช้ความเย็น	อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้ง/นาที)	
	ก่อนการใช้ความเย็น	หลังการใช้ความเย็น
	$\bar{X} \pm S.D$	$\bar{X} \pm S.D$
วิธีการที่ 1	179.27 \pm 2.712	133.00 \pm 9.110
วิธีการที่ 2	179.07 \pm 2.086	117.00 \pm 7.290
วิธีการที่ 3	179.40 \pm 1.639	115.00 \pm 3.761

ตารางผนวกที่ ก2 การทดสอบการแจกแจงของข้อมูล โดยใช้สถิติ The Kolmogorov - Smirnov
One – Sample Test กำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ข้อมูล	p
<u>เวลาปฏิกิริยาตอบสนอง</u>	
<u>การให้ดื่มน้ำเย็น</u>	
ก่อนการใช้ความเย็น	0.999
หลังการใช้ความเย็น	0.808
<u>การให้ดื่มน้ำเย็น พร้อมเช็ดตัวน้ำเย็น</u>	
ก่อนการใช้ความเย็น	0.883
หลังการใช้ความเย็น	0.876
<u>การให้ดื่มน้ำเย็น พร้อมพรมด้วยละอองน้ำเย็น</u>	
ก่อนการใช้ความเย็น	0.983
หลังการใช้ความเย็น	0.887
<u>อัตราการเต้นของหัวใจ</u>	
<u>การให้ดื่มน้ำเย็น</u>	
ก่อนการใช้ความเย็น	0.931
หลังการใช้ความเย็น	0.388
<u>การให้ดื่มน้ำเย็น พร้อมเช็ดตัวน้ำเย็น</u>	
ก่อนการใช้ความเย็น	0.982
หลังการใช้ความเย็น	0.992
<u>การให้ดื่มน้ำเย็น พร้อมพรมด้วยละอองน้ำเย็น</u>	
ก่อนการใช้ความเย็น	0.740
หลังการใช้ความเย็น	0.965

p>0.05

ภาคผนวก ข

ข้อมูลทั่วไป และการบันทึกผลการทดลองของกลุ่มตัวอย่าง

ตารางผนวกที่ ข1 แสดงข้อมูลทางกายภาพของกลุ่มตัวอย่าง

ลำดับที่	อายุ (ปี)	น้ำหนัก (กก.)	ส่วนสูง (ซม.)	ความยาวแขน (ซม.)	
				แขนขวา	แขนซ้าย
1	14	57	168	61	63
2	17	64	173	65	65
3	15	39	154	61	61
4	17	49	167	62	62
5	18	54	167	64	64
6	16	54	160	61	61
7	14	47	157	61	59
8	14	42	149	60	59
9	17	56	169	60	59
10	14	45	160	63	63
11	18	51	160	65	65
12	17	49	161	62	62
13	18	62	170	64	63
14	18	56	169	62	62
15	18	60	173	62	63

ตารางผนวกที่ ข2 แสดงอัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก อัตราการเต้นของหัวใจเป้าหมาย

อัตราการเต้นของหัวใจ และเวลาปฏิกิริยาตอบสนองก่อน และหลังการดื่มน้ำเย็นในขณะพัก

ลำดับที่	อายุ (ปี)	RHR	ความหนัก 80 - 85 %HRR Karvonen Method (ครั้ง/นาที)	วิธีที่ 1. ดื่มน้ำเย็น			
				อัตราการเต้นหัวใจ (ครั้ง/นาที)		เวลาปฏิกิริยาตอบสนอง (มิลลิวินาที)	
				Pre - test	Post - test	Pre - test	Post - test
1	14	67	178 - 185	183	131	1099	856
2	17	60	174 - 182	175	126	1165	721
3	15	61	176 - 184	178	127	1128	952
4	17	68	176 - 183	180	133	1253	732
5	18	64	174 - 181	175	153	1077	770
6	16	71	177 - 184	182	146	1314	1079
7	14	60	176- 184	177	123	1199	891
8	14	63	177 -185	183	128	1195	776
9	17	60	174- 182	180	133	1157	918
10	14	57	176 - 184	181	122	1118	982
11	18	67	175 - 182	179	145	974	773
12	17	70	176 - 183	182	128	1026	799
13	18	64	174 - 182	176	141	1047	625
14	18	65	174 - 182	178	129	1082	806
15	18	75	176 - 183	180	130	1171	814

