

๑-๑๗ ๒'
๕๖๖ ๐

กรตแลคคิกในเลื้อคในการว่านน้ำแบบต่าง ๆ

ปริญญานิพนธ์

ของ

สุรชา อมรพันธุ์

๒ ๑ ต.ค. ๒๕๒๙

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคณะอักษร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

มกราคม ๒๕๒๙

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

160811

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิต และคณะกรรมการสอบให้พิจารณาปริญญานิพนธ์
ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการที่ปรึกษา

คณะกรรมการสอบ

.....	ประธาน		ประธาน
.....	กรรมการ		กรรมการ
			กรรมการ

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความสามารถ จากท่านอาจารย์ ดร. วิจิต
คณิงสุขเกษม ท่านอาจารย์เทเวศร์ หิรัญะพณฺท์ ประธานและคณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์
ที่ให้กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณ
เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณท่านคณบดี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ที่ได้ให้ความ
ร่วมมือและอำนวยความสะดวกในการใช้สารเคมี เครื่องมือ และห้องปฏิบัติการทางชีวเคมี
เป็นอย่างดี

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณท่านผู้อำนวยการวิทยาลัยพลศึกษากรุงเทพ อาจารย์อินตรา
บุญมาศิริ อาจารย์สมเกียรติ นุกิจรังสรรค์ อาจารย์สมชาย ประเสริฐศรี และนักศึกษา
วิทยาลัยพลศึกษากรุงเทพ ที่ได้ให้ความร่วมมือและอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูล
เป็นอย่างดี

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ศจ. ดร. ม.ร.ว. ชินธุสธร สวัสดิวัตน์ ที่ได้กรุณาให้
คำปรึกษา คำแนะนำ ตลอดจนควบคุมการวิเคราะห์ตัวอย่างเลือกเป็นอย่างดี

นอกจากนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คุณจิตรลดา ศรีสารคาม คุณจิราพร อมรพันธุ์ ที่กรุณา
ให้ความช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่างเลือก คุณนิยลนา วสุวัต คุณโสรัจศิริ อมรพันธุ์
คุณประทุมทิพย์ บุญตระกูลพูนทวี ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการวิเคราะห์ตัวอย่างเลือกเป็นอย่างดี

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อสุนทร อมรพันธุ์ คุณแม่วิชนี อมรพันธุ์ และ
ครูบาอาจารย์ทุกท่าน ผู้อยู่เบื้องหลังแห่งความสำเร็จและวางรากฐานการศึกษาอันเป็นแนวทาง
ในการประกอบสัมมาชีพของผู้วิจัย

สุรชา อมรพันธุ์

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	/ ภูมิหลัง	1
	/ ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	13
	/ ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	13
	/ ข้อตกลงเบื้องต้น	14
	/ ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	14
	/ คำนิยามศัพท์เฉพาะ	15
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	17
	/ สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า	24
3	วิธีดำเนินการ	25
	/ กลุ่มตัวอย่าง	25
	/ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	25
	/ วิธีดำเนินการทดลอง	27
	/ การเก็บรวบรวมข้อมูล	28
	/ การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	29
	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	30
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	33
	/ สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	34
5	สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	45
	/ ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	45

บทที่

หน้า

กลุ่มตัวอย่าง	45
เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	45
x การวิเคราะห์ข้อมูล	47
/สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล	48
/อภิปรายผล	50
x ข้อเสนอแนะ	54
บรรณานุกรม	56
ภาคผนวก	60
ภาคผนวก ก.	61
ภาคผนวก ข.	65

บัญชีตาราง

ตาราง

หน้า

- 1 แสดงผลของค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณการสะสมของ
กรดแลคติกในเลือดขณะพัก หลังว่ายน้ำแบบฟรีสไตล์ กรรเชียง กบ และ
กรอว์ล 35
- 2 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของปริมาณการสะสมของ
กรดแลคติกในเลือดขณะพักและหลังการว่ายน้ำแบบต่าง ๆ 37
- 3 แสดงผลการเปรียบเทียบรายคู่ของปริมาณการสะสมของกรดแลคติกใน
เลือดขณะพักและหลังการว่ายน้ำแบบต่าง ๆ ตามวิธี T - method
(Tukey) 38
- 4 แสดงผลของค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราการเกิดต่อนาที
ของกรดแลคติกในเลือดของการว่ายน้ำแบบต่าง ๆ 38
- 5 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของอัตราการเกิดต่อนาที
ของปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดในการว่ายน้ำแบบต่าง ๆ . 40
- 6 แสดงผลการเปรียบเทียบรายคู่ของอัตราการเกิดต่อนาทีของปริมาณ
การสะสมของกรดแลคติกในเลือดในการว่ายน้ำแบบต่าง ๆ ตามวิธี
T - method (Tukey) 41
- 7 แสดงผลการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่าย (Simple
Correlation) ของเวลาที่ใช้ในการว่ายน้ำกับปริมาณการสะสมของ
กรดแลคติกในเลือดหลังการว่ายน้ำแต่ละแบบ โดยคำนวณค่าสัมประสิทธิ์
สหสัมพันธ์จากผลคูณของคะแนน (Pearson's Product - moment
Correlation Coefficient) 42
- 8 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเวลาในการว่ายน้ำแต่ละแบบ ระยะ
ทาง 100 เมตรของผู้เข้ารับการทดสอบทั้ง 20 คน กับสถิติจากการแข่งขัน
กีฬาแห่งชาติครั้งที่ 18 และสถิติจากการแข่งขันกีฬาซีเกมส์ครั้งที่ 13 43

9	กายภาพของกลุ่มตัวอย่างที่เข้ารับการทดสอบ	61
10	เวลาที่ใช้ในการว่ายน้ำ ระยะทาง 100 เมตรทั้ง 4 แขน	62
11	ปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดของผู้เข้ารับการทดสอบ 20 คน ขณะพักและหลังจากว่ายน้ำ 4 แขน ระยะทาง 100 เมตร	63
12	อัตราการเกิดก่อนหน้าของปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือด ใน การว่ายน้ำ 4 แขน ในระยะทาง 100 เมตร	64

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

- 1 แสดงการเปรียบเทียบกราฟปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดขณะพัก
และหลังการว่ายน้ำแบบต่าง ๆ ของผู้เข้ารับการทดสอบทั้ง 20 คน ... 36
- 2 แสดงกราฟอัตราการเกิดต่อหน้าที่ ของปริมาณการสะสมของกรดแลคติก
ในเลือดในการว่ายน้ำแบบต่าง ๆ ของผู้เข้ารับการทดสอบทั้ง 20 คน . 39

ภูมิหลัง

มนุษย์ได้รู้จักการว่ายน้ำมาตั้งแต่โบราณกาล จากหลักฐานและบันทึกทางประวัติศาสตร์ ให้ระบุว่า มนุษย์สามารถว่ายน้ำมาประมาณ 9,000 ปีก่อนคริสตกาล ซึ่งปรากฏจากภาพแสดงอากัปกิริยาต่าง ๆ ของคนกำลังว่ายน้ำที่เขียนไว้ที่ผนังถ้ำ วาดี ซอริ (Wadi Sori) ในทะเลทรายลิเบีย (Tomey. 1950 : 3) จุดประสงค์ของการว่ายน้ำในสมัยโบราณเพื่อการเอาตัวรอดจากภัยอันตรายต่าง ๆ เช่น เรือถูกพายุพัดล่มหรืออัปปางในทะเล แม้กระทั่งในยุคสงครามเรือใบ ก็ยังได้กล่าวถึงพวกทหารที่หลบหนีเข้าศึกโดยการว่ายน้ำ วิธีการว่ายน้ำในยุคนั้นเป็นแบบอิสระหรือไม่จำกัดแบบ ซึ่งจะว่ายด้วยท่าอะไรก็ได้ โดยขอให้อยู่ในน้ำให้นาน ๆ และสามารถพาตัวเองเคลื่อนที่ไปข้างหน้าได้เท่านั้น (ประเวช โกชนสมุทร ม.ป.ป. : 2) ต่อมาผู้นำกิจกรรมว่ายน้ำมาเพื่อสร้างความสนุกสนาน และจัดให้มีการแข่งขัน จนกลายเป็นกีฬาว่ายน้ำในปัจจุบัน เชื่อกันว่ามีการแข่งขันครั้งแรกที่ วูลิช แบธส์ (Woolwich baths) ใกล้กับกรุงลอนดอน ประเทศอังกฤษ ในปี ค.ศ. 1807 การแข่งขันครั้งนั้นมีเพียงประเภทเดียว คือ ฟรีสไตล์ (Freestyle) โดยที่ผู้เข้าแข่งขันแต่ละคนจะว่ายน้ำแบบใดก็ได้ที่คิดว่าเร็วที่สุด ผลการแข่งขันปรากฏว่า เจ อาร์เธอร์ ทรัคเจน (J. Arthur Trudgen) ได้รับชัยชนะอย่างงดงาม (Direillis and Cobb. 1969 : 189) โดยเขาได้คิดแปลงวิธีว่ายน้ำของชาวอินเดียนแดงในอเมริกาใต้ที่ใช้การว่ายแบบ แชนด์โอเวอร์-แฮนด์ (Hand over Hand) มาเป็นการว่ายน้ำแบบสลับแขนทีละข้าง พร้อมกับบิดลำตัว ตะแคงไปตามจังหวะของแขนแต่ละข้าง และใช้การเตะเท้าแบบกรรไกร (Scissor Kick) ซึ่งวิธีการว่ายน้ำแบบนี้ได้กลายเป็นต้นแบบของการว่ายน้ำแบบครอว์ล (Crawl Stroke) ในเวลาต่อมา (วัลลีย์ กัทโรภาส 2525 : 5)

ต่อมาในปี ค.ศ. 1869 กีฬาว่ายน้ำได้ถูกจัดเข้าไว้ในโปรแกรมการแข่งขันกีฬาโอลิมปิก ณ กรุงเอเธนส์ ประเทศกรีก โดยมีการแข่งขันประเภทฟรีสไตล์ ระยะทาง 100 เมตร

ผู้ชนะเลิศ ได้แก่ อัลเฟรด ฮาโจส (Alfred Hajos) นักกีฬาจากฮังการี ทำเวลา
ได้ 1.22.2 นาที นับแต่นั้นมาก็หาว่ายนํ้าที่ได้รับความนิยม และถือว่าเป็นกีฬาประเภทหนึ่ง
ในการแข่งขันกีฬาโอลิมปิก นอกจากนั้นยังได้มีผู้คิดแบบและประเภทของการว่ายนํ้าเพื่อสร้าง
ความสนุกสนานและตื่นเต้นในการแข่งขันอยู่เสมอ (Delury. 1974 : 887) บาร์นี คีเรน
(Barney Kieran) ชาวออสเตรเลีย และทีเอส แบตเตอร์สบี (T.S. Battersby)
ชาวอังกฤษ ได้นำเอาวิธีการว่ายนํ้าแบบทรัดเจนมายปรับปรุงจนเป็นผู้ครองสถิติโลก เมื่อปี
ค.ศ. 1906 - 1908 (สุปราณี สันพรหมราช 2521 : 2 อ้างจาก ธนิต คงมนต์
2509 : 2)

จากนั้น ริชาร์ด คาวิลล์ (Richard Cavill) นักกีฬาว่ายนํ้าของชาวออสเตรเลีย
ได้คิดแปลงวิธีเตะเท้าแบบกรรไกรของทรัดเจนม ซึ่งเดิมเตะเท้าแบบเตะสลับขึ้นลงตรง ๆ ใน
แนวคืบ แต่มีจังหวะพักในช่วงการเปลี่ยนเท้าเตะในแต่ละครั้ง โดยคิดแปลงเป็นใช้การเตะเท้า
แบบเตะสลับขึ้นลงตรง ๆ ในแนวคืบอย่างต่อเนื่อง และใช้แขนว่ายนํ้าสลับกันทีละข้าง โดย
ยกแขนขึ้นเหนือผิวนํ้าเช่นเดียวกับทรัดเจนม ซึ่งผลปรากฏว่า ในปี ค.ศ. 1902 การแข่งขัน
ชิงชนะเลิศว่ายนํ้าประเภทฟรีสไตล์ (Free Style) ระยะทาง 100 หลา ริชาร์ด คาวิลล์
เป็นผู้ชนะโดยใช้เวลาเพียง 58.4 วินาที และถือเป็นสถิติโลกในขณะนั้นด้วย วิธีการว่ายนํ้า
ของ ริชาร์ด คาวิลล์ จึงได้แพร่หลายในประเทศออสเตรเลีย การว่ายนํ้าแบบนี้เรียกว่า
ออสเตรเลียครอว์ล (Australian Crawl Stroke) ส่วนวิธีการเตะเท้าที่คิดแปลง
มาจากการเตะเท้าแบบกรรไกรของทรัดเจนม เรียกว่า Flutter Kick ในประเทศ
สหรัฐอเมริกา ผู้ฝึกสอนว่ายนํ้าทั้งหลายพยายามคิดค้นวิธีการว่ายนํ้าที่สามารถว่ายนํ้าได้เร็วกว่า
แบบออสเตรเลียครอว์ล ทำให้ว่ายนํ้าแบบออสเตรเลียครอว์ลได้ถูกคิดแปลงโดยการ
ใช้แขนและเท้าในการว่ายนํ้าให้มีความสัมพันธ์กันพร้อมทั้งวิธีการหายใจ ซึ่งการใช้เท้าเตะนั้น
ใช้วิธีการเตะเท้าแบบเตะสลับขึ้นลงตรง ๆ ในแนวคืบอย่างต่อเนื่อง แต่ใช้เตะเท้าสลับ
ซ้าย - ขวา 8 ครั้ง ต่อการใช้แขนจ้วงนํ้าสลับซ้าย - ขวา 1 ครั้ง และเปลี่ยนแปลงวิธี
การหายใจเข้าและหายใจออก ซึ่งเดิมจะกระทำเหนือผิวนํ้า เปลี่ยนเป็นคว่ำหน้าหายใจออก
ใต้นํ้า โดยพ่นลมออกทางจมูกและปาก หายใจเข้าโดยเงยหน้าขึ้นตรง ๆ และสูดลมเข้าทาง

ทางปากอย่างเดียว ต่อมาวิธีการหายใจดังที่กล่าวมาแล้วถูกดัดแปลงอีกครั้ง โดยในการหายใจ เข้านั้นให้ปิดศีรษะตะแคงไปทางด้านใดด้านหนึ่งในจังหวะที่แขนข้างนั้นยกเหนือผิวน้ำหายใจเข้า ทางปากเช่นเดิม ส่วนการหายใจออกให้คว่ำหน้าลงในน้ำแล้วพ่นลมหายใจออกทางจมูกและปาก เช่นเดิม ซึ่งวิธีการว่ายน้ำที่ดัดแปลงมาจากแบบออสเตรเลีย กรอว์ล เรียกว่า แบบอเมริกัน กรอว์ล (American Crawl Stroke) และผลจากการดัดแปลงนี้ทำให้การว่ายน้ำแบบ กรอว์ล ว่ายได้เร็วขึ้น ซึ่งสามารถดูได้จากสถิติการแข่งขันว่ายน้ำชิงแชมป์โลก เมื่อปี ค.ศ. 1906 ประเภทฟรีสไตล์ ระยะทาง 100 หลา ชาร์ล เอ็ม แดเนียลส์ (Charles M. Daniels) นักกีฬาว่ายน้ำชาวสหรัฐอเมริกา เป็นผู้ชนะเลิศ โดยใช้เวลาได้ 55.4 วินาที โดยแดเนียลส์ใช้วิธีการว่ายน้ำแบบอเมริกัน กรอว์ล ต่อมา คาสานาโมกุ (Kahanamoku) นักกีฬาว่ายน้ำชาวฮาวายได้ดัดแปลงวิธีการเตะเท้าแบบ Flutter Kick ในการว่ายน้ำ แบบอเมริกัน กรอว์ล จากการเตะเท้าสลับซ้าย - ขวา 8 ครั้ง ต่อการใช้แขนจ้วงน้ำสลับ ซ้าย - ขวา 1 ครั้ง เป็นการเตะเท้าสลับซ้าย - ขวา 6 ครั้ง ต่อการใช้แขนจ้วงน้ำสลับ ซ้าย - ขวา 1 ครั้ง โดยวิธีการว่ายน้ำแบบดังกล่าวนี้นี้ทำให้ คาสานาโมกุทำลายสถิติการ ว่ายน้ำของ แดเนียลส์ โดยใช้เวลาได้ 54.6 วินาที ในการว่ายน้ำประเภทฟรีสไตล์ ระยะ ทาง 100 หลา ต่อมาในปี ค.ศ. 1923 จอห์นนี่ ไวส์มูลเลอร์ (Johnny Weissmuller) ให้ทำลายสถิติของ คาสานาโมกุ โดยใช้เวลาได้ 52.8 วินาที ต่อมา ค.ศ. 1927 จอห์นนี่ ไวส์มูลเลอร์ ทำเวลาในการว่ายน้ำได้ 51.0 วินาที และในปีเดียวกันนี้ เขาให้ทำสถิติ ว่ายน้ำประเภทฟรีสไตล์ ระยะทาง 100 หลา ด้วยเวลา 49.8 วินาที ในสระว่ายน้ำยาว 20 หลา (ประเสริฐศักดิ์ โลหะใหญ่กุล 2528 : 1-3 อ้างจาก Armbruster 1968 : 3 - 5) หลังจากนั้นได้มีการดัดแปลงแบบเบื้องต้นของการใช้แขนและขาแตกต่างกัน ออกไป แบบว่ายน้ำที่ได้รับการดัดแปลงและถูกบรรจุเข้าโปรแกรมการแข่งขันกีฬาโอลิมปิก ได้แก่ แบบกรรเชียง (Back Crawl Stroke) ซึ่งมีจุดเริ่มต้นของการพัฒนามาจากการ ว่ายน้ำแบบกรอว์ล (Crawl Stroke) นั้นเอง เนื่องจากการว่ายน้ำแบบกรรเชียงใน สมัยแรกเป็นการว่ายลอยตัวหงาย เท้าถีบแบบยก และแขนทั้งสองข้างก็เหวี่ยงไปพร้อมกัน ทางเหนือศีรษะ และการดึงน้ำก็กระทำพร้อม ๆ กัน ซึ่งการว่ายน้ำแบบนี้เข้ามาในระยะเวลาแรกของ

การว่ายน้ำกรเชียงยังไม่ถูกพิจารณาให้บรรจุเข้าแข่งขัน ต่อมาหลังจาก ริชาร์ด คาวิลล์ (Richard Cavill) ได้พัฒนาการใช้เท้าแบบ Flutter Kick ขึ้นแล้ว จึงได้มีการทดลองมาใช้ในการว่ายน้ำกรเชียง ซึ่งปรากฏว่าได้ผลดีมาก โดย เจม แฮนดี้ (Jam Handy) แห่ง Illinois Athletic Club ของชิคาโก ได้ว่ายน้ำแบบกรเชียงตามที่โค้ชได้แนะนำ การว่ายน้ำประเภทกรเชียง จึงบรรจุเข้าเป็นประเภทหนึ่งของการแข่งขัน ในปี ค.ศ. 1904 แบบกบ (Breast Stroke) เป็นแบบว่ายน้ำที่พัฒนามาจากแบบว่ายน้ำของมนุษย์ในสมัยแรก ๆ ที่เรียกว่าแบบ "Human Stroke" โดยพัฒนาการใช้เท้าให้เป็นแบบการเตะขาแบบ (Frog Kick) ส่วนมือที่พยุ่น้ำไปมานั้นก็เปลี่ยนเป็นการดึงมือทั้งสองข้างเข้าหาตัวพร้อม ๆ กัน หลังจากที่ได้มีขาแบบกบไปแล้วก็จะเหยียดแขนทั้งสองข้างไปข้างหน้าพร้อมกันทั้งสองข้าง เพื่อเริ่มต้นทำใหม่ การว่ายน้ำแบบกบถูกบรรจุเข้าเป็นประเภทหนึ่งของการแข่งขัน ในปี ค.ศ. 1908 และแบบผีเสื้อ (Butterfly Stroke) เป็นแบบว่ายน้ำที่พัฒนามาจากการว่ายน้ำแบบกบ (Breast Stroke) เนื่องจากมีผู้ค้นพบว่า แทนที่จะดึงแขนสองข้างพร้อมกันให้น้ำ แล้วเหยียดแขนไปข้างหน้าให้น้ำ ก็เปลี่ยนมาเป็นการดึงแขนทั้งสองข้างให้น้ำ แล้วเหวี่ยงขึ้นพ้นน้ำเพื่อเอาไปวางข้างหน้าใหม่ ซึ่งคล้ายกับการกระพือปีกของผีเสื้อ แต่ในระยะแรกนั้นยังใช้เท้าแบบกบ (Frog Kick) อยู่ จึงมีชื่อเรียกว่า ผีเสื้อขาแบบ (Butterfly Breast Stroke) ซึ่งในระยะทาง 100 หลา มีนักว่ายน้ำทำเวลาได้ 1.05.0 นาที แต่เนื่องจากว่ายังไม่มีกติกายกเลิกแบบผีเสื้อขาแบบออกจากแบบกบ จึงถือว่าสถิตินี้เป็นของการว่ายน้ำแบบกบอยู่ ต่อมาคณะกรรมการว่ายน้ำนานาชาติ (The International Swimming Federation) มีมติเห็นสมควรให้แยกประเภทการแข่งขันการว่ายน้ำแบบผีเสื้อขาแบบออกจากการว่ายน้ำแบบธรรมดา ในปี ค.ศ. 1937 เนื่องจากว่า การว่ายน้ำแบบผีเสื้อขาแบบนั้นทำเวลาได้ดีกว่าการว่ายน้ำแบบธรรมดา โดยใช้เท้าแบบ Frog Kick ระยะเวลาคือ อาร์มบัสเตอร์ (Armbruster) ซึ่งเป็นโค้ชว่ายน้ำจากมหาวิทยาลัย IOWA ได้พัฒนาการเตะเท้าของการว่ายน้ำแบบผีเสื้อโดยให้ แจ็ค สีก (Jack Sieg) ทดลองว่ายน้ำตะแคงข้าง แล้วใช้เท้าเตะน้ำในลักษณะคล้ายกับปลาแซลมอนว่ายน้ำ และเขาทดลองนำมาปรับใช้กับการว่ายน้ำแบบผีเสื้อ ซึ่งก็พบว่า สามารถว่ายน้ำได้อย่างผสมผสานกัน โดยใช้การเตะเท้าสองครั้งต่อแขน 1 รอบ Sieg

