ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การกีฬา)

ปริญญา

วิทยาศาสตร์การกีฬา — **สาขา**

วิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ — **ภาควิชา**

เรื่อง ผลแบบเฉียบพลันของการนั่งพักและการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่โดยใช้ระยะเวลาที่ต่างกันที่มีต่อความเร็วในท่าฟร้อนท์ครอว์ลระยะทาง 50 เมตร ของนักกีฬาว่ายน้ำ

The Acute Effect of Resting and Dynamic Stretching with Different Duration to 50 Metre Front Crawl Stroke Speed of Swimmers

นามผู้วิจัย นายธนพล มีเดช

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(รองศาสตราจารย์วัลลีย์ ภัทโรภาส, กศ.บ.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(อาจารย์นิรอมลี มะกาเจ, ปร.ด.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(ว่าที่ร้อยตรีอำนวย ตันพานิชย์, ปร.ด.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลแบบเฉียบพลันของการนั่งพักและการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่โดยใช้ระยะเวลาที่ต่างกัน ที่มีต่อความเร็วในท่าฟร้อนท์ครอว์ลระยะทาง 50 เมตร ของนักกีฬาว่ายน้ำ

The Acute Effect of Resting and Dynamic Stretching with Different Duration to 50 Metre Front Crawl Stroke Speed of Swimmers

โดย

นายธนพล มีเดช

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การกีฬา)
พ.ศ. 2558

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ธนพล มีเดช 2558: ผลแบบเฉียบพลันของการนั่งพักและการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่โดยใช้ระยะเวลาที่ต่างกันที่มีต่อความเร็วในท่าฟร้อนท์ครอว์ลระยะทาง 50 เมตรของนักกีฬาว่ายน้ำ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การกีฬา) สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์วัลลีย์ ภัทโรภาส, กศ.บ. 116 หน้า

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลแบบเฉียบพลันของการนั่งพักและการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ โดยใช้ระยะเวลาที่ต่างกันที่มีต่อความเร็วในท่าฟร้อนท์ครอว์ลระยะทาง 50 เมตรของนักกีฬาว่ายน้ำ กลุ่มตัวอย่างของการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักกีฬาว่ายน้ำทีมชาติ เพศหญิง อายุ 18-22 ปี จำนวน 12 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง (purposive random sampling) และกลุ่มตัวอย่างทั้ง 12 คนได้ทำตามวิธีการที่กำหนด คือ วิธีการที่ 1 ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 1 นาที วิธีการที่ 2 ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 2 นาที วิธีการที่ 3 นั่งพัก 2 นาที ทำการวิเคราะห์ข้อมูลของอุณหภูมิร่างกาย ความถี่สโตร์ค ความเร็วในการว่ายน้ำระยะทาง 25 เมตร และระยะทาง 50 เมตร โดยใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ และการเปรียบความแตกต่างเป็นรายคู่โดยใช้วิธี Bonferroni กำหนดระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิจัยพบว่า ภายหลังจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 1 นาที 2 นาที และนั่งพัก 2 นาที มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิร่างกายไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในช่วงก่อนการทดลอง การยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 1 นาที 2 นาที และนั่งพัก 2 นาที มีค่าเฉลี่ยความถี่สโตร์คของการว่ายน้ำระยะทาง 50 เมตร ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนค่าเฉลี่ยความเร็วในการว่ายน้ำระยะทาง 25 เมตร พบว่า การยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 2 นาที กับช่วงก่อนการทดลอง และนั่งพัก 2 นาที แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ค่าเฉลี่ยความเร็วของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 1 นาที กับช่วงก่อนการทดลอง การยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 2 นาที และนั่งพัก 2 นาที ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และค่าเฉลี่ยความเร็วในการว่ายน้ำระยะทาง 50 เมตร ของช่วงก่อนการทดลอง การยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 1 นาที 2 นาที และนั่งพัก 2 นาที ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

_____ _____ ___ / ___ / ___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Tanapol Meedej 2015: The Acute Effect of Resting and Dynamic Stretching with Different Duration to 50 Metre Front Crawl Stroke Speed of Swimmers. Master of Science (Sports Science), Major Field: Sports Sciences, Department of Sports Science and Health. Thesis Advisor: Associate Professor Vullee Bhatharobhas, B.Ed. 116 pages.

The purposes of this research were to study and compare the acute effect of resting and dynamic stretching with different duration to 50 metre front crawl stroke speed of swimmers. The subjects consisted of 12 female national swimmers aged 18-22 years using the purposive sampling. The treatment for the subjects involved 1) a 1- minute stretching 2) a 2- minute stretching 3) a 2- minute rest period. The data of body temperature, stroke frequency, 25-metre swim speed and 50-metre swim speed were analyzed by using one way analysis of variance (ANOVA) with repeated measure and Bonferroni's multiple comparison which sets the significant difference at the level of .05.

The findings revealed that after the 1- minute stretching, the 2- minute stretching and the 2- minute rest period, the average of body temperature was not significantly different at the level of .05. The average of stroke frequency per 50 metres before the experiment, after the 1- minute stretching, the 2- minute stretching and the 2-minute rest period was not significantly different at the level of .05. The results of the average swim speed per 25 metres showed that the average of swim speed between after the 2- minute stretching and before the experiment and the average of swim speed between after the 2- minute stretching and after the 2-minute rest period were significantly different at the level of .001. After the 1- minute stretching and before the experiment, after the 2- minute stretching and the 2-minute rest period, the average swim speed was not significantly different at the level of .05. The average of swim speed per 50 metres before the experiment, after the 1- minute stretching, the 2- minute stretching and the 2- minute rest period were not significantly different at the level of .05.

_____ _____ ___ / ___ / ___

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี เนื่องด้วยได้รับความอนุเคราะห์อย่างดียิ่งที่ผู้วิจัยได้จากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก รองศาสตราจารย์วัลลีย์ ภัทโรภาส และดร.นิรอมลี มะกาเจ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้ให้คำปรึกษาแนะนำ ชี้แนะแนวทาง ตรวจสอบความถูกต้อง เพิ่มประเด็นที่มีความสำคัญ ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการดำเนินการวิจัยและทำให้วิทยานิพนธ์เสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ นอกจากนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณประธานการสอบวิทยานิพนธ์ ดร.พรพล พิมพาพร และรองศาสตราจารย์อุดร รัตนภักดิ์ ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกที่ได้ให้คำแนะนำเพิ่มเติมอันเป็นสาระสำคัญ ซึ่งทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

กราบขอบพระคุณ อาจารย์วรพงศ์ พัชรวิชญ์ กรรมการฝ่ายเทคนิคสมาคมว่ายน้ำแห่งประเทศไทย ที่ให้คำปรึกษาแนะนำ และขอขอบคุณนักกีฬาว่ายน้ำทุกคน ที่เสียสละเวลาและให้ความร่วมมือในการวิจัย รวมทั้งขอขอบคุณเจ้าหน้าที่สระว่ายน้ำ ณ อาคารศูนย์กีฬาและนันทนาการจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ให้ความอนุเคราะห์ใช้สถานที่ในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

กราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์อนันทศิลป์ รุจิเรข อาจารย์พิเศษ ประจำสาขาการวิจัยและประเมินทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ และสาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ความเมตตากรุณา พร้อมทั้งอบรมสั่งสอน ให้คำแนะนำและช่วยเหลือในการศึกษาด้วยดีเสมอมา

กราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้กรุณาประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้อันถือเป็นพื้นฐานที่สำคัญยิ่งในการทำวิจัยครั้งนี้ กราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ญาติพี่น้องทุกท่านที่คอยให้คำปรึกษาแนะนำ ให้กำลังใจในการศึกษา และการสนับสนุนในการทำวิจัยตลอดมา

คุณค่า และประโยชน์อันพึงมีซึ่งเป็นผลมาจากงานวิจัยนี้ ขอมอบแด่ คุณพ่อ คุณแม่ ญาติพี่น้อง ครู อาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน

ธนพล มีเดช

เมษายน 2558

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	5
การตรวจเอกสาร	9
อุปกรณ์และวิธีการ	62
อุปกรณ์	62
วิธีการ	62
ผลและวิจารณ์	69
สรุปและข้อเสนอแนะ	85
สรุป	85
ข้อเสนอแนะ	86
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	87
ภาคผนวก	96
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบโปรแกรมการยืดเหยียดกล้ามเนื้อและผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ	97
ภาคผนวก ข โปรแกรมการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่	102
ภาคผนวก ค หนังสือขออนุญาตใช้สถานที่	110
ภาคผนวก ง ตารางบันทึกข้อมูลการทดลอง	112
ภาคผนวก จ แบบขอความอนุเคราะห์เป็นกลุ่มตัวอย่าง	114
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	116

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานลักษณะทางกายภาพของกลุ่มตัวอย่าง	70
2	ค่าสถิติทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลด้วยวิธี Shapiro-Wilk Test (W)	71
3	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการเปรียบเทียบความแตกต่างของอุณหภูมิร่างกายภายหลังจากที่กลุ่มตัวอย่างได้ทำตามวิธีการที่ 1 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 1 นาที) วิธีการที่ 2 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 2 นาที) และวิธีการที่ 3 (นั่งพัก 2 นาที)	73
4	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ ของค่าเฉลี่ยอุณหภูมิร่างกายภายหลังทำตามวิธีการที่ 1 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 1 นาที) วิธีการที่ 2 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 2 นาที) และวิธีการที่ 3 (นั่งพัก 2 นาที)	74
5	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการเปรียบเทียบความแตกต่างของความถี่สโตร์ค ในช่วงก่อนการทดลอง วิธีการที่ 1 วิธีการที่ 2 และวิธีการที่ 3 (นั่งพัก 2 นาที)	75
6	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ ของค่าเฉลี่ยความถี่สโตร์คช่วงก่อนการทดลอง วิธีการที่ 1 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 1 นาที) วิธีการที่ 2 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 2 นาที) และวิธีการที่ 3 (นั่งพัก 2 นาที)	76
7	ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของความเร็วในการว่ายน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ลระยะทาง 25 เมตรและระยะทาง 50 เมตร ช่วงก่อนการทดลอง วิธีการที่ 1 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 1 นาที) วิธีการที่ 2 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 2 นาที) และวิธีการที่ 3 (นั่งพัก 2 นาที)	77
8	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ ของค่าเฉลี่ยความเร็วในการว่ายน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ลระยะทาง 25 เมตร และระยะทาง 50 เมตร ช่วงก่อนการทดลอง วิธีการที่ 1 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 1 นาที) วิธีการที่ 2 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 2 นาที) และวิธีการที่ 3 (นั่งพัก 2 นาที)	78

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
9	เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ของความเร็วในการว่ายน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ลระยะทาง 25 เมตร ของช่วงก่อนการทดลอง วิธีการที่ 1 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 1 นาที) วิธีการที่ 2 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 2 นาที) และวิธีการที่ 3 (นั่งพัก 2 นาที)	79
10	ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของร้อยละอัตราการเปลี่ยนแปลงความเร็วในการว่ายน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ลระยะทาง 25 เมตร และระยะทาง 50 เมตรเปรียบเทียบกับก่อนการทดลอง	80
11	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ ของค่าเฉลี่ยร้อยละอัตราการเปลี่ยนแปลงความเร็วในการว่ายน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ลระยะทาง 25 เมตร และระยะทาง 50 เมตรของวิธีการที่ 1 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 1 นาที) วิธีการที่ 2 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 2 นาที) และวิธีการที่ 3 (นั่งพัก 2 นาที)	81

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ระบบประสาทควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อ	18
2	ความสัมพันธ์ของระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจนและไม่ใช้ออกซิเจน กับระยะทางในการว่ายน้ำ	23
3	การเตะแบบ 4 ครั้ง	53
4	เส้นทางการเตะเท้า	54
5	การดึงน้ำและการผลักน้ำ	56
6	การหายใจในร่องคลื่น	59
7	ความสัมพันธ์ของแขนและขาในการว่ายน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ล (front crawl)	60
8	แผนผังขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล	66
9	ค่าเฉลี่ยร้อยละของอัตราการเปลี่ยนแปลงความเร็วในการว่ายน้ำ ท่าฟร้อนท์ครอว์ล ระหว่างระยะทาง 25 เมตร และระยะทาง 50 เมตร เปรียบเทียบกับก่อนการทดลองของวิธีการทั้ง 3 วิธี	82

ภาพผนวกที่

ก1	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ	100
ก2	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ	101
ข1	โปรแกรมการยืดเหยียดกล้ามเนื้อในท่าที่ 1	104
ข2	โปรแกรมการยืดเหยียดกล้ามเนื้อในท่าที่ 2	105
ข3	โปรแกรมการยืดเหยียดกล้ามเนื้อในท่าที่ 3	106
ข4	โปรแกรมการยืดเหยียดกล้ามเนื้อในท่าที่ 4	107
ข5	โปรแกรมการยืดเหยียดกล้ามเนื้อในท่าที่ 5	108
ข6	โปรแกรมการยืดเหยียดกล้ามเนื้อในท่าที่ 6	109

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลแบบเฉียบพลันของการนั่งพักและการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ โดยใช้ระยะเวลาที่ต่างกันที่มีต่อความเร็วในท่าฟร้อนท์ครอว์ลระยะทาง 50 เมตร ของนักกีฬาว่ายน้ำ

The Acute Effect of Resting and Dynamic Stretching with Different Duration to 50 Metre Front Crawl Stroke Speed of Swimmers

คำนำ

การแข่งขันกีฬาว่ายน้ำ ผลแพ้ชนะจะตัดสินด้วยเวลาที่นักกีฬาทำความเร็วได้ดีที่สุด แม้แต่เวลาที่แตกต่างกันเพียงวินาทีหรือเศษของวินาทีก็มีผลต่อการแพ้ชนะ ดังนั้น ผู้ฝึกสอนหรือนักกีฬาจะต้องคำนึงและให้ความสำคัญต่อกิจกรรมทุกอย่าง ไม่เพียงแต่โปรแกรมการฝึกซ้อมที่มีประสิทธิภาพเท่านั้น การอบอุ่นร่างกายหรือการยืดเหยียดกล้ามเนื้อก็มีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากเป็นการเตรียมความพร้อมให้กับร่างกาย ซึ่งการเตรียมร่างกายสามารถทำได้โดยทำการอบอุ่นร่างกาย ซึ่งใช้กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการแข่งขัน หรือ กายบริหาร (calisthenics) เพื่อเป็นการเพิ่มอุณหภูมิของร่างกายให้สูงขึ้น รวมทั้ง การยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (stretching) หรือเส้นเอ็นเพื่อช่วยให้เกิดความอ่อนตัวของมัดกล้ามเนื้อส่งผลให้ช่วงของการเคลื่อนไหว (range of motion) เคลื่อนที่เต็มรอบของข้อต่อเป็นไปอย่างเต็มความสามารถ อีกทั้งยังช่วยลดความเสี่ยงที่จะเกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อและเอ็น (tendon และ ligament) จะเห็นได้ว่าความอ่อนตัวจะมีส่วนช่วยให้มุมการเคลื่อนไหวของข้อต่อเพิ่มระยะของการเคลื่อนไหวได้มากขึ้น และส่งผลต่อการทำความเร็วของการว่ายน้ำอีกด้วย ดังที่ สนธยา (2551) กล่าวว่า ความอ่อนตัวมีความสำคัญต่อการเคลื่อนไหวของนักกีฬาเกือบทุกประเภท สำหรับกีฬาที่ต้องใช้การเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็ว ความอ่อนตัวจะมีความสำคัญในการที่จะช่วยเพิ่มช่วงของการเคลื่อนไหว (range of motion) การเคลื่อนที่สามารถกระทำได้เต็มมุมการเคลื่อนไหวและเป็นไปอย่างอิสระ นักกีฬาที่มีความอ่อนตัวที่ดีจะสามารถเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนไหวได้ง่าย และช่วยเพิ่มความสามารถทางการกีฬา เมื่อพิจารณาถึงหลักด้านชีวกลศาสตร์ของกีฬาประเภททุ่ม พุ่ง ขว้าง การที่จะเพิ่มความเร็วในการปล่อยวัตถุ (speed of release) ล้วนขึ้นอยู่กับความยาวในการหดตัวสร้างแรงของกล้ามเนื้อหรือระยะทางการปรับอัตราเร่งของกล้ามเนื้อ ดังนั้น ถ้านักกีฬามีระยะทางการปรับอัตราเร่งมาก (long acceleration) นักกีฬาจะสามารถปล่อยวัตถุ หรือ เปลี่ยนตำแหน่งของร่างกายไปในทิศทางที่ต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ที่เร็วขึ้น แรงขึ้นและไกลขึ้น โดยเฉพาะการฝึกซ้อมและการแข่งขันของนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นหรือสปรินท์เตอร์ (sprinter) หมายถึงการว่ายน้ำในระยะทาง 50-100 เมตร จะต้องมีพลังความเร็ว (power speed) เข้ามาเกี่ยวข้องตั้งแต่ การออกตัวจากแท่นกระโดด การทำความเร็วต้น กระทั่ง การเร่งความเร็วอย่างต่อเนื่องจนถึงที่หมาย ภายใต้การเกิดแรงกระชากหรือการหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุดอย่างทันทีทันใด ซึ่งถ้าร่างกายมีความอ่อนตัวและความแข็งแรงที่ไม่สมบูรณ์ จะทำให้เกิดการบาดเจ็บขึ้นได้ ดังนั้นนักกีฬามีความจำเป็นที่จะต้องมีความอ่อนตัวเป็นองค์ประกอบของร่างกายที่สำคัญ

สิ่งที่นักกีฬาต้องเตรียมตัวก่อนการแข่งขัน จะต้องมีการอบอุ่นร่างกายก่อน เนื่องจากการอบอุ่นร่างกายจะสามารถช่วยให้ระบบต่างๆ ของร่างกายและจิตใจมีความตื่นตัวพร้อมที่จะเผชิญต่อผลกระทบต่างๆ อีกทั้งยังเป็นการป้องกันการบาดเจ็บ การฉีกขาดของกล้ามเนื้อ และยังมีผลทำให้มีการไหลเวียนโลหิตของร่างกายเพิ่มขึ้น ทำให้อุณหภูมิของร่างกายและกล้ามเนื้อสูงขึ้น รวมทั้งยังต้องทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อในรูปแบบต่างๆ ดังที่ Alter (2004) ได้กล่าวว่ามีเทคนิคพื้นฐานของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 5 รูปแบบ คือ ยืดเหยียดกล้ามเนื้ออยู่กับที่ (static stretching : SS) ยืดเหยียดกล้ามเนื้อด้วยการเคลื่อนที่ (dynamic stretching : DS) ยืดเหยียดกล้ามเนื้อจากแรงภายนอก (passive stretching : PS) ยืดเหยียดกล้ามเนื้อจากแรงภายใน (active stretching : AS) และยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นการรับรู้ของระบบประสาทกล้ามเนื้อ (proprioceptive neuromuscular facilitation : PNF) ซึ่งในวิธีของการยืดเหยียด 5 วิธีนี้ มีรูปแบบและเทคนิคการฝึกที่แตกต่างกัน จากผลการวิจัยของ Manoel et al. (2008); Fletcher and Anness (2007) และ Hough et al. (2009) พบว่า การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ (dynamic stretching) นั้นมีแนวโน้มที่จะส่งผลต่อความสามารถของสมรรถภาพทางการกีฬา (performance) ได้ดีกว่าการยืดเหยียดแบบอยู่กับที่ (static stretching) และไม่มีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ เนื่องจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ (dynamic stretching) เป็นการเคลื่อนไหวซ้ำๆตลอดช่วงการเคลื่อนไหว ทำให้กลไกในร่างกายมีการเปลี่ยนแปลงคล้ายคลึงกันกับการอบอุ่นร่างกาย โดยกล้ามเนื้อมีอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นและอุณหภูมิแกนกลางของร่างกาย (core temperature) มีค่าที่เพิ่มสูงขึ้นเช่นกัน ซึ่งจะช่วยลดความหนืดของข้อต่อและกล้ามเนื้อ เพิ่มอัตราการนำกระแสประสาทมีผลต่อการเพิ่มแรงและความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อ (McMillian et al., 2006) อีกทั้ง Alter (2004) ได้กล่าวถึงลักษณะพิเศษของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ (dynamic stretching) ว่ามีผลต่อองค์ประกอบของความยืดหยุ่นกล้ามเนื้อ (series elastic component : SEC) และมีบทบาทมากกว่าการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาท (proprioceptive neuromuscular facilitation) และแบบอยู่กับที่ (static