ตารางผนวกที่ ข3 แสดงอัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก อัตราการเต้นของหัวใจเป้าหมาย อัตราการเต้นของหัวใจ และเวลาปฏิกิริยาตอบสนองก่อน และหลังการค้ำน้ำเย็นพร้อมเช็ดตัวด้วยน้ำเย็นในขณะพัก

ลำดับที่	อายุ (ปี)	RHR	ความหนัก 80 - 85 %HRR Karvonen Method (ครั้ง/นาที)	วิธีที่ 2. ค้ำน้ำเย็น พร้อมเช็ดตัวด้วยน้ำเย็น			
				อัตราการเต้นหัวใจ (ครั้ง/นาที)		เวลาปฏิกิริยาตอบสนอง (มิลลิวินาที)	
				Pre - test	Post - test	Pre - test	Post - test
1	14	66	178 - 185	182	117	1397	907
2	17	60	174 - 182	176	114	1350	780
3	15	62	176 - 183	180	113	1317	967
4	17	63	175 - 182	179	120	1408	743
5	18	65	174 - 181	177	125	1226	805
6	16	67	176 - 183	181	126	1166	787
7	14	60	176- 184	182	102	1175	744
8	14	61	177 -185	180	105	1235	731
9	17	60	174- 182	176	117	1245	890
10	14	56	176 - 184	179	116	1284	916
11	18	66	175 - 182	177	122	1128	779
12	17	70	176 - 183	178	111	1230	877
13	18	62	174 - 182	179	120	1157	634
14	18	65	174 - 182	178	119	119	815
15	18	74	176 - 183	182	128	1337	878

ตารางผนวกที่ ๖4 แสดงอัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก อัตราการเต้นของหัวใจเป้าหมาย อัตราการเต้นของหัวใจและเวลาปฏิกิริยาตอบสนองก่อน และหลังการค้ำน้ำเย็น พร้อมพร้อมด้วยละอองน้ำเย็นในขณะพัก

ลำดับที่	อายุ (ปี)	RHR	ความหนัก 80 - 85 %HRR Karvonen Method (ครั้ง/นาที)	วิธีที่ 3. ค้ำน้ำเย็น พร้อมพร้อมด้วยละอองน้ำเย็น			
				อัตราการเต้นหัวใจ (ครั้ง/นาที)		เวลาปฏิกิริยาตอบสนอง (มิลลิวินาที)	
				Pre - test	Post - test	Pre - test	Post - test
1	14	65	177 - 184	178	116	1110	840
2	17	62	176 - 183	180	110	1189	718
3	15	63	176 - 184	182	112	1126	931
4	17	62	176 - 183	179	115	1243	697
5	18	64	174 - 181	176	121	1087	751
6	16	66	176 - 183	180	118	1072	815
7	14	58	176- 184	179	113	1078	749
8	14	60	177 -185	178	108	1181	747
9	17	62	176 - 183	178	115	1157	896
10	14	57	176 - 183	180	114	1081	924
11	18	68	175 - 182	181	116	999	783
12	17	70	176 - 183	180	118	1154	908
13	18	65	174 - 182	182	113	1099	656
14	18	66	174 - 182	180	114	1145	868
15	18	74	176 - 183	178	122	1233	887

ตารางผนวกที่ ข5 แสดงอัตราการเต้นของหัวใจ ก่อนและหลังการใช้ความเย็น ทั้ง 3 วิธี

ลำดับ	อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้งต่อนาที)					
	วิธีการที่ 1		วิธีการที่ 2		วิธีการที่ 3	
	Pre - test	Post - test	Pre - test	Post - test	Pre - test	Post - test
1	183	131	182	117	178	116
2	175	126	176	114	180	110
3	178	127	180	113	182	112
4	180	133	179	120	179	115
5	175	153	177	125	176	121
6	182	146	181	126	180	118
7	177	123	182	102	179	113
8	183	128	180	105	178	108
9	180	133	176	117	178	115
10	181	122	179	116	180	114
11	179	145	177	122	181	116
12	182	128	178	111	180	118
13	176	141	179	120	182	113
14	178	129	178	119	180	114
15	180	130	182	128	178	122