สามารถว่ายในระยะทาง 100 หลา เวลา 1.00.2 นาที โดยใช้การเตะเท้าแบบนี้ ซึ่งต่อมา มีชื่อเรียกว่า ปลาโลมาสับหาง (Dolphin Fishtail Kick) ในปัจจุบันนี้การว่ายน้ำผีเสื้อ สามารถทำได้เร็วเป็นอันดับสองรองจากการว่ายน้ำแบบครอว์ล ในระยะทางที่เท่ากัน หลังจากที่ได้มีการพัฒนาแบบการว่ายน้ำมาเป็นเวลากว่า 20 ปี (วัลลีย์ ภัทรโรภาส 2525 : 70 - 86) และการว่ายน้ำแบบผีเสื้อนี้ได้ถูกบรรจุเข้าในโปรแกรมการแข่งขันกีฬาโอลิมปิก เมื่อปี ค.ศ. 1958 (Official Report. 1978 : 460 - 463)

สถิติการแข่งขันว่ายน้ำในกีฬาโอลิมปิก ปี ค.ศ. 1984 ที่ลอสแอนเจลิส สหรัฐอเมริกา การว่ายน้ำประเภทฟรีสไตล์ ทำเวลาที่เร็วที่สุด กล่าวคือ ในระยะทาง 100 เมตร ทำเวลา ได้ 49.80 วินาที แบบผีเสื้อ ทำเวลาได้ 53.08 วินาที แบบกรรเชียง ทำเวลาได้ 55.79 วินาที และแบบยก ทำเวลาได้ 1.01.65 นาที (ประเสริฐศักดิ์ โลหะไพฑูรย์กุล 2528 : 4 อ้างจาก Srebnitsky Alexei. 1984 : 11) จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นว่า การว่ายน้ำได้มีการพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็ว ผลการแข่งขันมีการทำลายสถิติกันเป็นประจำ ทั้งนี้เชื่อว่า นักกีฬาสมัยปัจจุบันเกิดมามีลักษณะนอกเหนือจากนักกีฬาสัยก่อนแต่อย่างใด แต่สิ่งที่ทำให้ นักกีฬาในปัจจุบันมีความสามารถดีขึ้นนั้นก็คือ การรู้จำนำเอาความรู้ทางด้านสรีรวิทยาการ ออกกำลังกาย (Physiology of Exercise) กีฬาเวชศาสตร์ (Sport Medicine) วิทยาศาสตร์การเคลื่อนไหว (Kinesiology) และวิธีการฝึกแบบแปลก ๆ ใหม่ ๆ มา ประยุกต์ใช้เพื่อให้เกิดผลดีต่อการออกกำลังกายและเคลื่อนไหวมากที่สุด (อนิต ขำวันพันธ์ 2517 : 39)

✕ การที่มนุษย์จะสามารถเคลื่อนไหวหรือออกกำลังกายได้นั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องอาศัยกลไกต่าง ๆ ในร่างกาย ซึ่งมีความสลับซับซ้อนมาก ดังคำกล่าวของนายแพทย์ชูศักดิ์ เวชแพทย์ (เทเวศร์ พิริยะพณท์ 2523 : 1 - 2 อ้างจาก ชูศักดิ์ เวชแพทย์ 2519 : 3) ที่ว่า "การออกกำลังกายต้องอาศัยความรู้ทางสรีรวิทยาหลายระบบที่สำคัญ คือระบบประสาท และกล้ามเนื้อ (Neuromuscular System) ซึ่งเปรียบเสมือนแนวทาง เพราะกล้ามเนื้อเป็นอวัยวะที่ทำหน้าที่ออกกำลังกาย ในการทำงานขั้นต้นต้องอยู่ภายใต้การควบคุมของระบบประสาทในการวางแผนการออกกำลังกายให้กล้ามเนื้อต่าง ๆ ทำงาน

ร่วมกับหรือประสานงานกันด้วยดี นอกจากกล้ามเนื้อซึ่งเป็นกองกำลังแล้วยังต้องอาศัยระบบไหลเวียนเลือด (Circulatory System) และระบบการหายใจ (Respiratory System) ซึ่งเปรียบเสมือนกองส่งกำลังบำรุง เพื่อทำหน้าที่นำอาหาร ออกซิเจนไปให้กล้ามเนื้อใช้ รวมทั้งการนำของเสียที่เกิดจากการออกกำลังกายกลับมากับตัว การทำงานของกองส่งกำลังบำรุงต้องอาศัยหน่วยสร้างและสะสมพลังงาน คือระบบทางเดินอาหาร ตับ และพลังงานที่สะสมอยู่ในกล้ามเนื้อเอง นอกจากนั้นการออกกำลังยังมีความร้อนเกิดขึ้นจากการใช้พลังงาน ซึ่งต้องอาศัยระบบควบคุมอุณหภูมิของร่างกาย (Temperature Regulatory System) มาร่วมด้วย นอกจากการทำงานของระบบต่าง ๆ ดังกล่าวแล้ว ระบบเอนโดไครน์ (Endocrine System) ยังมีบทบาทในการช่วยปรับการใช้พลังงานของร่างกาย และเสริมการทำงานของระบบไหลเวียนเลือดอีกด้วย

แต่อุปสรรคที่สำคัญประการหนึ่งในการพัฒนาความสามารถของการกีฬา ก็คือ ความล้าของกล้ามเนื้อ ซึ่งนักสรีรวิทยาพยายามค้นหาว่าอะไรเป็นสาเหตุทำให้เกิดความล้าของกล้ามเนื้อ และให้พบว่า สาเหตุสำคัญอย่างหนึ่งที่เชื่อว่าเป็นสาเหตุของความล้าของกล้ามเนื้อ ก็คือ การเกิดแลคติกในกล้ามเนื้อในการออกกำลังกายซึ่งเป็นการทำงานของกล้ามเนื้อ นั่นคือ การเปลี่ยนพลังงานทางเคมีที่ได้จากอาหารให้เป็นพลังงานกล ซึ่งเกิดจากการหดตัวของกล้ามเนื้อ พลังงานอาจจะได้มาจากปฏิกิริยาเคมีที่มีต้นตอมาจากอาหารซึ่งเป็นสารเคมี นอกจากนั้นกล้ามเนื้อในร่างกายยังสามารถทำงานได้ทั้งชนิดใช้ออกซิเจน (Aerobic) และชนิดไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic) (Astrand and Rodahl. 1970 : 11) การเปลี่ยนพลังงานทางเคมีจากอาหารดังกล่าวข้างต้นนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องอาศัยสารสำคัญในการแลกเปลี่ยนพลังงานอันได้แก่ อดีโนซีน ไตรฟอสเฟต (Adenosine Triphosphate) หรือเอทีพี (ATP) และครีเอติน ฟอสเฟต (Creatine Phosphate) หรือ ซี.พี. (C.P.) สารทั้งสองนั้นจะเป็นฟอสเฟตที่ให้พลังงานสูงและสามารถพบได้ในเซลล์ทั่ว ๆ ไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งจะพบมากในเซลล์ของกล้ามเนื้อ แต่อดีโนซีน ไตรฟอสเฟต (Adenosine Triphosphate) จะมีเก็บไว้ในกล้ามเนื้อน้อยมาก มีเพียง 3 มิลลิโมล ต่อกล้ามเนื้อ 1 กิโลกรัม และสำหรับการหดตัวของกล้ามเนื้อได้เพียง 8 ครั้งเท่านั้น ส่วนครีเอติน ฟอสเฟต

(creatine phosphate) จะมีอยู่ในกล้ามเนื้อถึง 20 มิลลิโมลต่อกล้ามเนื้อ 1 กิโลกรัม ซึ่งจะทำให้กล้ามเนื้อหดตัวได้ประมาณ 100 ครั้ง แต่สำหรับกลัยโคเจนในกล้ามเนื้อก็เป็นต้นตอที่สำคัญของพลังงานที่กล้ามเนื้อใช้ซึ่งมีอยู่ถึง 100 มิลลิโมลต่อ 1 กิโลกรัมของน้ำตาลเอ็กโซส ซึ่งกล้ามเนื้อสามารถใช้ในการหดตัวได้ถึง 20,000 ครั้ง (ชูตคัต เวชแพทย 2520 : 17 - 18) เนื่องจาก เอทีพี มีน้อยจึงจำเป็นจะต้องมีการผลิต เพื่อใช้เป็นพลังงานของกล้ามเนื้อซึ่งมีด้วยกัน 2 ทางคือ

1. ขบวนการที่ไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic) หรือ กลัยโคลิซิส

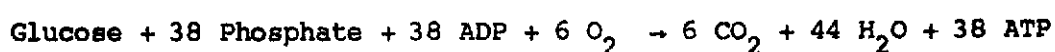
(Glycolysis) เกิดขึ้นโดยการเผาผลาญคาร์โบไฮเดรต ภายในเซลล์ของกล้ามเนื้อเมื่อขาดออกซิเจน (เทเวร์ ฟิริยะพณท์ 2523 : 3 อ้างจาก Morehouse and Miller. 1976 : 3 - 10) ขบวนการนี้จะทำให้ได้ เอทีพีมาใช้อย่างรวดเร็ว ดังสมการ



(เทเวร์ ฟิริยะพณท์ 2523 : 3 อ้างจาก Astrand and Rodahl. 1970 :

16) จากสมการข้างต้นจะเห็นได้ว่า กลูโคส (Glucose) 1 โมเลกุล จะได้ เอทีพี 2 ตัว และในขณะเดียวกันก็จะทำให้เกิดกรดแลคติก (Lactic acid) ขึ้นถึง 2 ตัวเช่นกัน และกรดแลคติกนี้ ก็จะแพร่เข้าสู่กระแสเลือด ทำให้มีการสะสมของกรดแลคติกในเลือดขึ้น ดังนั้นความเข้มข้นของกรดแลคติก (Blood Lactate) จึงเป็นเครื่องชี้ให้เห็นว่า ร่างกายใช้ขบวนการการสร้างพลังงานที่ไม่ใช้ออกซิเจนเป็นพลังงานในการออกกำลังกาย

2. ขบวนการที่ใช้ออกซิเจน (Aerobic) ในการเผาผลาญเพื่อให้เกิดพลังงาน การสร้างเอทีพี ด้วยขบวนการนี้จะเกิดขึ้นจากปฏิกิริยา 2 ชนิดคือ จากลูกโซ่ของการหายใจ (Respiratory Chain) และวัฏจักรของเครบ (Kreb's Cycle) ทั้ง 2 ปฏิกิริยานี้ จะทำให้ได้ เอทีพี มากกว่าขบวนการที่ไม่ใช้ออกซิเจนถึง 19 เท่า จากอาหารชนิดเดียวกัน คือ กลูโคส (Glucose) หรือกลัยโคเจน (Glycogen) ดังสมการ



(เทเวร์ ฟิริยะพณท์ 2523 : 4 อ้างจาก Astrand and Rodahl. 1970 : 17)

แต่ขบวนการที่ไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic) และขบวนการที่ใช้ออกซิเจน (Aerobic) นั้นจะทำงานไปพร้อม ๆ กันในทุก ๆ ขณะ เพียงแต่ว่าจะเป็นขบวนการมากหรือน้อยเท่านั้น ซึ่งก็จะขึ้นอยู่กับความหนักเบาของงาน จะมีอยู่ด้วยกัน 3 ระดับคือ

1. งานในระดับที่ 1 (Level I) งานชนิดนี้เป็นงานที่เร็ว แรง และหนัก ซึ่งร่างกายทำงานได้อย่างมากไม่เกิน 20 วินาที ถึง 25 วินาที เช่นการวิ่งแข่งชั้นระยะทาง 100 เมตร และ 200 เมตร พลังงานในการทำงานของกล้ามเนื้อได้จาก เอทีพี ที่สะสมไว้ในกล้ามเนื้อ ซึ่งสามารถทำได้เพียง 5 วินาที แต่ ครีเอติน ฟอสเฟต (creatine phosphate, C.P.) สามารถสังเคราะห์ เอทีพี ขึ้นใหม่อีก โดย เอทีพี แยกตัวเป็น เอดีพี (ADP, Adenosine diphosphate) เอดีพี จะไปรวมกับ ซีพี ทำให้เกิด เอทีพี ขึ้นใหม่อย่างรวดเร็ว จากสมการ $ADP + CP \rightarrow ATP + C$ ซีพีในกล้ามเนื้อที่ทำงานในระดับนี้ก่อให้เกิด เอทีพี เพื่อใช้เป็นพลังงานได้ ในเวลาประมาณ 15 - 20 วินาทีเท่านั้น หลังจากนั้น เอทีพี และ ซีพี จะลดลงจนถึงระดับหนึ่ง ซึ่งจะมีผลทำให้งานในระดับนี้ไม่สามารถดำเนินต่อไปได้ จากเหตุผลดังกล่าว จึงทำให้กล้ามเนื้อไม่สามารถหดตัวได้อย่างเต็มที่เกินกว่า 20 - 25 วินาที

2. งานในระดับที่ 2 (Level II) ใช้เวลาประมาณ 25 วินาที ถึง 8 นาที งานในระดับนี้แบ่งเป็น 2 ชั้น (Phase)

ชั้นที่ 1 (Phase 1) ใช้เวลาประมาณ 25 วินาที ถึง 4 นาที เอทีพี ที่ใช้ในงานนี้ได้จากขบวนการกลัยโคลิซิส ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดกรดแลคติกมากขึ้นกว่างานทุกระดับ

ชั้นที่ 2 (Phase 2) ใช้เวลาประมาณ 4 นาที ถึง 8 นาที เอทีพี ที่ใช้ในงานนี้ได้จากขบวนการที่ใช้ออกซิเจนมากขึ้น ทำให้ขบวนการกลัยโคลิซิสไม่ต้องทำงานมากอย่างชั้นที่ 1 (Phase 1) ดังนั้นปริมาณของกรดแลคติกที่เกิดขึ้นจึงลดลงกว่าชั้นที่ 1

3. งานในระดับที่ 3 (Level III) เป็นการทำงานที่ใช้เวลาเกินกว่า 8 นาที เอทีพี จะได้จากขบวนการใช้ออกซิเจนเกือบทั้งหมด โดยจะได้จากขบวนการกลัยโคลิซิสเพียงน้อยลงมาก และออกซิเจนจะเข้าไปออกซิไดซ์ความเป็นกรดให้น้อยลง ทำให้กรดแลคติกในร่างกายลดลง และน้อยกว่าความเป็นกรดในงานระดับที่ 2 (Level II) (อนันต์ อัครชู 2520 : 73 - 80)

จะสังเกตเห็นได้ว่า หลังจากที่มีขบวนการสร้างพลังงานใหม่ขึ้นมาแล้ว สิ่งตามมา ก็คือ การเกิดกรดแลคติก ซึ่งกรดแลคติกนี้จะเกิดขึ้นในเซลล์ของกล้ามเนื้อก่อน แล้วจะค่อย ๆ แพร่เข้าสู่เส้นเลือดจนมีปริมาณเท่ากัน ดังที่ ออสตราน และ โรเดฮัล (Astrand and Rodahl) ได้กล่าวไว้ว่า ปริมาณของกรดแลคติกในเลือดและในกล้ามเนื้อ หลังที่ออกกำลังกาย ด้วยจักรยานวัดงานเป็นเวลา 2.63 นาที จะทำให้ปริมาณของกรดแลคติกในกล้ามเนื้อมีค่า 25 มิลลิโมลต่อกิโลกรัม ในขณะที่ปริมาณของกรดแลคติกในเลือดมีค่า 15 มิลลิโมลต่อกิโลกรัม หลังจากที่ออกกำลังกาย 5 นาที ปริมาณของกรดแลคติกในเลือดและในกล้ามเนื้อจะมีค่าเท่ากัน คือ 18 มิลลิโมลต่อกิโลกรัม และปริมาณของกรดแลคติกในเลือดและในกล้ามเนื้อจะกลับสู่ สภาพปกติเท่ากับขณะพัก เมื่อเวลาผ่านไป 58 นาที และ 1 ชั่วโมง ตามลำดับ (Astrand and Rodahl. 1977 : 311) ปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดจะมีมากหรือน้อยเท่าใดจะขึ้นอยู่กับปัจจัยอีกหลายประการด้วยกัน ดังที่ เทเวส์ พิริยพณท์ (เทเวส์ พิริยพณท์ 2523 : 5) ได้กล่าวไว้ว่า ความเข้มข้นของกรดแลคติกนั้นจะขึ้นอยู่กับ

1. ขบวนการสร้างพลังงาน ถ้าเป็นงานที่ต้องอาศัยขบวนการที่ไม่ใช้ออกซิเจน หรือกลัยโคลิซิสมาก กรดแลคติกในเลือดก็จะเกิดมากขึ้น
2. ความหนักของงาน ยิ่งออกกำลังกายหนักเท่าใด ยิ่งมีกรดแลคติกในเลือดมากขึ้นเท่านั้น
3. ระยะเวลาในการทำงาน ถ้าเป็นงานระดับเดียวกัน ยิ่งใช้เวลานาน การสะสมของกรดแลคติกในเลือดก็ยิ่งเพิ่มมากขึ้น
4. การขนส่งออกซิเจนและความสามารถของระบบไหลเวียนที่จะรับภาวะความเป็นกรด ต่าง ของร่างกาย ถ้ามีมากจะทำให้กรดแลคติกในเลือดน้อยลง

จากเหตุผลและหลักการที่กล่าวมาแล้ว ทำให้ผู้วิจัยต้องการที่จะศึกษาถึงปริมาณ การสะสมของกรดแลคติกที่เกิดขึ้นในเลือดภายหลังจากที่มีการว่ายน้ำในแบบมาตรฐาน 4 แบบ ตามที่กติกากำหนดการแข่งขันว่ายน้ำได้ระบุไว้ (การแข่งขันว่ายน้ำ 2526 : 149 - 185) ประกอบด้วยแบบผีเสื้อ (Butterfly Stroke), แบบกรรเชียง (Back Crawl Stroke) แบบกบ (Breast Stroke) และแบบฟรีสไตล์ (Free Style) ซึ่งปัจจุบันนิยมว่าย

แบบครอล (Crawl Stroke) เพราะเป็นแบบการว่ายน้ำที่เร็วที่สุดในปัจจุบัน ในระยะทาง 100 เมตร ซึ่งในแต่ละแบบว่ายน้ำนั้นก็จะมีลักษณะการว่ายน้ำที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งจะนำไปตามกติกาการแข่งขันได้ และกล้ามเนื้อที่ใช้สำหรับการเคลื่อนไหวแบบต่าง ๆ ของข้อต่อในแต่ละแบบนั้น ได้แก่

1. แบบผีเสื้อ (Butterfly Stroke)

ลักษณะการทำงานของหัวใจไหลจะเป็นแบบ

- Extensor	โดยไขกระดูก	Teres major
- Flexor	โดยไขกระดูก	Coracobrachialis
- Abduction	โดยไขกระดูก	Deltoid และ

Supraspinatus

- Adduction โดยใช้อีกกล้ามเนื้อ Pectoralis major

ลักษณะการเคลื่อนไหวของสັักเป็นแบบ

- ยกไหล่ (Elevator) โดยใช้กล้ามเนื้อ Trapezius :-

upperfiber Rhomboid muscle and levator scapulae

- หักไหล่ (Depressor) โดยใช้กล้ามเนื้อ Trapezius :-

lowerfiber

- ห่อไหล่ (Protractor) โดยใช้นิ้วหัวแม่มือ Serratus anterior

และ Latissimus dorsi

- **เบาะไหล่ (Retractor)** โดยใช้กล้ามเนื้อ Trapezius :-

lowerfiber

ลักษณะการทำงานของข้อศอกจะเป็นแบบ

- Flexor	โดยใช้อก้ามเนื้อ	Biceps brachii
- Extensor	โดยใช้อก้ามเนื้อ	Triceps brachii

ลักษณะการทำงานที่เฮอร์จะเป็นแบบ

- Extensor	โดยใช้กล้ามเนื้อ Erectorspinae
- Flexor	โดยใช้กล้ามเนื้อ Quadratus Lumborum

ลักษณะการทำงานที่ข้อเท้า (Ankle joint)

- กระดกปลายเท้า (Dorsiflexion) โดยใช้กล้ามเนื้อ Tibialis anterior
- เขย่งปลายเท้า (Plantarflexion) โดยใช้กล้ามเนื้อ Gastrocnemius, Soleus

2. แบบกบ (Breast Stroke)

ลักษณะการทำงานของหัวไหล่จะคล้ายกับแบบผีเสื้อ (Butterfly Stroke)