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

stretching) และผลการศึกษาพบว่า องค์ประกอบของความยืดหยุ่นกล้ามเนื้อ (SEC) มีส่วนสำคัญในการเคลื่อนไหวที่รวดเร็ว (fast movement) อย่างไรก็ตาม Fletcher and Anness (2007) ได้กล่าวว่า การเคลื่อนไหวในท่าซ้ำๆกัน โดยไม่มีการหยุดค้างไว้สุดช่วงของการเคลื่อนไหว จะไม่มีผลในการยับยั้งการทำงานของ golgi tendon organ (GTO) และยังเป็นการเตรียมความพร้อมของร่างกายก่อนที่จะออกกำลังกายหรือแข่งขันจริง

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษารูปแบบและวิธีการการแข่งขันว่ายน้ำระดับนานาชาติจากวีดิทัศน์ รวมทั้ง การสัมภาษณ์กรรมการฝ่ายเทคนิคของสมาคมว่ายน้ำแห่งประเทศไทย เกี่ยวกับขั้นตอนของการนำนักกีฬาว่ายน้ำเข้ามาสู่สนามแข่งขัน ซึ่งมีรูปแบบและวิธีการที่เป็นระบบแถว พร้อมทั้งผู้ประกาศจะมีการประกาศรายชื่อนักกีฬาว่ายน้ำจากคนแรกถึงคนสุดท้าย หลังจากที่นักกีฬาได้เดินมาถึงจุดปล่อยตัวของแต่ละคนจนครบตามจำนวน ในขณะที่ผู้ประกาศได้ประกาศรายชื่อนักกีฬานั้น นักกีฬาว่ายน้ำจะมีระยะเวลาในการเตรียมความพร้อมให้กับร่างกายหรือยืดเหยียดกล้ามเนื้ออย่างมากไม่เกิน 1-2 นาที ก่อนที่ผู้ตัดสินชี้ขาดจะให้สัญญาณนกหวีดด้วยเสียงสั้นๆเพื่อเตือนให้นักกีฬาว่ายน้ำเตรียมพร้อมก่อนที่ผู้ปล่อยตัวจะทำหน้าที่ในลำดับต่อไป ในขณะเดียวกันผู้ฝึกสอนและนักกีฬาว่ายน้ำไม่ได้สนใจ และไม่ให้ความสำคัญเกี่ยวกับการยืดเหยียดกล้ามเนื้อในช่วงที่ผู้ประกาศได้เริ่มประกาศรายชื่อ อีกทั้งนักกีฬาว่ายน้ำส่วนใหญ่ ทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อโดยมีรูปแบบของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ (static stretching) และการยืดเหยียดกล้ามเนื้อด้วยการเคลื่อนที่แบบมีแรงกระชาก (ballistic stretching) เพื่อทำการเตรียมความพร้อมให้กับร่างกายที่จะเกิดขึ้นก่อนการแข่งขัน Hedrick (2000); Magnusson and Renström (2006); Rubini et al. (2007); Young (2007); McHugh and Cosgrave (2010) กล่าวไว้ว่า การยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้งสองรูปแบบนี้จะมีผลทำให้ความสามารถหรือศักยภาพสูงสุดของกล้ามเนื้อลดลง เนื่องจากจะเกี่ยวข้องกับ stretch reflex ดังที่ราตรี (2539) ได้กล่าวถึงกลไกทางประสาทวิทยาการทำงานของกล้ามเนื้อว่า stretch reflex เป็นการทำงานที่เกี่ยวข้องกับ receptor 2 ตัว คือ muscle spindle ซึ่งไวต่อการเปลี่ยนแปลงความยาวของ muscle fiber ในกล้ามเนื้อ และgolgi tendon organ (GTO) ซึ่งจะป้องกันการเปลี่ยนแปลงความตึงตัว เมื่อมีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ จะทำให้เกิดแรงตึงตัวไปกระตุ้นการทำงานของ golgi tendon organ และmuscle spindle ก็จะส่งความถี่ของกระแสประสาท (impulse) ผ่านเส้นประสาทชนิด Ib (Type A) นำสัญญาณเข้าสู่ไขสันหลังโดยตรงและนำไปที่ spinocerebellar tract ไปสู่สมองส่วน cerebellum ส่งสัญญาณกลับไปที่ไขสันหลังกระตุ้น inhibitory interneurons ให้สัญญาณผ่านไปทางเส้นประสาทชนิด la afferent น้อยลง ทำให้กล้ามเนื้อมัดที่ golgi tendon organ ถูกกระตุ้นอยู่ได้รับกระแสประสาทจาก la afferent ลดลง กล้ามเนื้อมัดนั้นก็จะคลายตัว ซึ่งจะส่งผลต่อความแข็งแรง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กำลัง หรือความเร็ว รวมทั้งมีความเสี่ยงสูงในการบาดเจ็บที่เนื้อเยื่อได้ง่าย ดังนั้น สิ่งสำคัญที่นักกีฬาและผู้ฝึกสอนจะต้องตระหนัก ทำความเข้าใจ และให้ความสำคัญก็คือ การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ (dynamic stretching) ก่อนการฝึกซ้อมและก่อนการแข่งขัน ดังที่ กรกต (2552) พบว่า การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ (dynamic stretching) มีการไหลเวียนของเลือดไปยังกล้ามเนื้อที่ได้รับการยืดเพิ่มขึ้นมากกว่าการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ (static stretching) และผลการวิจัยของ Woods et al. (2007) พบว่า การเพิ่มขึ้นของการไหลเวียนเลือดนั้น จะช่วยทำให้เพิ่มความเร็วและความแรงใน การหดตัวของกล้ามเนื้อ (speed and force) ที่พร้อมต่อการแข่งขันได้ ซึ่งทำให้เกิดประโยชน์และประสิทธิภาพต่อความสามารถของสมรรถภาพทางการกีฬา (performance) ที่ดีได้ โดยทั่วไประยะเวลาของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่จะนิยมใช้ระยะเวลา 15 วินาที จำนวน 3 ครั้ง ซึ่งเหมาะสมหรือใกล้เคียงกับระยะเวลาที่ใช้ในการเตรียมความพร้อมให้กับร่างกายก่อนการแข่งขันว่ายน้ำ ทั้งนี้ จากเหตุผลข้างต้น ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาและเปรียบเทียบผลแบบเฉียบพลันของการนั่งพักและการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ (dynamic stretching) โดยใช้ระยะเวลาที่ต่างกันที่มีต่อความเร็วในท่าฟร้อนท์ครอว์ลระยะทาง 50 เมตร ของนักกีฬาว่ายน้ำเพื่อนำผลของการวิจัยมาเป็นแนวทางในการที่จะทำให้ผู้ฝึกสอนและนักกีฬาว่ายน้ำ ได้ตระหนักถึงผลของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อที่มีต่อความสามารถของสมรรถภาพทางการกีฬา (performance) การพัฒนาความสามารถและศักยภาพของการว่ายน้ำ ซึ่งจะส่งผลต่อประสิทธิภาพด้านความเร็วของนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นท่าฟร้อนท์ครอว์ล ต่อไปได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลแบบเฉียบพลันของการนั่งพักและการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่โดยใช้ระยะเวลาที่ต่างกันที่มีต่อความเร็วในท่าฟร้อนท์ครอว์ลระยะทาง 50 เมตร ของนักกีฬาว่ายน้ำ

สมมติฐาน

ผลแบบเฉียบพลันของการนั่งพักและการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่โดยใช้ระยะเวลาที่ต่างกันที่มีต่อความเร็วในท่าฟร้อนท์ครอว์ลระยะทาง 50 เมตรของนักกีฬาว่ายน้ำ แตกต่างกัน

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักกีฬาว่ายน้ำทีมชาติไทยเพศหญิง ที่มีอายุ 12-22 ปี มีประสบการณ์ในการว่ายน้ำตั้งแต่ 3 ปีขึ้นไป จำนวน 50 คน

2. การวิจัยครั้งนี้เป็นวิจัยเชิงทดลอง

3. ตัวแปรที่ใช้ในงานวิจัย ประกอบด้วย

3.1 ตัวแปรต้น (independent variable) ได้แก่ การนั่งพักและโปรแกรมการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ใช้ระยะเวลาที่แตกต่างกันประกอบด้วย 2 โปรแกรม คือ

1) โปรแกรมการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่โดยใช้ระยะเวลาทั้งหมด 1 นาที
: จำนวนท่าในการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 6 ท่า ท่าละ 10 วินาที
จำนวน 1 เซต (1 set : 6 x 10 sec)

2) โปรแกรมการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่โดยใช้ระยะเวลาทั้งหมด 2 นาที
: จำนวนท่าในการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 6 ท่า ท่าละ 10 วินาที
จำนวน 2 เซต (2 set : 6 x 10 sec)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.2 ตัวแปรตาม (dependent variable) คือ ความเร็วที่ใช้ในการว่ายน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ล ระยะทาง 50 เมตร

ข้อตกลงเบื้องต้น

1. การวิจัยครั้งนี้ไม่ได้ควบคุมอุณหภูมิของอากาศและน้ำภายในสระว่ายน้ำ

2. ผู้วิจัยไม่สามารถควบคุมกลุ่มตัวอย่างในเรื่อง อาหาร การพักผ่อน การออกกำลังกาย และการดำรงชีวิตประจำวันได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นิยามศัพท์

ผลแบบเฉียบพลัน (acute effect) หมายถึง การทดสอบความเร็วของการว่ายน้ำ และตัวแปรต่างๆทันที หลังจากทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ (dynamic stretching) และการนั่งพักในช่วงที่นักกีฬาอยู่ประจำตำแหน่งของตนเอง

การนั่งพัก (resting) หมายถึง การทำให้ร่างกายไม่มีการเคลื่อนไหวหรือไม่มีการออกกำลังโดยให้หยุดนิ่งอยู่กับที่ (นั่ง) เป็นเวลา 2 นาที

การยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (stretching) หมายถึง การเตรียมความพร้อมของร่างกายโดยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อตามส่วนต่างๆของร่างกาย ทำให้กล้ามเนื้อผ่อนคลายและถูกยืดยาวออก

การยืดเหยียดแบบเคลื่อนที่ (dynamic stretching) หมายถึง วิธีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อโดยให้นักกีฬาเป็นผู้กระทำ ซึ่งไม่มีการหยุดอยู่กับที่ เป็นการปฏิบัติโดยใช้หลักการซ้ำๆจังหวะการเคลื่อนไหวเป็นไปอย่างเร็ว ไม่มีแรงกระชากหรือแรงดึงกลับ และให้มีการเคลื่อนไหวแบบต่อเนื่อง

ระยะเวลาการยืดเหยียด (duration) หมายถึง ระยะเวลาที่ใช้ในการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 2 ช่วง คือ ระยะเวลา 1 นาที และระยะเวลา 2 นาที

ความเร็ว (speed) หมายถึง เวลาที่สั้นที่สุดจากความสามารถของร่างกายในนักกีฬาว่ายน้ำทีมชาติไทยที่ใช้ในการเคลื่อนที่ไปข้างหน้า จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง ด้วยการว่ายน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ล ระยะทาง 50 เมตร มีหน่วยวัดเป็นวินาที และเศษส่วนของวินาทีเป็นทศนิยม 2 ตำแหน่ง

นักกีฬาว่ายน้ำ (swimmers) หมายถึง นักกีฬาว่ายน้ำ เพศหญิง ที่ได้รับการคัดเลือกจากสมาคมว่ายน้ำแห่งประเทศไทย และเคยเป็นตัวแทนที่เข้าร่วมการแข่งขันว่ายน้ำในระดับนานาชาติ ซึ่งมีอายุระหว่าง 18 – 22 ปี

การว่ายน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ล (front crawl) หมายถึง การว่ายน้ำโดยให้ลำตัวอยู่ในท่าคว่ำ แขนทั้งสองข้างทำงานสลับซ้ายขวา มือผลักน้ำไปด้านหลัง ยกแขนพร้อมทั้งหายใจด้วยการหมุนศีรษะไปด้านข้าง ขาทั้งสองข้างเตะขึ้นลงสลับกันโดยงุ้มปลายเท้าไปด้านหลัง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความถี่สโตร์ค (stroke frequency) หมายถึง จำนวนรอบของแขนทั้งสองข้างที่เคลื่อนไหวในการว่ายน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ล มีหน่วยเป็น สโตร์คต่อนาที

อุณหภูมิร่างกาย (body temperature) หมายถึง ระดับความร้อนของร่างกายที่วัดได้ทางหูหลังจากทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ 1 นาที 2 นาที และนั่งพัก 2 นาที มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจเอกสาร

ผู้วิจัยได้ค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มีหัวข้อต่างๆ ดังนี้

- สรีรวิทยาของกล้ามเนื้อ
- ระบบพลังงานของร่างกาย
- หลักและทฤษฎีในการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ
- ระยะเวลาและผลของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่
- ความเร็วกับการว่ายน้ำ
- ทฤษฎี เทคนิค และการว่ายน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ล

สรีรวิทยาของกล้ามเนื้อ

อภิลักษณ์ (2552) ได้กล่าวว่า กล้ามเนื้อ (muscle) มีความสำคัญต่อการทำให้เกิดแรงโดยวิธีการหดตัว (contraction) ส่งผลให้เกิดการเคลื่อนไหวของร่างกายหรืออวัยวะนั้นๆ ในร่างกายของคนเรา ซึ่งกล้ามเนื้อมีประมาณ 792 มัด ประกอบด้วยกล้ามเนื้อประมาณ 40-50 % ของน้ำหนักตัว สอดคล้องกับ ภนารี (2554) ได้กล่าวว่ากล้ามเนื้อลายเป็นเนื้อเยื่อที่ห่อหุ้มกระดูกและอวัยวะภายในของร่างกาย ร่างกายประกอบด้วยส่วนที่เป็นกล้ามเนื้อลายประมาณ 40% ของน้ำหนักร่างกาย แต่ถ้ารวมกล้ามเนื้อหัวใจและกล้ามเนื้อเรียบด้วย ร่างกายประกอบด้วยส่วนที่เป็นกล้ามเนื้อทั้งหมด 50% ของน้ำหนักร่างกาย ถนอมวงศ์ (2554) แบ่งกล้ามเนื้อ (muscle) ออกเป็น 3 ชนิด คือ

1. กล้ามเนื้อหัวใจ (cardiac muscle) เป็นกล้ามเนื้อลายที่ไม่ได้อยู่ในอำนาจจิตใจ มีการหดตัวและยืดตัวตลอดเวลา แต่กล้ามเนื้อเหล่านี้มีโอกาสพักผ่อนตอนที่เลือดไหลเข้าสู่ห้องบนขวาของหัวใจช่วงระยะเวลาสั้นๆ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. กล้ามเนื้อเรียบ (smooth muscle or involuntary muscle) เป็นกล้ามเนื้อที่ไม่ได้อยู่ในอำนาจจิตใจอยู่ตามอวัยวะภายในส่วนต่างๆของร่างกาย เช่น ลำไส้ หลอดเลือด หลอดลม และกระเพาะอาหาร เป็นต้น

3. กล้ามเนื้อลาย (striated or voluntary muscle) เป็นกล้ามเนื้อที่มีความสำคัญต่อการทำงาน มีอยู่ตามส่วนต่างๆของร่างกายและจะทำงานได้ต้องได้รับคำสั่งจากสมองก่อน

โครงสร้างของกล้ามเนื้อลาย

ภนารี (2554) กล่าวว่า กล้ามเนื้อลายประกอบด้วยกล้ามเนื้อหลายๆมัดรวมกัน (bundles) มีใยกล้ามเนื้อ (fibers) ที่รวมกับเอ็นยึดกระดูก (tendon) เมื่อกล้ามเนื้อหดตัวจึงทำให้กระดูกเคลื่อนที่ ใยกล้ามเนื้อ (muscle fibers) มาจากการรวมของไมโอไฟบริล (myofibrils) ซึ่งประกอบด้วยฟิลาเมนต์ชนิดหนาหรือไมโอซิน (myosin) และฟิลาเมนต์ชนิดบางหรือแอกติน (actin)

กล้ามเนื้อมัดใหญ่ (muscle group) มีเยื่อเกี่ยวพันหุ้มเรียกว่า “epimysium connective tissue” กล้ามเนื้อแต่ละมัด (bundle) มีเนื้อเยื่อเกี่ยวพันหุ้มเรียกว่า “perimysium connective tissue” และเซลล์กล้ามเนื้อแต่ละเซลล์ (muscle cell) มีเนื้อเยื่อเกี่ยวพันหุ้มเรียกว่า “endomysium connective tissue”กล้ามเนื้อมีส่วนประกอบเหมือนเซลล์ทั่วๆไป เช่น มีโปรตีนสำหรับการหดตัวของกล้ามเนื้อ คือ แอกติน (actin) และไมโอซิน (myosin) ไมโทคอนเดรีย (mitochondria) เป็นแหล่งผลิตพลังงาน ซาร์โคพลาสมิกเรติคูลัม (sarcoplasmic reticulum) เป็นทางเดินหรือลำเลียงอาหารหรือสารจำเป็นที่ใช้ในเซลล์ และ กระแสประสาท ไกลโคเจน (glycogen) เป็นเชื้อเพลิงเพื่อการสันดาปในเซลล์กล้ามเนื้อ และนิวเคลียส (nucleus) อยู่ที่พนังเซลล์กล้ามเนื้อ ทำหน้าที่ควบคุมกระบวนการเมตาบอลิซึม (metabolism) การเจริญเติบโตและการแบ่งเซลล์ เป็นต้น การที่นิวเคลียสอยู่ที่ผิวอาจเป็นสาเหตุหนึ่งทำให้กล้ามเนื้อลาย หดตัวได้เร็วกว่ากล้ามเนื้อชนิดอื่น