ตารางผนวกที่ ๖ แสดงเวลาปฏิบัติการตอบสนอง ก่อนและหลังการใช้ความเย็น ทั้ง 3 วิธี

ลำดับ	เวลาปฏิบัติการตอบสนอง (มิลลิวินาที)					
	วิธีการที่ 1		วิธีการที่ 2		วิธีการที่ 3	
	Pre - test	Post - test	Pre - test	Post - test	Pre - test	Post - test
1	1099	856	1397	907	1110	840
2	1165	721	1350	780	1189	718
3	1128	952	1317	967	1126	931
4	1253	732	1408	743	1243	697
5	1077	770	1226	805	1087	751
6	1314	1079	1166	787	1072	815
7	1199	891	1175	744	1078	749
8	1195	776	1235	731	1181	747
9	1157	918	1245	890	1157	896
10	1118	982	1284	916	1081	924
11	974	773	1128	779	999	783
12	1026	799	1230	877	1154	908
13	1047	625	1157	634	1099	656
14	1082	806	119	815	1145	868
15	1171	814	1337	878	1233	887

ภาคผนวก ค
แบบบันทึกข้อมูล

แบบบันทึกข้อมูลในการทำวิจัย

1. ชื่อ – สกุล.....
2. วัน / เดือน / ปีเกิด.....
3. น้ำหนัก Kg. ส่วนสูง Cm.
4. ความยาวของแขน
 แขนขวา..... Cm. แขนซ้าย Cm.
5. ประสบการณ์การแข่งขันกีฬาเยาวชนแห่งชาติ ปี
6. ข้อมูลการทดสอบ

ข้อมูล	วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3	หมายเหตุ
1. อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (Rest HR)				
2. อัตราการเต้นของหัวใจเป้าหมาย (Target HR)				
3. อัตราการเต้นของหัวใจ ก่อน – หลังใช้ความเย็น				
- Pre – test				
- Post – test				

ภาคผนวก ง

เครื่องวัดประสิทธิภาพตอบสนอง (SUKIVE I)

เครื่องวัดปฏิบัติการตอบสนอง (SUKIVE I)



ภาพผนวกที่ ๑1 ชุดคอมพิวเตอร์ และ โปรแกรมควบคุมเครื่องวัดปฏิบัติการตอบสนอง (SUKIVE I)



ภาพผนวกที่ ๑2 เป้าตัวกระตุ้นและรับสัญญาณ ติดกระสอบทราย



ภาพผนวกที่ ๑3 กล่องควบคุมแปลงสัญญาณดิจิทัล และจุดรับส่งสัญญาณไปที่เป้า

โปรแกรมควบคุมเครื่องวัดปฏิบัติการตอบสนอง (SUKIVE I)

การทำงานของโปรแกรม แบ่งออกดังนี้

การนำข้อมูลเข้า	การสั่งงาน	แสดงผล
- ข้อมูลนักกีฬา	- การทดสอบ	- ค่าเฉลี่ย
- ข้อมูลที่ต้องการฝึก	- การฝึก	- เปรียบเทียบผล

การนำข้อมูลเข้า

- ข้อมูลนักกีฬาประกอบด้วย

1. ชื่อ – นามสกุล
2. ชื่อบัญชีผู้ใช้ และรหัสผ่าน
3. กลุ่มและประเภทกีฬา (แยกเก็บในกรณีแบ่งทีมออกเป็นชุด)
4. ทีม (เช่น สังกัด หรือจัดทีมเพื่อเก็บรายการแข่งขันนั้น)
5. เพศ
6. ความสูง ความยาวของแขน และน้ำหนักตัว