ลักษณะการทำงานของข้อต่อสะโพก (Hip Joint) จะเป็นแบบ

- Abduction โดยใช้กล้ามเนื้อ Tensor fasciae Latae, Gluteus medius
- Adduction โดยใช้กล้ามเนื้อ Adductor group Muscle ซึ่งประกอบด้วย Adductor Longus, Adductor Magnus, Adductor brevis และ Gracillis

ลักษณะการทำงานของข้อเข่า (Knee joint) จะเป็นแบบ

- Flexor โดยใช้กล้ามเนื้อ Hamstring muscle ซึ่งมีกล้ามเนื้อ Biceps femoris, Semitendinosus, Semimembranosus
- Extensor โดยใช้กล้ามเนื้อ Quadriceps muscle ซึ่งมีกล้ามเนื้อ Rectus femoris, Vastus medialis, Vastus intermedius, Vastus Lateralis

ลักษณะการทำงานของข้อเท้า (Ankle joint) จะเป็นแบบ

- Inversion โดยใช้กล้ามเนื้อ Tibialis anterior, Tibialis posterior, Extensor hallucis longus, Flexor hallucis longus, Flexor digitorum longus
- Eversion โดยใช้กล้ามเนื้อ Extensor digitorum longus Peroneus tertius, Peroneus longus, Peroneus brevis

3. แบบครอว์ล (Crawl Stroke)

ลักษณะการทำงานของไหล่และศอกเหมือนแบบผีเสื้อ (Butterfly Stroke)

ลักษณะการทำงานของข้อไหล่เหมือนแบบผีเสื้อ (Butterfly Stroke)

ลักษณะการทำงานของข้อสะโพก (Hip joint) จะเป็นแบบ

- Flexor โดยใช้กล้ามเนื้อ Iliopsoas muscle และ

Sartorius

- Extensor โดยใช้กล้ามเนื้อ Gluteus Maximus, Gluteus

medius และ Gluteus minimus

ลักษณะการทำงานของข้อเท้า (Ankle joint) จะเป็นแบบ

- Dorsiflexion โดยใช้กล้ามเนื้อ Tibialis anterior

- Plantar flexion โดยใช้กล้ามเนื้อ Gastrocnimius และ Soleus

4. แบบกรรเชียง (Back Crawl Stroke)

ลักษณะการทำงานของไหล่, ศอก, ข้อไหล่, ข้อสะโพก (Hip joint), ข้อเท้า (Ankle joint) จะคล้ายกับแบบครอว์ล (Crawl Stroke) มาก ต่างกันตรงที่แบบกรรเชียง ผู้ว่ายจะต้องนอนหงายแทนที่จะคว่ำหน้าใต้น้ำเท่านั้น (นภาพร มัชฌิมางกูร เป็นผู้ให้สัมภาษณ์ประกอบการทูเทปโทรทัศน์ 180 นาที สุรชา อมรพันธุ์ เป็นผู้สัมภาษณ์ที่คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เมื่อวันที่ 5 พฤศจิกายน พ.ศ. 2528)

สถิติของการแข่งขันว่ายน้ำทั้ง 4 แบบ ระยะทาง 100 เมตร ในระดับอุดมศึกษา มีดังนี้ (การแข่งขันว่ายน้ำชิงชนะเลิศ 2526 : 186, 191, 193, 195) คือ

1. แบบฟรีสไตล์ (Free Style) ทำเวลาได้ 57.66 วินาที
2. แบบกรรเชียง (Back Crawl Stroke) ทำเวลาได้ 1.07.63 นาที
3. แบบกบ (Breast Stroke) ทำเวลาได้ 1.12.75 นาที
4. แบบผีเสื้อ (Butterfly Stroke) ทำเวลาได้ 1.02.49 นาที

จะเห็นได้ว่าเวลาที่ใช้ในการว่ายน้ำทั้ง 4 แบบ ในระยะทาง 100 เมตร จัดอยู่ในงานระดับที่ 2 ชั้น 1 (Level II Phase I) ซึ่งใช้เวลา 25 วินาที ถึง 4 นาที ซึ่งเป็นชั้นของงานที่ทำให้เกิดกรดแลคติกมากที่สุด แม้ว่าจะอยู่ในระดับเดียวกันก็จริง แต่ว่าเวลาที่ใช้ว่ายน้ำจริง ๆ ในแต่ละแบบจะไม่เท่ากัน รวมทั้งจำนวนมัดของกล้ามเนื้อที่ใช้ในการว่ายน้ำแต่ละแบบก็ไม่เท่ากันด้วย เพราะฉะนั้นปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดของแต่ละแบบว่ายก็ย่อมจะแตกต่างกันด้วย

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาปริมาณการสะสมของกรดแลคติกที่เกิดขึ้นในเลือด ในการว่ายน้ำ ระยะทาง 100 เมตร ระหว่างแบบว่ายน้ำ 4 แบบ คือ ผีเสื้อ (Butterfly Stroke) การเขย่ง (Back Crawl Stroke), ฅบ (Breast Stroke) และแบบครอล (Crawl Stroke)
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาที่ใช้ในการว่ายน้ำกับปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดหลังการว่ายน้ำแต่ละแบบ

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. ความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือด ที่วิเคราะห์ได้จากการว่ายน้ำที่มีระยะทางเท่ากัน แต่ต่างแบบว่ายจะทำให้ทราบว่า การว่ายน้ำในแต่ละแบบนั้น มีอัตราการผลิตกรดแลคติกมากน้อยเพียงใด และการสร้าง เอทีพี เพื่อเป็นพลังงานให้กล้ามเนื้อนั้นใช้ขบวนการสร้างแบบไหน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการจัดการวางแผน และควบคุมการฝึกซ้อมนักกีฬาว่ายน้ำ ให้เหมาะสมกับแบบว่ายน้ำ ที่เขาจะใช้ในการแข่งขัน
2. ปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดหลังการว่ายน้ำแต่ละแบบมีความสัมพันธ์กับระยะเวลาที่ใช้ในการว่ายน้ำ
3. งานวิจัยครั้งนี้จะเป็นแนวทางในการวิจัยเกี่ยวกับกรดแลคติก และการออกกำลังกายชนิดอื่น ๆ ต่อไป

4. ผลจากการวิจัยครั้งนี้ จะมีประโยชน์ต่อการพัฒนาวงการพลศึกษา และ วิทยาศาสตร์การกีฬาเป็นอย่างมาก

ข้อตกลงเบื้องต้น ^{7.1.๕๖}

1. ผู้วิจัยทำการทดสอบระยะเวลาของความเร็วสูงสุดของผู้ทดสอบแต่ละคนในการว่ายน้ำทั้ง 4 แบบก่อนการทดสอบจริง เพื่อตรวจสอบเช็คความสามารถในการทำงานสูงสุดของแต่ละคน โดยที่เวลาที่ใช้ในการว่ายน้ำจริงจะคาดเคลื่อนจากเวลาที่ตรวจเช็คไว้ไม่เกินกว่า + 5 วินาที
2. ผู้วิจัยไม่สามารถควบคุมเรื่องอาหาร การฝึกซ้อม และการพักผ่อนของผู้เข้ารับการทดสอบได้ คงปล่อยให้ปฏิบัติตัวไปตามปกติ
3. ในการว่ายน้ำทุกวัน ผู้เข้ารับการทดสอบอยู่ในสภาพแวดล้อมที่คล้ายคลึงกัน เช่น ช่วงเวลา สภาพภูมิอากาศ อุณหภูมิของน้ำ ตลอดจนสภาพของสระว่ายน้ำ ซึ่งจัดในลักษณะการแข่งขันเพื่อกระตุ้นให้ผู้เข้ารับการทดสอบทำการว่ายน้ำอย่างเต็มความสามารถ
4. การเจาะเลือด เพื่อวิเคราะห์ความเข้มข้นของกรดแลคติก กระทำได้เพียงครั้งเดียว ฉะนั้นเพื่อความเชื่อถือได้ จึงทำการตรวจความเข้มข้นของกรดแลคติกในตัวอย่างเลือด จากการเจาะเพียงครั้งเดียวนั้น 2 ครั้ง แล้วเฉลี่ยความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือด
5. เครื่องมือ เช่น นาฬิกาจับเวลา เครื่องชั่งน้ำหนัก และที่วัดส่วนสูง ทดสอบแล้วมีความเชื่อมั่น

ขอบเขตของการศึกษาครั้งนี้

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักศึกษาชายชั้นปีที่ 1 - 2 ปีการศึกษา 2528 ซึ่งผ่านการเรียนวิชาว่ายน้ำ 1 มาแล้ว ของวิทยาลัยพลศึกษากรุงเทพ จำนวน 20 คน

2. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้

ก. ตัวแปรอิสระคือ การว่ายน้ำทั้ง 4 แบบ

ข. ตัวแปรตาม คือ ปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือด

คำนิยามศัพท์เฉพาะ

1. กรดแลคติกในเลือด (Blood Lactate) หมายถึง สารที่เกิดในบริเวณเซลล์ของกล้ามเนื้อ จากขบวนการกลัยโคลิซิส เมื่อมีการออกกำลังกาย และกรดนี้จะแพร่เข้าสู่กระแสเลือด จนมีระดับความเข้มข้นเท่า ๆ กับในกล้ามเนื้อ เมื่อเวลาผ่านไป 5 นาที

2. 1 มิลลิโมล (mm) เท่ากับ 1×10^{-3} โมล/นาที่

3. โมล หมายถึง ปริมาณของสารที่มีจำนวนอนุภาคเท่ากับจำนวนอะตอมที่มีอยู่ในคาร์บอน-12 หนัก 0.012 กิโลกรัม คือ เท่ากับ 6.02×10^{23} อนุภาค

4. การว่ายน้ำแบบต่าง ๆ หมายถึง การว่ายน้ำแบบครอว์ล (Crawl Stroke) แบบผีเสื้อ (Butterfly Stroke), แบบกรรเชียง (Back Crawl Stroke), แบบกบ (Breast Stroke) ซึ่งในแต่ละแบบการว่ายน้ำมีลักษณะดังนี้

- การว่ายน้ำแบบครอว์ล หมายถึง การว่ายน้ำโดยใช้แขนสลับกันซ้าย-ขวา 1 ครั้งต่อการเตะเท้าสลับซ้าย-ขวา ในลักษณะขึ้น-ลง 6 - 8 ครั้ง โดยคว่ำหน้าอยู่ในน้ำ หายใจเข้าโดยตะแคงศีรษะพร้อมกับสุดลมหายใจเข้า หายใจออกโดยการบิดหน้าคว่ำอยู่ในน้ำ ในขณะที่แขนข้างนั้นจ้วงลงน้ำ พร้อมกับพ่นลมหายใจออก โดยที่ผู้ทดสอบจะต้องหายใจ 1 ครั้งต่อการใช้แขน 1 ครั้ง

- การว่ายน้ำแบบกรรเชียง หมายถึง การว่ายน้ำในลักษณะลำตัวหงาย มีการดึงแขนสลับกันซ้าย-ขวา ในขณะที่มีการเตะเท้าสลับกันซ้าย-ขวา ในลักษณะขึ้น-ลง เช่นกัน โดยที่ผู้ทดสอบจะต้องหายใจ 1 ครั้งต่อการใช้แขน 1 ครั้ง

- การว่ายน้ำแบบผีเสื้อ หมายถึง การว่ายน้ำในลักษณะลำตัวคว่ำ แขนทั้งสองข้างเคลื่อนไหวพร้อม ๆ กัน จากข้างหน้าไปข้างหลัง ทั้งนี้จะต้องพ่นน้ำในขณะที่เอากลับมาวางที่เค็มข้างหน้า ส่วนขาเตะแบบปลาโลมาสับทิศทาง (Dolphin Kick) โดยใช้แขน 1 ครั้งต่อการเตะเท้า 2 ครั้ง และหายใจ 1 ครั้งต่อการใช้แขน 1 ครั้ง

- การว่ายน้ำแบบกบ หมายถึง การว่ายน้ำในลักษณะลำตัวคว่ำ การเคลื่อนไหวของแขนทั้งสองต้องกระทำโดยพร้อมกัน จากการพุ่งตรงไปข้างหน้าและดึงกลับมาข้างหลัง ทั้งนี้ต้องอยู่ในน้ำตลอดเวลา ส่วนขาทั้งสองข้างเคลื่อนไหวพร้อม ๆ กัน ห้ามเคลื่อนไหวในแนวตั้ง ใช้การเตะเท้าแบบกบ (Frog Kick) และในการหายใจ ผู้ทดสอบจะต้องหายใจ 1 ครั้งต่อการใช้แขน 1 ครั้ง

5. Flutter Kick หมายถึง การเตะเท้าขึ้น-ลง สลับกันตรง ๆ ในแนวตั้ง

6. Frog Kick หมายถึง การเตะเท้าแบบกบ เริ่มจากเท้าเหยียดตรง แล้วค่อย ๆ งอเข้าเข้ามาในลักษณะเข่าชิด เท้าแยกออกจากกัน ในจังหวะที่ถีบเท้า ให้ถีบเท้าทั้งสองออกไปข้าง ๆ พร้อมกัน ลักษณะวาดเท้าเป็นครึ่งวงกลม แล้วมาบรรจบกันลักษณะเหยียดเท้าคู่ และจุ่มปลายเท้าในจังหวะที่รวบเท้าชิดกัน

7. Dolphin Kick หมายถึง การเตะเท้าคู่พร้อม ๆ กัน ในลักษณะขึ้น-ลง ในแนวตั้งแบบลาโลมาสักหาง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยครั้งนี้ทั้งของ
ต่างประเทศและภายในประเทศ พอสรุปได้ดังนี้

เอกสารภายในและต่างประเทศ

ให้ผู้ผู้ทำการศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับการเกิดกรดแลคติกทั้งในขณะพักและออกกำลังกาย
พบว่า

ความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดในระยะเริ่มต้นของการออกกำลังกายยังคงมีค่า
เท่ากับขณะพัก (Hermansen. 1971 : 401 - 407) คริสเตนเซน (Christensen.
1962 : 176 - 189) ได้อธิบายว่า ในการทำงานที่มีความหนักไม่ถึง 50% ของความ
สามารถในการจับออกซิเจนสูงสุดก่อนที่ จะไม่ทำให้เกิดการรบกวนความสมดุลภายใน
ร่างกายแม้จะทำงานถึง 1 ชั่วโมงก็ตาม แต่น้ำหนักของงานเพิ่มขึ้นกว่า 50% ของการจับ
ออกซิเจนสูงสุด ความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดจะเพิ่มขึ้น เจย์ คาร์ลสัน (Karlsson.
1971 : 385 - 393) กล่าวว่า "เมื่อระดับความหนักของงานเพิ่มขึ้น 50 - 60% ของ
การจับออกซิเจนสูงสุด จะทำให้เกิดการสะสมของกรดแลคติกเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว" ในการ
ทำงานที่ระดับความหนักของงาน 60 - 70% ของความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุด
ในการทำงาน 10 นาทีแรกจะไม่มีแลคติกเกิดขึ้นในเลือด แต่เมื่อทำงานนานเกิน 10 นาที
ไปแล้ว ความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดจะเพิ่มขึ้น (Hermansen and Stensvold.
1972 : 191 - 201) ออสตราน (Astrand. 1970 : 300) อธิบายว่า เมื่อน้ำหนัก
ของงานเพิ่มขึ้น ความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดก็จะเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน ซึ่งอาจจะเพิ่มขึ้น
เกือบ 100 กรัม ภายใน 2 - 3 นาที ขณะเดียวกัน เซอร์แมนเซน และ สเตนโวลด์
(Hermansen and Stensvold. 1972 : 191 - 201) ได้กล่าวว่า ในการเปรียบเทียบ
ปริมาณของแลคติกที่เกิดขึ้นในการทำงานอย่างเดียวกันและมีน้ำหนักของงานเท่ากันระหว่างผู้ที่

ได้รับการฝึกมาอย่างดีกับผู้ที่ไม่ได้รับการฝึกเลย พบว่า ในผู้ทดลองทั้งสองกลุ่มจะมีกรดแลคติกเกิดขึ้นเช่นเดียวกัน เพียงแต่ว่าผู้ที่ได้รับการฝึกจะมีปริมาณของกรดแลคติกในเลือดต่ำกว่าผู้ที่ไม่ได้รับการฝึก

ในการทำงานสูงสุดในช่วงสั้น ๆ เช่นในเวลาที่น้อยกว่า 10 นาที อัตราของการเกิดกรดแลคติกจะเพิ่มขึ้น ยิ่งความหนักของงานเพิ่มขึ้น ความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดก็ยิ่งเกิดเร็วขึ้น จนถึงระดับที่ไม่สามารถทำงานได้ต่อไป (Hermansen. 1971 : 401 - 407) จากการทดลองของ ออสตราน (Astrand) ที่ทำการตรวจสอบตัวอย่างของกล้ามเนื้อ และความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดในช่วงแรก ๆ ของการพักหลังจากออกกำลังกาย จะพบว่า ปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติกในกล้ามเนื้อที่ออกกำลังกายจะสูงกว่าในเลือด ขณะเดียวกัน ไคแมนท์และคณะ (Diamant et al) ก็ค้นพบว่า ในการออกกำลังกายอย่างหนักเป็นเวลา 3 นาที เมื่อหยุดออกกำลังกายทันที ความเข้มข้นของกรดแลคติกในกล้ามเนื้อจะสูงกว่าในเลือด แต่หลังจากออกกำลังกายแล้วชั่วครู่ ค่าของกรดแลคติกในเลือดจะเพิ่มขึ้นจนถึงระดับสูงสุด ทำให้ค่าของปริมาณกรดแลคติกทั้งในกล้ามเนื้อและในเลือดจะมีปริมาณใกล้เคียงกัน (Astrand and Rodahl. 1970 : 300)

งานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้อง

ในปี ค.ศ. 1962 ออสตราน (Astrand) และคณะ ได้ทำการวิจัยกรดแลคติกในเลือดหลังจากออกกำลังกายอย่างหนักเป็นเวลานาน โดยใช้ผู้รับการทดลองซึ่งเป็นทีมนักสกีวิบากทีมชาติ สวีเดน ชาย 18 คน และหญิง 6 คน เจ้าของเหรียญทอง 9 เหรียญ และเหรียญเงิน 3 เหรียญ จากการแข่งขันสกีชิงแชมป์และโอลิมปิก ก่อนหน้านั้น 1 ปี รวมทั้งนักศึกษายชาย 4 คน อายุประมาณ 25 ปี ทำการสกีด้วย ระยะทาง 85 กิโลเมตร ผู้รับการทดลองถูกเจาะเลือดที่ปลายนิ้วหลังจากทำการแข่งขันสกีระยะทาง 10 - 85 กิโลเมตร เสร็จสิ้นลง 1 - 3 นาที นำเลือดที่เจาะไปวิเคราะห์หาปริมาณกรดแลคติก พบว่า หลังจากออกกำลังกายอย่างหนัก กรดแลคติกกลับลดลง เมื่อเวลานานขึ้น คือในระยะทาง 10 กิโลเมตร ทำเวลาได้ 35 - 36 นาที ปริมาณกรดแลคติกเฉลี่ยเกิดขึ้น 139 มิลลิกรัมต่อเลือด 100 มิลลิลิตร

ในระยะทาง 30 กิโลเมตร ทำเวลาได้ 1 ชั่วโมง กับ 50 - 56 นาที กรดแลคติกเฉลี่ย 68 มิลลิกรัม ต่อเลือด 100 มิลลิลิตร ในระยะทาง 50 กิโลเมตร ทำเวลาได้ 3 ชั่วโมง กับ 6 - 18 นาที กรดแลคติกเฉลี่ย 39 มิลลิกรัม ต่อเลือด 100 มิลลิลิตร ในระยะทาง 85 กิโลเมตร ทำเวลาได้ 5 ชั่วโมง ถึง 8 ชั่วโมง 30 นาที กรดแลคติกเฉลี่ย 23 มิลลิกรัม ต่อเลือด 100 มิลลิลิตร ค่าปริมาณของกรดแลคติกที่ต่างกัน แสดงถึงความเมื่อยล้าในหลายแบบหลายลักษณะ ซึ่งสรุปไม่ได้กระจ่างชัด ความต้องการออกซิเจนเฉลี่ย (Average VO_2) เท่ากับ 4.45 ลิตร/นาที (Astrand et al. 1963 : 619 - 622)

ในปี ค.ศ. 1968 ไดแมนท์ (Diamant) คาร์ลสัน (Karlsson) และ ซาลติน (Saltin) ได้ทำการศึกษาวิจัยกรดแลคติกในกล้ามเนื้อของชน หลังจากการออกกำลังกายสูงสุด โดยใช้ผู้รับการทดลองเป็นนักศึกษาวิชาพลศึกษา 4 คน ทำการวัดกรดแลคติกในกล้ามเนื้อขณะพัก และ 5 นาทีหลังจากออกกำลังกายด้วยจักรยาน (Bicycle Ergometer) จนหมดแรงเป็นเวลา 3 นาที การหาความเข้มข้นของกรดแลคติก กระทำโดยการตัดชิ้นเนื้อต้นขา (Quadriceps Femoris) 15 - 30 มิลลิกรัม ไปตรวจและทำการตรวจหากรดแลคติกในเลือดจากปลายนิ้ว พบว่า ขณะพักกรดแลคติกในกล้ามเนื้อ (เฉลี่ยเท่ากับ 3.0 มิลลิโมล) สูงกว่ากรดแลคติกในเลือด (เฉลี่ยเท่ากับ 1.4 มิลลิโมล) หลังจากออกกำลังกายสูงสุด ความเข้มข้นเฉลี่ยของกรดแลคติกในกล้ามเนื้อ เท่ากับ 19.1 มิลลิโมล ส่วนในเลือด เท่ากับ 12.5 มิลลิโมล จากการทดสอบกับผู้รับการทดลองคนหนึ่ง พบว่า การลดลงของความเข้มข้นของกรดแลคติกในกล้ามเนื้อ และในเลือดจะลดลงอยู่ในระดับใกล้เคียงกัน เมื่อหลังจากออกกำลังกายแล้ว ความเข้มข้นของกรดแลคติกในของเหลวนอกเซลล์กล้ามเนื้อ 20% (Diamant, Karlsson and Saltin. 1968 : 383 - 384)