เยื่อหุ้มเส้นใยกล้ามเนื้อเรียกว่าซาร์โคเลมมา (sarcolemma) หรือพลาสมาเมมเบรน (plasma membrane) ของเหลวที่อยู่ภายในเซลล์กล้ามเนื้อเรียกว่า ซาร์โคพลาซึม (sarcoplasm) หรือไมโอพลาสซึม (myoplasm) ซึ่งมีเส้นใยฝอยกล้ามเนื้อ (myofibril) ลอยอยู่มากมาย และช่องว่างระหว่างเส้นใยฝอยจะมีไมโทคอนเดรีย (mitochondria) และซาร์โคพลาสมิกเรติคูลั่ม (sarcoplasmic reticulum) แทรกตัวอยู่ ซาร์โคพลาสมิกเรติคูลั่ม (sarcoplasmic reticulum) ของกล้ามเนื้อมีลักษณะเป็นท่อยาวที่วิ่งขนานไปตามเส้นใยฝอยและแผ่ออกโอบล้อมเส้นใยฝอยแต่ละเส้นไว้โดยรอบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ที่บริเวณส่วนปลายของซาร์โคพลาสมิก เรติคูลั่ม (sarcoplasmic reticulum) แต่ละอันที่วางตัวประกบ transverse tubule (t-tubule) มีการขยายขนาดออกเป็นกระเปาะเรียกว่า lateral sac ซึ่งบรรจุแคลเซียมไว้ภายใน

พริ้มเพรา (2539) กล่าวว่าถ้านำกล้ามเนื้อลายมาย้อมสี แล้วดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ จะเห็นเซลล์ของกล้ามเนื้อลายขวาง โดยมีส่วนที่ติดสีเข้มมีลักษณะทึบแสงสลับกับส่วนที่ติดสีจางมีลักษณะโปร่งแสง ส่วนที่ทึบแสงคือส่วนที่มีเส้นใยไมโอซิน (myosin filament) สลับซ้อนกับเส้นใยแอกติน (actin filament) ส่วนบริเวณที่โปร่งแสงนั้นมีแต่เส้นใยแอกติน (actin filament) อย่างเดียว แถบทึบแสง เรียก A-band และ แทบโปร่งแสง เรียก I-band กลางแถบ I จะมี Z line แบ่งแถบ I เป็น 2 ซีก Z line นี้จะแสดงขอบเขตของบริเวณ sarcomere ซึ่งเริ่มจาก Z line ข้างหนึ่งไปจนถึง Z line อีกข้างหนึ่ง ดังนั้นใน 1 หน่วยซาร์โคเมีย (sarcomere) จะรวมแถบโปร่งแสง I (I-band) หนึ่งซีก แถบทึบแสง A (A-band) ทั้งแถบและแถบโปร่งแสงอีกหนึ่งซีก ซึ่งมีขนาดกว้างประมาณ 2 ไมครอน แถบ A (A-band) นั้นเป็นแถบของเส้นใยไมโอซิน (myosin filament) ซึ่งค่อนข้างหยาบและทึบแสงเมื่อมีเส้นใย แอกติน (actin filament) มาสลับซ้อนขึ้นไปอีก ทำให้ทึบแสงมากขึ้นตรงกลางใยแอกติน (actin filament) ที่สลับซ้อนเข้าไปไม่ถึงกัน ในช่วงกลางแถบ A มีบริเวณที่แสงลอดได้มากกว่าบริเวณข้างเคียงจะมีลักษณะโปร่งแสงหรือติดสีจางเล็กน้อยตรงบริเวณกลางแถบ A ซึ่งได้ชื่อว่า เอ็ชโซน (H-zone)

การส่งสัญญาณประสาทไปยังกล้ามเนื้อ (nerve supply to muscle)

สนธยา (2551) กล่าวว่า การทำงานของกล้ามเนื้อจะถูกควบคุมโดยระบบประสาทส่วนกลาง (central nervous system : CNS) โดยสัญญาณประสาทจากสมองและไขสันหลังจะถูกส่งผ่านมาตามเซลล์ประสาท (neuron) ซึ่งโดยปกติกล้ามเนื้อภายในร่างกายจะมีเซลล์ประสาทมาควบคุม 2 ชนิด คือ

1. ประสาทสั่งการ (motor nerves) เป็นประสาทสั่งการจะรับสัญญาณประสาทจากระบบประสาทส่วนกลางไปสิ้นสุดที่เส้นใยกล้ามเนื้อ ซึ่งจะเป็นผลทำให้กล้ามเนื้อหดตัวและคลายตัว

2. ประสาทรับความรู้สึก (sensory nerves) เป็นประสาทที่รับและถ่ายทอดรายละเอียดเกี่ยวกับความรู้สึกเจ็บปวด และการเปลี่ยนตำแหน่งของร่างกายจากอวัยวะส่วนต่างๆ ของร่างกายส่งกลับไปยังระบบประสาทส่วนกลาง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อ

พงษ์จันทร์ (2549) กล่าวไว้ว่า ในกล้ามเนื้อแต่ละมัดจะมีเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดที่หดตัวเร็วและช้าในสัดส่วนที่แตกต่างกัน กล้ามเนื้อที่หดตัวเร็วจะมีเส้นใยชนิดที่หดตัวเร็วอยู่เป็นส่วนมาก และกล้ามเนื้อที่หดตัวช้าจะมีเส้นใยชนิดที่หดตัวช้าอยู่เป็นส่วนมาก ซึ่งชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อจำแนกได้ดังต่อไปนี้

เส้นใยหดตัวเร็ว (fast fiber) มีลักษณะเฉพาะคือ (1) เส้นใยมีขนาดใหญ่และสร้างแรงในการหดตัวได้มาก (2) ซาร์โคพลาสมิกเรติคูลั่ม (sarcoplasmic reticulum) แผ่ขยายเป็นบริเวณกว้าง ทำให้ปล่อยแคลเซียมเพื่อเริ่มกระบวนการหดตัวได้อย่างรวดเร็ว (3) มีไกลโคไลติกเอนไซม์ (glycolytic enzyme) มากทำให้สามารถสร้างพลังงานได้อย่างรวดเร็ว โดยขบวนการไกลโคไลซิส (glycolysis) (4) มีเลือดมาเลี้ยงเพียงเล็กน้อย (5) มีไมโทคอนเดรีย (mitochondria) เพียงเล็กน้อย กล้ามเนื้อมีสีค่อนข้างขาวซีดจึงมีชื่อเรียกตามลักษณะอีกชื่อว่ากล้ามเนื้อขาว

เส้นใยหดตัวช้า (slow fiber) มีลักษณะเฉพาะคือ (1) เส้นใยมีขนาดเล็ก (2) เส้นใยประสาทที่มาเลี้ยงมีขนาดเล็ก (3) มีระบบหลอดเลือดและหลอดเลือดฝอยมาเลี้ยงจำนวนมากทำให้สามารถได้รับออกซิเจนจำนวนมาก (4) มีปริมาณไมโทคอนเดรีย (mitochondria) มาก จึงช่วยให้ระบบการสร้างพลังงานแบบออกซิเดทีฟ (oxidative) เกิดขึ้นได้อย่างมาก (5) ในเส้นใยกล้ามเนื้อมีปริมาณไมโอโกลบิน (myoglobin) ซึ่งเป็นโปรตีนที่มีธาตุเหล็กเป็นส่วนประกอบคล้ายกับฮีโมโกลบินที่พบในเม็ดเลือด ที่ทำหน้าที่จับกับออกซิเจนในกล้ามเนื้อจำนวนมาก ไมโอโกลบิน (myoglobin) ทำให้กล้ามเนื้อมีสีแดง จึงเรียกกล้ามเนื้อชนิดนี้อีกชื่อหนึ่งว่าเป็นกล้ามเนื้อแดง

จากลักษณะดังกล่าวทำให้ทราบว่า เส้นใยหดตัวเร็วนั้นปรับตัวให้เหมาะกับงานที่ต้องใช้พลังงานในการหดตัวมาก เช่น กระโดด วิ่งระยะสั้น ส่วนใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้าเหมาะกับการหดตัวที่ต้องทำงานเป็นเวลานาน เช่น การรับน้ำหนักร่างกาย การวิ่งมาราธอน เป็นต้น กล้ามเนื้อยังสามารถแบ่งตามคุณสมบัติในการหดตัวและการใช้พลังงาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หน่วยยนต์ (motor unit)

สุพรพิมพ์ และคณะ (2540) กล่าวว่า การทำงานของกล้ามเนื้อลายในร่างกาย โดยปกติจะถูกควบคุมโดยระบบประสาทยนต์ โดยที่ motor area ในสมองจะส่งพลังประสาทมาตามเส้นประสาทในระบบประสาทส่วนกลาง ซึ่งถูกถ่ายทอดไปยังระบบประสาทส่วนปลาย และไปยังระบบกล้ามเนื้อโดยผ่านทางหน่วยยนต์ (motor unit) ซึ่งถือเป็นหน่วยย่อยที่สุดของระบบกล้ามเนื้อที่สามารถทำงานได้ motor unit ประกอบด้วย motor neuron 1 เซลล์และเส้นใยกล้ามเนื้อจำนวนหนึ่งที่นิวรอนนั้นไปเลี้ยง เมื่อ motor neuron หนึ่งถูกกระตุ้น เส้นใยกล้ามเนื้อทุกเส้นใยที่ถูกเลี้ยงโดยนิวรอนนั้นจะตอบสนองโดยการหดตัวทั้งหมด อัตราส่วนของจำนวนเส้นใยกล้ามเนื้อต่อ motor neuron 1 เซลล์นั้น จะขึ้นกับลักษณะความละเอียดอ่อนและความแม่นยำของการทำงานของกล้ามเนื้อนั้นๆ เช่น ในกล้ามเนื้อการควบคุมการเคลื่อนไหวของลูกตา หรือในกล้ามเนื้อมือซึ่งต้องการความละเอียดอ่อนและความแม่นยำสูงจะมีจำนวนเส้นใยกล้ามเนื้อเพียง 3-6 เส้นใยต่อ motor neuron 1 เซลล์ แต่ในกล้ามเนื้อขาหรือในกล้ามเนื้อบริเวณหลังซึ่งไม่ต้องการความละเอียดอ่อนหรือความแม่นยำในการเคลื่อนไหว จำนวนเส้นใยกล้ามเนื้อต่อ 1 motor unit อาจมีมากหลายร้อยเส้นใย โดยทั่วไป spinal motor neuron จะไปเลี้ยงเส้นใยกล้ามเนื้อที่ลักษณะเดียวกัน ซึ่งหมายความว่า เส้นใยกล้ามเนื้อที่อยู่ใน motor unit เดียวกัน จะมีคุณสมบัติเป็น slow หรือ fast fiber อย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น โดยทั่วไป slow muscle fiber จะถูกเลี้ยงโดย spinal motor neuron ที่มีขนาดเล็ก และมีความช้าในการเป็นสื่อนำกระแสประสาท ในขณะที่ fast muscle fiber จะถูกเลี้ยงโดย spinal motor neuron ที่มีขนาดใหญ่ และมีความเร็วในการเป็นสื่อนำกระแสประสาท พบว่ากล้ามเนื้อใหญ่ๆ ของแขนและขาจะทำงานด้วย slow unit ก่อนเป็นส่วนใหญ่ slow unit นี้ทนทานต่อการเหนื่อยล้า ส่วน fast unit จะเริ่มทำงานเมื่อแขนขานั้นต้องเคลื่อนไหวแรงขึ้น fast unit จึงมีอาการล้าเร็ว

แรงของกล้ามเนื้อและการระดมของหน่วยประสาทยนต์

วรรธนะ (2552) กล่าวไว้ว่า กล้ามเนื้อสามารถเพิ่มแรงได้ 2 วิธี คือ 1) ระดมหน่วยประสาทยนต์เพิ่มขึ้น 2) การเพิ่มความถี่ของการกระตุ้นของหน่วยประสาทยนต์ การระดมหน่วยประสาทยนต์ทำได้ด้วยการเพิ่มจำนวนของหน่วยประสาทยนต์ เช่น เมื่อกล้ามเนื้อออกแรงน้อยจะใช้หน่วยประสาทยนต์จำนวนหนึ่ง ถ้าต้องการเพิ่มแรงมากขึ้นจะระดมหน่วยประสาทยนต์อื่นที่ยังไม่ได้เข้าร่วม จึงได้แรงเพิ่มขึ้น วิธีนี้เรียกว่า spatial summation เมื่อออกแรงน้อยเซลล์ประสาทที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เลี้ยงใยกล้ามเนื้อหดตัวช้า จะถูกกระตุ้นก่อน ถ้าต้องออกแรงมากขึ้นเซลประสาทที่เลี้ยงใยกล้ามเนื้อหดตัวเร็วจะถูกระดมมาช่วย วิธีการระดมตามปกติแบบนี้ใช้ “หลักการของขนาด” (size principle) มาจากความรู้ที่ว่าเซลล์ประสาทที่เลี้ยงในกล้ามเนื้อหดตัวช้า จะมีขนาดเล็กกว่า คือ มีการระดมจากเซลล์ประสาทขนาดเล็กก่อน ส่วนเซลล์ประสาทขนาดใหญ่ที่เลี้ยงกล้ามเนื้อหดตัวเร็ว จะถูกระดมเมื่อต้องใช้แรงมาก ใยกล้ามเนื้อหดตัวเร็วบางใยกล้ามเนื้ออาจไม่เคยถูกระดมเลย เพราะไม่เคยออกแรงมากที่จะต้องระดมใยกล้ามเนื้อนั้น

การเพิ่มแรงของกล้ามเนื้ออาจทำได้ด้วยการสะสมของแรงกล้ามเนื้อจากการกระตุ้นที่ถี่ขึ้น วิธีการนี้เรียกว่า “temporal summation” มีการกระตุ้นใยกล้ามเนื้อก่อนที่กล้ามเนื้อจะคลายตัวทำให้เกิดการสะสมของแรง ขณะออกแรงระดับน้อยหน่วยประสาทยนต์จะถูกกระตุ้นด้วยความถี่ประมาณ 30 เฮิร์ทซ เมื่อต้องการออกแรงมากขึ้นความถี่ที่ถูกกระตุ้นอาจสูงได้ถึง 100 เฮิร์ทซ โดยปกติแล้วร่างกายจะใช้ทั้ง spatial และ temporal summation ในการเพิ่มแรงหดตัวของกล้ามเนื้อ

การทำงานของกล้ามเนื้อลาย

ภาควิชากายวิภาคศาสตร์ (2552) แบ่งกลุ่มของกล้ามเนื้อตามการทำงานออกเป็น 4 กลุ่ม คือ

1. agonist หรือ prime mover คือกล้ามเนื้อกลุ่มที่ต้องการให้เกิด action หลัก เช่น เมื่อต้องการงอข้อมือ กล้ามเนื้อกลุ่มนี้เป็นกลุ่มที่ผ่านทางด้านหน้าข้อมือ (flexor group)

2. antagonist คือกล้ามเนื้อกลุ่มที่ทำงานตรงกันข้ามกับ prime mover กล้ามเนื้อกลุ่มนี้ต้องมีการหดตัวเล็กน้อยเพื่อไม่ให้กลุ่ม prime mover ทำงานมากเกินไป (over action) เช่นเมื่อต้องการงอข้อศอก กล้ามเนื้อกลุ่มนี้เป็นกลุ่มที่ผ่านทางด้านหลังข้อมือ (extensor group)

3. synergist กล้ามเนื้อกลุ่มนี้คอยช่วยทำลาย action ที่เกิดร่วมมาด้วยให้หายไป จึงเห็นแต่ action ที่ต้องการให้เกิดเท่านั้น และช่วยเสริมการทำงาน (co-ordinate) ของกลุ่มกล้ามเนื้อกลุ่ม prime mover ให้ทำงานดีขึ้น เช่น เมื่อต้องการกำมือให้แน่นจะต้องงอข้อมือเล็กน้อย กล้ามเนื้อกลุ่มที่ช่วยงอข้อมือ (flexor group) จัดเป็นกลุ่ม synergist ถ้าไม่งอข้อมือแต่กลับไปเหยียดข้อมือแทน มือจะคลายออกไม่สามารถกำมือให้แน่นได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. fixator กล้ามเนื้อกลุ่มนี้คอยเสริมความมั่นคง (stability) ให้ข้อต่อที่อยู่เหนือข้อต่อที่กำลังทำงานอยู่ เมื่อต้องการทำงานที่ละเอียด เช่น การเขียนหนังสือหรือการเย็บผ้า กล้ามเนื้อกลุ่ม fixator คือ กล้ามเนื้อส่วนที่ช่วยยึดข้อไหล่จะช่วยตรึง scapula ไว้

ปฏิกิริยาการยืดตัวของกล้ามเนื้อ

มงคล (2549) กล่าวว่า ปฏิกิริยาการยืดตัวของกล้ามเนื้อประกอบด้วยปฏิกิริยาโต้ตอบการยืดตัวโดยตรง และปฏิกิริยาโต้ตอบตรงกันข้าม ปฏิกิริยาทั้งสองแบบเป็นปฏิกิริยาโต้ตอบของกล้ามเนื้อรูปกระสวย (muscle spindle) และส่วนที่รับรู้ที่เอ็น (golgi tendon organ = GTOs) กล้ามเนื้อรูปกระสวย คือกลไกการรับรู้ภายในเส้นใย รับความรู้สึกภายในกล้ามเนื้อ เส้นใยของกล้ามเนื้อชนิด extrafusal จะวิ่งเป็นเส้นขนานบอกเหตุถึงการเปลี่ยนแปลงความยาวของกล้ามเนื้อ ปฏิกิริยาการเหยียดยืดกล้ามเนื้อแบบง่ายๆ เมื่อกล้ามเนื้อรูปกระสวยถูกกระตุ้นอย่างรวดเร็ว จะเกิดการยืดตัวของกล้ามเนื้อ เส้นประสาทการรับรู้ของกล้ามเนื้อรูปกระสวยซึ่งมีเซลล์ประสาทควบคุมอยู่ เซลล์ประสาทที่อยู่ในไขสันหลังจะถูกกระตุ้น เป็นสาเหตุให้กล้ามเนื้อหดตัวก่อนจะมีการยืด คือ ปฏิกิริยาการเหยียดยืดกล้ามเนื้อ (stretch reflex) ถ้ากล้ามเนื้อกระสวยไม่ถูกกระตุ้น กล้ามเนื้อก็จะคลายตัว ตัวอย่างปฏิกิริยาการเหยียดยืด คือการเคาะหัวเข่า (knee-jerk) เมื่อเอ็นที่กระดูกสะบ้าถูกเคาะเบาๆ เอ็น (tendon) จะยืดตัวอย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นสาเหตุให้กล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (quadriceps) หดตัว (ปฏิกิริยาการยืดตัวของกล้ามเนื้อตอบสนองการบริหารกายในขณะปฏิกิริยาการยืดตัวของกล้ามเนื้อในทางตรงกันข้ามทั้งการเหยียดยืดตัวและการหดตัว) เพราะว่า การเคลื่อนไหวจะช้ามากในระหว่างการเหยียดยืดกล้ามเนื้ออยู่กับที่ ปฏิกิริยายืดตัวของกล้ามเนื้อจะไม่เกิดขึ้น การเหยียดยืดกล้ามเนื้อที่มีการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็วอาจจะไม่เกิดปฏิกิริยาการยืดตัวของกล้ามเนื้อ ปฏิกิริยาโต้ตอบที่เอ็นรับความรู้สึกจะเปลี่ยนความยาวของกล้ามเนื้อ และความตึงของกล้ามเนื้อ สิ่งเหล่านั้นจะรับความรู้สึกเร็วมากต่อความตึงตัวของกล้ามเนื้อ ผลจากการหดตัวของกล้ามเนื้อโดยตรง แรงที่กระทำน้อยมากเพียง 0.1g ส่งผลให้เกิดแรงกระตุ้นส่งไปยังเอ็นรับความรู้สึก กลไกของการยืดตัวของกล้ามเนื้อกลับตรงกันข้าม คือถูกกระตุ้นเมื่อเอ็นรับความรู้สึกถูกขัดขวางความเครียดของกล้ามเนื้อ ส่งผลให้เกิดความเครียดอย่างใดอย่างหนึ่งหรือเกิดการหดตัวของกล้ามเนื้อโดยตรง (antagonist) เรียกว่า “กลไกการยับยั้งทางระบบประสาท” (reciprocal inhibition) ซึ่งกันและกัน ในการหดตัวของกล้ามเนื้อ (เป็นการบังคับให้กล้ามเนื้อ antagonist ไม่หดตัว และกล้ามเนื้อ agonist หดตัวได้) หรือปฏิกิริยา ยืดตัวโดยอัตโนมัติให้ทำงานตรงกันข้าม เอ็นรับความรู้สึกเป็นสิ่งที่ป้องกันการยับยั้งการหดตัวของกล้ามเนื้อที่ทำให้อวัยวะเคลื่อนไหว หรือที่เรียกว่าการหดตัวของกลุ่มกล้ามเนื้อตรงกันข้าม การเกร็งตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อที่หดตัวแบบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตรงกันข้ามจะทำให้ความตึงตัว (tension) เพิ่มขึ้น ซึ่งจะเป็นการกระตุ้น ส่งผลให้เอ็นรับความรู้สึกผ่อนคลาย กล้ามเนื้อที่หดตัวตรงกันข้ามระหว่างการเกร็งตัวของกล้ามเนื้อ เรียกว่า “autogenic inhibition” การยับยั้งที่เกิดขึ้นเองโดยอิสระ