- ข้อมูลการทดสอบ

ความเร็วที่ใช้ในการฝึกของเครื่อง โดยแบ่งเวลาเป็น มิลลิวินาที

การสั่งงานโปรแกรมทดสอบ

เริ่มต้นเตรียมพร้อม โดยกำหนดให้ยื่นห่างจากเป้าหนึ่งช่วงแขน โดยวัดระยะทางจากเป้าที่ติดกับกระสอบทราย สัญญาณเสียงจะดังขึ้น พร้อมกับทดสอบไฟทั้ง 6 ดวงติดขึ้นพร้อมกัน หลังจากนั้นไฟดวงแรกจะติด และเวลาเริ่มเดิน เมื่อนักกีฬาปล่อยหมัดไปที่เป้า ไฟจะดับ และเวลาจะหยุด หลังจากนั้นจะมีเสียงเตือนให้พร้อมที่จะชกไฟดวงต่อไป ไฟที่ติดแต่ละเป้านั้นเป็นแบบสุ่ม ซึ่งไฟจะติดเป้าละ 5 ครั้ง รวมทั้งหมด 30 ครั้ง

โปรแกรมการทดสอบ มีลำดับขั้นตอนการทำงานดังนี้

1. โปรแกรมจะเริ่มทำการทดสอบไฟทั้ง 6 ดวง พร้อมมีสัญญาณเสียงให้เตรียมตัวการทดสอบ หลังจากเสียงสัญญาณดัง อีก 5 วินาที จะเริ่มการทดสอบ

2. เมื่อครบ 5 วินาที โปรแกรมจะสุ่มเลือกไฟ 1 ดวงให้ติด พร้อมเวลาเดิน

3. เมื่อนักกีฬาเห็นแสงไฟต้องออกหมัดให้ไปกระทบที่เป้าตรงตำแหน่งเป้าให้เร็วที่สุด

4. เมื่อหมัดกระทบที่เป้า เวลาจะหยุด ดวงไฟดับ พร้อมสัญญาณเสียงดังขึ้น และโปรแกรมจะสุ่มให้ไฟดวงใหม่ขึ้นทันที

4.1 เวลาที่หยุดนั้น จะถูกบันทึกไว้ในตำแหน่งของเป้าที่ติดไฟ

4.2 การจับเวลาระหว่างดวงไฟ จะเริ่มจากไฟดวงก่อนหน้านั้นดับ พร้อมสัญญาณเสียงดังขึ้น เวลาจะเริ่มเดินทันทีที่ไฟดวงใหม่ติด และเวลาจะหยุดเมื่อไฟดวงใหม่ดับ

4. โปรแกรมจะสุ่มดวงไฟทั้งหมด 30 ครั้ง โดยจะชกเป้าทั้งหมด 6 เป้า แบ่งออกเป็นเป้าละ 5 ครั้ง

5. เมื่อครบแล้ว โปรแกรมจะแสดงค่าเฉลี่ยของแต่ละเป้าทั้ง 6 เป้า และค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมด 30 เป้า

ภาคผนวก จ

ตัวอย่างการคำนวณความหนักของอัตราการเดินของหัวใจ
โดยวิธีของ Karvonen

ตัวอย่างการคำนวณความหนักของอัตราการเต้นของหัวใจ โดยวิธีของ Karvonen

การคำนวณความหนักของอัตราการเต้นของหัวใจ โดยวิธีของ Karvonen ซึ่งเป็นการคำนวณหาอัตราการเต้นของหัวใจเป้าหมาย (target HR) ของการออกกำลังกาย โดยการคำนวณจากอัตราการเต้นของหัวใจสำรอง (heart rate reserve; HRR) ซึ่งได้มาจากอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (HR max) ลบด้วยอัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (HR rest) ดังนี้

จากสูตร	Target HR	$= \%HR \times HRR + HR \text{ rest}$ $= \%HR \times (HR \text{ max} - HR \text{ rest}) + HR \text{ rest}$
โดยที่	%HR	= เปอร์เซนต์ระดับความหนักของการออกกำลังกาย โดยใช้อัตราการเต้นของหัวใจในเป็นตัวกำหนด
	HR max	= อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด มีค่าเท่ากับ 220 – อายุ
	HR rest	= อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก

ตัวอย่าง นักกีฬาชาย อายุ 16 ปี อัตราการเต้นของหัวใจขณะพักในแต่ละวันที่ทดสอบด้วยวิธีที่ 1 วิธีที่ 2 และวิธีที่ 3 มีค่าเท่ากับ 71, 67, และ 66 ครั้งต่อนาที ตามลำดับ กำหนดความหนักของการฝึกต่อเป้าที่ 80 – 85 %HRR

1. ความหนักของการฝึกต่อเป้า ในวันที่ทดสอบการใช้ความเย็นด้วยวิธีที่ 1 การดื่มน้ำเย็น

จากสูตร	Target HR	$= \%HR \times (HR \text{ max} - HR \text{ rest}) + HR \text{ rest}$ $= 80\% \times \{(220 - 16) - 71\} + 71$ $= 80\% \times (204 - 71) + 71$ $= 177 \text{ ครั้งต่อนาที}$ $= 85\% \times \{(220 - 16) - 71\} + 71$ $= 85\% \times (204 - 71) + 71$ $= 184 \text{ ครั้งต่อนาที}$
---------	-----------	--

ความหนักของการฝึกต่อเป้าที่ 80 – 85 % HRR เท่ากับ 177 – 184 ครั้งต่อนาที

2. ความหนักของการฝึกซ้อมเป่า ในวันที่ทดสอบการใช้ความเย็นด้วยวิธีที่ 2 การดื่มน้ำเย็นพร้อม เช็ดตัวด้วยน้ำเย็น

จากสูตร	Target HR	= %HR x (HR max – HR rest) + HR rest
		= 80% x {(220 – 16) – 67} + 67
		= 80% x (204 – 67) + 67
		= 176 ครั้งต่อนาที
		= 85% x {(220 – 16) – 67} + 67
		= 85% x (204 – 67) + 67
		= 183 ครั้งต่อนาที

ความหนักของการฝึกซ้อมเป่าที่ 80 – 85 % HRR เท่ากับ 176 – 183 ครั้งต่อนาที

3. ความหนักของการฝึกซ้อมเป่า ในวันที่ทดสอบการใช้ความเย็นด้วยวิธีที่ 3 การดื่มน้ำเย็นพร้อม พรมด้วยละอองน้ำเย็น

จากสูตร	Target HR	= %HR x (HR Max – HR rest) + HR rest
		= 80% x {(220 – 16) – 66} + 66
		= 80% x (204 – 66) + 66
		= 176 ครั้งต่อนาที
		= 85% x {(220 – 16) – 66} + 66
		= 85% x (204 – 66) + 66
		= 183 ครั้งต่อนาที

ความหนักของการฝึกซ้อมเป่าที่ 80 – 85 % HRR เท่ากับ 176 – 183 ครั้งต่อนาที

สรุป ความหนักของการฝึกซ้อมเป่าที่ความหนัก 80 – 85 %HRR ก่อนการใช้ความเย็นในช่วงเวลาพักด้วยการดื่มน้ำเย็น มีค่าเท่ากับ 177 – 184 ครั้งต่อนาที การดื่มน้ำเย็นพร้อมเช็ดตัวด้วยน้ำเย็น มีค่าเท่ากับ 176 – 183 ครั้งต่อนาที และการดื่มน้ำเย็นพร้อมพรมด้วยละอองน้ำเย็นมีค่าเท่ากับ 176 – 183 ครั้งต่อนาที

ภาคผนวก ฉ

วิธีการ และขั้นตอนการใช้ความเย็นในช่วงเวลาพัก

วิธีการ และขั้นตอนการใช้ความเย็นในช่วงเวลาพัก

การวิจัยครั้งนี้ กำหนดให้มีการใช้ความเย็นในช่วงเวลาพัก จำนวน 3 วิธี ดังนี้

1. การดื่มน้ำเย็น มีวิธีปฏิบัติดังนี้

ภายหลังจากนักกีฬาฝึกซ้อมล่อเป้า โดยการกำหนดความหนักที่ 80-85% HRR และจำนวนการออกหมัดที่ 110 – 120 หมัด ภายในเวลา 2 นาที ซึ่งต้องออกหมัดอย่างน้อย 9-10 หมัด / 10 วินาที ให้ผู้รับการทดลองปฏิบัติ ดังนี้