ปี ค.ศ. 1970 จอร์เฟลด์ท (Jorfeldt) ได้ทำการทดลองศึกษาเกี่ยวกับการสลายตัวของพอสฟาเจน (ATP + CP) และการสะสมของกรดแลคติกในกล้ามเนื้อในการออกกำลังกายสูงสุด และเกือบจะสูงสุด โดยให้ผู้รับการทดลองที่ได้รับการฝึกออกกำลังกาย 13 คน และผู้ไม่ได้รับการฝึก 15 คน พบว่า มีการสลายตัวของ ครีเอทีนพอสเฟตในการออกกำลังกายแบบเกือบจะสูงสุดทั้งสองกลุ่ม ในขณะเดียวกัน เอทีพี (ATP) ที่สะสมอยู่

ถูกใช้หมดไปในการออกกำลังกายอย่างหนัก การสะสมของกรดแลคติกจะเริ่มขึ้นเมื่อการออกกำลังกายมีระดับ 50 - 65% ของสมรรถภาพในการรับออกซิเจนสูงสุดของแต่ละคน ในกลุ่มผู้รับการทดลองทั้งสองกลุ่ม กรดแลคติกขณะปกติจะไม่แตกต่างกัน แต่ในการออกกำลังกายตั้งแต่ 75% ของสมรรถภาพในการจับออกซิเจนสูงสุดของแต่ละคน การสะสมกรดแลคติกของทั้งสองกลุ่มจะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.001$) คือ ผู้ไม่ได้รับการฝึกการสะสมกรดแลคติกจะสูงกว่า และพบว่าพอสภาพที่สะสมอยู่ในร่างกายถูกใช้หมดไป ในเวลาเดียวกันพลังงานจะถูกสร้างขึ้นทันทีจากอะนาโรบิคเมตาบอลิซึม แล้วจึงเกิดการกรดแลคติกขึ้น และผู้วิจัยคนเดียวกันนี้ยังทำการศึกษาเกี่ยวกับการสะสมกรดแลคติกในกล้ามเนื้อภายหลังการออกกำลังกายอย่างหนัก พบว่า การสะสมกรดแลคติกในกล้ามเนื้อขณะหมดแรงภายในระยะเวลาออกกำลังกาย 2 นาที ถึง 7 นาที ไม่แตกต่างกัน แต่หลังการออกกำลังกายอย่างหนักหมดแรงภายใน 10 นาที ถึง 20 นาที มีค่าน้อยกว่า (Jorfeldt. 1970 : 35 - 41)

ปี ค.ศ. 1972 ฮับบาร์ด (Hubbard) ได้ศึกษาผลของการออกกำลังกายกับเมตาบอลิซึมของกรดแลคติก โดยใช้ผู้รับการทดลองอาสาสมัคร เป็นชาย 4 คน อายุเฉลี่ย 53 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 74 กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ย 179 เซนติเมตร ทำการออกกำลังกายอย่างหนัก ประมาณ 62 - 72% ของสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดของแต่ละคน (VO_{2max}) เป็นเวลา 40 - 50 นาที ผู้รับการทดลองถูกฉีดยาแก้ปวดกล้ามเนื้อ โดยเกลือโซเดียมแลคเตต จำนวน 5 ไมโครกรัม ($5 \text{ Me}[\text{u}^{-14} \text{ c}] \text{ Sodium L}(+) - \text{Lactate}$) เข้าเส้นเลือดดำที่แขน (antecubital vein) ผลปรากฏว่า หลังการออกกำลังกาย กลูโคสในเลือดลดลงกว่าปกติ (ขณะพัก) และขณะออกกำลังกายกรดแลคติกจะเกิดขึ้นและถูกเมตาบอลิซึม โดยในขณะออกกำลังกาย เมตาบอลิซึมจะเกิดเร็วมากในขณะออกกำลังกายเกือบจะสูงสุด (30 นาที ที่ $35 - 68\% VO_{2max}$) ปรากฏว่า การผลิตกรดแลคติกไม่ได้เกิดเฉพาะช่วง 2 - 3 นาทีแรกของการออกกำลังกายเท่านั้น เพราะจะเกิดการกรดแลคติกตลอดเวลา แต่กรดแลคติกถูกสลายโดยขบวนการเมตาบอลิซึมไปด้วย ทำให้การผลิตและการสลายของกรดแลคติกอยู่ในภาวะคงที่ตลอด (Hubbard. 1973 : 1 - 18)

ในปีเดียวกันนั้นเอง เฮอร์แมนเซน (Hermansen) และสเทนส์วอลด์ (Stensvold) ได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการผลิตและการสลายตัวของกรดแลคติกระหว่างการออกกำลังกาย โดยใช้ผู้รับการทดลองเป็นชาย 4 คน หญิง 3 คน โดยแต่ละคนผ่านการฝึกออกกำลังกายมาอย่างดี และวัดความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดขณะพักและระหว่างออกกำลังกาย ที่ระดับ 30%, 60%, 70% และ 80% ของสมรรถภาพในการจับออกซิเจนสูงสุดของแต่ละคน ($VO_2 \max$) โดยออกกำลังกายเป็นเวลา ระดับละ 30 นาที ผู้รับการทดลองพักโดยนั่งเก้าอี้ นอน และเมื่อลุกจากเก้าอี้ก็เริ่มออกกำลังกายทันที ปรากฏว่า กรดแลคติกในเลือดจะเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดที่ 60 - 80% ($VO_2 \max$) ปริมาณกรดแลคติกขณะนั้นประมาณ 130 - 220 มิลลิกรัมต่อเลือด 100 มิลลิลิตร หลังจากออกกำลังกาย 30 นาที หยุดนั่งพักหรือวิ่งเบา ๆ ต่อไปเรื่อย ๆ กรดแลคติกในเลือดจะลดลงสู่ระดับปกติ และปรากฏว่า อัตราการสลายตัวของกรดแลคติกในเลือดก่อนที่ในขณะวิ่งไปเรื่อย ๆ เร็วกว่าการนั่งพัก อัตราการสลายตัวของกรดแลคติกสูงสุด เท่ากับ 8 มิลลิกรัมต่อเลือด 100 มิลลิลิตรต่อหน้าที่ 63% ($VO_2 \max$) โดยเฉลี่ย และสรุปว่า กล้ามเนื้อสามารถออกซิไดซ์กรดแลคติกได้ดีกว่าในตับ (Lars Hermansen and Inger Stensvold. 1972 : 191 - 201)

โรเบิร์ต โทมัส (Robert Thomas) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่องการทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนที่ระดับงานก่อนสูงสุดในผู้เข้ารับการทดลองที่มีสมรรถภาพสูงและปานกลาง โดยใช้ผู้เข้ารับการทดลองที่มีสมรรถภาพสูง 8 คน และสมรรถภาพปานกลาง 8 คน ออกกำลังกายโดยการถีบจักรยานเป็นเวลา 6 นาที ที่ความหนักของงาน 70%, 80% และ 90% ของสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดของแต่ละคน หลังจากงานสิ้นสุดลงทำการบันทึกอัตราการเต้นของหัวใจ และเจาะตัวอย่างเลือดหลังการออกกำลังกายแล้ว $3\frac{1}{2}$ นาที เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณของกรดแลคติก พบว่า กลุ่มที่มีสมรรถภาพสูงจะมีกรดแลคติกหลังการออกกำลังกายต่ำกว่ากลุ่มที่มีสมรรถภาพปานกลาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และกลุ่มที่มีสมรรถภาพทางกายสูง จะมีอัตราการเต้นของหัวใจต่ำกว่ากลุ่มที่มีสมรรถภาพปานกลาง การที่ความหนักของงานเพิ่มขึ้น จะมีความสัมพันธ์กับการเพิ่มของกรดแลคติกในเลือดอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อนำเอาค่าของทั้งสองกลุ่มมารวมกัน (เทเวศร์ พิริยะพูนท์ 2523 : 11 อ้างจาก Robert Thomas. 1974 : 3499 A)

160811

เบรน เกรส (Brain Chase) ให้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของอาหารที่แตกต่างกัน และความหนักของการออกกำลังกายที่มีต่อระดับของกรดแลคติกในเลือด และระยะเวลาในการทำงานโดยใช้ผู้เข้าทดลอง 12 คน แต่ละคนต้องกินอาหาร 3 ชนิด คือ อาหารคาร์โบไฮเดรตต่ำ คาร์โบไฮเดรตสูง และอาหารธรรมดาทั่ว ๆ ไป โดยกิน 1 ชนิดต่อสัปดาห์ เสร็จแล้วให้ออกกำลังโดยวิ่งบนลูกล้อ (Treadmill) ด้วยความหนัก 85%, 100% และ 110% ของสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด ช่วงเวลาในการทำงานแต่ละรอบใช้เวลา 5 นาที หรือจนกระทั่งเหนื่อย พบว่า ค่าเฉลี่ยของกรดแลคติกในเลือดจะสูงที่สุดที่ระดับความหนักของงาน 110% ของสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด โดยการกินอาหารที่มีคาร์โบไฮเดรตสูง มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < .05$) ผู้ทดลองที่กินอาหารที่มีคาร์โบไฮเดรตสูงจะทำงานได้นานที่สุดกว่าจะเหนื่อย (เทเวศร์ พิริยะพณท์ 2523 : 11 - 12 อ้างจาก Brain Chase. 1975 : 2700 - A)

อนันต์ อัครชู ให้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับกรดแลคติกในเลือดกับการออกกำลังกายแบบสลับช่วงพัก และแบบต่อเนื่อง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชายที่มีสมรรถภาพสมบุรณ์ 16 คน ออกกำลังกายโดยการถีบจักรยาน (Bicycle Ergometer) การออกกำลังกายมี 4 อนุกรม อนุกรมที่ 1 เป็นงานต่อเนื่องใช้เวลา 10 นาที ความหนัก 85% ของสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด อนุกรมที่ 2 เป็นงานสลับช่วงพัก มีอัตราการทำงานต่อการพักเป็น 1 : 1 คือ ทำงาน 15 วินาที พัก 15 วินาที อนุกรมที่ 3 มีอัตราการทำงานต่อการพักเป็น 1 : 2 คือ ทำงาน 15 วินาที พัก 30 วินาที อนุกรมที่ 4 มีอัตราการทำงานต่อการพักเป็น 1 : 1 คือ ทำงาน 30 วินาที พัก 30 วินาที ผลการวิจัยพบว่า การทำงานต่อเนื่อง 10 นาที มีกรดแลคติกในเลือดมากกว่าขณะพักผ่อน ค่ามัธยฐานเลขคณิตของกรดแลคติกในเลือดในการทำงานแบบสลับช่วงพักทุกอนุกรม มีมากกว่าขณะพักผ่อน การทำงาน 15 วินาที พัก 15 วินาที กับการทำงาน 30 วินาที พัก 30 วินาที ความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดมีปริมาณพอกัน เมื่อเทียบกับกรดแลคติกของการทำงานแบบสลับช่วงพัก ทำให้คิดว่า กรดแลคติกไม่ใช่องค์ประกอบของความเหนื่อย ความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดจะมีมากขึ้นอยู่กับความหนักเบาของงานและระยะเวลาในการทำงาน ความเข้มข้นของกรดแลคติกในการทำงานชนิดสลับช่วงพัก

และชนิดต่อเนื่องเป็นอิสระซึ่งกันและกัน (เทเวศร์ หิริยะพจน์ 2523 : 12 - 13
 อ้างจาก Anan Attachoo. 1975 : 2700 A)

งานวิจัยภายในประเทศที่เกี่ยวข้อง

เทเวศร์ หิริยะพจน์ ได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับปริมาณของกรดแลคติกที่เกิดขึ้น
 ในเลือดภายหลังการว่ายน้ำแบบครอว์ล ในระยะทาง 100 เมตร 200 เมตร 400 เมตร
 และ 1,500 เมตร กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตชายที่มีสมรรถภาพทางกายสมบูรณ์ จำนวน 20 คน
 ทุกคนเป็นนักกีฬาทางน้ำระดับคณะและมหาวิทยาลัยของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีอายุเฉลี่ย
 23.3 ปี ทุกคนจะต้องถูกเก็บตัวอย่างเลือดขณะพักผ่อน และหลังการว่ายน้ำในระยะทางต่าง ๆ
 ที่กำหนด เพื่อนำไปวิเคราะห์หากรดแลคติกในเลือด ผลการวิจัยปรากฏว่า ความเข้มข้นของ
 กรดแลคติกในเลือดขณะพักผ่อน และหลังว่ายน้ำแบบครอว์ลทั้ง 4 ระยะทาง มีความแตกต่างกัน
 ที่ระดับความมีนัยสำคัญ .01 เมื่อทำการเปรียบเทียบรายคู่พบว่า ความเข้มข้นของกรดแลคติก
 ในเลือดหลังว่ายน้ำ ระยะทาง 100 เมตร 200 เมตร และ 400 เมตร สูงกว่าขณะพักผ่อน
 ($p < .01$) ความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดขณะพัก และหลังว่ายน้ำ ระยะทาง
 1,500 เมตร ไม่แตกต่างกัน ($p > .01$) ความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดหลัง
 ว่ายน้ำ ระยะทาง 100 เมตร 200 เมตร 400 เมตร และ 1,500 เมตร ไม่แตกต่างกัน
 ($p > .01$) (เทเวศร์ หิริยะพจน์ 2523 : บทคัดย่อ)

เกรียงศักดิ์ นกกระจิบ ได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับกรดแลคติกในเลือดกับการ
 เหน็ดเหนื่อยของกล้ามเนื้อ กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตชาย ภาควิชาพลศึกษา คณะครูศาสตร์
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 15 คน ทุกคนมีสมรรถภาพทางกายสมบูรณ์ มีอายุเฉลี่ย
 21.53 ปี น้ำหนักตัวเฉลี่ย 57.73 กิโลกรัม มีส่วนสูงเฉลี่ย 166.73 เซนติเมตร ในการ
 ทำการวิจัย จะเก็บตัวอย่างเลือดผู้เข้ารับการทดลองทุก ๆ คน คนละ 5 ครั้ง คือ ขณะพักผ่อน
 และหลังจากทำงานที่ระดับความหนัก 70%, 90%, 110% และ 130% ของความสามารถสูงสุด
 ในการจับออกซิเจน แล้วนำไปวิเคราะห์หากรดแลคติกในเลือด ผลจากการวิจัยพบว่า ความ
 เข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดขณะพัก และในการทำงานที่ระดับความหนักของงาน แตกต่างกัน

ทั้ง 4 ชนิด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และพบว่า อัตราการสะสมโดยเฉลี่ยของกรดแลคติกในเลือดของผู้เข้ารับการทดลองแต่ละคนจะมียุ่ต่ำ ในการทำงานที่มีระยะเวลานาน ส่วนการทำงานในช่วงเวลาสั้น ๆ อัตราการสะสมของกรดแลคติกในเลือดจะสูงกว่า (เกรียงศักดิ์ นกกระจิม 2523 : บทคัดย่อ)

ชวน สรณารักษ์ ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง กรดแลคติกในเลือด กับการวิ่งต่างระยะทาง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชาย วิทยาลัยพลศึกษาอ่างทอง จำนวน 22 คน น้ำหนักตัวเฉลี่ย 59.5 กิโลกรัม และส่วนสูงเฉลี่ย 169 เซนติเมตร ทุกคนจะถูกเก็บตัวอย่างเลือดขณะพักก่อนและหลังจากการวิ่งระยะทางต่าง ๆ ดังกล่าว เพื่อทำการวิเคราะห์กรดแลคติกในเลือด ผลการวิจัยปรากฏว่า อัตราการผลิตกรดแลคติกของการวิ่งระยะทาง 100 เมตร มากกว่าการวิ่งระยะทาง 200 เมตร ($P < .01$) และอัตราการผลิตกรดแลคติกของการวิ่งระยะทาง 200 เมตร มากกว่าการวิ่งระยะทาง 400 เมตร ($P < .01$) อัตราการผลิตกรดแลคติกของการวิ่งระยะทาง 100 เมตร, 200 เมตร และ 400 เมตร มากกว่าอัตราการผลิตกรดแลคติกของการวิ่งระยะทาง 800 เมตร, 1,500 เมตร และ 5,000 เมตร ($P < .01$) อัตราการผลิตกรดแลคติกของการวิ่งระยะทาง 800 เมตร, 1,500 เมตร และ 5,000 เมตร ไม่แตกต่างกัน ($P > .01$) (ชวน สรณารักษ์ 2523 : บทคัดย่อ)

จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและค้นคว้ามาทั้งกล่าวข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยต้องการศึกษาถึงปริมาณการสะสมของกรดแลคติกที่เกิดขึ้นในเลือด ระหว่างการทำงานในระดับเดียวกัน ระยะทางเท่ากัน สภาพแวดล้อมที่คล้ายคลึงกัน แต่แตกต่างกันในเรื่องของลักษณะท่าทางในการออกกำลังกายของผู้เข้ารับการทดสอบว่าจะมีปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดแตกต่างกันหรือไม่

✕ สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. ปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือด ในการว่ายน้ำระยะทาง 100 เมตร ระหว่างแบบว่ายน้ำ 4 แบบ คือ ผีเสื้อ กรรเชียง กบ และครวล์ แตกต่างกัน
2. ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาที่ใช้ในการว่ายน้ำกับปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดหลังการว่ายน้ำแต่ละแบบ มีความสัมพันธ์กัน

วิธีดำเนินการ

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักศึกษาชาย ชั้นปีที่ 1 - 2 ปีการศึกษา 2528 ซึ่งผ่านการเรียนว่ายน้ำ 1 มาแล้ว ของวิทยาลัยพลศึกษากรุงเทพ จำนวน 20 คน ได้มาโดยวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่าง โดยวิธีสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือทั่วไป

1. นาฬิกาจับเวลาแบบกดหยุด (Stop-Watch) ที่สามารถบอกเวลาได้ละเอียดถึง $\frac{1}{100}$ วินาที เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท SEIKO ประเทศญี่ปุ่น สำหรับใช้จับเวลาในการว่ายน้ำและอื่น ๆ 5 เรือน
2. เครื่องชั่งน้ำหนักและวัดส่วนสูง ซึ่งใช้ชั่งน้ำหนักและวัดส่วนสูงได้ในเครื่องเดียวกัน เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท Detecto ประเทศสหรัฐอเมริกา
3. ขวดยาว 10 ซี.ซี. สำหรับใส่ตัวอย่างเลือด 100 ขวด
4. ไซริงค์ ขนาด 10 ซี.ซี. (Disposable calibrate syringe) และ เข็มฉีดยา ขนาด 21 G $\times$ $1\frac{1}{2}$
5. สายยางรัดแขนหาเส้นเลือด (tourniquet)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์เลือด

1. เครื่องอ่านแสง (Spectrophotometer, Cuvette 10 mm light path) เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท Perkin - Elmer coleman 55
2. เครื่องชั่งสาร เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท Fisher Scientific Company

3. เครื่องวัดความเป็นกรด - ด่าง (pH meter) เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท

Corning pH meter 125

4. เตาไฟฟ้า (Hot plate) เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท Ikamag Rct

5. ตู้อบความร้อน เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท Napco Model 330

6. ตู้เย็นสำหรับเก็บน้ำยาและตัวอย่างเลือด เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท Sharp

7. กระตักน้ำแข็งสำหรับเก็บน้ำยาและตัวอย่างเลือด

8. หลอดทดสอบ (Test tube) 80 หลอด เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท Pyrex[®]

ประเทศสหรัฐอเมริกา

9. ไพเพต (Pipette) ขนาด 10 ซี.ซี. 20 อัน ขนาด 1 ซี.ซี. 30 อัน

เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท Pyrex[®] ประเทศสหรัฐอเมริกา

10. กรวย 10 อัน เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท Pyrex[®] ประเทศสหรัฐอเมริกา

11. ขวด ขนาด 250 ซี.ซี. 10 ใบ เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท Pyrex[®]

ประเทศสหรัฐอเมริกา

12. โถดวง (Flask) 250 ซี.ซี. 3 ใบ ถ้วยตวง (Beaker) 250 ซี.ซี.

3 ใบ กระบอกตวง ขนาด 500 ซี.ซี. 1 ใบ 250 ซี.ซี. 1 ใบ เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท

Pyrex[®] ประเทศสหรัฐอเมริกา

13. เหย่งแก้ว 3 อัน

14. ช้อนตักสาร 5 คัน

15. กระดาษกรอง ชวอทแมน (Whatman) 1 กล่อง

16. พาราฟิล์ม (Parafilm) 120 แผ่น เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท American

can Company Greenwich, Ct. 06830

17. คีม (Forcep) จับขวด 2 อัน

18. ตะกร้าเหล็กไม่เป็นสนิม (Stainless) 1 ใบ

น้ำยาและสารเคมี

1. .05 M Glyzine 6 gm.