ลักษณะการหดตัวของกล้ามเนื้อ

การหดตัวของกล้ามเนื้อ สนธยา (2551) กล่าวไว้ว่า การทำงานของกล้ามเนื้อจะมีอยู่ 2 ลักษณะ คือ การหดตัวและคลายตัว เมื่อกล้ามเนื้อถูกกระตุ้นด้วยกระแสประสาทจากหน่วยยนต์ กล้ามเนื้อจะหดตัวและเมื่อกระแสประสาทหยุดลงกล้ามเนื้อจะคลายตัว การหดตัวของกล้ามเนื้อสามารถแบ่งได้ 2 ชนิด คือ การหดตัวของกล้ามเนื้อแบบมีการเคลื่อนไหว หรือแบบไอโซโทนิค (isotonic) และการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ หรือแบบไอโซเมทริก (isometric) ซึ่งการหดตัวในแต่ละชนิดจะสามารถสร้างแรงได้แตกต่างกัน มีดังนี้

1. การหดตัวของกล้ามเนื้อแบบไอโซโทนิค (isotonic contraction)

การหดตัวของกล้ามเนื้อลักษณะนี้ มีการเพิ่มความตึงภายในกล้ามเนื้อระดับหนึ่งเพื่อควบคุมการเคลื่อนไหวของข้อต่อ แล้วจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงในความตึงหรือความเครียดของกล้ามเนื้อหรืออาจกล่าวได้ว่า เป็นการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบมีการเคลื่อนที่ เพราะมีระดับความตึงของกล้ามเนื้อแตกต่างกัน เป็นสาเหตุให้มุมของข้อต่อมีการเปลี่ยนแปลง การหดตัวลักษณะนี้เกิดขึ้นเมื่อกล้ามเนื้อมีการพัฒนาแรงขึ้นขณะหดสั้นเข้าหรือยืดยาวออก โดยการตึงในการหดตัวของกล้ามเนื้อจะมีความสัมพันธ์กับมุมการเคลื่อนไหว ตัวอย่างเช่น การงอข้อศอก พบว่า ความตึงจะมีค่าสูงสุดที่ประมาณมุม 120 องศา และน้อยที่สุดที่มุมประมาณ 20 องศา การหดตัวของกล้ามเนื้อแบบไอโซโทนิค (isotonic contraction) ยังสามารถแบ่งออกเป็นการหดตัวแบบคอนเซนทริก (concentric contraction) และการหดตัวแบบเอกเซนทริก (eccentric contraction) เนื่องจากการพัฒนาแรงของกล้ามเนื้อมีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่าแรงต้านทาน

1.1 การหดตัวแบบคอนเซนทริก (concentric contraction) เป็นการหดตัวสั้นเข้าของกล้ามเนื้อและเกิดขึ้นเมื่อมีการหดตัวสร้างแรง (force) อย่างเพียงพอในการกระทำต่อแรงต้านทาน เป็นการหดตัวชนิดที่กล้ามเนื้อมีการพัฒนาแรงขึ้นมากกว่าแรงต้านทาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2 การหดตัวแบบเอกเซนทริก (eccentric contraction) เป็นการหดตัวของกล้ามเนื้อขณะที่กล้ามเนื้อมีขนาดยืดยาวออกภายใต้ความตึง เช่น การค่อยๆวางน้ำหนักลงสู่พื้น กล้ามเนื้อจะมีความตึงลดลงทีละน้อยเนื่องจากน้ำหนักหรือแรงต้านทานมากกว่าแรงในการหดตัวของกล้ามเนื้อ แต่กล้ามเนื้อก็ยังสามารถควบคุมการเคลื่อนไหวได้ เป็นการหดตัวที่มีการสร้างแรงขึ้นน้อยกว่าแรงต้านทาน แต่การหดตัวแบบเอกเซนทริก (eccentric contraction) นี้จะสามารถสร้างแรงได้มากกว่าการหดตัวแบบไอโซเมทริก (isometric contraction) และการหดตัวแบบ คอนเซนทริก (concentric contraction) ตามลำดับ

2. การหดตัวของกล้ามเนื้อแบบไอโซเมทริก (isometric contraction)

การหดตัวของกล้ามเนื้อลักษณะนี้จะเกิดขึ้นเมื่อกล้ามเนื้อมีการพัฒนาความตึงขึ้น แต่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของมุมข้อต่อหรือความยาวของกล้ามเนื้อ หรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นการหดเกร็งอยู่กับที่ เป็นการหดตัวที่มีการสร้างแรงขึ้นเท่ากับแรงต้านทาน

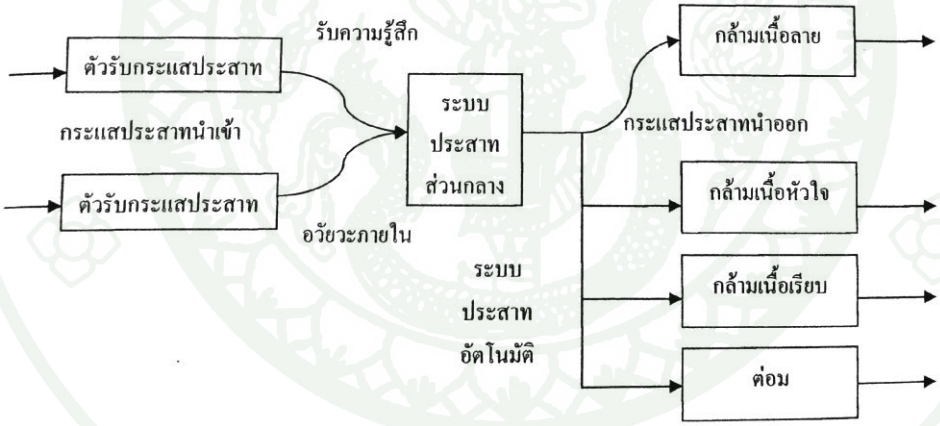
การทำงานแบบไอโซคิเนติก (isokinetics)

ผู้เชี่ยวชาญบางท่านกล่าวว่าไม่จัดเป็นชนิดการหดตัวของกล้ามเนื้อ เนื่องจากเป็นการใช้เทคนิคที่พิเศษหรือมีความแตกต่างจากชนิดการหดตัวของกล้ามเนื้อ ไอโซคิเนติก (isokinetics) เป็นชนิดการออกกำลังกายแบบมีการเคลื่อนที่ ปกติใช้การหดตัวของกล้ามเนื้อแบบหดสั้นเข้าหรือแบบยืดยาวออกซึ่งมีความเร็วในการเคลื่อนไหวคงที่ และการหดตัวของกล้ามเนื้อ (การหดตัวสูงสุด) เกิดขึ้นตลอดช่วงการเคลื่อนไหว (range of motion) ซึ่งอาจพบได้บ้างในกีฬาบางประเภท เช่น กีฬาพายเรือ และกีฬาว่ายน้ำ กล้ามเนื้อมีการหดตัวออกแรงต้านกับน้ำซึ่งการหดตัวเกือบมีความเร็วคงที่ตลอดการเคลื่อนไหว อย่างไรก็ตาม การทำงานของกล้ามเนื้อดังกล่าวยังจัดเป็นการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบไอโซโทนิค (isotonic contraction) การทำงานของกล้ามเนื้อแบบไอโซคิเนติก (isokinetics) สามารถเกิดขึ้นได้จากเครื่องออกกำลังกายคินคอม (kincom) ไซเบ็ก (cybex) ไบโอเด็กซ์ (biodex) และลิโด (lido) เป็นต้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระบบประสาทควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อ

ถนอมวงศ์ (2554) กล่าวว่า กล้ามเนื้อถูกควบคุมโดยระบบประสาท 2 ส่วน ได้แก่ 1.) ระบบประสาทส่วนกลาง (central nervous system : CNS) ประกอบด้วยสมองและไขสันหลัง 2.) ระบบประสาทส่วนปลาย (peripheral nervous system : PNS) ซึ่งประกอบด้วยใยประสาทและส่วนที่ใช้ในการถ่ายทอดกระแสประสาทนำเข้าไป ซึ่งออกจากระบบประสาทส่วนกลาง (CNS) ใยประสาทนำเข้า (afferent or sensory) เป็นส่วนหนึ่งของระบบประสาทส่วนปลาย (PNS) และนำกระแสประสาทจากตัวรับความรู้สึกภายนอกสู่ในระบบประสาทส่วนกลาง (CNS) ขณะที่ใยประสาทนำออก (efferent or motor) นำกระแสสั่งการจากระบบประสาทส่วนกลาง (CNS) ไปยังอวัยวะต่างๆ เช่น กล้ามเนื้อลาย โดยผ่านระบบประสาททางกาย (somatic nervous system) ส่วนกล้ามเนื้อเรียบ กล้ามเนื้อหัวใจ และต่อมต่างๆ โดยผ่านระบบประสาทอัตโนมัติ (autonomic nervous system) ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ระบบประสาทควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อ

ที่มา: ถนอมวงศ์ (2554)

เส้นประสาทที่มาเลี้ยงกล้ามเนื้อนั้นทอดเข้าสู่กล้ามเนื้อร่วมกับเส้นเลือดแดงและอยู่ในชั้นลึกๆของกล้ามเนื้อ เพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดแก่เส้นประสาทหรือเส้นเลือด กล้ามเนื้อมัดหนึ่งอาจจะมีเส้นประสาทหลายเส้นมาเลี้ยง เส้นประสาทที่ไปยังกล้ามเนื้อเป็นเส้นประสาทที่ออกมาจาก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ไขสันหลังซึ่งประกอบด้วยใยประสาท (nerve fiber) 2 ประเภทคือ ใยประสาทสั่งการ (motor nerve fiber) กับเส้นใยประสาทรับความรู้สึก (sensory nerve fiber)

1. ใยประสาทสั่งการ (motor nerve fiber) จะสานกันเป็นตาข่ายอยู่ในกล้ามเนื้อแล้วแยกเป็นใยประสาทเส้นหนึ่งๆ ไปสู่กล้ามเนื้อกลุ่มหนึ่งๆ จนในที่สุดแยกออกเป็นใยประสาทฝอยเส้นเล็กที่สุด เพื่อไปเลี้ยงใยกล้ามเนื้อหรือหลายใยกล้ามเนื้อ ที่ปลายใยประสาทฝอยแต่ละใยมีแผ่นปลายประสาท (motor end plate) เข้าไปอยู่ในช่องว่างระหว่างชั้นของเซลล์ใยประสาทสั่งการนำคลื่นประสาท (nerve impulse) จากระบบส่วนกลางมาสู่กล้ามเนื้อเพื่อควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อ

2. ใยประสาทรับความรู้สึก (sensory nerve fiber) จะสานกันเป็นตาข่ายในกล้ามเนื้อเช่นเดียวกัน ใยประสาทชนิดนี้จะแตกแขนงจนเป็นใยที่เล็กที่สุดอยู่ระหว่างใยของกล้ามเนื้อ ที่ปลายใยประสาทนี้จะมีอวัยวะรับความรู้สึก เรียกว่า ใยประสาทกล้ามเนื้อรูปกระสวย (neuromuscular spindle) เมื่อเกิดการตึงตัวของใยกล้ามเนื้อ หรือ เอ็นของกล้ามเนื้อ จะเกิดคลื่นประสาทขึ้นที่อวัยวะรับความรู้สึก ซึ่งจะส่งไปตามใยประสาทรับความรู้สึกสู่ระบบประสาทส่วนกลาง (CNS)

สำหรับตัวรับรู้ตำแหน่งและการเคลื่อนไหวร่างกายในกล้ามเนื้อ (proprioceptors end-organ) เป็นส่วนหนึ่งของประสาทรับความรู้สึกของร่างกายที่มาหล่อเลี้ยงบริเวณเอ็นกล้ามเนื้อ (tendon) และข้อต่อที่รับความรู้สึกเกี่ยวกับภาวะของร่างกาย แล้วส่งสัญญาณไปยังสมอง ความรู้สึกดังกล่าว เช่น ความตึงตัว (tension) การยืดตัวของกล้ามเนื้อ ความตึงตัวของเอ็น มุมที่ข้อต่อเคลื่อนไหว แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ 1) muscle spindle วัดความตึงตัวของกล้ามเนื้อและรักษาการทรงตัว 2) golgi tendon organ ช่วยยับยั้งการทำงานที่น้อยหรือมากเกินไป เพื่อป้องกันอันตรายจากการตึงตัวมากเกินไปในกล้ามเนื้อ

การไหลเวียนเลือดในกล้ามเนื้อลาย (skeletal muscle circulation)

พัชรินทร์ (2555) กล่าวว่า กล้ามเนื้อลายได้รับเลือดประมาณ 20% ของปริมาตรเลือดจากหัวใจต่อนาทีขณะพัก อัตราการไหลของเลือดในกล้ามเนื้อลายมีค่าเฉลี่ยประมาณ 5-10 มิลลิลิตรต่อนาทีต่อ 100 กรัมของกล้ามเนื้อ อย่างไรก็ตามอัตราการไหลของเลือดในกล้ามเนื้อลายอาจเพิ่มขึ้น 15-20 เท่า หรือประมาณ 50-80 มิลลิลิตรต่อนาทีต่อ 100 กรัมของกล้ามเนื้อระหว่างออกกำลังกาย ทั้งนี้ขึ้นกับความแรงในการออกกำลังกาย ดังนั้นปริมาณเลือดไปเลี้ยงกล้ามเนื้อลายมากหรือน้อย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขึ้นกับการหดตัวของกล้ามเนื้อ นอกจากนี้ยังขึ้นกับชนิดของกล้ามเนื้อลาย โดยกล้ามเนื้อลายชนิดแดง (slow oxidative red fiber) มีอัตราการไหลของเลือดและความหนาแน่นของหลอดเลือดฝอยมากกว่ากล้ามเนื้อชนิดขาว (fast, glycolytic white fiber) หลอดเลือดฝอยในกล้ามเนื้อลายขณะพักมีปริมาณเลือดไหลผ่านน้อยมาก เนื่องจาก precapillary sphincter หดตัวและขยายตัวสลับกันเป็นจังหวะ แต่ระหว่างการออกกำลังกายพบว่า precapillary sphincter ขยายตัว ทำให้เลือดไหลเข้าสู่หลอดเลือดฝอย ช่วยลดระยะทางที่ออกซิเจนและสารอาหารแพร่ผ่านหลอดเลือดฝอยไปสู่เส้นใยกล้ามเนื้อ กล้ามเนื้อลายเป็นส่วนประกอบประมาณ 40-50% ของน้ำหนักร่างกายทั้งหมด หรือ 90% ของมวลร่างกาย เนื่องจากกล้ามเนื้อมีปริมาณมากจึงพบว่ากล้ามเนื้อลายในขณะพักใช้ออกซิเจนปริมาณมากถึง 20% ของปริมาณการใช้ออกซิเจนทั้งหมดของกล้ามเนื้อในขณะพัก นอกจากนี้ปริมาณออกซิเจนถูกเพิ่มขึ้นในขณะออกกำลังกาย

ระบบพลังงานของร่างกาย

การออกกำลังกายเป็นภาวะที่ร่างกายได้ใช้พลังงาน โดยเฉพาะกล้ามเนื้อลายมีการหดตัวแรงขึ้น ทำให้มีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้น โดยจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับระดับความหนัก ระยะเวลา หรือประเภทของการออกกำลังกาย นฤมล (2553) กล่าวว่า พลังงานที่ถูกนำมาใช้ทันทีอยู่ในรูปของพลังงานเคมีที่เรียกว่า adenosine triphosphate เรียกย่อว่า ATP ซึ่งมีอยู่ในปริมาณน้อยมากโดยถูกใช้หมดในเวลาเพียงไม่กี่วินาทีในขณะออกกำลังกายอย่างหนัก ทั้งนี้จากการสันดาปอาหาร ไม่สามารถให้พลังงานได้ในทันทีถ้าอุณหภูมิไม่สูงพอ ร่างกายมนุษย์จึงมีกระบวนการที่ใช้เวลาในการสันดาปอาหารเพื่อให้ได้พลังงาน โดยที่อุณหภูมิในร่างกายไม่สูงเกินไป เนื่องจากร่างกายมนุษย์ไม่ใช่เครื่องจักรที่สามารถทนความร้อนสูงหรือใช้ความร้อนเป็นพลังงานได้ เพราะจะทำให้เซลล์ต่างๆถูกเผาผลาญ ดังนั้นร่างกายจึงต้องมีแหล่งพลังงานสำรองที่จะค่อยๆให้เอทีพี (ATP) แก่เซลล์ต่างๆที่ต้องการพลังงานได้อย่างเพียงพอโดยกระบวนการที่ไม่ทำให้เกิดความร้อนมากเกินไป ซึ่งพลังงานนี้ได้มาจากการสลายสารอาหารทั้งโดยกระบวนการที่ใช้และไม่ใช้ออกซิเจน ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงพลังงานเคมีเป็นพลังงานกลเพื่อให้เกิดการเคลื่อนไหวได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แหล่งพลังงาน

ขณะที่ร่างกายมีการเคลื่อนไหว หรือออกกำลังกาย กล้ามเนื้อต้องใช้พลังงาน ซึ่งมีแหล่งของพลังงาน 3 ระบบ (เจริญ, 2538) ดังนี้