1.1 ทดสอบเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับมือด้วยเครื่องฝึกและวัดเวลา ปฏิกิริยาตอบสนอง ก่อนการใช้ความเย็น

1.2 บันทึกอัตราการเต้นของหัวใจ ก่อนการใช้ความเย็น

1.3 ให้นักกีฬานั่งพักบนม้านั่งที่ไม่มีพนักพิงที่ได้จัดเตรียมไว้ และใช้น้ำเย็น ที่จัดเตรียมไว้ จำนวน 100 มิลลิลิตร โดยแบ่งออกเป็น 2 แก้ว (50 มิลลิลิตรต่อแก้ว) สำหรับบ้วนปาก และดื่ม โดยให้นักกีฬาบ้วนปากด้วยน้ำเย็นที่จัดเตรียมไว้ (แก้วที่ 1) และดื่มน้ำเย็นตาม (แก้วที่ 2) อุณหภูมิ 10 ± 1 องศาเซลเซียส ภายในเวลา 20 วินาที

1.4 บันทึกอัตราการเต้นของหัวใจทันที เมื่อครบเวลาพัก 1 นาที

1.5 ทดสอบเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับมือด้วยเครื่องฝึกและวัดเวลา ปฏิกิริยาตอบสนอง หลังใช้ความเย็น เพื่อนำค่าไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

2. การดื่มน้ำเย็นพร้อมเช็ดตัวด้วยน้ำเย็น มีวิธีปฏิบัติดังนี้

ภายหลังจากนักกีฬาฝึกซ้อมล่อเป้า โดยการกำหนดความหนักที่ 80-85% HRR และจำนวนการออกหมัดที่ 110 – 120 หมัด ภายในเวลา 2 นาที ซึ่งต้องออกหมัดอย่างน้อย 9-10 หมัด / 10 วินาที ให้ผู้รับการทดลองปฏิบัติ ดังนี้

2.1 ทดสอบเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับมือด้วยเครื่องฝึกและวัดเวลา ปฏิกิริยาตอบสนอง ก่อนการใช้น้ำเย็น

2.2 บันทึกอัตราการเต้นของหัวใจ ก่อนการใช้น้ำเย็น

2.2 ให้นักกีฬานั่งพักบนม้านั่งที่ไม่มีพนักพิงที่ได้จัดเตรียมไว้ และใช้น้ำเย็น ที่จัดเตรียมไว้ จำนวน 100 มิลลิลิตร โดยแบ่งออกเป็น 2 แก้ว (50 มิลลิลิตรต่อแก้ว) สำหรับบ้วนปาก และดื่ม โดยให้นักกีฬาบ้วนปากด้วยน้ำเย็นที่จัดเตรียมไว้ (แก้วที่ 1) และดื่มน้ำเย็นตาม (แก้วที่ 2) อุณหภูมิ 10 ± 1 องศาเซลเซียส ภายใน 20 วินาที พร้อมทำการเช็ดตัวด้วยผ้าเย็นที่จัดเตรียมไว้ โดยใช้ผ้าทำให้น้ำเย็นโดยการแช่น้ำแข็งให้อุณหภูมิเท่ากับ 16 ± 1 องศาเซลเซียส และเช็ดตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย จากปลายอวัยวะเข้าสู่หัวใจ เริ่มจากศีรษะ ลำคอ แขน หัวไหล่ และลำตัว ภายในเวลา 40 วินาที

2.3 บันทึกอัตราการเต้นของหัวใจทันที เมื่อครบเวลาพัก 1 นาที

2.4 ทดสอบเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับมือด้วยเครื่องฝึกและวัดเวลา ปฏิกิริยาตอบสนอง ภายหลังการใช้น้ำเย็น เพื่อนำค่าไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3. การดื่มน้ำเย็นพร้อมพรมด้วยละอองน้ำเย็น มีวิธีปฏิบัติดังนี้