2. .04 M Hydrazine 10 gm.
3. meta phosphoric acid 26 gm.
4. NAD Solution (20 mg/ml) 300 gm.
5. LDH Suspension (Cons. 25 Unit in 0.01 ml) 20 ml.

(LDH, rabbit muscle. Type II)

6. Citric acid 16.8 gm.
7. NaOH 50 gm.
8. NaF 4.2 gm.
9. EDTA (Ethylenediamine Tetra Acetic acid) 0.0054 M.

5 gm.

10. Cetavlon (Cethyltrimethy Ammonium Bromide) 4 gm.

หมายเหตุ รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก ข

สถานที่ทดลอง

1. สถานที่เก็บรวบรวมข้อมูล คือ สระว่ายน้ำของวิทยาลัยพลศึกษากรุงเทพ

ขนาด 25 × 12 เมตร

2. สถานที่วิเคราะห์ตัวอย่างเลือด คือ ห้องปฏิบัติการทางชีวเคมี ภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

วิธีดำเนินการทดลอง

การทดลองใช้เวลาทั้งสิ้น 5 วัน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2528 โดยวันที่ 1 ทำการเก็บตัวอย่างเลือด (Blood Sample) ขณะพัก (Rest) ของผู้เข้ารับการทดลอง เพื่อนำไปวิเคราะห์หาความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดขณะพัก วันที่ 2, 3, 4 และ 5 ให้ผู้เข้ารับการทดลองว่ายน้ำแบบผีเสื้อ (Butterfly stroke), การเขย่ง (Back crawl stroke) กบ (Breast Stroke) และแบบกรอว์ล (Crawl Stroke) ระยะทาง 100 เมตร โดยการจับสลากว่าจะว่ายน้ำแบบใด (Random Sampling) ในวันไหน

ในการที่จัดช่วงเวลาในการว่ายน้ำแต่ละแบบให้ห่างกัน 1 วัน เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการว่ายน้ำแต่ละครั้งส่งผลต่อกัน หลังจากการว่ายน้ำแต่ละแบบของแต่ละคนสิ้นสุดลงแล้ว 5 นาที ทำการเก็บตัวอย่างเลือดเพื่อนำไปวิเคราะห์หาความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดต่อไป เหตุที่ทำการเจาะตัวอย่างเลือดเพื่อนำไปวิเคราะห์หาความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดหลังจากการว่ายน้ำแต่ละแบบของแต่ละคนสิ้นสุดลงแล้ว 5 นาที ก็เนื่องจากว่า ความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดหลังจากออกกำลังกายแล้ว 5 นาที จะมีค่าเท่ากับความเข้มข้นของกรดแลคติกในกล้ามเนื้อ (Astrand and Rodahl. 1977 : 311)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. จัดเตรียมสถานที่ อุปกรณ์ เพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
2. ขอนหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัยติดต่อขอความร่วมมือจาก คณบดี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล เพื่อทำการขอใช้ห้องปฏิบัติการทางชีวเคมี และผู้อำนวยการวิทยาลัยพลศึกษากรุงเทพ เพื่อทำการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง และขอใช้สถานที่ในการทดสอบ
3. อธิบายวิธีการทดสอบแก่ผู้ช่วยในการทดสอบ ผู้รับการทดสอบ เพื่อให้เข้าใจถึงวิธีการทดสอบและรายละเอียดอื่น ๆ
4. ก่อนการทดสอบ ผู้วิจัยและผู้ช่วยทดสอบ ชี้แจงจุดประสงค์ของการทดสอบให้ผู้เข้ารับการทดสอบฟังจนเป็นที่เข้าใจ
5. จัดทำใบบันทึกผลของการทดสอบของผู้เข้ารับการทดสอบเป็นรายบุคคล เมื่อได้ข้อมูลแล้วนำมาบันทึกในใบบันทึกรวม เพื่อหาค่าสถิติ แล้วทำการวิเคราะห์ สรุปผลการวิจัย และเสนอแนะความคิดเห็นที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้

การเก็บตัวอย่างเลือด

การเก็บตัวอย่างเลือดใช้เวลาทั้งสิ้น 5 วัน ซึ่งตรงกับวันที่ 18 - 22 พฤศจิกายน 2528 เวลา 10.00 - 12.00 น. โดยใช้ไซริงค์ ขนาด 10 ซี.ซี. และเข็มฉีดยา ขนาด $21 \text{ G} \times 1\frac{1}{2}$ เจาะเส้นเลือดค้ำที่หน้าแขนศอกเลือดออกมา 5 ซี.ซี. แล้วถ่ายใส่ขวด การเก็บตัวอย่างเลือดในแต่ละวันมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ คือ

วันที่ 1 เป็นการเก็บตัวอย่างเลือดขณะพักของผู้เข้ารับการทดสอบทั้ง 20 คน
 วันที่ 2, 3, 4 และ 5 เป็นการเก็บตัวอย่างเลือดหลังว่ายน้ำแบบต่าง ๆ โดยให้
 ผู้เข้ารับการทดสอบจับสลากว่าจะว่ายน้ำแบบใดในวันที่เท่าไร ดังรายละเอียดในภาคผนวก ก. X

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

1. หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณการสะสม ของกรดแลคติก
 ในเลือดขณะพัก และหลังจากการว่ายน้ำแบบผีเสื้อ กรรเชียง กบและกรรวล
2. เปรียบเทียบกราฟปริมาณการสะสม ของกรดแลคติกในเลือดขณะพัก และหลัง
 การว่ายน้ำแบบต่าง ๆ ของผู้เข้ารับการทดสอบทั้ง 20 คน
3. ทดสอบความแตกต่างของปริมาณการสะสม ของกรดแลคติกในเลือด โดยการ
 วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว หลังจากนี้ทำการเปรียบเทียบรายคู่ตามวิธี T-method
 (Tukey) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05
4. เฉลี่ยค่าปริมาณการสะสม ของกรดแลคติกในเลือดหลังการว่ายน้ำแบบต่าง ๆ
 เป็นอัตราการเกิดก่อนที่ แล้วหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
5. เปรียบเทียบกราฟอัตราการเกิดก่อนที่ ของปริมาณการสะสมของกรดแลคติก
 ในเลือดในการว่ายน้ำแบบต่าง ๆ ของผู้เข้ารับการทดสอบทั้ง 20 คน
6. ทดสอบความแตกต่าง ของอัตราการเกิดก่อนที่ของกรดแลคติกในเลือด โดย
 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว หลังจากนี้ทำการเปรียบเทียบรายคู่ตามวิธี T-method
 (Tukey) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05
7. หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่าย (Simple Correlation) ของเวลา
 ที่ใช้ในการว่ายน้ำ กับปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดหลังว่ายน้ำแต่ละแบบ
8. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเวลาในการว่ายน้ำแต่ละแบบ ระยะทาง 100 เมตร
 ของผู้เข้ารับการทดสอบทั้ง 20 คน กับสถิติการแข่งขันกีฬาแห่งชาติครั้งที่ 18 และสถิติการ
 แข่งขันกีฬาซีเกมส์ครั้งที่ 13

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลใช้วิธีการทางสถิติต่อไปนี้

1. หาค่าเฉลี่ย โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ 2522 : 51)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ $\bar{X}$ แทน คะแนนตัวกลางเลขคณิต
 $\sum X$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนน
 N แทน จำนวนคะแนนในข้อมูลนั้น

2. หาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ 2522 : 100)

$$S.D. = \sqrt{\frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ S.D. แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 $\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
 $(\sum X)^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
 N แทน จำนวนคะแนนในข้อมูลนั้น

3. หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่าย (Simple Correlation) โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ 2522 : 170)

$$r_{xy} = \frac{N\sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{[N\sum x^2 - (\sum x)^2][N\sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

เมื่อ	r_{xy}	แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
	Σxy	แทน ผลรวมของผลคูณของคะแนน x กับ y
	$\Sigma x, \Sigma y$	แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนน x กับ y ตามลำดับ
	$\Sigma x^2, \Sigma y^2$	แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสองทั้ง x และ y
	N	แทน จำนวนผู้เข้ารับการทดสอบ

4. การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One - Way Analysis of Variance) โดยใช้สูตร (กองวิจัยการศึกษา 2520 : 72)

$$F = \frac{MS_b}{MS_w}$$

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างกลุ่ม (between)	K - 1	SS_b	MS_b	$\frac{MS_b}{MS_w}$
ภายในกลุ่ม (within)	N - k	SS_w	MS_w	
รวมทั้งหมด (total)	N - 1	SS_t		

เมื่อ	df	แทน	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ
	SS	แทน	ผลบวกของส่วนเบี่ยงเบนยกกำลังสอง
	MS	แทน	ค่าของส่วนเบี่ยงเบนยกกำลังสอง
	F	แทน	อัตราของส่วนวิกฤต
	N	แทน	จำนวนผู้เข้ารับการทดสอบทั้งหมด
	K	แทน	จำนวนกลุ่ม

5. การเปรียบเทียบรายคู่ (Multiple Comparison) โดยใช้วิธีของ
T - method (Tukey) โดยใช้สูตร (กองวิจัยการศึกษา 2520 : 75 - 77)

$$q \sqrt{\frac{MS_w}{n}}$$

การทดสอบอาศัยค่า MS_w จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน และค่า q จาก
ตาราง Studentized range

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล และแปลความหมายของการวิเคราะห์ข้อมูล แบ่งออกเป็น 8 ตอน ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดขณะพัก หลังว่ายน้ำแบบผีเสื้อ กรรเชียง กบ และครอว์ล

ตอนที่ 2 เปรียบเทียบกราฟปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดขณะพัก และหลังว่ายน้ำแบบต่าง ๆ ของผู้เข้ารับการทดสอบทั้ง 20 คน

ตอนที่ 3 ทดสอบความแตกต่างของปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือด โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว หลังจากนั้นทำการเปรียบเทียบรายคู่ตามวิธี T - method (Tukey) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

ตอนที่ 4 เฉลี่ยค่าปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดหลังการว่ายน้ำแบบต่าง ๆ เป็นอัตราการเกิดก่อนที่ แล้วหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตอนที่ 5 เปรียบเทียบกราฟอัตราการเกิดก่อนที่ ของปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือด ในการว่ายน้ำแบบต่าง ๆ ของผู้เข้ารับการทดสอบทั้ง 20 คน

* ตอนที่ 6 ทดสอบความแตกต่างของอัตราการเกิดก่อนที่ของกรดแลคติกในเลือด โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว หลังจากนั้นทำการเปรียบเทียบรายคู่ตามวิธี T - method (Tukey) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

ตอนที่ 7 หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่าย (Simple Correlation) ของเวลาที่ใช้ในการว่ายน้ำกับปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดหลังว่ายน้ำแต่ละแบบ โดยคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ จากผลคูณของคะแนน (Pearson's Product - moment Correlation Coefficient)

ตอนที่ 8 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเวลาในการว่ายน้ำแต่ละแบบ ระยะทาง 100 เมตร ของผู้เข้ารับการทดสอบทั้ง 20 คน กับสถิติจากการแข่งขันกีฬาแห่งชาติครั้งที่ 18 และสถิติจากการแข่งขันกีฬาซีเกมส์ครั้งที่ 13

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

$\bar{x}$	แทน ค่าเฉลี่ย
S. D.	แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
N	แทน จำนวนผู้เข้ารับการทดสอบในแต่ละกลุ่ม
$\bar{x}_1$	แทน ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ของปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดขณะพัก
$\bar{x}_2$	แทน ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ของปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดหลังการ ว่ายน้ำแบบผีเสื้อ
$\bar{x}_3$	แทน ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ของปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดหลังการ ว่ายน้ำแบบกรรเชียง
$\bar{x}_4$	แทน ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ของปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดหลังการ ว่ายน้ำแบบกบ
$\bar{x}_5$	แทน ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ของปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดหลังการ ว่ายน้ำแบบครอว์ล
$\bar{x}_6$	แทน ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ของอัตราการเกิดก่อนาที ของปริมาณการสะสมของ กรดแลคติกในเลือด ในการว่ายน้ำแบบผีเสื้อ
$\bar{x}_7$	แทน ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ของอัตราการเกิดก่อนาที ของปริมาณการสะสมของ กรดแลคติกในเลือด ในการว่ายน้ำแบบกรรเชียง
$\bar{x}_8$	แทน ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ของอัตราการเกิดก่อนาที ของปริมาณการสะสมของ กรดแลคติกในเลือด ในการว่ายน้ำแบบกบ
$\bar{x}_9$	แทน ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ของอัตราการเกิดก่อนาที ของปริมาณการสะสมของ กรดแลคติกในเลือด ในการว่ายน้ำแบบครอว์ล
SS	แทน ผลบวกของส่วนเบี่ยงเบนยกกำลังสอง
df	แทน ชั้นแห่งความเป็นอิสระ
MS	แทน ค่าของส่วนเบี่ยงเบนยกกำลังสอง
F	แทน ค่าทดสอบความแปรปรวน

q แทน ค่าสถิติที่ระดับนัยสำคัญต่าง ๆ

r แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของการทดสอบ

ที่จะให้นำผลการวิเคราะห์ข้อมูลมาเสนอดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณการสะสมของกรดแลกติก
ในเลือดขณะพัก หลังว่ายน้ำแบบผีเสื้อ กรรเชียง กบ และครอว์ล

ตาราง 1 แสดงผลของค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณการสะสมของกรด
แลกติกในเลือดขณะพัก หลังว่ายน้ำแบบผีเสื้อ กรรเชียง กบ และครอว์ล (มีหน่วยเป็น
มิลลิโมล)

	ขณะพัก	ผีเสื้อ	กรรเชียง	กบ	ครอว์ล
$\bar{x}$	1.514	7.346	7.623	7.833	7.372
S.D.	0.846	1.527	1.966	1.652	1.632

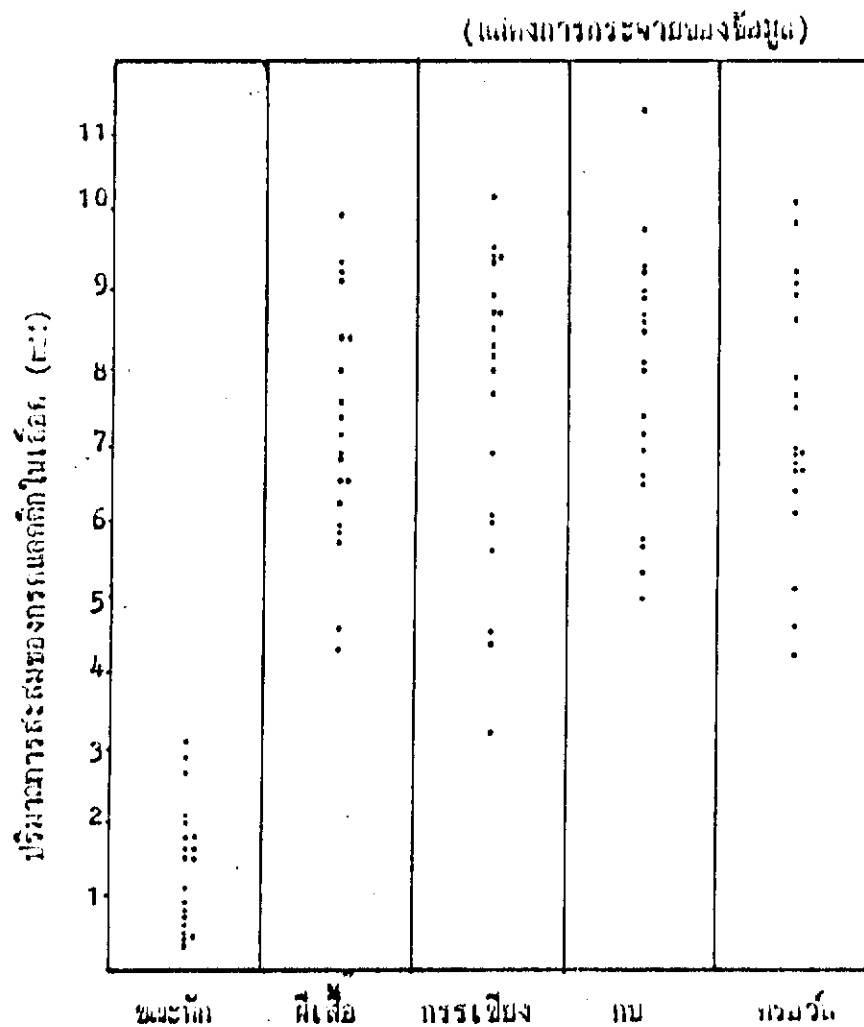
จากตาราง 1 แสดงให้เห็นว่า

ค่าเฉลี่ยของปริมาณการสะสมของกรดแลกติกในเลือดหลังการว่ายน้ำแบบกบมีค่า
มากที่สุด (7.833 มิลลิโมล) ค่าเฉลี่ยของปริมาณการสะสมของกรดแลกติกในเลือดหลังการ
ว่ายน้ำแบบกรรเชียง มีค่าเป็นลำดับที่ 2 (7.623 มิลลิโมล) ค่าเฉลี่ยของปริมาณการสะสม
ของกรดแลกติกในเลือดหลังการว่ายน้ำแบบครอว์ล มีค่าเป็นลำดับที่ 3 (7.372 มิลลิโมล)
ค่าเฉลี่ยของปริมาณการสะสมของกรดแลกติกในเลือดหลังการว่ายน้ำแบบผีเสื้อ มีค่าเป็น
ลำดับที่ 4 (7.346 มิลลิโมล) และค่าเฉลี่ยของปริมาณการสะสมของกรดแลกติกในเลือด
ขณะพัก มีค่าน้อยที่สุด (1.514 มิลลิโมล)

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณการสะสมของกรดแลกติกในเลือดหลังการว่ายน้ำ
แบบกรรเชียง มีค่ามากที่สุด (1.966) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณการสะสมของ
กรดแลกติกในเลือดหลังการว่ายน้ำแบบกบ มีค่าเป็นลำดับที่ 2 (1.652) ส่วนเบี่ยงเบน-
มาตรฐานของปริมาณการสะสมของกรดแลกติกในเลือดหลังการว่ายน้ำแบบครอว์ล มีค่าเป็น

ลำดับที่ 3 (1.632) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือด หลังการว่ายน้ำแบบผีเสื้อ มีค่าเป็นลำดับที่ 4 (1.527) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดขณะพัก มีค่าน้อยที่สุด (0.846)

ตอนที่ 2 เปรียบเทียบกราฟปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดขณะพัก และหลังการว่ายน้ำแบบต่าง ๆ ของผู้เข้ารับการทดสอบทั้ง 20 คน



ภาพประกอบ 1 แสดงการเปรียบเทียบกราฟปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดขณะพัก และหลังการว่ายน้ำแบบต่าง ๆ ของผู้เข้ารับการทดสอบทั้ง 20 คน

จากภาพประกอบ 1 แสดงให้เห็นถึง

ปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดขณะพัก และหลังการว่ายน้ำแบบต่าง ๆ

ของผู้เข้ารับการทดสอบทั้ง 20 คน

ตอนที่ 3 ทดสอบความแตกต่างของปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือด โดย
การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว หลังจากนี้ทำการเปรียบเทียบรายคู่ตามวิธี
T - method (Tukey) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

ตาราง ๕ แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของปริมาณการสะสมของกรด
แลคติกในเลือดขณะพัก และหลังการว่ายน้ำแบบต่าง ๆ

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระหว่างกลุ่ม (between)	584.869	4	146.217	59.414*
ภายในกลุ่ม (within)	233.787	95	2.461	
รวมทั้งหมด (total)	818.656	99		

$$* P < .05 \quad F_{4,95} = 3.51$$

จากตาราง ๕ แสดงให้เห็นว่า

ปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดขณะพัก และหลังการว่ายน้ำแบบต่าง ๆ

มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 3 แสดงผลการเปรียบเทียบรายคู่ของปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดขณะพัก และหลังการว่ายน้ำแบบต่าง ๆ ตามวิธี T - method (Tukey)

	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	$\bar{x}_3$	$\bar{x}_4$	$\bar{x}_5$
$\bar{x}_1$		5.832*	6.109*	6.319*	5.858*
$\bar{x}_2$			0.277	0.487	0.026
$\bar{x}_3$				0.210	0.251
$\bar{x}_4$					0.461

* P < .05

$$q \sqrt{\frac{MS_w}{n}} = 1.375$$

จากตาราง 3 แสดงให้เห็นว่า

1. ปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดขณะพัก กับปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดหลังว่ายน้ำแบบต่าง ๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. ปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดหลังว่ายน้ำแบบต่าง ๆ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 4 เปรียบเทียบค่าปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดหลังการว่ายน้ำแบบต่าง ๆ เป็นอัตราการเกิดก่อนที่ แล้วหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