1. ระบบฟอสฟาเจน หรือเอทีพี-ซีพี (phosphagen system or ATP-CP)

เป็นระบบพลังงานไม่ใช้ออกซิเจนแบบไม่เกิดกรดแลคติก (anaerobic alactic) ซึ่งแอนแอโรบิค (anaerobic) หมายถึง ปราศจากออกซิเจน ส่วนคำว่า อแลคติก (alactic) หมายถึง กล้ามเนื้อทำงานโดยไม่มีการผลิตกรดแลคติก (lactic acid) ซึ่งเป็นของเสีย (waste products) อันเป็นผลผลิตจากการทำงานของกล้ามเนื้อที่ระดับความหนักสูงสุดในช่วงระยะเวลาสั้นๆ การทำงานของระบบพลังงานไม่ใช้ออกซิเจนแบบไม่เกิดกรดแลคติก (lactic acid) นี้จะถูกแปรสภาพเปลี่ยนเป็นสารที่เรียกว่า adenosine triphosphate (ATP) เก็บสะสมไว้ในกล้ามเนื้อ เมื่อใดก็ตามที่นักกีฬาต้องการเคลื่อนไหวโดยใช้กำลังความเร็วสูงสุด หรือออกแรงกระทำกับความต้านทานสูงสุดในช่วงระยะเวลาสั้นๆประมาณ 10 วินาที ระบบพลังงานดังกล่าวจะถูกนำออกมาใช้เพื่อการเคลื่อนไหวโดยไม่เกิดกรดแลคติก (lactic acid) ซึ่งเรียกพลังงานระบบนี้ว่า anaerobic alactic ระบบพลังงานดังกล่าว เก็บสะสมไว้ในกล้ามเนื้อได้ไม่มากหรือหมดเร็ว ดังนั้นถ้ากล้ามเนื้อต้องทำงานต่อเนื่องออกไปอีกระยะหนึ่ง โดยใช้เวลาไม่เกิน 1-2 นาที พลังงานอีกระบบหนึ่งจะถูกนำออกมาใช้แทน คือ ระบบพลังงานไม่ใช้ออกซิเจนแบบเกิดกรดแลคติก (anaerobic lactic)

2. ระบบพลังงานไม่ใช้ออกซิเจน หรือระบบไกลโคเจน-กรดแลคติก หรือระบบแอนแอโรบิคไกลโคไลซีส (anaerobic/glycogen–lactic acid system or anaerobic glycolysis system)

เป็นระบบพลังงานไม่ใช้ออกซิเจนแบบเกิดกรดแลคติก พลังงานระบบนี้มีขีดความสามารถในการทำงานอยู่ในระดับสูง ขณะเดียวกันผลจากการทำงานของระบบนี้ก่อให้เกิดของเสีย (waste products) ขึ้น เนื่องจากออกซิเจนไม่สามารถนำไปใช้งานได้ทัน จึงจัดเป็นระบบการทำงานที่ไม่ใช้ออกซิเจน กรดแลคติก (lactic acid) ซึ่งเป็นของเสียจะสะสมอยู่ในเซลล์กล้ามเนื้อและเลือด และเป็นสาเหตุที่สำคัญของอาการเมื่อยล้า อัตราการสะสมของกรดแลคติก (lactic acid) จะยิ่งเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว เมื่อความหนักหรือความเร็วในการฝึกเพิ่มมากขึ้น อาการเหน็ดเหนื่อยเมื่อยล้าจะยิ่งปรากฏผลเร็วขึ้น ตัวอย่างเช่น นักกีฬาที่ทำการแข่งขันวิ่ง 400 เมตร การสะสมของกรด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แลคติก (lactic acid) จะเพิ่มขึ้นในระดับสูงหลังจากช่วงเวลาการวิ่งผ่านไป 35-40 วินาที ในขณะที่การแข่งขันวิ่ง 800 เมตร การสะสมของกรดแลคติก (lactic acid) จะเพิ่มขึ้นช้ากว่า เนื่องจากการใช้ความเร็วในการวิ่งต่ำกว่าการแข่งขัน 400 เมตร การสะสมของกรดแลคติก (lactic acid) จะเพิ่มระดับสูงมากขึ้นหลังจากช่วงเวลาการวิ่งผ่านไป 70-85 วินาที ด้วยเหตุนี้จะพบว่า ในช่วงระยะทาง 60-80 เมตรสุดท้ายของการแข่งขันวิ่ง 400 เมตรและ 800 เมตร นักกีฬาจะมีอาการเมื่อยล้าเกิดขึ้นอย่างเห็นได้ชัด เนื่องจากเป็นช่วงที่มีการสะสมของกรดแลคติก (lactic acid) เกิดขึ้นสูงสุด

การทำงานของกล้ามเนื้อที่ต้องใช้ความพยายามค่อนข้างหนักตลอดระยะเวลาประมาณ 1-2 นาที สารอาหารที่ถูกนำออกมาใช้ในการเคลื่อนไหวได้แก่ คาร์โบไฮเดรต ซึ่งถูกแปรสภาพเก็บสะสมไว้ในรูปของกลูโคส (glucose) และไกลโคเจน (glycogen) ในเลือดและกล้ามเนื้อหรือตับ คาร์โบไฮเดรตที่ถูกเก็บสะสมไว้ในรูปดังกล่าว สามารถนำออกมาใช้เป็นพลังงานได้อย่างรวดเร็ว โดยผ่านขบวนการที่เรียกว่า ไกลโคไลซิส (glycolysis) ซึ่งไม่จำเป็นต้องใช้ออกซิเจน ทำให้กล้ามเนื้อสามารถนำสารอาหารดังกล่าวมาใช้เป็นพลังงานได้อย่างรวดเร็ว อย่างไรก็ตาม ขบวนการของระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนนี้ (anaerobic) จะมีการสะสมกรดแลคติก (lactic acid) เกิดขึ้นในกล้ามเนื้อ ซึ่งมีผลทำให้ความสามารถในการทำงานของกล้ามเนื้อลดลงหรือมีอาการเมื่อยล้าเกิดขึ้น พลังงานดังกล่าวนี้จะถูกผลิตขึ้นและนำไปใช้ได้ประมาณ 75% ของพลังงานที่ต้องการใช้ในขณะนั้น โดยสามารถทำงานค่อนข้างหนักอย่างต่อเนื่องได้เต็มที่ในช่วงเวลาประมาณ 30-50 วินาที หลังจากนั้นพลังงานระบบนี้จะลดต่ำลงเรื่อยๆ ยิ่งถ้ากล้ามเนื้อยังต้องทำงานยืดเยื้อต่อไปอีก ความสามารถในการผลิตพลังงานระบบนี้ก็จะยิ่งลดน้อยลงตามลำดับ จนกระทั่งผลิตได้ต่ำกว่า 10% ของพลังงานที่ต้องการใช้ในขณะนั้น เมื่อกล้ามเนื้อต้องทำงานต่อเนื่องออกไปเป็นเวลาประมาณ 10 นาทีหรือนานกว่านั้น ระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจน (aerobic) จะเข้ามามีบทบาทแทนทันที

3. ระบบพลังงานใช้ออกซิเจน (aerobic system or aerobic glycolysis)

เป็นระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจน (aerobic) คำว่า แอโรบิค (aerobic) หมายถึงพลังงานที่ต้องอาศัยออกซิเจน แหล่งที่มาของระบบพลังงานดังกล่าวนี้ ได้มาจากคาร์โบไฮเดรตและไขมัน ซึ่งทำปฏิกิริยาสันดาป (oxidation) กับออกซิเจน เพื่อแปรสภาพเปลี่ยนไปเป็นพลังงานในการเคลื่อนไหวที่ต้องการ คาร์โบไฮเดรตที่ถูกออกซิไดซ์ด้วยขบวนการดังกล่าว จะถูกนำมาใช้เป็นพลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพในการออกกำลังกายที่ต้องใช้เวลามากกว่า 2 นาทีขึ้นไป ที่เป็นการออกกำลังกายที่ต่อเนื่องสม่ำเสมอและไม่หนักมากจนเกินไป ระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจนนี้จะ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ถูกนำมาใช้เป็นพลังงานหลักโดยไม่เกิดกรดแลคติก (lactic acid) ขึ้นในระหว่างการออกกำลังกาย ขณะเดียวกันยังช่วยเสริมให้พลังงานระบบอื่นทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

Counsilman (1979) ได้สรุปความสัมพันธ์ของระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจน และ แบบไม่ใช้ออกซิเจนกับระยะทางในการว่ายน้ำไว้ ดังภาพที่ 2

Three System of ATP

System	Source of ATP	Aerobic or Anaerobic	Distance
1. ATP-CP System	ATP-CP Stored in muscle.	Anaerobic (with out O_2)	25-yd. (Sprint)
2. Lactic Acid-ATP System	Breakdown of glucose or glycogen in muscle, resulting in accumulation of lactic acid and oxygen debt.	Anaerobic	50 to 100 yd. at top speed
3. Steady State or Oxygen System	Breakdown of glucose in presence of oxygen-no accumulation of lactic acid or oxygen debt.	Aerobic	200 yd. and up at moderate speed

ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ของระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจนและไม่ใช้ออกซิเจนกับระยะทางในการว่ายน้ำ

ที่มา: Counsilman (1979)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หลักและทฤษฎีในการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ

ในการฝึกซ้อมหรือการแข่งขันกีฬานั้น ควรให้ความสำคัญในการอบอุ่นร่างกายและการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ ซึ่งจะเป็นขั้นตอนและกระบวนการที่สำคัญ อันจะก่อให้เกิดประสิทธิภาพและประโยชน์สูงสุด เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมให้กับระบบต่างๆของร่างกายก่อนการฝึกซ้อมหรือก่อนการแข่งขัน

การอบอุ่นร่างกาย (warm-up)

ก่อนการฝึกซ้อม และการแข่งขันกีฬาทุกชนิดกีฬานั้น ส่วนใหญ่นักกีฬาจะต้องมีการอบอุ่นร่างกายเพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมให้กับร่างกาย เนื่องจากการอบอุ่นร่างกาย สามารถช่วยให้กลไกและระบบต่างๆของร่างกายมีความตื่นตัวเตรียมพร้อมที่จะเผชิญต่อกระบวนการการทำงานของร่างกายที่เปลี่ยนแปลงไป วุฒิพงษ์ และ อารี (2545) กล่าวว่า การเคลื่อนไหวร่างกายอย่างทันทีทันใดด้วยความรุนแรง เป็นการกระชากกล้ามเนื้อหรือข้อต่อจนอาจทำให้เกิดอาการบาดเจ็บตามมาได้ อีกทั้งการที่ร่างกายมีกิจกรรมการเคลื่อนไหวที่หนักมากกว่าปกติร่างกายจะต้องมีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้น จึงจำเป็นต้องมีการหายใจเพื่อนำออกซิเจนไปใช้ในกระบวนการเผาผลาญพลังงาน เพิ่มอัตราการเต้นของหัวใจ รวมทั้งกระบวนการเมตาบอลิซึม ซึ่งเป็นการปรับตัวของร่างกายให้เข้ากับสถานการณ์หรือกิจกรรมที่จะปฏิบัติ ร่างกายจะค่อยๆเริ่มปรับตัวจากสภาวะพักหรือสภาวะปกติจนถึงระดับความหนักของงานนั้นอย่างต่อเนื่อง และทำงานนั้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ เหตุนี้เองการทำให้ระบบไหลเวียนโลหิต อัตราการหายใจได้ทำงานเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่จะต้องให้ความสนใจ เพราะการเพิ่มปริมาณเลือดและออกซิเจนที่จะไปยังกล้ามเนื้อตามส่วนต่างๆของร่างกาย เป็นการเตรียมความพร้อมของร่างกายก่อนที่จะออกกำลังกายหรือทำงานหนักกว่าปกติ นอกจากนี้การอบอุ่นร่างกาย Hughson et al. (2003) ยังส่งผลให้อุณหภูมิ และเวลาปฏิกิริยาของร่างกายเพิ่มขึ้นอีกด้วย (Perrier et al., 2011) อีกทั้งยังเป็นการป้องกันการบาดเจ็บของเอ็นและกล้ามเนื้อในระหว่างการฝึกซ้อม หรือการแข่งขันกีฬา สอดคล้องกับ มงคล (2541) ได้กล่าวว่าการอบอุ่นร่างกายนั้นส่งผลต่อระบบสรีรวิทยา และจิตวิทยา ในด้านสรีรวิทยานั้นทำให้อุณหภูมิของกล้ามเนื้อและร่างกาย อัตราทางปฏิกิริยาทางเคมีสูงขึ้น และอัตราการไหลเวียนของโลหิตเพิ่มขึ้น รวมทั้งการทำให้น้ำมันหล่อลื่นของข้อต่อ (synovial fluid) ถูกผลิตออกมามากขึ้น ทำให้เกิดความคล่องตัวในการเคลื่อนไหว และในส่วนของจิตวิทยาคือทำให้นักกีฬามีความรู้สึกว่าพร้อมที่จะเล่นกีฬาหรือทำการแข่งขัน ซึ่งเป็นความรู้สึกทางจิตใจที่เป็นประโยชน์ต่อการแข่งขันมากกว่าที่จะไม่ได้ทำกิจกรรมอบอุ่นร่างกาย อีกทั้ง บันเทิง (2541) ยังได้กล่าวถึงผลของการอบอุ่นร่างกายว่า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ช่วยเพิ่มอุณหภูมิในร่างกายและกล้ามเนื้อส่วนต่างๆ ทำให้เส้นเอ็น (ligament) และเนื้อเยื่อต่างๆมีความอ่อนตัว (flexibility) สามารถทำงานหรือเล่นกีฬาต่างๆได้ดีขึ้น สามารถลดการฉีกขาดของกล้ามเนื้อและเส้นเอ็นต่างๆ ป้องกันการเจ็บปวดในกล้ามเนื้อ ช่วยให้กระบวนการใช้พลังงานของเซลล์ต่างๆรวมไปถึงการรับรู้ความรู้สึกและการส่งคำสั่งของระบบประสาทในร่างกายทำงานได้ดีและรวดเร็วขึ้น การประสานงาน (coordination) ของประสาทกล้ามเนื้อเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

เจริญ (2552) กล่าวว่า นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายส่วนมากเข้าใจว่าการยืดเหยียดกล้ามเนื้อคือ การอบอุ่นร่างกายซึ่งโดยความเป็นจริงแล้ว การยืดเหยียดกล้ามเนื้อไม่ใช่การอบอุ่นร่างกาย แต่เป็นองค์ประกอบที่สำคัญขั้นตอนหนึ่งของการอบอุ่นร่างกายที่จะช่วยสนับสนุนให้การอบอุ่นร่างกายมีประสิทธิภาพและเกิดความพร้อมมากยิ่งขึ้น การอบอุ่นร่างกายโดยปกติจะแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้คือ

1. การอบอุ่นร่างกายทั่วไป (general warm-up)
2. การยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (stretching)
3. การอบอุ่นร่างกายเฉพาะประเภทกีฬาหรือเฉพาะกิจกรรมการเคลื่อนไหวในแต่ละประเภทกีฬา (specific warm-up or sport specific activity)

1. การอบอุ่นร่างกายทั่วไป (general warm-up) แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1.1 การเคลื่อนไหวของข้อต่อส่วนต่างๆของร่างกาย (joint movements / joint rotations) ด้วยการงอ เหยียด กาง หุบ และบิดหมุนข้อต่อส่วนที่จำเป็นต้องใช้ในการเคลื่อนไหว

1.2 การปฏิบัติกิจกรรมแอโรบิค (aerobic activity) ด้วยการเดินเร็ว วิ่งเหยาะๆ กระโดดเชือก นั่งปั่นจักรยานอยู่กับที่ วิ่งบนลู่กลไฟฟ้า ฯลฯ

ระยะเวลาและความหนักของการอบอุ่นร่างกาย (duration and intensity of warm-up)

Shellock and Prentice (1985) ระยะเวลาและความหนักในการอบอุ่นร่างกายนั้นขึ้นอยู่กับความแตกต่างของนักกีฬาแต่ละบุคคลและประเภทของกีฬา เช่น การอบอุ่นร่างกาย 5 นาที ซึ่งประกอบด้วยการวิ่งเบาๆ อาจจะเพียงพอสำหรับนักกีฬาที่ไม่ค่อยได้ฝึกซ้อม แต่ถ้านักกีฬาซ้อมมาอย่างดีอาจจะใช้เวลาในการอบอุ่นร่างกายนานถึง 15 นาที เจริญ (2538) กล่าวว่า อุณหภูมิของ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กล้ามเนื้อในร่างกายจะเริ่มมีการปรับตัวภายใน 5 นาที ต่อจากนั้นการปรับตัวจะพร้อมมากยิ่งขึ้นภายในระยะเวลา 25-30 นาที และประสิทธิภาพในการทำงานของกล้ามเนื้อจะกลับลดต่ำลงอย่างรวดเร็ว หากไม่มีการใช้กล้ามเนื้อปฏิบัติงานภายใน 45 นาที หลังจากที่ได้มีการอบอุ่นร่างกายเตรียมพร้อมแล้ว ดังนั้นในการหยุดพักที่นานเกินกว่า 45 นาทีจึงจำเป็นต้องมีการอบอุ่นร่างกายใหม่ทุกครั้ง สำหรับระยะเวลาที่เหมาะสมในการอบอุ่นร่างกายทั่วไปนั้นจะใช้เวลาประมาณ 20-25 นาที เพื่อกระตุ้นระบบหายใจ ระบบไหลเวียนเลือด และระบบการทำงานของอวัยวะต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวให้พร้อมที่จะทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ American College of Sport Medicine : ACSM (1995) ได้สรุปเกี่ยวกับการกำหนดความหนักโดยการใช้อัตราการเต้นของหัวใจ (heart rate : HR) ไว้ว่า อัตราการเต้นของหัวใจ (HR) เป็นผลของการตอบสนองของอัตราการเต้นของหัวใจระหว่างการอบอุ่นร่างกายเกี่ยวข้องกับอัตราการใช้ออกซิเจนของร่างกายด้วย และควรที่จะใช้อัตราการเต้นของหัวใจเป็นตัวกำหนดความหนักในการอบอุ่นร่างกาย มากกว่าที่จะใช้ออกซิเจนเป็นตัวกำหนดความหนักในการอบอุ่นร่างกาย ซึ่งอัตราการเต้นของหัวใจ (HR) จะเป็นตัวบ่งบอกถึงการใช้ออกซิเจนของร่างกายขณะปฏิบัติกิจกรรมด้วย ซึ่ง ณัฐรุจา (2545) ได้ทำการสรุปถึงระดับความหนักที่เหมาะสมของการอบอุ่นร่างกายที่มีต่อสมรรถนะในการออกตัวและการว่ายน้ำระยะสั้นของนักกีฬาว่ายน้ำโดยกำหนดความหนักของการอบอุ่นร่างกายด้วยการใช้เปอร์เซ็นต์อัตราชีพจรสำรอง ไว้ว่า ในการอบอุ่นร่างกายในระดับที่หนักจะทำให้นักกีฬาว่ายน้ำมีสมรรถภาพลดลงและระดับความหนักในการอบอุ่นร่างกายที่เหมาะสมที่สุดของนักกีฬาว่ายน้ำคือความหนักที่ 50%-60% ของเปอร์เซ็นต์อัตราชีพจรสำรอง

2. การยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (stretching)

การยืดเหยียดกล้ามเนื้อ ในขั้นตอนนี้ ควรทำการยืดเหยียดแบบหยุดนิ่งค้างไว้ในตำแหน่งที่มีอาการตึง (static stretching) ก่อนที่จะทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบมีการเคลื่อนไหวในส่วนที่ต้องการยืดเหยียด (dynamic stretching) เพื่อลดโอกาสเสี่ยงของการเกิดการบาดเจ็บเนื่องจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบมีการเคลื่อนไหว (dynamic stretching) หากกระทำไม่ถูกต้องหรือไม่ระมัดระวัง อาจส่งผลให้เกิดแรงกระชากหรือแรงบิดหมุนจากการเคลื่อนไหว ทำให้เกิดการยืดเหยียดในมุมที่มากเกินขอบเขตการทำงานของกล้ามเนื้อและข้อต่อได้ (overstretching) ซึ่งอาจจะทำให้นักกีฬาหรือผู้ที่ทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อมีโอกาสที่จะเกิดการบาดเจ็บได้

การยืดเหยียดกล้ามเนื้อในช่วงของการอบอุ่นร่างกายนี้ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบหยุดนิ่งค้างไว้ในตำแหน่งที่มีอาการตึง (static stretching) ภายหลังจากการอบอุ่นร่างกายทั่วไปเสร็จสมบูรณ์แล้ว กล้ามเนื้อจะมีความร้อนเพิ่มขึ้นและยืดหยุ่นตัวได้มากขึ้น จากนั้น จึงควรทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบหยุดนิ่งค้างไว้ โดยทำช้าๆสลับกับการผ่อนคลายกล้ามเนื้อ อาจจะเริ่มทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อจากส่วนหลังไล่ไปตามลำตัวและแขนขาตามลำดับ ดังตัวอย่างที่จัดเรียงลำดับดังต่อไปนี้

1. กล้ามเนื้อหลังส่วนบน-ส่วนล่าง
2. กล้ามเนื้อลำตัวด้านข้าง
3. กล้ามเนื้อออก-ไหล่
4. กล้ามเนื้อต้นแขนด้านหลัง
5. กล้ามเนื้อปลายแขนและข้อมือ
6. กล้ามเนื้อคอ
7. กล้ามเนื้อสะโพก
8. กล้ามเนื้อต้นขาด้านใน
9. กล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าและด้านนอก
10. กล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง
11. กล้ามเนื้อน่อง

2. การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหวในส่วนที่ต้องการยืดเหยียด(dynamic stretching) ในกรณีที่ไม่สามารถยืดเหยียดกล้ามเนื้อแต่ละส่วนได้ทั้งหมดเนื่องจากมีเวลาจำกัด ควรเลือกยืดเหยียดกลุ่มกล้ามเนื้อที่มีบทบาทสำคัญต่อการออกแรงเคลื่อนไหว หรือการปฏิบัติทักษะที่เป็นส่วนสำคัญของกีฬาประเภทนั้นก่อนเป็นอันดับแรก การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหวในส่วนที่ต้องการยืดเหยียด (dynamic stretching) ควรกระทำภายหลังจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบหยุดนิ่งค้างไว้เสร็จสิ้นแล้ว โดยเริ่มจากการเคลื่อนไหวเบาๆก่อน เช่น การยกขา การเตะขา การหมุนไหล่ หรือการเหวี่ยงแขนบิดลำตัว เป็นต้น ต่อจากนั้นพยายามเพิ่มมุมการเคลื่อนไหวให้มากขึ้น ได้มุมการเคลื่อนไหวมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยจะต้อง ไม่ทำให้กล้ามเนื้อเกิดการเมื่อยล้า นักกีฬาบางคนใช้การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหวในส่วนที่ต้องการยืดเหยียด (dynamic stretching) แทนการอบอุ่นร่างกาย ซึ่งเป็นความเข้าใจที่ไม่ถูกต้อง เพราะจุดมุ่งหมายที่สำคัญในการอบอุ่นร่างกายของนักกีฬา คือ การกระตุ้นหรือการเตรียมความพร้อมให้กับระบบการทำงานของอวัยวะต่างๆภายในร่างกายเพื่อรองรับกับการเคลื่อนไหว หรือการทำงานที่มากกว่าปกติ เพื่อนำไปสู่ความสามารถในการปฏิบัติทักษะหรือกิจกรรมการเคลื่อนไหวที่มีความหนักเบาและรูปแบบที่หลากหลายได้อย่างมี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประสิทธิภาพ เนื่องจากการปฏิบัติทักษะกีฬาหรือการฝึกซ้อมแข่งขันกีฬา เป็นกิจกรรมที่มีการเคลื่อนไหวของข้อต่อหลายส่วนในเวลาเดียวกัน (dynamic activity) ดังนั้น จึงควรมีการอบอุ่นร่างกายให้พร้อมก่อนที่จะทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหวในส่วนที่ต้องการยืดเหยียดเพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นตัวของกล้ามเนื้อและความอ่อนตัวที่ใช้ในการเคลื่อนไหวด้วย (dynamic flexibility)

3. การอบอุ่นร่างกายเฉพาะประเภทกีฬาหรือเฉพาะกิจกรรมการเคลื่อนไหวในแต่ละประเภทกีฬา (specific warm-up or sport specific activity)

การกระทำในช่วงสุดท้ายของการอบอุ่นร่างกาย ควรมุ่งปฏิบัติทักษะการเคลื่อนไหวในลักษณะที่ใกล้เคียงหรือเหมือนกับการเคลื่อนไหวที่ต้องใช้ในการฝึกซ้อมหรือการแข่งขันจริง ดังนั้น การอบอุ่นร่างกายในขั้นตอนสุดท้ายนี้ ควรประกอบด้วยกิจกรรมการเคลื่อนไหวหรือทักษะที่ต้องนำไปใช้ในสถานการณ์ของเกมการแข่งขันจริงในแต่ละประเภทกีฬา แต่ใช้ความหนักหรือความเข้มข้นในการปฏิบัติเบากว่าหรือต่ำกว่าที่จะใช้ในการแข่งขันจริง ทำให้นักกีฬาได้มีโอกาสทบทวนและปรับใช้ทักษะการเคลื่อนไหวและทักษะเฉพาะประเภทกีฬาได้อย่างสอดคล้องและเป็นไปในแนวทางเดียวกันก่อนการแข่งขันจะเริ่มขึ้น การอบอุ่นร่างกายในช่วงสุดท้ายนี้จะก่อให้เกิดประโยชน์ในด้านการพัฒนาความสัมพันธ์หรือการประสานงาน (coordination) ของระบบประสาทกล้ามเนื้อและการเคลื่อนไหว ความสมดุลในการทรงตัว (balance) ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (strength) ตลอดจนเวลาปฏิกิริยาตอบสนองการเคลื่อนไหว (response time) ในสภาพที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงละช่วยลดโอกาสเสี่ยงต่อการบาดเจ็บที่อาจจะเกิดขึ้นได้กับนักกีฬา เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจให้กับนักกีฬาก่อนลงสนามแข่งขัน

ประเภทและรูปแบบของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ

ประวิตร (2551) กล่าวถึง การยืดเหยียด (stretch) ว่าเป็นวิธีการที่นิยมใช้มากที่สุดในการเพิ่มช่วงการเคลื่อนไหวของข้อต่อ และอาจเป็นวิธีการที่ได้ผลดีที่สุดด้วย โดยทั่วไปจะเข้าใจกันว่าการยืดเหยียดมีเป้าหมายที่การยืดกล้ามเนื้อและเอ็นกล้ามเนื้อเป็นหลัก แต่การยืดเหยียดก็อาจจะไปยืดเนื้อเยื่อข้างเคียงอื่นๆ เช่น เยื่อหุ้มข้อ เอ็นข้อต่อ (ligament) หรือเส้นประสาท เป็นต้น การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบ่งออกเป็น 3 ชนิด ได้แก่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. static stretching เป็นวิธีการในการเพิ่มช่วงการเคลื่อนไหวของข้อต่อและความยืดหยุ่นของเนื้อเยื่อที่มีความปลอดภัยและมีประสิทธิภาพสูง จึงมีการใช้กันอย่างแพร่หลาย เหมาะสำหรับนำมาใช้ในการฟื้นฟูสมรรถภาพร่างกายนักกีฬาภายหลังการบาดเจ็บ ในการยืดกล้ามเนื้อนั้นสามารถทำได้หลายวิธี เช่น ยืดเหยียดโดยผู้อื่นทำให้เรียกว่า passive static stretching แต่ถ้าหากยืดเหยียดด้วยตนเอง เรียกว่า active or auto static stretching การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบ passive static ซึ่งต้องอาศัยแรงของบุคคลอื่นในการยืดเหยียดกล้ามเนื้อนั้นมีข้อได้เปรียบคือ กล้ามเนื้อจะอยู่ในสภาพ ผ่อนคลายพร้อมที่จะถูกยืดออกทำให้การยืดเหยียดมีประสิทธิภาพดี แต่ข้อเสียก็คือ ต้องมีผู้ช่วยในการยืดเหยียด ทำให้ไม่สะดวก จึงอาจไม่สามารถทำได้บ่อยครั้งเท่าที่ต้องการ สำหรับการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบ active or auto static stretching ที่อาศัยน้ำหนักตัวหรือแรงของตนเองในการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทำให้มีความสะดวก เพราะทำได้โดยตนเองจึงสามารถทำได้บ่อยครั้งเท่าที่ต้องการ แต่ข้อเสียก็คือ ในขณะยืดเหยียดกล้ามเนื้อมีแนวโน้มว่ากล้ามเนื้ออาจจะหดเกร็งได้ ทำให้การยืดเหยียดไม่ได้ผลดีเท่าที่ควร ดังนั้น จึงจำเป็นที่ผู้ยืดด้วยวิธี active or auto static stretching นี้จะต้องฝึกผ่อนคลายกล้ามเนื้อในขณะทำการยืดเหยียดให้ถูกต้องและมีความชำนาญ Bandy and Irion (1994) ได้กล่าวถึงวิธีการของ static stretching ให้ทำโดยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อที่ต้องการความยืดหยุ่นอย่างช้าๆไปจนกระทั่งไม่สามารถยืดเหยียดต่อไปได้อีก จากนั้นให้ค้างไว้ ณ ตำแหน่งนั้นเป็นเวลา 30 วินาที แล้วจึงปล่อย ควรทำซ้ำอย่างน้อย 3-4 ครั้งต่อกล้ามเนื้อ 1 มัด ซึ่งระยะเวลาดังกล่าวพบว่าเป็นระยะเวลาที่มีประสิทธิภาพในการยืดกล้ามเนื้อมากที่สุด

2. ballistic stretching เป็นการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบขย่ม ทำโดยการหดเกร็งกล้ามเนื้อ agonist อย่างเร็วๆ เพื่อยืดกล้ามเนื้อ antagonist การหดเกร็งกล้ามเนื้อ agonist จะทำเป็นจังหวะซ้ำๆต่อเนื่องกันการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบ ballistic นี้มีข้อดีคือ เป็นการยืดกล้ามเนื้อที่คล้ายคลึงกับสิ่งที่เกิดขึ้นจริงๆ ในระหว่างการทำกิจกรรม (functional relevance) นั่นคือ ในขณะที่มีการเคลื่อนไหวร่างกายโดยเฉพาะในขณะเล่นกีฬาจะมีการหดตัวของกล้ามเนื้อ agonist อย่างรวดเร็ว ซึ่งทำให้เกิดการยืดออกของกล้ามเนื้อ antagonist อย่างรวดเร็วเช่นเดียวกัน เช่นในขณะเตะลูกฟุตบอลจะมีการหดตัวของกล้ามเนื้อ quadriceps และมีการยืดออกของกล้ามเนื้อ hamstring เป็นต้น ด้วยเหตุนี้การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบ ballistic จึงเหมาะสมสำหรับการฟื้นฟูสมรรถภาพร่างกายของนักกีฬาในช่วงที่เป็นการฝึกทักษะการเล่นกีฬา (sport – specific rehabilitation) อย่างไรก็ตาม การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบ ballistic นี้มีข้อเสียที่สำคัญคือ การยืดเหยียดด้วยการขย่ม อาจจะก่อให้เกิดการบาดเจ็บต่อเนื้อเยื่อที่ถูกยืดได้ง่ายเนื่องจากเหตุผล 2 ประการคือ ประการที่หนึ่ง การควบคุมแรงที่ใช้ยืดเหยียดทำได้ยาก (less controllable) เป็นเหตุให้เนื้อเยื่ออาจถูกยืดมากเกินกว่าที่เนื้อเยื่อจะสามารถยืดออกไปได้ และประการที่สอง การยืดแบบขย่มนี้จะไปกระตุ้น muscle spindles ที่อยู่ในกล้ามเนื้อ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ที่ถูกยืดออกเป็นเหตุให้เกิด monosynaptic stretch reflex ในกล้ามเนื้อที่ถูกยืดออก ทำให้กล้ามเนื้อที่ถูกยืดเกิดการหดตัวในขณะเดียวกัน ดังนั้น การยืดเหยียดแบบ ballistic นี้จึงมักก่อให้เกิดความรู้สึกปวดกล้ามเนื้อได้หลังจากการยืดเหยียด หากต้องการยืดเหยียดกล้ามเนื้อด้วยวิธีการนี้ จึงควรทำด้วยความระมัดระวัง และควรทำภายหลังจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบ static การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบ ballistic นี้ไม่ควรทำในผู้ที่ไม่ใช่นักกีฬา (sedentary people) ผู้สูงอายุ และนักกีฬาที่ได้รับบาดเจ็บ

3. proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) Stretching การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบ PNF เป็นวิธีการที่ใช้กันน้อย ทั้งๆที่เป็นวิธีการยืดเหยียดที่มีความปลอดภัยและมีประสิทธิภาพสูงวิธีการหนึ่ง การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบ PNF แบ่งออกได้เป็น 3 เทคนิค ดังนี้

1. contract-relax เป็นการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ antagonist จนถึงจุดที่ไม่สามารถยืดต่อไปได้ จากนั้นให้ทำการเกร็งกล้ามเนื้อ antagonist แบบ isotonic โดยในขณะเกร็งกล้ามเนื้อให้ผู้ยืดเหยียดออกแรงต้านให้กล้ามเนื้อ antagonist มีการเกร็งมากที่สุด (maximum contraction) จากนั้นให้ผ่อนคลายกล้ามเนื้อและ ผู้ยืดเหยียดทำการยืดกล้ามเนื้อ antagonist อีกครั้งจนกระทั่งถึงจุดที่ไม่สามารถยืดต่อไปได้ ทำซ้ำหลายๆรอบ การที่ให้กล้ามเนื้อ antagonist หดตัวแบบ isotonic เต็มที่เพื่อกระตุ้น golgi tendon organs ในกล้ามเนื้อนั้นทำให้เกิด autogenic inhibition reflex กับกล้ามเนื้อที่หดตัวซึ่งจะทำให้เกิดการผ่อนคลายตามมา ช่วยให้การยืดเหยียดกล้ามเนื้อทำได้ง่ายขึ้น

2. hold-relax เป็นการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ antagonist จนถึงจุดที่ไม่สามารถยืดต่อไปได้ จากนั้นให้ทำการเกร็งกล้ามเนื้อ antagonist แบบ isometric โดยในขณะเกร็งกล้ามเนื้อให้ผู้ยืดเหยียดออกแรงต้านให้กล้ามเนื้อ antagonist มีการเกร็งมากที่สุด (maximum contraction) จากนั้นให้เกร็งกล้ามเนื้อ agonist แบบ isotonic (submaximum contraction) ในขณะเดียวกันให้ผู้ออกแรงช่วยด้วยเพื่อยืดกล้ามเนื้อ antagonist ให้มากขึ้น ทำซ้ำหลายๆรอบ การที่ให้กล้ามเนื้อ antagonist หดตัวแบบ isometric เต็มที่เพื่อกระตุ้น golgi tendon organsในกล้ามเนื้อนั้นทำให้เกิด autogenic inhibition reflex กับกล้ามเนื้อที่หดตัวซึ่งจะทำให้เกิดการผ่อนคลายตามมา เช่นเดียวกันกับการที่ให้เกร็งกล้ามเนื้อ agonist แบบ isotonic ทำให้เกิด reciprocal inhibition reflex กับกล้ามเนื้อ antagonist ทำให้กล้ามเนื้อ antagonist ผ่อนคลายและยืดออกง่ายขึ้น

3. slow-reversal-hold-relax หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า contact-relax-agonist-contraction การยืดเหยียดด้วยเทคนิคนี้เริ่มต้นโดยให้เกร็งกล้ามเนื้อ agonist แบบ isotonic ให้มากที่สุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(maximum contraction) จากนั้นให้เกร็งกล้ามเนื้อ antagonist แบบ isometric โดยผู้ช่วยออกแรงต้านให้กล้ามเนื้อ antagonist มีการเกร็งมากที่สุด (maximum contraction) ค้างไว้สักครู่หนึ่ง จากนั้นให้ผ่อนคลายกล้ามเนื้อ antagonist และให้เกร็งกล้ามเนื้อ agonist แบบ isotonic ให้มากที่สุดอีกครั้ง (maximum contraction) ทำซ้ำหลายๆรอบ ข้อเสียที่ของการยืดเหยียดแบบ PNF ก็คือ ต้องอาศัยความรู้และความเข้าใจในหลักการของ PNF มากพอสมควรจึงจะสามารถนำไปใช้ได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้ การยืดเหยียดแบบ PNF ต้องอาศัยแรงของบุคคลอื่นในการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ ทำให้ไม่สะดวก และไม่สามารถทำได้บ่อยครั้งเท่าที่ต้องการ

Godges et al (1989) กล่าวถึงวิธีการยืดเหยียดด้วยเทคนิค PNF นั้นดีกว่าการยืดแบบ static การยืดเหยียดด้วยวิธีนี้อาศัย reflex ที่เกิดขึ้นในขณะที่มีการหดตัวของกล้ามเนื้อมาใช้ประโยชน์ในการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ ได้แก่

1. autogenic inhibition reflex คือการยับยั้งการหดตัวของกล้ามเนื้อเมื่อมีการหดตัวอย่างรุนแรง (maximum contraction) เนื่องจากการหดตัวของกล้ามเนื้ออย่างรุนแรงดังกล่าวจะไปกระตุ้น golgi tendon organs (GTOs) ที่อยู่ในเอ็นกล้ามเนื้อ (tendon) ของกล้ามเนื้อที่กำลังหดตัวอยู่ ทำให้เกิดกระแสประสาทไปกระตุ้น interneuron ในไขสันหลังซึ่งจะส่งกระแสประสาทมายับยั้งการทำงานของกล้ามเนื้อมัดที่มีการหดตัวอยู่