ภายหลังจากนักกีฬาฝึกซ้อมล่อเป้า โดยการกำหนดความหนักที่ 80-85% HRR และจำนวนการออกหมัดที่ 110 – 120 หมัด ภายในเวลา 2 นาที ซึ่งต้องออกหมัดอย่างน้อย 9-10 หมัด / 10 วินาที ให้ผู้รับการทดลองปฏิบัติ ดังนี้

3.1 ทดสอบเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับมือด้วยเครื่องฝึกและวัดเวลา ปฏิกิริยาตอบสนอง ก่อนการใช้ความเย็น

3.2 บันทึกอัตราการเต้นของหัวใจ ก่อนการใช้ความเย็น

3.3 ให้นักกีฬานั่งพักบนม้านั่งที่ไม่มีพนักพิงที่ได้จัดเตรียมไว้ และใช้น้ำเย็น ที่จัดเตรียมไว้ จำนวน 100 มิลลิลิตร โดยแบ่งออกเป็น 2 แก้ว (50 มิลลิลิตรต่อแก้ว) สำหรับบ้วนปาก และดื่มน้ำ โดยให้นักกีฬาบ้วนปากด้วยน้ำเย็นที่จัดเตรียมไว้ (แก้วที่ 1) และดื่มน้ำเย็นตาม (แก้วที่ 2) อุณหภูมิ 10 ± 1 องศาเซลเซียส ภายใน 20 วินาที พร้อมทำการพรมด้วยละอองน้ำเย็นที่จัดเตรียมไว้ โดยใช้น้ำประปาทำให้เย็นด้วยการแช่น้ำแข็งให้อุณหภูมิเท่ากับ 16 ± 1 องศาเซลเซียส และพรมตาม ส่วนต่างๆ ของร่างกาย จากปลายอวัยวะเข้าสู่หัวใจ เริ่มจากศีรษะ ลำคอ แขน หัวไหล่ และลำตัว แล้ว ใช้ผ้าแห้งเช็ดให้แห้ง ภายในเวลา 40 วินาที

3.4 บันทึกอัตราการเต้นของหัวใจทันที เมื่อครบเวลาพัก 1 นาที

3.5 ทดสอบเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับมือด้วยเครื่องฝึกและวัดเวลา ปฏิกิริยาตอบสนองภายหลังการใช้ความเย็น เพื่อนำค่าไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ขั้นตอนการทดลอง แสดงดังภาพต่อไปนี้



1. การฝึกซ้อมล่อเป้า ที่ความหนัก 80-85% Max HR และจำนวนการออกหมัดที่ 110 – 120 หมัด ภายในเวลา 2 นาที ซึ่งต้องออกหมัดอย่างน้อย 9-10 หมัด / 10 วินาที



2. บันทึกอัตราการเต้นของหัวใจ และทดสอบเวลาปฏิบัติตอบสนองก่อนการใช้ความเย็น

วิธีการที่ 1 การให้ดื่มน้ำเย็นในช่วงเวลาพัก



วิธีการที่ 2 การให้ดื่มน้ำเย็นพร้อมเช็ดตัวด้วยน้ำเย็นในช่วงเวลาพัก



วิธีการที่ 3 การให้ดื่มน้ำเย็นพร้อมพร้อมด้วย
ละอองน้ำเย็นในช่วงเวลาพัก



4. บันทึกอัตราการเต้นของหัวใจหลังการใช้ความ
เย็น



5. ทดสอบเวลาปฏิกิริยาตอบสนองหลังการใช้ความเย็น



ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นางสาวจันทร์พร แซ่ม้อย
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 12 ธันวาคม 2516
สถานที่เกิด	อำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร
ประวัติการศึกษา	ครุศาสตรบัณฑิต (เกียรตินิยม) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	เจ้าหน้าที่วิชาการ
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	สถาบันวิทยากร โอลิมปิกไทย คณะกรรมการโอลิมปิกแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ ถนนศรีอยุธยา เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300
ผลงานดีเด่น และรางวัลทางวิชาการ	นิติตยสารวิชาการวิชาชีพดีเด่น วิชาเอกพลศึกษา