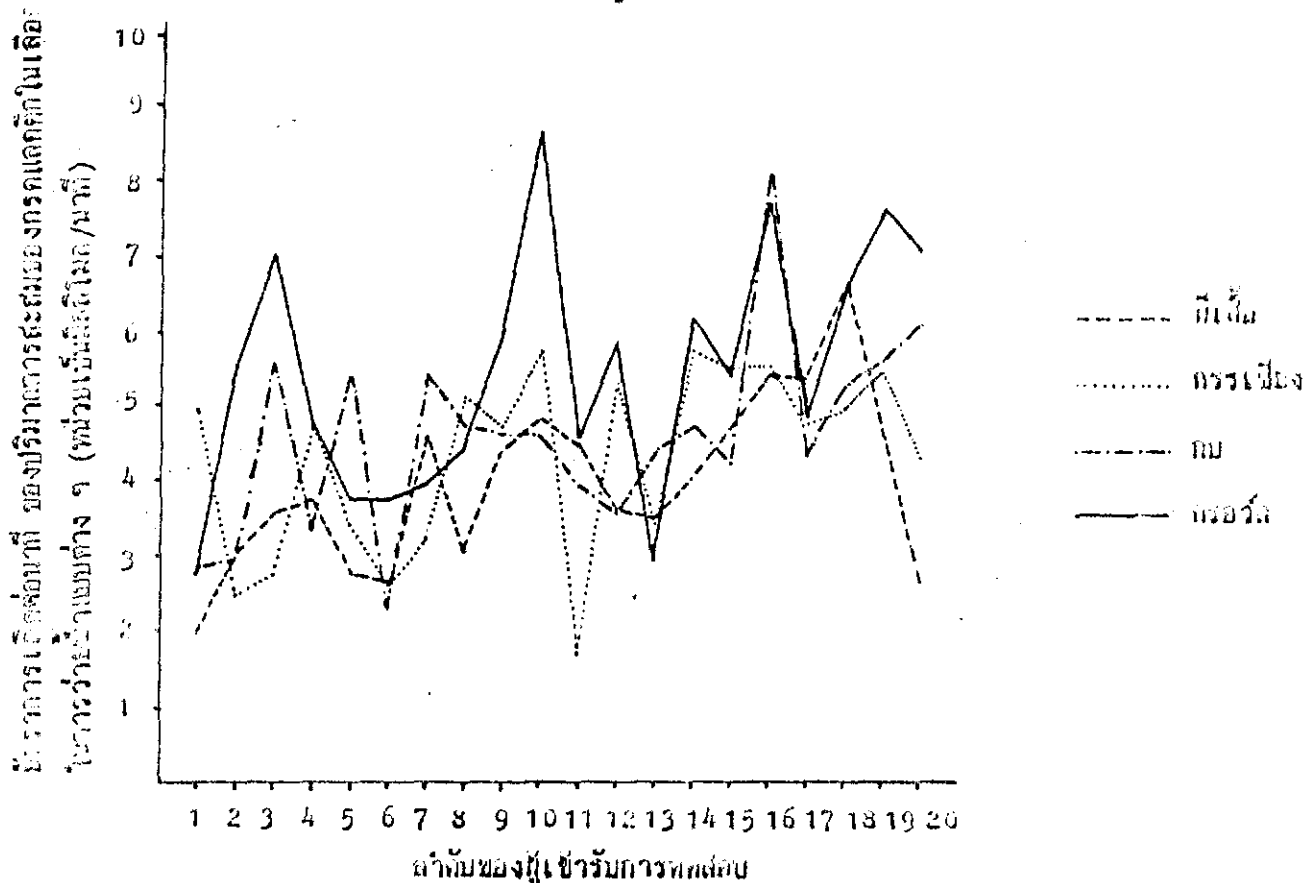
ตาราง 4 แสดงผลของค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราการเกิดก่อนที่ ของกรดแลคติกในเลือดของการว่ายน้ำแบบต่าง ๆ

	ผีเสื้อ	กรรเชียง	กบ	ครอว์ล
$\bar{x}$	4.048	4.326	4.617	5.511
S.D.	1.103	1.270	1.332	1.664

จากตาราง 4 แสดงให้เห็นว่า

1. ค่าเฉลี่ยของอัตราการเกิดกรดแลคติกในเลือดก่อนที่ ในการว่านน้ำแบบครอว์ล มีอัตราการเกิดสูงที่สุด (5.511 มิลลิโมล/นาที่)
2. ค่าเฉลี่ยของอัตราการเกิดกรดแลคติกในเลือดก่อนที่ ในการว่านน้ำแบบกบ มีอัตราการเกิดสูงอันดับที่ 2 (4.617 มิลลิโมล/นาที่)
3. ค่าเฉลี่ยของอัตราการเกิดกรดแลคติกในเลือดก่อนที่ ในการว่านน้ำแบบกรเชียง มีอัตราการเกิดสูงอันดับที่ 3 (4.326 มิลลิโมล/นาที่)
4. ค่าเฉลี่ยของอัตราการเกิดกรดแลคติกในเลือดก่อนที่ ในการว่านน้ำแบบผีเสื้อ มีอัตราการเกิดสูงอันดับที่ 4 (4.048 มิลลิโมล/นาที่)

ตอนที่ 5 เปรียบเทียบกราฟอัตราการเกิดก่อนที่ ของปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือด ในการว่านน้ำแบบต่าง ๆ ของผู้เข้ารับการทดสอบทั้ง 20 คน



ภาพประกอบ 2 แสดงกราฟอัตราการเกิดก่อนที่ ของปริมาณการสะสมของกรดแลคติก

ในเลือด ในการว่านน้ำแบบต่าง ๆ ของผู้เข้ารับการทดสอบทั้ง 20 คน

จากภาพประกอบ 2 แสดงให้เห็นถึง

อัตราเกิดก่อนที่ ของปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดในการว่ายน้ำ

แบบต่าง ๆ ของผู้เข้ารับการทดสอบทั้ง 20 คน

ตอนที่ 6 ทดสอบความแตกต่างของอัตราการเกิดก่อนที่ ของกรดแลคติกในเลือด โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว หลังจากนั้นก็ทำการเปรียบเทียบรายคู่ตามวิธี T - method (Tukey) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

ตาราง 5 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของอัตราการเกิดก่อนที่ ของ ปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือด ในการว่ายน้ำแบบต่าง ๆ

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระหว่างกลุ่ม (between)	24.122	3	8.041	4.363*
ภายในกลุ่ม (within)	140.101	76	1.843	
รวมทั้งหมด (total)	164.223	79		

$$* P < .05 \quad F_{3,76} = 4.04$$

จากตาราง 5 แสดงให้เห็นว่าอัตราการเกิดก่อนที่ ของปริมาณการสะสมของ กรดแลคติกในเลือด ในการว่ายน้ำแบบต่าง ๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

ตาราง 6 แสดงผลการเปรียบเทียบรายคู่ของอัตราการเกิดก่อนาที ของปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือด ในการว่ายน้ำแบบต่าง ๆ ตามวิธี T - method (Tukey)

	$\bar{x}_6$	$\bar{x}_7$	$\bar{x}_8$	$\bar{x}_9$
$\bar{x}_6$		0.278	0.569	1.463*
$\bar{x}_7$			0.291	1.185*
$\bar{x}_8$				0.894

* $P < .05$

$$q \sqrt{\frac{MS_w}{n}} = 1.120$$

จากตาราง 6 แสดงให้เห็นว่า

1. อัตราการเกิดก่อนาที ของปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือด ในการว่ายน้ำแบบครอว์ล กับอัตราการเกิดก่อนาที ของปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือด ในการว่ายน้ำแบบผีเสื้อ และกรรเชียง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. อัตราการเกิดก่อนาที ของปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือด ในการว่ายน้ำแบบผีเสื้อ กับอัตราการเกิดก่อนาที ของปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือด ในการว่ายน้ำแบบกรรเชียงและกบ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. อัตราการเกิดก่อนาที ของปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือด ในการว่ายน้ำแบบกรรเชียง กับอัตราการเกิดก่อนาที ของปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือด ในการว่ายน้ำแบบกบ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
4. อัตราการเกิดก่อนาที ของปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือด ในการว่ายน้ำแบบกบ กับอัตราการเกิดก่อนาที ของปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือด ในการว่ายน้ำแบบครอว์ล มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 7 หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่าย (Simple Correlation) ของเวลาที่ใช้ในการว่ายน้ำกับปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดหลังการว่ายน้ำแต่ละแบบ

โดยคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากผลคูณของคะแนน (Pearson's Product - moment Correlation Coefficient)

ตาราง 7 แสดงผลการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่าย (Simple Correlation) ของเวลาที่ใช้ในการว่ายน้ำกับปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดหลังการว่ายน้ำแต่ละแบบ โดยคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากผลคูณของคะแนน (Pearson's Product - moment Correlation Coefficient)

	x_2	x_3	x_4	x_5
เวลาที่ใช้ในการว่ายน้ำ	0.20	0.064	-0.372	-0.378*

* $P < .05$ $\alpha = .05$ ($r = .378$)

จากตาราง 7 แสดงให้เห็นว่า

1. เวลาที่ใช้ในการว่ายน้ำแบบผีเสื้อมีความสัมพันธ์แบบเส้นตรงเชิงนิมิตในระดับต่ำกับปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดหลังการว่ายน้ำแบบผีเสื้อ มีค่าเท่ากับ 0.20 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. เวลาที่ใช้ในการว่ายน้ำแบบกรรเชียง มีความสัมพันธ์แบบเส้นตรงเชิงนิมิตในระดับต่ำกับปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดหลังการว่ายน้ำแบบกรรเชียง มีค่าเท่ากับ 0.064 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. เวลาที่ใช้ในการว่ายน้ำแบบยก มีความสัมพันธ์แบบเส้นตรงเชิงนิเสธในระดับต่ำกับปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดหลังการว่ายน้ำแบบยก มีค่าเท่ากับ -0.372 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
4. เวลาที่ใช้ในการว่ายน้ำแบบครอว์ล มีความสัมพันธ์แบบเส้นตรงเชิงนิเสธในระดับต่ำกับปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดหลังการว่ายน้ำแบบครอว์ล มีค่าเท่ากับ -0.378 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 8 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเวลาในการว่ายน้ำแต่ละแบบ ระยะทาง 100 เมตร ของผู้เข้ารับการทดสอบทั้ง 20 คน กับสถิติจากการแข่งขันกีฬาแห่งชาติครั้งที่ 18 และสถิติจากการแข่งขันกีฬาซีเกมส์ครั้งที่ 13

ตาราง 8 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเวลาในการว่ายน้ำแต่ละแบบ ระยะทาง 100 เมตร ของผู้เข้ารับการทดสอบทั้ง 20 คน กับสถิติจากการแข่งขันกีฬาแห่งชาติ ครั้งที่ 18 และสถิติจากการแข่งขันกีฬาซีเกมส์ครั้งที่ 13 (มีหน่วยเป็นนาที)

แบบที่ใช้ว่าย	เวลาเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง	สถิติกีฬาแห่งชาติ ครั้งที่ 18	สถิติกีฬาซีเกมส์ ครั้งที่ 13
ผีเสื้อ	1.52.36	1.02.73	0.57.68
กรรเชียง	1.48.71	1.07.70	0.58.36
กบ	1.44.73	1.11.63	1.06.59
ครอล	1.23.13	0.57.80	0.52.42

จากตาราง 8 แสดงให้เห็นว่า

1. เวลาเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการว่ายน้ำแต่ละแบบ ระยะทาง 100 เมตร ของผู้เข้ารับการทดสอบทั้ง 20 คน เรียงลำดับได้ดังนี้ การว่ายน้ำแบบครอลใช้เวลาน้อยที่สุด (1.23.13) นาที) การว่ายน้ำแบบกบใช้เวลาน้อยเป็นลำดับที่ 2 (1.44.73 นาที) การว่ายน้ำแบบกรรเชียงใช้เวลาน้อยเป็นลำดับที่ 3 (1.48.71 นาที) และการว่ายน้ำแบบผีเสื้อใช้เวลามากที่สุด (1.52.36 นาที)

2. สถิติจากการแข่งขันกีฬาแห่งชาติ ครั้งที่ 18 ของการว่ายน้ำแบบต่าง ๆ ระยะทาง 100 เมตร เรียงลำดับได้ดังนี้ การว่ายน้ำแบบครอลใช้เวลาน้อยที่สุด (0.57.80 นาที) การว่ายน้ำแบบผีเสื้อใช้เวลาน้อยเป็นลำดับที่ 2 (1.02.73) นาที) การว่ายน้ำแบบกรรเชียงใช้เวลาน้อยเป็นลำดับที่ 3 (1.07.70 นาที) และการว่ายน้ำแบบกบ ใช้เวลานานที่สุด (1.11.63 นาที)

3. สถิติจากการแข่งขันกีฬาซีเกมส์ ครั้งที่ 13 ของการว่ายน้ำแบบต่าง ๆ ระยะทาง 100 เมตร เรียงลำดับให้ดังนี้ การว่ายน้ำแบบครอลใช้เวลาน้อยที่สุด (0.52.42 นาที) การว่ายน้ำแบบผีเสื้อ ใช้เวลาน้อยเป็นลำดับที่ 2 (0.57.68 นาที) การว่ายน้ำแบบกรรเชียงใช้เวลาน้อยเป็นลำดับที่ 3 (0.58.36 นาที) และการว่ายน้ำแบบกบใช้เวลามากที่สุด (1.06.59 นาที)

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

✓ ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือด ในการว่ายน้ำระยะทาง 100 เมตร ระหว่างแบบว่ายน้ำ 4 แบบ คือ ผีเสื้อ (Butterfly Stroke), การเขย่ง (Back Crawl Stroke), กบ (Breast Stroke) และแบบครอล (Crawl Stroke)
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาที่ใช้ในการว่ายน้ำกับปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดหลังการว่ายน้ำแต่ละแบบ

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักศึกษาชาย ชั้นปีที่ 1 - 2 ปีการศึกษา 2528 ซึ่งผ่านการเรียนว่ายน้ำ 1 มาแล้ว ของวิทยาลัยพลศึกษากรุงเทพ จำนวน 20 คน ได้มาโดยวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่าง โดยวิธีสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือทั่วไป

1. นาฬิกาจับเวลาแบบกดหยุด (Stop - watch) ที่สามารถบอกเวลาได้ละเอียดถึง $\frac{1}{100}$ วินาที เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท SEIKO ประเทศญี่ปุ่น สำหรับใช้จับเวลาในการว่ายน้ำและอื่น ๆ 5 เรือน
2. เครื่องชั่งน้ำหนักและวัดส่วนสูง ซึ่งใช้ชั่งน้ำหนักและวัดส่วนสูงได้ในเครื่องเดียวกัน เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท Detecto ประเทศสหรัฐอเมริกา
3. ขวดยา 10 ซี.ซี. สำหรับใส่ตัวอย่างเลือด 100 ขวด

✓ 4. ไซริงค์ ขนาด 10 ซี.ซี. (Disposable calibrate syringe) และ
เข็มฉีดยา ขนาด 21 G $\times$ 1 $\frac{1}{2}$

5. สายยางรัดแขนหาเส้นเลือด (tourniquet)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์เลือด

1. เครื่องอ่านแสง (Spectrophotometer, Cuvette 10 mm. light path) เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท Perkin - Elmer coleman 55
2. เครื่องชั่งสาร เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท Fisher Scientific Company
3. เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท Corning pH meter 125

4. เตาไฟฟ้า (Hot plate) เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท Ikamag Rct
5. ตู้อบความร้อน เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท Napco Model 330
6. ตู้เย็นสำหรับเก็บน้ำยาและตัวอย่างเลือด เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท Sharp
7. กระตักน้ำแข็งสำหรับเก็บน้ำยาและตัวอย่างเลือด
8. หลอดทดลอง (Test tube) 80 หลอด เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท Pyrex[®]

ประเทศสหรัฐอเมริกา

9. ไพเพต (Pipette) ขนาด 10 ซี.ซี. 20 อัน ขนาด 1 ซี.ซี. 30 อัน เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท Pyrex[®] ประเทศสหรัฐอเมริกา
10. กรวย 10 อัน เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท Pyrex[®] ประเทศสหรัฐอเมริกา
11. ขวดขนาด 250 ซี.ซี. 10 ใบ เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท Pyrex[®]

ประเทศสหรัฐอเมริกา

12. โถดวง (Flask) ขนาด 250 ซี.ซี. 3 ใบ ถ้วยตวง (Beaker) ขนาด 250 ซี.ซี. 3 ใบ กระบอกตวงขนาด 500 ซี.ซี. 1 ใบ ขนาด 250 ซี.ซี. 1 ใบ เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท Pyrex[®] ประเทศสหรัฐอเมริกา
13. แท่งแก้ว 3 อัน
14. ช้อนตักสาร 5 คัน

15. กระดาษกรอง ขวอทแมน (Whatman) 1 กล่อง
16. พาราฟิล์ม (Parafilm) 120 แผ่น เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท American
can Company Greenwich, Ct. 06830
17. คีม (Forcep) จับขวด 2 อัน
18. ตะกร้าเหล็กไม่เป็นสนิม (Stainless) 1 ใบ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล มีลำดับขั้นดังต่อไปนี้

1. หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณการสะสม ของกรดแลกติก
ในเลือดขณะพัก หลังว่ายน้ำแบบ ผิเคือ กรรเชียง กม และครอว์ล
2. เปรียบเทียบกราฟปริมาณการสะสมของกรดแลกติกในเลือดขณะพัก และหลัง
การว่ายน้ำแบบต่าง ๆ ของผู้เข้ารับการทดสอบทั้ง 20 คน
3. ทดสอบความแตกต่างของปริมาณการสะสมของกรดแลกติกในเลือด โดยการ
วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว หลังจากนั้นทำการเปรียบเทียบรายคู่ตามวิธี T-method
(Tukey) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05
4. เฉลี่ยค่าปริมาณการสะสมของกรดแลกติกในเลือดหลังการว่ายน้ำแบบต่าง ๆ
เป็นอัตราการเกิดก่อนหน้า แล้วหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
5. เปรียบเทียบกราฟอัตราการเกิดก่อนหน้าของปริมาณการสะสมของกรดแลกติก
ในเลือด ในการว่ายน้ำแบบต่าง ๆ ของผู้เข้ารับการทดสอบทั้ง 20 คน
6. ทดสอบความแตกต่างของอัตราการเกิดก่อนหน้า ของกรดแลกติกในเลือด โดย
วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว หลังจากนั้นทำการเปรียบเทียบรายคู่ตามวิธี T-method
(Tukey) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05
7. หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่าย (Simple Correlation) ของเวลา
ที่ใช้ในการว่ายน้ำ กับปริมาณการสะสมของกรดแลกติกในเลือดหลังว่ายน้ำแต่ละแบบ
8. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเวลาในการว่ายน้ำแต่ละแบบระยะทาง 100 เมตร
ของผู้เข้ารับการทดสอบทั้ง 20 คน กับสถิติจากการแข่งขันกีฬาแห่งชาติ ครั้งที่ 18 และ
สถิติจากการแข่งขันกีฬาซีเกมส์ ครั้งที่ 13

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดขณะพัก และหลังการว่ายน้ำแบบต่าง ๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. จากการเปรียบเทียบรายคู่ตามวิธี T - method (Tukey) พบว่า

2.1 ค่าเฉลี่ยของปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดหลังการว่ายน้ำแบบต่าง ๆ มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดขณะพัก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 ค่าเฉลี่ยของปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดหลังการว่ายน้ำแบบต่าง ๆ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. อัตราการเกิดต่อหน้าที่ ของปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือด ในการว่ายน้ำแบบต่าง ๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. จากการเปรียบเทียบรายคู่ตามวิธี T - method (Tukey) พบว่า

4.1 ค่าเฉลี่ยของอัตราการเกิดต่อหน้าที่ ของปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือด ในการว่ายน้ำแบบครอว์ล กับค่าเฉลี่ยของอัตราการเกิดต่อหน้าที่ ของปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือด ในการว่ายน้ำแบบผีเสื้อและแบบกรรเชียง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.2 ค่าเฉลี่ยของอัตราการเกิดต่อหน้าที่ ของปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือด ในการว่ายน้ำแบบผีเสื้อ กับค่าเฉลี่ยของอัตราการเกิดต่อหน้าที่ ของปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือด ในการว่ายน้ำแบบกรรเชียง และแบบกบ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.3 ค่าเฉลี่ยของอัตราการเกิดต่อหน้าที่ ของปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือด ในการว่ายน้ำแบบกรรเชียงกับค่าเฉลี่ยของอัตราการเกิดต่อหน้าที่ ของปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือด ในการว่ายน้ำแบบกบ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.4 ค่าเฉลี่ยของอัตราการเกิดก่อนหน้า ของปริมาณการสะสมของกรดแลคติก ในเลือด ในการว่ายน้ำแบบกบ กับค่าเฉลี่ยของอัตราการเกิดก่อนหน้า ของปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือด ในการว่ายน้ำแบบครอว์ล มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

5. จากการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่าย (Simple Correlation) ของเวลาที่ใช้ในการว่ายน้ำกับปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดหลังการว่ายน้ำ แต่ละแบบ โดยคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากผลคูณของคะแนน (Pearson's Product - moment Correlation Coefficient) พบว่า

5.1 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r_{xy}) ของเวลาที่ใช้ในการว่ายน้ำแบบผีเสื้อ มีความสัมพันธ์แบบเส้นตรงเชิงนิมิตในระดับต่ำกับปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือด หลังการว่ายน้ำแบบผีเสื้อ มีค่าเท่ากับ 0.20 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.2 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r_{xy}) ของเวลาที่ใช้ในการว่ายน้ำแบบ กรรเชียง มีความสัมพันธ์แบบเส้นตรงเชิงนิมิตในระดับต่ำกับปริมาณการสะสมของกรดแลคติก ในเลือดหลังการว่ายน้ำแบบกรรเชียง มีค่าเท่ากับ 0.064 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.3 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r_{xy}) ของเวลาที่ใช้ในการว่ายน้ำแบบกบ มีความสัมพันธ์แบบเส้นตรงเชิงนิเสธในระดับต่ำ กับปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือด หลังการว่ายน้ำแบบกบ มีค่าเท่ากับ -0.372 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.4 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r_{xy}) ของเวลาที่ใช้ในการว่ายน้ำแบบครอว์ล มีความสัมพันธ์แบบเส้นตรงเชิงนิเสธในระดับต่ำ กับปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือด หลังการว่ายน้ำแบบครอว์ล มีค่าเท่ากับ -0.378 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

6. จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเวลาในการว่ายน้ำแต่ละแบบ ระยะทาง 100 เมตร ของผู้เข้ารับการทดสอบทั้ง 20 คน กับสถิติของการแข่งขันกีฬาแห่งชาติครั้งที่ 18 และสถิติของการแข่งขันกีฬาซีเกมส์ครั้งที่ 13 พบว่า

6.1 ลำดับของเวลาเฉลี่ยในการว่ายน้ำแต่ละแบบระยะทาง 100 เมตร ของผู้เข้ารับการทดสอบทั้ง 20 คน เรียงลำดับเวลาจากน้อยไปหามากได้ดังนี้ การว่ายน้ำ แบบครอว์ล กบ กรรเชียง และผีเสื้อ ตามลำดับ

6.2 ลำดับของเวลา ในการว่ายน้ำแต่ละแบบระยะทาง 100 เมตร ของสถิติ กีฬาแห่งชาติครั้งที่ 18 เรียงลำดับเวลาจากน้อยไปหามากได้ดังนี้ การว่ายน้ำแบบครอว์ล ผีเสื้อ, กรรเชียง และกบ ตามลำดับ

6.3 ลำดับของเวลาในการว่ายน้ำแต่ละแบบระยะทาง 100 เมตร ของ สถิติกีฬาซีเกมส์ครั้งที่ 13 เรียงลำดับเวลาจากน้อยไปหามากได้ดังนี้ การว่ายน้ำแบบครอว์ล ผีเสื้อ, กรรเชียง และกบ ตามลำดับ

อภิปรายผล

1. ปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดขณะพักและหลังการว่ายน้ำแบบต่าง ๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า เมื่อมีการออกกำลังกายเกิดขึ้น จะทำให้ปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดเพิ่มมากขึ้นกว่าขณะพัก ซึ่งทั้งนี้ก็เนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงทางเคมี เพื่อให้ได้มาซึ่งพลังงานที่จะใช้ในการหดตัวของกล้ามเนื้อ โดยเฉพาะปฏิกิริยาเคมีจากขบวนการกลัยโคลิซิส ซึ่งจะทำให้เกิดกรดแลคติกขึ้นในเซลล์ของกล้ามเนื้อที่มีการหดตัวเกิด และกรดแลคติกนี้ก็จะแพร่เข้าสู่กระแสโลหิต จนมีปริมาณการสะสมของกรดแลคติกทั้งในกล้ามเนื้อและในเลือดใกล้เคียงกัน หลังจากหยุดออกกำลังกายไปแล้ว 5 นาที (Astrand and Rodahl. 1977 : 311)

2. เมื่อทำการเปรียบเทียบรายคู่ พบว่า

2.1 ค่าเฉลี่ยของปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดหลังการว่ายน้ำแบบต่าง ๆ มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดขณะพัก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ที่เป็นเช่นนี้ก็เนื่องจากเหตุผลที่กล่าวมาแล้วในข้อ 1 และเวลาที่ใช้ในการว่ายน้ำแต่ละแบบจะอยู่ในช่วงของงานระดับที่ 2 (Level II) ขั้นที่ 1 (Phase 1) โดยที่ร่างกายจะได้เอทีพีจากขบวนการกลัยโคลิซิส ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดกรดแลคติกมากกว่างานทุกระดับ และผลจากการศึกษาครั้งนี้จะสอดคล้องกับผลการศึกษาของเทเวศร์ หิริยะพนธ์ (เทเวศร์ หิริยะพนธ์ 2523 : บทคัดย่อ) พบว่า ความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดขณะพักก่อนและหลังว่ายน้ำแบบครอว์ลทั้ง 4 ระยะทาง มีความแตกต่างกัน

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เกรียงศักดิ์ นกกระจิบ (เกรียงศักดิ์ นกกระจิบ 2523 : บทคัดย่อ) พบว่า ความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดขณะพักและในการทำงาน ที่ระดับความหนักของงานแตกต่างกันถึง 4 ชนิด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 และชวน สรณารักษ์ (ชวน สรณารักษ์ 2523 : 31 - 32) พบว่า ความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดหลังจากการวิ่งระยะทาง 100 เมตร 200 เมตร 400 เมตร 800 เมตร 1,500 เมตร และ 5,000 เมตร สูงกว่า ความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดขณะพัก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.2 ค่าเฉลี่ยของปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดหลังการว่ายน้ำแบบต่าง ๆ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานของการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ ที่ว่าปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือด ในการว่ายน้ำระยะทาง 100 เมตร ระหว่างแบบว่ายน้ำแบบต่าง ๆ แตกต่างกัน แต่ถ้าวัดจากค่าเฉลี่ยของปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดหลังการว่ายน้ำแบบต่าง ๆ จะพบว่า

2.2.1 การว่ายน้ำแบบกบ เป็นแบบที่ทำให้ค่าเฉลี่ยของปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือด มีค่าสูงที่สุด คือ 7.833 มิลลิโมล ทั้งนี้ก็เนื่องมาจากการว่ายน้ำแบบกบใช้จำนวนมัดของกล้ามเนื้อมากกว่าการว่ายน้ำแบบอื่น ๆ นั่นเอง

2.2.2 การว่ายน้ำแบบกรรเชียง เป็นแบบที่ทำให้ค่าเฉลี่ยของปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดมีค่าสูงเป็นลำดับที่ 2 คือ 7.623 มิลลิโมล แม้ว่าการว่ายน้ำแบบกรรเชียงจะมีลักษณะการทำงานของกล้ามเนื้อคล้ายกับการว่ายน้ำแบบครอว์ลก็ตาม แต่เวลาที่ใช้ในการว่ายน้ำแบบกรรเชียงจะมากกว่าการว่ายน้ำแบบครอว์ลในระยะทางที่เท่ากัน ซึ่งสอดคล้องกับ เทเวศน์ พิริยะพจน์ (เทเวศร์ พิริยะพจน์ 2523 : 5) ที่กล่าวไว้ว่า ระยะเวลาที่ใช้ในการทำงาน ถ้าเป็นงานระดับเดียวกันยิ่งใช้เวลานาน การสะสมของกรดแลคติกในเลือดก็ยิ่งมากขึ้น

2.2.3 การว่ายน้ำแบบครอว์ล เป็นแบบที่ทำให้ค่าเฉลี่ยของปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดมีค่าสูงเป็นลำดับที่ 3 คือ 7.372 มิลลิโมล

2.2.4 การว่ายน้ำแบบผีเสื้อ เป็นแบบที่ทำให้ค่าเฉลี่ยของปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดมีค่าต่ำกว่าการว่ายน้ำแบบต่าง ๆ ที่กล่าวมาข้างต้น คือ 7.346 มิลลิโมล

3. อัตราการเกิดก่อนาที ของปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดในการว่ายน้ำแบบต่าง ๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จะเห็นได้ว่าปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดหลังการว่ายน้ำแบบต่าง ๆ มีค่าแตกต่างกันไม่มาก แต่ด้วยความแตกต่างของเวลาที่ใช้ในการว่ายน้ำแต่ละแบบ มีค่าแตกต่างกันมาก จึงมีผลทำให้อัตราการเกิดก่อนาที ของปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือด ในการว่ายน้ำแบบต่าง ๆ มีความแตกต่างกัน โดยการว่ายน้ำที่ใช้เวลาน้อยกว่าจะมีอัตราการเกิดก่อนาที ของปริมาณการสะสมของกรดแลคติกมากกว่า เนื่องจากเป็นงานที่หนักกว่านั่นเอง

4. เมื่อทำการเปรียบเทียบรายคู่ พบว่า

4.1 อัตราการเกิดก่อนาทีของปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดในการว่ายน้ำแบบครอว์ล มีค่าสูงที่สุดคือ 5.511 มิลลิโมล/นาที และแตกต่างจากอัตราการเกิดก่อนาที ของปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดในการว่ายน้ำแบบผีเสื้อและแบบกรรเชียงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งก็หมายความว่า การว่ายน้ำแบบครอว์ล จะมีความหนักของงาน (ต่อหน่วยของเวลา) และการใช้พลังงานจากขบวนการกลัยโคลิซิส (ต่อหน่วยของเวลา) มากกว่าการว่ายน้ำแบบผีเสื้อและแบบกรรเชียง

4.2 อัตราการเกิดก่อนาที ของปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดในการว่ายน้ำแบบกบ มีค่าสูงเป็นลำดับที่ 2 คือ 4.617 มิลลิโมล/นาที และแตกต่างจากอัตราการเกิดก่อนาที ของปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือด ในการว่ายน้ำแบบครอว์ลอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งก็หมายความว่าในการว่ายน้ำแบบกบ กับการว่ายน้ำแบบครอว์ล จะมีความหนักของงาน (ต่อหน่วยของเวลา) และการใช้พลังงาน จากขบวนการกลัยโคลิซิส (ต่อหน่วยของเวลา) ใกล้เคียงกัน

4.3 อัตราการเกิดก่อนาที ของปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดในการว่ายน้ำแบบกรรเชียง มีค่าสูงเป็นลำดับที่ 3 คือ 4.326 มิลลิโมล/นาที และแตกต่างจากอัตราการเกิดก่อนาที ของปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดในการว่ายน้ำแบบกบอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งก็หมายความว่าในการว่ายน้ำแบบกรรเชียงกับการว่ายน้ำแบบกบ มีความหนักของงาน (ต่อหน่วยของเวลา) และการใช้พลังงาน จากขบวนการกลัยโคลิซิส (ต่อหน่วยของเวลา) ใกล้เคียงกัน

4.4 อัตราการเกิดก่อนที่ ของปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือด ในการว่ายน้ำแบบผีเสื้อ มีค่าต่ำกว่าการว่ายน้ำทั้ง 3 แบบ ที่กล่าวมา คือ 4.048 มิลลิโมล/นาที และแตกต่างจากอัตราการเกิดก่อนที่ ของปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือด ในการว่ายน้ำแบบกรรเชียงและแบบกบ อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งก็หมายความว่า ในการว่ายน้ำแบบผีเสื้อ กับการว่ายน้ำแบบกรรเชียงและแบบกบ มีความหนักของงาน (ต่อหน่วยของเวลา) และการให้พลังงานจากขบวนการกลัยโคลิซิส (ต่อหน่วยของเวลา) ใกล้เคียงกัน

5. เมื่อหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่าย (Simple Correlation) ของ เวลาที่ใช้ในการว่ายน้ำกับปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดหลังการว่ายน้ำแต่ละแบบ พบว่า

5.1 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r_{xy}) ของเวลาที่ใช้ในการว่ายน้ำแบบผีเสื้อ กับปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดหลังการว่ายน้ำแบบผีเสื้อ มีความสัมพันธ์กันแบบ เส้นตรงเชิงนิมิตในระดับต่ำ แสดงว่า ปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดหลังการว่ายน้ำแบบผีเสื้อจะแปรผันโดยตรงกับเวลาที่ใช้ในการว่ายน้ำแบบผีเสื้อ

5.2 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r_{xy}) ของเวลาที่ใช้ในการว่ายน้ำแบบกรรเชียงกับปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดหลังการว่ายน้ำแบบกรรเชียง มีความสัมพันธ์กันแบบเส้นตรงเชิงนิมิตในระดับต่ำ แสดงว่า ปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดหลังการว่ายน้ำแบบกรรเชียงจะแปรผันโดยตรงกับเวลาที่ใช้ในการว่ายน้ำแบบกรรเชียง

5.3 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r_{xy}) ของเวลาที่ใช้ในการว่ายน้ำแบบกบ กับปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดหลังการว่ายน้ำแบบกบ มีความสัมพันธ์กันแบบ เส้นตรงเชิงนิเสธในระดับต่ำ แสดงว่า ปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดหลังการว่ายน้ำแบบกบ จะแปรผกผันกับเวลาที่ใช้ในการว่ายน้ำแบบกบ

5.4 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r_{xy}) ของเวลาที่ใช้ในการว่ายน้ำแบบครอว์ล กับปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดหลังการว่ายน้ำแบบครอว์ล มีความสัมพันธ์กันแบบ เส้นตรงเชิงนิเสธในระดับต่ำ แสดงว่า ปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดหลังการว่ายน้ำแบบครอว์ล จะแปรผกผันกับเวลาที่ใช้ในการว่ายน้ำแบบครอว์ล

6. เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเวลาในการว่ายน้ำแต่ละแบบ ระยะทาง 100 เมตร ของผู้เข้ารับการทดสอบทั้ง 20 คน กับสถิติของการแข่งขันกีฬาแห่งชาติ ครั้งที่ 18 และสถิติของการแข่งขันกีฬาซีเกมส์ ครั้งที่ 13 พบว่า

6.1 ลำดับของเวลาเฉลี่ยในการว่ายน้ำแต่ละแบบ ระยะทาง 100 เมตร ของผู้เข้ารับการทดสอบทั้ง 20 คน เรียงลำดับเวลาจากน้อยไปหามากได้ดังนี้ การว่ายน้ำแบบครอว์ล กบ, กรรเชียง และผีเสื้อ ซึ่งในขณะเดียวกันกับเวลาที่ใช้ในการว่ายน้ำแต่ละแบบ ระยะทาง 100 เมตร ของสถิติกีฬาแห่งชาติ ครั้งที่ 18 และสถิติกีฬาซีเกมส์ ครั้งที่ 13 มีลำดับที่ตรงกัน และเรียงตามลำดับเวลาจากน้อยไปหามากได้ดังนี้ การว่ายน้ำแบบครอว์ล ผีเสื้อ กรรเชียง และกบ ซึ่งนั่นก็หมายความว่าลำดับเวลาเฉลี่ยของผู้เข้ารับการทดสอบทั้ง 20 คน ที่ใช้ในการว่ายน้ำแบบครอว์ล ระยะทาง 100 เมตร สอดคล้องกับลำดับของสถิติการแข่งขันกีฬาแห่งชาติ ครั้งที่ 18 และสถิติการแข่งขันกีฬาซีเกมส์ ครั้งที่ 13 เมื่อเปรียบเทียบกับเวลาที่ใช้ในการว่ายน้ำแบบผีเสื้อ, กรรเชียง และกบ ส่วนลำดับเวลาเฉลี่ยของผู้เข้ารับการทดสอบทั้ง 20 คน ที่ใช้ในการว่ายน้ำแบบผีเสื้อ, กรรเชียง และกบ ไม่สอดคล้องกับลำดับของสถิติการแข่งขันกีฬาแห่งชาติ ครั้งที่ 18 และสถิติการแข่งขันกีฬาซีเกมส์ ครั้งที่ 13 ทั้งนี้เพราะว่า กลุ่มตัวอย่างมีทักษะการว่ายน้ำแบบ ผีเสื้อ, กรรเชียง และกบ ยังไม่ดีพอ

ข้อเสนอแนะ

1. ควรทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือด และเปรียบเทียบอัตราการเกิดก่อนหน้า ของปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือด ในการว่ายน้ำแบบต่าง ๆ ในระยะทางอื่น ๆ ว่าจะมีความแตกต่างกันอย่างไร

2. ควรทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบอัตราการเกิดก่อนหน้า ของปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือด ในการว่ายน้ำแบบต่าง ๆ ในระยะทาง 100 เมตร กับระยะทางอื่น ๆ ว่าจะมีความแตกต่างกันอย่างไร

3. ควรทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือด และเปรียบเทียบอัตราการเกิดก่อนหน้า ของปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือด ในการ

ว่ายนํ้าแบบต่าง ๆ ในระยะทาง 100 เมตร โดยใช้กลุ่มตัวอย่างที่มีความสามารถเฉพาะในการว่ายนํ้าแต่ละแบบว่าจะมีความแตกต่างกันหรือไม่

4. ควรทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือด และเปรียบเทียบอัตราการเกิดต่อหน้าที่ ของปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดระหว่าง กีฬาทางนํ้า, กีฬาบนบก และกีฬาที่ใช้อุปกรณ์ เช่น ว่ายนํ้า, กรีฑา และจักรยาน เพื่อดูว่า ในกีฬาทั้ง 3 ประเภท แม้ว่าจะใช้เวลาในการออกกำลังกายเท่ากัน แต่ผลของปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดเท่ากันหรือไม่ หรือจะแตกต่างกันเล็กน้อยเพียงใด

5. เนื่องจากว่าในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้กลุ่มตัวอย่างที่เป็น นักศึกษาชั้นปีที่ 1 - 2 ของวิทยาลัยพลศึกษากรุงเทพ ที่มีทักษะในการว่ายนํ้าแต่ละแบบไม่เท่ากัน ดังนั้นผลของการศึกษาค้นคว้านี้จะใช้ได้เฉพาะกับนักศึกษาของวิทยาลัยพลศึกษา เท่านั้น ไม่เหมาะสมที่จะใช้กับคนทั่วไป

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- การแข่งขันว่ายน้ำชิงชนะเลิศ พิมพ์แจกในงานฉลองครบรอบ 5 ปี สหราชอาณาจักรด้วยลักษณะ
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โรงพิมพ์ชุมนุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย 2526,
217 หน้า
- เกรียงศักดิ์ นกกระจิบ กรดแลคติกในเลือดกับการเหน็ดเหนื่อยของกล้ามเนื้อ วิทยานิพนธ์
คม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2523, 72 หน้า อัดสำเนา
- คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน กองวิจัยการศึกษา สถิติวิเคราะห์สำหรับ
การวิจัย สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ ม.ป.ป., 197 หน้า
- ชวน สรณารักษ์ กรดแลคติกในเลือดกับการวิ่งต่างระยะทาง วิทยานิพนธ์ คม.
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2523, 56 หน้า อัดสำเนา
- ชูศักดิ์ เวชแพทย์ สรีรวิทยา ภาควิชาสรีรวิทยา คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล
มหาวิทยาลัยมหิดล 2520, 492 หน้า
- เทเวศร์ พิริยะพันธุ์ กรดแลคติกในเลือดกับการว่ายน้ำแบบครอว์ล วิทยานิพนธ์ คม.
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2523, 49 หน้า อัดสำเนา
- อนิต ขำวัฒนพันธ์ "ฝึกซ้อมกรีฑา" พลศึกษาสาร โรงพิมพ์โรงเรียนการช่างอุตสาหกรรม
23 พฤศจิกายน 2517, 18 หน้า
- ประเวช โภชนสมบุรณ์ คู่มือและสถิติว่ายน้ำ ม.ป.ท. ม.ป.ป. 123 หน้า
- ประเสริฐศักดิ์ โสพะไพบูลย์กุล ผลของการฝึกความอ่อนตัวที่มีต่อความสามารถในการว่ายน้ำ
แบบครอว์ล ระยะทาง 100 เมตร วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร 2528, 84 หน้า อัดสำเนา
- ประสิทธิ์ศิลป์ ชมสะห้าย ผลของการอบอุ่นร่างกายที่มีต่อความสามารถในการว่ายน้ำแบบ
ครอว์ล วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2525,
75 หน้า อัดสำเนา
- รายงานการแข่งขันกีฬาแห่งชาติ ครั้งที่ 18 จังหวัดเชียงราย ระหว่างวันที่ 20 - 26
มกราคม 2528 ม.ป.ท. ม.ป.ป., "ไม่มีเลขหน้า" อัดสำเนา

สวน สายยศ และ อังคณา สายยศ สถิติวิทยาทางการศึกษา พิมพ์ครั้งที่ 2 สำนักพิมพ์

วัฒนาพานิช 2522, 276 หน้า

วัลลีย์ ภักโรภาส ว่ายน้ำ ภาควิชาพลศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2525, 161 หน้า

"สรุปเหรียญรางวัล กีฬาซีเกมส์ ครั้งที่ 13 ทุกประเภท" เคลวินส์ 19 ธันวาคม 2528

หน้า 19, 20

สุปราณี สิมพรหมราช ผลของการฝึกกล้ามเนื้อโดยใช้น้ำหนักที่มีต่อความสามารถในการ

ว่ายน้ำแบบกรรเชียง ปรวิญานพันธ์ กท.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

2521, 41 หน้า อัดสำเนา

อนันต์ อัครฐ สรีรวิทยาการออกกำลังกาย แผนกวิชาพลศึกษา คณะครูศาสตร์ จุฬาลงกรณ์-

มหาวิทยาลัย 2520, 124 หน้า อัดสำเนา

Astrand, Per - Olof Inger Halloank, Rune Hodman and Bengt Saltin
et al. "Blood Lactate after Prolonged Severe Exercise," Journal
of Applied Physiology. 18(3) (May 1963) 672 p.

Astrand, Per - Olof. and Kaare Rodahl. Textbook of Work Physiology.
New York, McGraw-Hill Book Company, Inc., 1977. 2 nd ed., 681 p.

Christensen, Hohwii E. "Muscular Work and Fatigue," in Muscular
as a Tissue. New York, McGraw-Hill Book Company, Inc., 1962.
584 p.

Diamant Bertil, Jan Karlsson and Bengt Saltin. "Muscle Tissue
Lactate after Maximal Exercise in Man," Acta Physiologica
Scandinavica. (March 1968) 588 p.

Hajinassilion, A.G., and Peider, S.U. The Enzymatic Assay of
Pyruvic Acid and Lactic Acid. Adefinitive Procedure. Clin Chem
Acta 19, 1968. unpagged

Hermansen, Lars. "Lactate Production During Exercise," in Muscular
During Exercise. ed. Bengt Pernow and Bengt Saltin (New York :
Plenum Press, 1971) 782 p.

Hermansen, Lars. and Inger Stensvold. "Production and Removal of
Lactate During Exercise in Man," Acta Physiologica Scandinavica.
86 (January 1972) p. 191 - 201, 631 p.

- Hubbard, Judith I. "The Effect of Exercise on Lactate Metabolism," Journal of Physiology. Cambridge University press (London) 231 (May 1973) 696 p.
- Jorfeldt, L. "Lactate Accumulation and Phosphagen Depletion with Submaximal and Maximal Exercise," Acta Physiologica Scandinavica. 338 (1970) 631 p.
- Karlsson, J. "Muscle ATP, C.P. and Lactate in Submaximal and Maximal Exercise," in Muscular During Exercise. New York, Plemen Press, 1971. 782 p. ✓
- Kireilis, Ramon W., John W. Cobb and Herman B. Segrest, Handbook of Physical Activities for Man. Philadelphia, F.A. Davis Company 1969. 272 p. ✓
- Marbach, E.P., and Weil, M.H. Rapid Enzymatic Measurement of Blood Lactate and Pyruvate. Clin Chen 13, 1967. unpagged.
- "Official Report." Montreal 1976. Vol 3. Ottawa, 1978. 698 p.
- Poweile, J.F., Stabilisation of Whole Blood Lactate. Chin Chen Acta 55, 1974. unpagged
- "Sprot of 1973 Olimpic Games Record," The World Almanac and Book of Facts 1974. Edited by George E. Delury, 1974.
- Tomey, John A. Swimming. New York, McGraw-Hill Book Company, Inc., 1950. 315 p. ✓
- Taber's cyclopedic Medical Dictionary. Philadelphia, F.A. Davis company, 1977. unpagged.

חנאחרת

ภาคผนวก ก.

ตาราง 9 ภาพลักษณ์ของกลุ่มตัวอย่าง ที่เข้ารับการทดสอบ

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล	อายุ (ปี)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ส่วนสูง (เซนติเมตร)
1	นายไพรัตน์ รุ่งรำพรรณ	21	60	166.5
2	นายพงศ์ศักดิ์ แซ่ม้าง	19	59	163
3	นายพรพงษ์ อธิธโยภาสกุล	21	58.5	156
4	นายณพทล สระอินทร์	19	65.5	167
5	นายบรรเทิงทอง แสงสินทรัพย์	19	59.5	165
6	นายบุญเสริม ทองงาม	20	65.5	175.5
7	นายพงษ์ศักดิ์ พึ่งพิบูลย์	19	50.5	157
8	นายชลอ เผือกลิขิต	20	60	170
9	นายวันชัย อรุณยิ่งเสรีกุล	20	54	156.5
10	นายไพศาล พัทธวงษ์	20	65.5	170
11	นายเสวษฐกร บุญครอง	21	56.5	168
12	นายโชคชัย คงสิทธิ์	19	58	169
13	นายณรงค์ ตรีจิต	20	58.5	171
14	นายณพทล วรรณศรี	22	53	160
15	นายพยัคฆ์ เชือกกล้า	18	68	175
16	นายชาตรี เงามุกทอง	20	63	168
17	นายเสงี่ยม สุวรรณหงษ์	21	63	166
18	นายณที กลิ่นจันทร์หอม	20	65	174
19	นายณภาพล ช่วยเยี่ยวยา	19	55	165
20	นายวิชัย สุขมาก	20	64.5	175
เฉลี่ย		19.9	60.125	166.875

ตาราง 10 เวลาที่ใช้ในการว่ายน้ำ ระยะทาง 100 เมตร ทั้ง 4 แบบ (หน่วยเป็นนาที)

ลำดับที่	แบบผีเสื้อ		แบบกรรเชียง		แบบกบ		แบบครอว์ล	
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
1	2.01.76	1.59.95	1.53.35	1.54.49	1.49.85	1.53.94	1.38.19	1.39.95
2	1.59.48	2.03.44	1.54.02	1.51.54	1.41.80	1.42.74	1.30.12	1.25.67
3	1.47.15	1.37.00	1.34.49	1.36.76	1.47.95	1.32.65	1.17.38	1.15.40
4	2.11.76	2.06.94	2.01.71	2.00.45	1.49.31	1.41.42	1.30.18	1.23.98
5	1.46.97	1.39.56	1.54.55	1.46.27	1.51.89	1.42.55	1.26.17	1.22.62
6	2.56.15	2.53.76	3.17.47	3.20.18	2.39.64	2.36.82	1.51.90	1.48.29
7	2.16.12	1.54.75	1.50.38	1.54.00	1.42.11	1.43.18	1.49.51	1.45.75
8	2.52.16	2.47.01	1.54.11	1.50.13	1.53.87	1.54.23	1.30.60	1.33.78
9	1.52.21	1.33.16	1.42.16	1.44.38	1.31.45	1.33.44	1.12.98	1.07.29
10	1.29.16	1.21.28	1.34.72	1.30.43	1.35.54	1.31.33	1.06.43	1.10.04
11	2.03.04	2.05.71	1.54.99	1.54.10	2.07.65	2.03.30	1.36.77	1.32.56
12	1.59.03	1.55.10	1.44.55	1.46.14	1.53.55	1.52.12	1.29.77	1.16.71
13	1.58.21	1.54.47	1.44.18	1.41.53	1.56.63	1.49.65	1.29.39	1.27.71
14	2.02.06	1.59.99	1.50.43	1.45.47	1.56.27	1.49.85	1.26.65	1.29.34
15	1.45.59	1.46.93	1.30.40	1.26.75	1.35.79	1.32.13	1.11.23	1.08.01
16	1.26.45	1.19.28	1.40.91	1.31.60	1.27.38	1.23.51	1.10.21	1.06.89
17	1.42.93	1.41.72	1.49.65	1.52.78	1.40.68	1.42.82	1.28.17	1.23.57
18	1.31.11	1.28.90	1.38.88	1.33.99	1.35.77	1.36.74	1.13.86	1.09.65
19	1.48.30	1.37.99	1.41.91	1.35.89	1.45.19	1.44.13	1.20.39	1.17.72
20	1.51.71	1.40.29	1.36.60	1.37.35	1.26.78	1.27.99	1.22.57	1.16.66
เฉลี่ย	1.58.07	1.52.36	1.50.47	1.48.71	1.47.46	1.44.73	1.26.12	1.23.13

ตาราง 11 ปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดของผู้เข้ารับการทดสอบ 20 คน ขณะพัก
และหลังจากว่ายน้ำ 4 แบบ ระยะทาง 100 เมตร (หน่วยเป็นมิลลิโมล)

ลำดับที่	ขณะพัก	แบบผีเสื้อ	แบบกรรเชียง	แบบกบ	แบบควรวล
1	2.068	5.896	9.470	5.356	4.661
2	0.709	6.297	4.522	5.047	7.988
3	0.833	5.741	4.430	8.705	8.991
4	0.571	7.988	9.554	5.741	6.776
5	1.651	4.661	6.035	9.284	5.186
6	0.926	7.640	8.374	5.819	6.760
7	0.355	9.122	6.127	9.331	7.038
8	0.664	8.411	9.392	8.983	6.976
9	1.621	6.853	8.204	7.208	6.821
10	2.701	6.544	8.729	7.007	10.109
11	3.179	9.392	3.272	8.026	6.991
12	1.528	6.945	9.408	6.683	7.594
13	2.994	6.698	5.772	8.142	4.275
14	2.145	8.026	10.140	8.667	9.245
15	2.084	8.451	8.026	6.513	6.174
16	1.898	7.239	8.540	11.344	8.667
17	1.127	9.253	8.983	7.486	6.467
18	0.494	9.948	7.732	8.519	7.702
19	1.806	7.439	8.764	9.769	9.855
20	0.926	4.383	6.992	9.029	9.161
เฉลี่ย	1.514	7.346	7.623	7.833	7.372

ตาราง 12 อัตราการเกิดค่อน้ำขึ้นของปริมาณการสะสมของกรตแลคติกในเลือด ในการว่ายน้ำ
4 แบบ ในระยะทาง 100 เมตร (หน่วยเป็นมิลลิโมล/นาที่)

ลำดับที่	แบบผีเสื้อ	แบบกรรเชียง	แบบกบ	แบบครอว์ล
1	2.949	4.963	2.820	2.798
2	3.061	2.432	2.948	5.594
3	3.550	2.746	5.638	7.153
4	3.775	4.758	3.397	4.840
5	2.750	3.408	5.432	3.766
6	2.638	2.510	2.226	3.745
7	4.768	3.225	5.425	3.992
8	3.021	5.115	4.718	4.463
9	4.413	4.715	4.629	6.079
10	4.830	5.792	4.604	8.662
11	4.483	1.720	3.906	4.531
12	3.621	5.318	3.576	5.937
13	3.510	3.411	4.454	2.924
14	4.013	5.768	4.733	6.209
15	4.742	5.550	4.240	5.444
16	5.480	5.593	8.149	7.773
17	5.459	4.778	4.368	4.888
18	6.723	4.934	5.285	6.634
19	4.555	5.484	5.627	7.610
20	2.621	4.308	6.155	7.168
เฉลี่ย	4.048	4.326	4.617	5.511

ภาคผนวก ข.

การวิเคราะห์หาปริมาณกรดแลคติกในเลือด

โดยวิธี Enzymatic Assay of Lactic Acid

วัสดุ

1. สารเคมี และ Reagents

1.1 สารละลาย Metaphosphoric acid (Riedel - De - Haen) : 5%
เตรียมโดยละลายสาร m - Phosphoric acid จำนวน 5 กรัม โดยใช้น้ำกลั่น แล้วเติมน้ำกลั่นเพื่อให้เจือจางจนได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

1.2 สารละลาย Metaphosphoric acid (Riedel - De - Haen) : 3%
เตรียมโดยละลายสาร m - Phosphoric acid จำนวน 3 กรัม โดยใช้น้ำกลั่น แล้วเติมน้ำกลั่นเพื่อให้เจือจางจนได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

1.3 Glycine - Hydrazine Buffer, pH 9.5

ประกอบด้วย

- Glycine 0.5 โมลา (ของ BDH - Chemicals)
- Hydrazine hydrate 0.4 โมลา (ของ BDH - Chemicals)
- EDTA disodium salt 0.0054 โมลา (ของ BDH - Chemicals)

เตรียมโดยละลาย glycine 37.54 กรัม และ EDTA 2.0 กรัม ในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร

เสร็จแล้วเติม hydrazine hydrate 20 มิลลิลิตร ลงไปผสมให้เข้ากัน แล้วนำสารละลาย

สุดท้ายนี้ไปปรับให้มี pH 9.5 จากนั้นเติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1 ลิตร

สารละลาย Buffer นี้ ควรจะเก็บไว้ในตู้เย็นเพื่อรักษาสภาพ

1.4 สารละลาย Nicotinamide adenine dinucleotide, beta form (NAD ของ Sigma Chemicals) grade III 27 มิลลิลิตร เตรียมโดยละลายสาร NAD กับน้ำกลั่น แล้วทำให้สารละลายมีความเข้มข้น 20 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร

1.5 Lactic acid dehydrogenase (Crystalline LDH - Type III)

ของ Sigma Chemical จากหัวใจวัว 10 มิลลิลิตร เอนไซม์โปรตีน/มิลลิลิตร 500 ยูนิต/มิลลิกรัม)
เจือจาง LDH ด้วย 85% (w/v) ของ NaCl เพื่อที่จะให้ได้ความเข้มข้นของสารเท่ากับ
25 หน่วย ในปริมาตร 0.05 มิลลิลิตร

2. Spectro - photometer ของ Perkin - Elmer Coleman 55 ซึ่งสามารถ
ใช้กับ cuvette 10 mm. light path เพื่อวัดกรดแลคติกในงานวิจัยนี้

วิธีการ

1. การเก็บเลือดตัวอย่าง

การเก็บเลือดเพื่อตรวจหากรดแลคติกต้องใช้วิธีพิเศษเพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงของ
กรดแลคติกในระหว่างเจาะเลือด เช่น ไม้ใช้ tourniquet หรือหลีกเลี่ยงการใช้
tourniquet รัศนาเกินไป หลังจากเจาะเลือดได้มาแล้วจำเป็นต้องกำจัดโปรตีนในตัวอย่าง
เลือดทันทีด้วย การตกตะกอนโปรตีนด้วยกรดทางที่สะดวกสำหรับการเก็บคือ stabilize ใน
Stabilizing agent of Long's mixture

การเตรียม Long's mixture จะเตรียมได้ดังนี้คือ

น้ำ Citric acid monohydrate 16.8 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 80 มิลลิลิตร
แล้วปรับให้ได้ pH เท่ากับ 4.0 ด้วย 40% NaOH แล้วเติม Sodium fluoride 4.2 กรัม
Cetyl trimethyl ammonium bromide (cetrimide) 4.0 กรัม เขย่าให้เข้ากันแล้ว
เติมน้ำกลั่น ทำให้ได้ปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร แล้วแบ่งของผสมที่ได้มา 0.25 มิลลิลิตร ใส่ขวด
อบจนแห้ง

2. การตกตะกอนโปรตีน (Deproteinization) ปล่อย Long's Mixture

Specimen จำนวน 1 มิลลิลิตร ลงใน tube ที่มีสารละลาย 5% ของ m - Phosphoric
acid ที่เย็นใน tube ซึ่งมีปริมาตร 3 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน กรอง deproteinized
blood ผ่านกระดาษกรอง Whatman No.1 จะได้น้ำใส และเก็บไว้ในที่เย็น

3. การวัดค่ากรดแลคติก

การวัดจะหาที่ 25°C โดยใช้วิธีการ Hadjivassilion และ Reider

ใน Square quartz cuvette จะประกอบด้วย 1 มิลลิลิตรของ glycine hydrazine buffer pH 9.5 0.05 มิลลิลิตร ของสารละลายสีที่กรองได้ (blood filtrate และ 0.1 มิลลิลิตร ของสารละลาย NAD, ส่วนใน blank จะใช้ 0.05 มิลลิลิตร ของ 3% m - Phosphoric acid แทนสารละลายที่กรองได้ ส่วน initial absorbance จะอ่านที่ 340 nm โดยใช้น้ำเป็น blank ต่อมาเติม 0.05 มิลลิลิตร ของ suspension LDH 25 หน่วย ลงในแต่ละ cuvette ทิ้งไว้ 20 นาที แล้วจึงนำมาวัด โดย Spectrophotometer ค่า absorbance จากกรดแลคติก จะหาค่าได้โดย การลบค่า absorbance Sample ด้วยค่า absorbance ของ blank ปริมาณของกรดแลคติกคำนวณได้โดยใช้สูตร

$$[As (final-initial) - Ab (final-initial)] \times \frac{1.2 \times 4}{6.22 \times 0.05}$$

ซึ่งค่าที่คำนวณได้คือ กรดแลคติก มีหน่วยเป็น มิลลิโมล

Ab = Absorbance of Blank

As = Absorbance of sample

1.2 = total volume of assay mixture

4 = dilution Factor

6.22 = mM extinction coefficient for HADH

0.05 = volume of filtrate used

กรรณเลศตึกในเลื้อคในการว่ายนน้ำแบบต่าง ๆ

บทคัดย่อ

ของ

สุรชา อมรพันธุ์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

มกราคม 2529

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เพื่อศึกษาปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือด ในการว่ายน้ำ ระยะทาง 100 เมตร ระหว่างแบบว่ายน้ำ 4 แบบ คือ ผีเสื้อ, กรรเชียง กบ และครอว์ล และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาที่ใช้ในการว่ายน้ำกับปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดหลังการว่ายน้ำแต่ละแบบ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักศึกษาชาย ชั้นปีที่ 1 - 2 ปีการศึกษา 2528 ซึ่งผ่านการเรียนว่ายน้ำ 1 มาแล้ว ของวิทยาลัยพลศึกษา-กรุงเทพฯ จำนวน 20 คน ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย กลุ่มตัวอย่างทุกคนจะต้องจับสลาก เพื่อว่ายน้ำแบบต่าง ๆ ทั้ง 4 แบบ ว่าจะว่ายน้ำแบบใดในวันใด ในระยะทาง 100 เมตร หลังจากว่ายน้ำแล้ว 5 นาที ทำการเจาะเลือดเพื่อนำไปวิเคราะห์หากรดแลคติกต่อไป ทำการทดสอบในวันที่ 18 - 22 พฤศจิกายน 2528 ระหว่างเวลา 10.00 - 12.00 น.

ผลการศึกษาพบว่า

1. ปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดขณะพักและหลังการว่ายน้ำแบบต่าง ๆ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. ปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดหลังการว่ายน้ำแบบต่าง ๆ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. อัตราการเกิดก่อนหน้าของปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือด ในการว่ายน้ำแบบครอว์ลกับการว่ายน้ำแบบผีเสื้อ และกรรเชียง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
4. อัตราการเกิดก่อนหน้าของปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือด ในการว่ายน้ำแบบผีเสื้อ กับกรรเชียงและกบ, กรรเชียงกับกบ, กบกับครอว์ล แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
5. สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเวลาที่ใช้ในการว่ายน้ำแบบผีเสื้อกับปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดหลังการว่ายน้ำแบบผีเสื้อ มีค่าเท่ากับ 0.20 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
6. สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเวลาที่ใช้ในการว่ายน้ำแบบกรรเชียงกับปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดหลังการว่ายน้ำแบบกรรเชียง มีค่าเท่ากับ 0.064 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

7. สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเวลาที่ใช้ในการว่ายนํ้าแบบกบกับปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดหลังการว่ายนํ้าแบบกบ มีค่าเท่ากับ -0.372 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $.05$

8. สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเวลาที่ใช้ในการว่ายนํ้าแบบครอว์ลกับปริมาณการสะสมของกรดแลคติกในเลือดหลังการว่ายนํ้าแบบครอว์ล มีค่าเท่ากับ -0.378 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $.05$

9. เวลาเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการว่ายนํ้าแบบครอว์ลน้อยที่สุด รองลงไปคือ กบ กรรเชียง และผีเสื้อ ตามลำดับ

BLOOD LACTATES IN VARIOUS STYLES OF SWIMMING

AN ABSTRACT

BY

SURACHA AMORNPUN

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education degree
at Srinakharinwirot University

January 1986

The purpose of this study was to find the blood lactate of the swimmers after 100 meters swimming in all four styles ; butterfly stroke, back crawl stroke, breast stroke, and crawl stroke. It was also intended to find the relationship between the blood lactate and swimming time in each event.

The subjects were 20 male students of the College of Physical Education, Bangkok, who were randomly sampled from the first and second year students. The subjects previously passed the course of Swimming I. Before the experimental program, the subjects were randomly grouped for different experimental programs, e.g. time, date, and the distance of swimming. Five minutes after the experimental program, the subject's blood was drawn out for lactic acid testing. The experimental program took place between 18th-22nd November, 1985, at 10 : 00 a.m. - 12 : 00 p.m.

After the data were statistically treated, it was found that :

1. There was a significant difference of the blood lactates between resting periods and after swimming periods in all swimming strokes at .05 level.

2. There was not significant difference of the blood lactates after swimming periods in all swimming strokes at .05 level.

3. There were significant different rates of accumulations per minute between crawl stroke and butterfly stroke, and between the crawl stroke and back crawl stroke at .05 level.

4. There were not significant different rates of accumulations per minute between the butterfly stroke and back crawl stroke, the

back crawl stroke and breast stroke, and the breast stroke and crawl stroke at .05 level.

5. The correlation of the relationship between swimming time and the blood lactate after the butterfly stroke was .20, not significant at .05 level.

6. The correlation of the relationship between swimming time and the blood lactate after the back crawl stroke was .064, not significant at .05 level.

7. The correlation of the relationship between swimming time and the blood lactate after the breast stroke was $-.372$, not significant at .05 level.

8. The correlation of the relationship between swimming time and the blood lactate after the crawl stroke was $-.378$, significant at .05 level.

9. The best swimming time was crawl stroke, breast stroke, back crawl stroke, and butterfly stroke, respectively.

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อผู้วิจัย นายสุรชา อมรพันธุ์

ภูมิลำเนาเดิม 1057 ถ. มหาชัยคำรพ อ. เมือง จ. มหาสารคาม

ภูมิลำเนาปัจจุบัน 1057 ถ. มหาชัยคำรพ อ. เมือง จ. มหาสารคาม

การศึกษา ปีการศึกษา 2517 สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษาตอนปลายจาก
โรงเรียนหลักเมืองมหาสารคาม อ. เมือง
จ. มหาสารคาม

ปีการศึกษา 2522 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจาก
โรงเรียนสารคามพิทยาคม อ. เมือง
จ. มหาสารคาม

ปีการศึกษา 2524 สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษ
ชั้นสูง (พลศึกษา) จากวิทยาลัยพลศึกษาจังหวัด
มหาสารคาม อ. เมือง จ. มหาสารคาม

ปีการศึกษา 2526 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาศึกษาศาสตรบัณฑิต
(พลศึกษา) จากมหาวิทยาลัยขอนแก่น อ. เมือง
จ. ขอนแก่น

ปีการศึกษา 2528 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
(พลศึกษา) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร กรุงเทพมหานคร