2. reciprocal inhibition reflex คือการยับยั้งการหดตัวของกล้ามเนื้อ antagonist ในขณะที่มีการหดตัวแบบ submaximal ของกล้ามเนื้อ agonist เนื่องจากในขณะที่มีการหดตัวของกล้ามเนื้อ agonist จะมีการกระตุ้น muscle spindle ในกล้ามเนื้อ agonist ซึ่งจะส่งกระแสประสาทไปกระตุ้น interneuron ในไขสันหลังซึ่งจะส่งกระแสประสาทมายับยั้งการทำงานของกล้ามเนื้อกลุ่ม antagonist

เจริญ (2552) ได้กล่าวถึงประเภทของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อว่า การยืดเหยียดกล้ามเนื้อที่นิยมปฏิบัติกันอยู่ทั่วไปสามารถแบ่งออกได้เป็นประเภทต่างๆ ดังนี้

1. การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบมีแรงกระชากหรือดึงกลับ (ballistic stretching) การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบมีแรงกระชากหรือการดึงกลับนี้ เป็นการยืดเหยียดกล้ามเนื้อโดยใช้โมเมนตัมในขณะเคลื่อนไหวร่างกายหรือแขนขา เพื่อบังคับร่างกายในส่วนที่กำลังมีการเคลื่อนไหวขณะทำการยืดเหยียดให้ยืดต่อออกไป ตามมุมการเคลื่อนไหวของข้อต่อส่วนนั้นอีกระยะหนึ่งด้วยแรงส่งหรือแรงเหวี่ยง ที่เกิดจากการเคลื่อนไหวของร่างกายในส่วนนั้น ซึ่งจะทำให้เกิดแรงกระชาก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ที่เอ็นกล้ามเนื้อ (tendon) และตัวกล้ามเนื้อในช่วงระยะสุดท้ายของการเคลื่อนไหว คล้ายกับขดลวดสปริงที่ถูกดึงให้ยืดออกทำให้เกิดแรงดึงกลับ เช่น การยืดเหยียดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังด้วยท่ายืนหรือนั่งเหยียดขา จากนั้นพยายามขย่มหรือโยกลำตัวก้มไปข้างหน้า เพื่อให้ปลายมือแตะถึงปลายเท้าหรือแตะถึงพื้น เป็นต้น การกระทำในลักษณะดังกล่าวนี้โดยความจริงแล้วให้ประโยชน์ต่อการยืดเหยียดกล้ามเนื้อได้น้อยมาก และมีโอกาสก่อให้เกิดการบาดเจ็บหรือ ฉีกขาดที่เอ็นกล้ามเนื้อและตัวกล้ามเนื้อได้มาก เพราะเป็นการยืดเหยียดในลักษณะที่กล้ามเนื้อไม่ได้อยู่ในอาการผ่อนคลายในขณะที่กำลังถูกยืดเหยียด จึงก่อให้เกิดแรงกระชากและแรงดึงกลับหรือแรงกระดอนกลับ (bounding) ของกล้ามเนื้อและเอ็นกล้ามเนื้อส่วนที่กำลังถูกยืดเหยียด ซึ่งอาจจะทำให้กล้ามเนื้อมีปฏิกิริยาตอบสนองกลับด้วยการเกร็งตัวแบบฉับพลันเกิดขึ้นได้ เนื่องจากไปกระตุ้นปฏิกิริยาสะท้อนกลับของการยืดเหยียด (stretch reflex) ด้วยแรงกระชากซ้ำหลายครั้ง ในขณะที่พยายามขย่มหรือโยกลำตัวเพื่อเพิ่มระยะหรือมุมการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อและข้อต่อที่กำลังถูกยืดเหยียด

2. การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบมีการเคลื่อนไหวในส่วนที่ต้องการยืด (Dynamic Stretching) การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบมีการเคลื่อนไหวในส่วนที่ต้องการยืด เป็นการยืดเหยียดกล้ามเนื้อที่เป็นการเคลื่อนไหวแขน ขา หรือลำตัวอย่างช้าๆ ไปจนกระทั่งสิ้นสุดมุมการเคลื่อนไหว โดยไม่มีการใช้แรงเหวี่ยงหรือการขย่มลำตัว เช่น การยืดเหยียดแขนทั้งสองข้างชูขึ้นเหนือศีรษะช้าๆ จนสิ้นสุดระยะการเคลื่อนไหวหรือมีอาการตึงที่กล้ามเนื้อและเอ็นกล้ามเนื้อ เป็นต้น การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบมีการเคลื่อนไหวนี้ จะช่วยพัฒนาความอ่อนตัวในขณะเคลื่อนไหวและใช้เป็นส่วนหนึ่งของการอบอุ่นร่างกาย ประเภทที่ใช้ออกซิเจนหรือใช้อากาศเป็นพลังงาน (aerobic exercise)

การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบนี้ สามารถปรับใช้เป็นการบริหารกล้ามเนื้อหรือร่างกายส่วนนั้นได้ โดยแต่ละท่าการกายบริหารที่ยืดเหยียดปฏิบัติซ้ำอย่างน้อย 8-12 ครั้ง ต่อเซตหรือมากกว่า และควรหยุดพักเมื่อรู้สึกว่าเหนื่อยและเมื่อยล้า (tried muscle) จะมีผลทำให้ความอ่อนตัวลดน้อยลง ทำให้ไม่สามารถเคลื่อนไหวได้เต็มระยะหรือสุดมุมการเคลื่อนไหวที่แท้จริง และถ้ายังคงปฏิบัติการเคลื่อนไหวต่อไปอีกในขณะที่กล้ามเนื้อเกิดอาการเหนื่อยและเมื่อยล้า ประสาทที่ควบคุมการเคลื่อนไหวจะลดความยาวในการยืดและหดตัวของกล้ามเนื้อลงตามลำดับ ซึ่งเป็นสาเหตุให้กล้ามเนื้อสูญเสียความยืดหยุ่นหรือ ความอ่อนตัว และจะเริ่มมีอาการเกร็งตัวเพิ่มมากขึ้นตามลำดับเมื่อกล้ามเนื้อมีความเมื่อยล้าเพิ่มมากขึ้น ในขณะที่ระบบประสาทที่ทำหน้าที่รับรู้การทำงาน หรือการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อและข้อต่อ (muscle's kinesthetic memory) จะบันทึกหรือจดจำข้อมูลที่กล้ามเนื้อและข้อต่อทำหน้าที่เคลื่อนไหวซ้ำๆ ในแต่ละช่วงของการเคลื่อนไหวนั้นไว้ ซึ่งจะกลายเป็นปัญหาอุปสรรคทั้งต่อการพัฒนาเทคนิคทักษะกีฬาและต่อการพัฒนาความเร็ว และความ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ยืดหยุ่นตัวของกล้ามเนื้อและข้อต่อในการเคลื่อนไหว ด้วยเหตุนี้ในขณะที่ร่างกายหรือกล้ามเนื้อเริ่มมีอาการเหนื่อยล้า จากการที่กล้ามเนื้อถูกใช้งานในอิริยาบถใดอิริยาบถหนึ่งซ้ำๆต่อเนื่องหรือซ้ำๆเป็นช่วงๆ จึงควรพักและยืดเหยียดกล้ามเนื้อในส่วนที่มีอาการเมื่อยล้านั้น เพื่อป้องกันการลดลงของความยาวในการยืดเหยียดและการหดเกร็งตัวของกล้ามเนื้อ ซึ่งจะมีผลต่อระยะทาง และความเร็วตลอดจนความคล่องตัวในการเคลื่อนไหวของร่างกาย โดยเฉพาะกับการพัฒนาเทคนิคทักษะที่ต้องใช้กำลังและความเร็วให้กับนักกีฬา

3. การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบออกแรงกระทำด้วยตนเอง (active stretching) การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบออกแรงกระทำด้วยตนเองนี้ อาจจะรวมถึงการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบหยุดนิ่งค้างไว้ด้วย (static - active stretch) ซึ่งเป็นการยืดเหยียดกล้ามเนื้อโดยที่ผู้ยืดเหยียดคงท่าทางที่ทำการยืดเหยียดนั้นไว้ตามระยะเวลาที่กำหนด การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบนี้ต้องอาศัยความแข็งแรงและทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อของกลุ่มกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนไหว (agonist) ช่วยทำให้เกิดการยืดเหยียดของกลุ่มกล้ามเนื้อตรงกันข้าม (antagonist) เช่น การยืนยกขาขึ้นและเหยียดเข่าตรงนิ่งค้างไว้ในท่านั้นประมาณ 10-15 วินาทีต่อครั้ง กล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ยกต้นขาขึ้นเกิดการหดตัว ส่งผลต่อการยืดเหยียดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง ซึ่งอยู่ตรงข้ามกับกลุ่มกล้ามเนื้อที่ออกแรงหดตัว (antagonist) ทำให้เกิดการยืดเหยียดหรือคลายตัวออก เป็นการทำงานในลักษณะสับเปลี่ยนบทบาทหน้าที่กันในแต่ละสถานการณ์ของการเคลื่อนไหว (reciprocal inhibition) การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระทำด้วยตนเองนี้ จะช่วยเพิ่มความอ่อนตัวในขณะปฏิบัติการเคลื่อนไหวและความแข็งแรงของกลุ่มกล้ามเนื้อที่หดตัวออกแรง (agonist) ซึ่งการเคลื่อนไหวในหลายๆรูปแบบ เช่น การฝึกโยคะ เป็นการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระทำด้วยตนเอง (active stretching)

4. การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบใช้แรงจากภายนอกหรือให้ผู้อื่นช่วยกระทำการยืดเหยียดให้ (passive or relaxed stretching) เป็นการยืดเหยียดกล้ามเนื้อโดยให้คงท่าที่ยืดไว้ด้วยการใช้แรงกระทำจากผู้อื่นหรือเครื่องมือช่วย (static – passive stretching) เช่น การยืนยกขา เข่าเหยียดตึงและหยุดนิ่งค้างไว้ในท่านั้น โดยวางเท้าพาดไว้บนโต๊ะหรือเก้าอี้หรือให้ผู้อื่นจับเท้ายกไว้ หรือการนั่งเหยียดเท้าทั้งสองข้างออกไปข้างหน้า แล้วให้ผู้อื่นผลักหรือออกแรงดันที่บริเวณหลังส่วนบนเพื่อให้สามารถก้มตัวเหยียดแขนใช้มือแตะปลายเท้าได้ การยืดเหยียดกล้ามเนื้อที่กระทำอย่างช้าๆด้วยอาการที่ผ่อนคลาย จะมีประโยชน์อย่างมากในการลดการยึดเกร็งตัวของกล้ามเนื้อ (spasms) การยืดเหยียดกล้ามเนื้อโดยใช้แรงจากภายนอกหรือให้ผู้อื่นกระทำให้นี้ เหมาะสำหรับการผ่อน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คลายร่างกายภายหลังการออกกำลังกายในช่วงคลายอุ่นร่างกาย (cool down) ช่วยลดอาการเมื่อยล้าและอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อได้เป็นอย่างดี

5. การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบหยุดนิ่งค้างไว้ในตำแหน่งที่มีอาการตึงหรือเจ็บปวดเล็กน้อยที่กล้ามเนื้อส่วนที่ทำการยืดเหยียด (static stretching) มีการใช้คำว่า passive stretching ในความหมายเดียวกับ static stretching ซึ่งก็สามารถใช้แทนกันได้ แต่ให้เห็นถึงความแตกต่างของวิธีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้งสองรูปแบบนี้ไว้ว่า การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบหยุดนิ่งค้างไว้ในตำแหน่งที่มีอาการตึง (static stretching) เป็นการยืดเหยียดกล้ามเนื้อกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งหรือหลายกลุ่มออกไปให้ได้ระยะหรือมุมของการเคลื่อนไหวมากที่สุด และพยายามรักษาสภาพนั้นให้คงไว้หรือหยุดนิ่งค้างไว้ ณ ตำแหน่งนั้นประมาณ 10-15 วินาที ในขณะที่ยืดเหยียดกล้ามเนื้อโดยใช้แรงกระทำจากภายนอกหรือให้ผู้อื่นเป็นผู้ออกแรงกระทำการยืดเหยียดนั้น (passive stretching) ผู้ที่ถูกยืดเหยียดจะต้องอยู่ในอาการผ่อนคลายกล้ามเนื้อส่วนที่ถูกยืดเหยียด (relaxed) ขณะที่มีแรงกระทำจากภายนอก (external force) มากระทำการยืดเหยียดให้ซึ่งอาจเป็นแรงกระทำจากบุคคลหรือเครื่องมือที่นำมาใช้ประกอบในการ ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ เพื่อทำให้ข้อต่อได้รับการเคลื่อนไหว จนกระทั่งสิ้นสุดระยะการเคลื่อนไหวของข้อต่อนั้น โดยอาจจะมีการหยุดนิ่งค้างไว้ หรือไม่มีการหยุดนิ่งค้างไว้ในช่วงสิ้นสุดระยะการเคลื่อนไหวของข้อต่อก็ได้

6. การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเกร็งกล้ามเนื้อต้านกับแรงต้าน (isometric stretching) เป็นอีกรูปแบบหนึ่งของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ โดยกล้ามเนื้อที่ถูกยืดจะมีการหดตัวแบบเกร็งนิ่ง (isometric contraction) ต้านกับแรงที่มากระทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อส่วนนั้น ซึ่งเป็นหนึ่งในวิธีการที่ช่วยพัฒนาทั้ง ความแข็งแรงและเพิ่มความอ่อนตัวแบบนิ่งค้างไว้ ณ ตำแหน่งที่มีอาการตึงของกล้ามเนื้อได้เร็วที่สุด (static passive flexibility) ซึ่งผลที่ได้จากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อด้วยวิธีนี้จะมีประสิทธิภาพมากกว่าการยืดเหยียดแบบ passive stretching หรือ active stretching วิธีการใดวิธีการหนึ่งเพียงอย่างเดียว สำหรับการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเกร็งกล้ามเนื้อต้านกับแรงต้าน (isometric stretching) จะช่วยเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่มีการหดเกร็งตัว และส่งผลต่อการพัฒนาความอ่อนตัวหรือความยืดหยุ่นตัวของกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่หดเกร็ง (static active flexibility) ช่วยลดอาการบาดเจ็บที่เกิดขึ้นระหว่างการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ ส่วนแรงต้านทานนั้นอาจเกิดจาก การใช้มือ หรือแขนขาของตนเองเป็นส่วนที่ออกแรง หรือมีผู้อื่นเป็นผู้ออกแรงช่วย รวมไปถึงการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ช่วยทำการยืดเหยียด เช่น ผนังห้อง กำแพงหรือพื้นสามารถใช้เป็นแรงต้านได้ ตัวอย่างเช่น การยืนดันกำแพงเพื่อยืดเหยียดกล้ามเนื้อน่อง หรือการยืนตรงจากนั้นให้เพื่อนยกขาข้างใดข้างหนึ่งขึ้นสูงจนกระทั่งรู้สึกตึงที่กล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังส่วนที่ถูกยืดต้านกับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แรงยกขา การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบหดเกร็งกับแรงต้านนี้ ไม่แนะนำให้นำมาใช้กับเด็กหรือวัยรุ่นที่กระดูกยังไม่สิ้นสุดการเจริญเติบโต โดยทั่วไปเด็กมีความอ่อนตัวในตัวเองเพียงพออยู่แล้ว การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบนี้ถือว่า เป็นการยืดเหยียดที่ต้องอาศัยความแข็งแรง ไม่เช่นนั้น อาจทำให้เอ็นกล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อเกี่ยวพันได้รับบาดเจ็บหรือเสียหายได้ ดังนั้น ก่อนจะนำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบนี้มาใช้ในการพัฒนาความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ ควรมีการพัฒนาหรือเสริมสร้างความแข็งแรงกล้ามเนื้อส่วนต่างๆของร่างกายในรูปแบบการเคลื่อนไหวเป็นพื้นฐานไว้ก่อน (dynamic strength training) โดยมีขั้นตอนของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเกร็งกล้ามเนื้อต้านกับแรงต้าน ดังนี้

1. จัดท่าทางหรือกล้ามเนื้อส่วนที่จะทำการยืดเหยียดให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง

2. ทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบหดเกร็งต้านกับแรงต้าน เป็นเวลา 10-15 วินาที โดยให้เกร็งกล้ามเนื้อนิ่งอยู่กับที่ ต้านกับแรงต้านของผู้ช่วยยืดเหยียดกล้ามเนื้อหรือพื้นที่รองรับ

3. ผ่อนคลายกล้ามเนื้อประมาณ 10-15 วินาที ในแต่ละช่วงก่อนจะทำการยืดเหยียดครั้งต่อไป

7. การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทภายในกล้ามเนื้อให้เกิดความคล่องตัว (proprioceptive neuromuscular facilitation = PNF stretching) เป็นการยืดเหยียดกล้ามเนื้อที่มีประสิทธิภาพสูงสุด และสามารถให้ผลได้เร็วที่สุดในการเพิ่มความยืดหยุ่นตัวของกล้ามเนื้อหรือความอ่อนตัวของข้อต่อ โดยคงท่าทางที่ยืดไว้ด้วยการให้ผู้อื่นออกแรงกระทำให้ (static passive flexibility) เป็นการยืดเหยียดกล้ามเนื้อโดยใช้แรงจากภายนอก หรือผู้อื่นมาช่วยในการยืดเหยียด (passive stretch) ร่วมกับการใช้แรงภายใน ร่วมกับการหดตัวของกล้ามเนื้อต้านกับแรงต้านของผู้ที่มาช่วยในการยืดเหยียด (isometric stretching) เพื่อให้สามารถทำความอ่อนตัวในท่าหยุดนิ่งค้างไว้ (static flexibility) ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด เดิมการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบ PNF stretching ถูกนำมาใช้ในการฟื้นฟูผู้ป่วยที่เป็น อัมพฤกษ์ อัมพาตจากเส้นเลือดในสมองแตก โดยต้องอาศัยผู้ช่วยที่ทำหน้าที่ดูแล เป็นผู้ให้แรงต้านขณะที่ผู้ป่วยออกแรงเกร็งกล้ามเนื้อไว้ ขณะเดียวกันผู้ที่ทำหน้าที่ช่วยในการยืดเหยียด จะทำหน้าที่ยกแขนขาให้มีการยืดเหยียดมากขึ้น เพื่อเพิ่มระยะหรือมุมการเคลื่อนไหวของข้อต่อ ในการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบ PNF stretching แต่ละครั้ง ควรให้กล้ามเนื้อที่ถูกยืดเหยียด ได้รับการผ่อนคลายอย่างน้อย ประมาณ 10-20 วินาที ก่อนที่จะทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบ PNF ด้วยวิธีการอื่นต่อไป proprioceptive neuromuscular facilitation

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

stretch เป็นวิธียืดเหยียดกล้ามเนื้อที่รวมการหดตัวและการคลายตัวของกล้ามเนื้อสลับกันทั้งกลุ่มกล้ามเนื้อ agonist และ antagonist เป็นการกระตุ้นปฏิกิริยาตอบสนองของประสาทกล้ามเนื้อให้มีประสิทธิภาพช่วยลดความต้านทานภายในกล้ามเนื้อ และเพิ่มมุมการเคลื่อนไหวของข้อต่อ นอกจากนี้การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบนี้ยังช่วยเพิ่มความแข็งแรง ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากการหดตัวแบบ isometric หรือ concentric ของกลุ่มกล้ามเนื้อ agonist ด้วย โดยปกติการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบนี้ต้องการผู้ช่วย (partner) เป็นผู้ออกแรงในการยืดกล้ามเนื้อ (เจริญ, 2546)

มัดกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการว่ายน้ำ

การว่ายน้ำต้องอาศัยการทำงานของกล้ามเนื้อในแต่ละมัด ซึ่งมีหน้าที่และความสำคัญแตกต่างกันไป ตามที่ Counsilman (1985) and Palmer (1984) ได้กล่าวถึงมัดกล้ามเนื้อที่สำคัญและหน้าที่ของมัดกล้ามเนื้อตามหลักสรีรวิทยาที่ใช้ในการว่ายน้ำ รวมทั้ง Spence and Mason (1979) กล่าวถึงหน้าที่ของมัดกล้ามเนื้อ ซึ่งเป็นสิ่งที่จะช่วยในการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ มีดังต่อไปนี้

- กล้ามเนื้อเหนือสะบัก (supraspinatus) เป็นมัดกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการหมุนต้นแขนไปข้างๆ และหุบแขน โดยเฉพาะในช่วงการวาดแขนกลับหลังจากการดึงน้ำ

- กล้ามเนื้อใต้สะบัก (subscapularis) เป็นกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการหมุนต้นแขนเข้าข้างใน มีส่วนสำคัญในช่วงของการกวาดมือเข้ามากลางลำตัวต่อไปถึงช่วงการผลักมือ

- กล้ามเนื้อหัวไหล่ (deltoid) เป็นมัดกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่กางต้นแขนขึ้นมาเป็นมุมฉากและหมุนแขน ในช่วงของการผลักแขนและยกแขนมาวางข้างหน้า

- กล้ามเนื้อต้นแขนด้านหลัง (triceps brachii) เป็นมัดกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่เหยียดปลายแขน ในช่วงเหยียดอยู่ข้างหน้าและใช้ในการเหยียดแขนออกในช่วงสุดท้าย

- กล้ามเนื้อต้นแขนด้านหน้า (Biceps Brachii) เป็นมัดกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่งอข้อศอกและหงายมือ ช่วยในการใช้แขนว่ายน้ำทุกการเคลื่อนไหว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- กล้ามเนื้อต้นแขนด้านหน้า (brachialis) เป็นมัดกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่งอปลายแขนในช่วงแรกของการใช้มือกวักน้ำ (Catch) ใช้ในท่ากบ ในช่วงของการกวาดน้ำจนถึงช่วงที่มือกลับสู่ท่าเริ่มต้น

- กล้ามเนื้อแขนท่อนล่าง (palmaris longus) เป็นมัดกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่งอข้อมือในช่วงของการสร้างแรงขับดันในการว่ายน้ำ

- กล้ามเนื้อหน้าอก (pectoralis major) เป็นมัดกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ หุบ งอ หมุนแขนเข้าข้างในมาข้างหน้า ในช่วงตั้งแต่เริ่มใช้มือ ช่วงดึงไปถึงช่วงผลักมือ และยังใช้ในช่วงของการหุบแขนเข้าในทุกท่าว่ายน้ำ เป็นกล้ามเนื้อมัดสำคัญที่นักกีฬาว่ายน้ำต้องใช้มาก

- กล้ามเนื้อหลัง (trapezius) เป็นกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่รั้งสะบักมาข้างหลัง ยกไหล่ขึ้นข้างบน และรั้งศีรษะไปข้างหลัง เป็นกล้ามเนื้อที่ทำให้การเคลื่อนไหวในทุกท่าของการว่ายน้ำมั่นคงขึ้น ใช้ในการผลักมือในหลังสุดของการว่ายน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ล และยกแขนเหนือน้ำมาวางข้างหน้า ใช้ในการยกไหล่และศีรษะในท่ากบ ใช้ในช่วงแรกของการดึงแขนท่ากรรเชียงและใช้ในช่วงของการยกแขนมาวางด้านหน้าในท่าผีเสื้อ ยังช่วยกล้ามเนื้อหัวไหล่และการยกศีรษะขึ้นหายใจในท่ากบและท่าผีเสื้อ

- กล้ามเนื้อปีก (latissimus dorsi) เป็นมัดกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ดึงแขนลงมาข้างล่างไปข้างหลัง และเข้าข้างใน ใช้ในการว่ายน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ลมากในช่วงของการดึงแขนโดยเฉพาะช่วงที่ลำตัวได้กลิ้งลงด้านข้างและมือดึงน้ำลึก

Manoel et al. (2008) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับผลของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อในระยะเฉียบพลันแบบอยู่กับที่ แบบเคลื่อนที่ และแบบกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อ ที่มีผลต่อกำลังกล้ามเนื้อในผู้หญิง โดยต้องการทราบความแตกต่างของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 3 แบบ ว่าการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบไหนที่ส่งผลให้มีกำลังของกล้ามเนื้อมากที่สุดที่ความเร็วเชิงมุม 60 และ 180 องศาต่อวินาที มากที่สุด พบว่าการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ในระยะเฉียบพลันส่งผลต่อกำลังกล้ามเนื้อ เพิ่มขึ้น 8.9% ที่ความเร็วเชิงมุม 60 องศาต่อวินาที และ 6.3% ที่ความเร็วเชิงมุม 180 องศาต่อวินาที และไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระหว่างการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ กับการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อ แต่มีแนวโน้มว่าการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อส่งผลต่อค่ากำลังกล้ามเนื้อมากกว่าแบบการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ และจากการนำค่ากำลังกล้ามเนื้อ

Molaei et al. (2012) ได้ศึกษาและเปรียบเทียบผลแบบเฉียบพลันของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อที่แตกต่างกัน ในช่วงการเตรียมความพร้อมของร่างกาย ที่มีต่อความเร่งและความเร็วในนักกีฬาฟุตบอล กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักกีฬาฟุตบอลเพศชาย จำนวน 20 คน โดยให้ทดสอบความเร่งและความเร็วที่ระยะทาง 10 และ 20 เมตรตามลำดับ หลังจากการเตรียมความพร้อมร่างกายด้วยวิธีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ร่วมกับแบบเคลื่อนที่ และไม่มีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ พบว่ามีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ กับการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ และการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ กับการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ร่วมกับแบบเคลื่อนที่ แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ กับการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ร่วมกับแบบเคลื่อนที่ และการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่กับแบบไม่มีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ

สนธยา (2555) กล่าวว่า การพัฒนาความอ่อนตัวโดยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (stretching) จัดเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการที่จะเพิ่มความสามารถในการทำงานของกล้ามเนื้อและข้อต่อได้เต็มมุมการเคลื่อนไหว อย่างไรก็ตาม การยืดเหยียดกล้ามเนื้อจะได้ผลดีก็ต่อเมื่อการยืดเหยียดได้ปฏิบัติอย่างถูกต้องและเป็นแบบแผน และสำหรับการวางแผนเพื่อใช้สำหรับการยืดเหยียดกล้ามเนื้อที่ก่อให้เกิดผลสำเร็จควรมีวัตถุประสงค์เพื่อ

1. ฝึกซ้อมตัวรับรู้การยืดเหยียดให้มีความเคยชินกับความยาวของกล้ามเนื้อที่มากขึ้น

2. ลดแรงต้านทานของเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน เพื่อให้กล้ามเนื้อยืดยาวออกได้

ก่อนที่จะทำการฝึกซ้อมการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ ผู้ฝึกสอนกีฬาหรือนักกีฬาจะต้องพิจารณาก่อนว่ามีความประสงค์จะเพิ่มความอ่อนตัวชนิดใด และวิธีการยืดเหยียดแบบใดเป็นวิธีที่ดีสำหรับการฝึกซ้อม วิธีที่ดีสำหรับการเพิ่มความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ (dynamic stretching) จะเป็นการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบมีการเคลื่อนที่และเสริมด้วยการยืดเหยียดแบอยู่กับที่ (static stretching) เป็นวิธีที่ใช้ในการเพิ่มความอ่อนตัวจากแรงภายใน (active flexibility) จะเป็นการยืดเหยียดจากแรงภายในและเสริมด้วยการยืดเหยียดแบบอยู่กับที่ และเป็นวิธีที่ก่อให้เกิดผลเร็วที่สุด และ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มีประสิทธิภาพในการเพิ่มความอ่อนตัวจากแรงภายนอก (passive flexibility) จะเป็นการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นการรับรู้ของระบบประสาทกล้ามเนื้อ (proprioceptive neuromuscular facilitation)

เจริญ (2538) กล่าวว่า ความอ่อนตัว เป็นองค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายที่สำคัญอย่างหนึ่งที่นักกีฬาแต่ละคนมีขีดความสามารถได้ไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับการฝึกฝนของแต่ละคนที่ได้รับมา รวมทั้งความจำเป็นที่จะต้องใช้ร่างกายมากน้อยในการดำเนินงานในชีวิตประจำวัน ดังนั้น ผู้ที่ออกกำลังกายเป็นประจำ จะมีความอ่อนตัวของข้อต่างๆ ดีกว่าผู้ที่ไม่ได้ออกกำลังกายเลย เนื่องจากในขณะออกกำลังกาย ส่วนต่างๆของร่างกายได้มีการเคลื่อนไหว ทำให้กล้ามเนื้อและข้อต่อมีความยืดหยุ่นตัวที่ดี ส่วนผู้ที่ขาดการออกกำลังกาย จะทำให้กล้ามเนื้อเส้นเอ็นทั้งหลายเกิดการตึงตัวมากเกินไป เนื่องจากกล้ามเนื้อเส้นเอ็นไม่มีการเคลื่อนไหวและอยู่นิ่งๆเป็นเวลานานๆ ทำให้เกิดความรู้สึกถึงการหมุนเวียนของเลือดไม่สะดวก จึงเกิดการเมื่อยล้าขึ้นมาได้ง่ายๆ และยังอาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพได้อีกด้วย สำหรับนักกีฬาก็เช่นเดียวกัน นักกีฬาที่ได้รับโปรแกรมการฝึกความอ่อนตัวโดยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อจะทำให้มีการอ่อนตัวของกล้ามเนื้อและข้อต่อดีกว่านักกีฬาที่ไม่ได้รับการฝึกความอ่อนตัว และที่สำคัญความอ่อนตัวยังเป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่งที่จะส่งผลทำให้นักกีฬาสามารถใช้ความเร็วได้ดีขึ้นสืบเนื่องมาจากการที่มุมของข้อต่อที่ใช้ในการเคลื่อนไหวเพิ่มขึ้น จึงจะทำให้ระยะทางในการเคลื่อนไหวนั้นเพิ่มขึ้นด้วย ส่งผลให้นักกีฬามีโอกาสได้ใช้แรงมากขึ้น จะทำให้การเคลื่อนไหวเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นความอ่อนตัวจึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่สามารถทำให้ความเร็วของนักกีฬาเพิ่มขึ้นได้ นอกจากนี้ การขาดความอ่อนตัว ยังเป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาความเร็วและความอดทนด้วย อย่างไรก็ตาม เจริญ (2552) กล่าวว่า เมื่อกล้ามเนื้อถูกยืดยาวออก เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissues) ที่อยู่ในบริเวณโดยรอบกล้ามเนื้อจะถูกดึงรั้งตามไปด้วย ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีภายในเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน ซึ่งส่งผลต่อการจำกัดความอ่อนตัวและความยืดหยุ่นตัวของกล้ามเนื้อและข้อต่อเนื่องจากเนื้อเยื่อเกี่ยวพันแต่ละประเภทจะส่งผลต่อการจำกัดการเคลื่อนไหวของข้อต่อแตกต่างกัน เช่น เยื่อหุ้มข้อต่อ (joint capsule) มีโอกาสทำให้เกิดอาการข้อยึดหรือข้อติดได้ถึง 47% กล้ามเนื้อ (muscles) และพังผืดของกล้ามเนื้อ (muscle's fascia) มีโอกาสทำให้เกิดข้อติดประมาณ 41% เอ็นกล้ามเนื้อ (tendon) และเอ็นยึดข้อต่อ (ligaments) ประมาณ 10% และผิวหนัง (skin) ประมาณ 2% การเพิ่มความอ่อนตัวหรือความยืดหยุ่นตัวของกล้ามเนื้อ ถ้าจะให้ได้ผลดี ควรแก้ไขที่พังผืดของกล้ามเนื้อ (muscle's fascia) เพราะมีส่วนประกอบที่มีความอ่อนตัวมาก ในขณะที่เอ็นกล้ามเนื้อและเอ็นข้อต่อจะมีส่วนประกอบที่มีความอ่อนตัวน้อยและไม่สามารถที่จะทำให้ยืดออกมาได้มากนัก การพยายามที่จะยืดเอ็นข้อต่อและเอ็นกล้ามเนื้อมากเกินไปจะทำให้ข้อต่อขาดความมั่นคงและเสี่ยงต่อการเกิดการบาดเจ็บ เมื่อมีการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ใช้งานเนื้อเยื่อเกี่ยวพันมากเกินไปจะทำให้เกิดความล้าและความอ่อนตัวลดลงและเมื่อไม่มีการใช้งานเนื้อเยื่อเกี่ยวพันหรือมีการเคลื่อนไหวใช้งานน้อยเกินไป ก็จะทำให้เกิดแรงต้านทานมากขณะเคลื่อนไหวและความอ่อนตัวลดลง ถ้ามีคอลลาเจน (collagen) ในเนื้อเยื่อเกี่ยวพันมาก จะทำให้ความหนืดเหนียวหนาแน่นเพิ่มมากขึ้นและความอ่อนตัวลดลง ทั้งนี้ กล้ามเนื้อซึ่งทำหน้าที่ร่วมกับข้อต่อของร่างกายบางส่วนมีความอ่อนตัวหรือความยืดหยุ่นตัวมากเกินไป (over flexibility) จากการถูกกระทำให้มีการยืดเหยียดที่มากเกินขอบเขต จนกระทั่งเป็นสาเหตุให้กล้ามเนื้อ เอ็นกล้ามเนื้อและเอ็นข้อต่อถูกยืดจนสูญเสียสภาวะความยืนหยุ่นตัวหรือเกิดอาการ หย่อนตัว ทำให้ข้อต่อหลวมไม่กระชับและขาดความมั่นคง (joint laxity) เนื่องจากกล้ามเนื้อที่อยู่บริเวณโดยรอบข้อต่อมีความตึงตัวลดลง ไม่สามารถพยุงหรือรับรองการเคลื่อนไหวของข้อต่อได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งความยืดหยุ่นตัวของกล้ามเนื้อหรือความอ่อนตัวของข้อต่อที่มากเกินไปนี้ สามารถก่อให้เกิดปัญหาได้ไม่ต่างจากการขาดความยืดหยุ่นตัวของกล้ามเนื้อหรือความอ่อนตัวของข้อต่อ เพราะทั้งสองสาเหตุดังกล่าวนี้ สามารถทำให้คนเรามีโอกาสเสี่ยงต่อการบาดเจ็บเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากไม่สามารถเคลื่อนไหวหรือควบคุมการเคลื่อนไหวให้อยู่ในทิศทางหรือในรูปแบบที่ต้องการได้ ในกรณีที่กล้ามเนื้อถูกยืดเหยียดออกจนกระทั่งถึงจุดสิ้นสุดความยาวของกล้ามเนื้อมัดนั้น การพยายามที่จะทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อต่อไปอีก จะมีผลทำให้เอ็นยึดข้อต่อ (ligaments) ถูกยืดและสร้างความตึงเครียดหรือความกดดันให้กับตัวเอ็นกล้ามเนื้อ (tendons) ซึ่งเอ็นทั้งสองส่วนนี้ไม่ต้องการการยืดมากนัก เนื่องจากมีความอ่อนตัวน้อยในขณะที่ เอ็นยึดข้อต่อจะเกิดการฉีกขาดได้หากถูกกระทำการยืดเหยียดมากเกินกว่า 6% ของความยาวปกติถึงแม้เอ็นยึดข้อและเอ็นยึดส่วนต่างๆของร่างกายที่ถูกยืดเหยียดจะไม่มีการฉีกขาด แต่ความกระชับและความมั่นคงของข้อต่อส่วนนั้นจะลดลง ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดอาการข้อหลวม (loose joints) และนำไปสู่ปัญหาอาการบาดเจ็บที่อาจจะเกิดขึ้นกับข้อต่อได้ เช่น ข้อเคลื่อน ข้อหลุด เป็นต้น (Heyward, 2006)

สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา (2548) ได้ให้ความหมายของความอ่อนตัวไว้ว่า ความอ่อนตัวเป็นช่วงกว้างของการเคลื่อนไหวของข้อต่อ ความอ่อนตัวเป็นพื้นฐานสำคัญของการเคลื่อนไหว ถ้าบุคคลใดมีระดับความอ่อนตัวสูงจะเป็นประโยชน์ คือ สามารถประหยัดพลังงานขณะเคลื่อนไหวและมีการปรับตัวของกลไกที่ดีกว่า เจริญ (2552) กล่าวว่า คนส่วนใหญ่มักไม่ค่อยได้ใส่ใจถึงความแตกต่างกันของความอ่อนตัว ซึ่งสามารถจัดแบ่งออกเป็นกลุ่มตามประเภทของกิจกรรมการเคลื่อนไหว ที่นำมาใช้ในการฝึกปฏิบัติให้กับนักกีฬา หรือการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ สำหรับบุคคลทั่วไป ซึ่งความอ่อนตัวที่มีการเคลื่อนไหวรวมอยู่ด้วย เรียกว่า ไดนามิก (dynamic) ส่วนประเภทที่ไม่มีการเคลื่อนไหว เรียกว่า สเตติก (static) ในที่นี้จะแบ่งประเภทของความอ่อนตัวออกเป็นดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. ความอ่อนตัวแบบมีการเคลื่อนไหว (dynamic flexibility) เป็นความอ่อนตัวของข้อต่อหรือความยืดหยุ่นตัวของกล้ามเนื้อ (flexibility or elasticity) ในลักษณะนี้ อาจเรียกได้อีกอย่างหนึ่งว่า kinetic flexibility ซึ่งเป็นความสามารถในการปฏิบัติงานของกล้ามเนื้อที่ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวของแขนและขาได้สุดมุมหรือระยะการเคลื่อนไหวที่เป็นธรรมชาติของข้อต่อส่วนนั้น

2. ความอ่อนตัวแบบคงสภาพการเคลื่อนไหวไว้ด้วยแรงหดตัวของกล้ามเนื้อ (static-active flexibility) เป็นความอ่อนตัวที่เริ่มการเคลื่อนไหวด้วยตัวเอง ไปสู่ตำแหน่งหรือท่าทางตามที่ต้องการ ซึ่งอาจจะเรียกรูปแบบการฝึกความอ่อนตัวในลักษณะนี้ว่า active flexibility จากนั้นคงสภาพท่าทางนั้นไว้ โดยอาศัยการทำงานของกลุ่มกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่หดตัว ออกแรงเคลื่อนไหวร่างกายไปในทิศทางที่ต้องการ (agonist) ร่วมกับกลุ่มกล้ามเนื้อที่ช่วยสนับสนุนการเคลื่อนไหวให้บรรลุผลตามเป้าหมาย (synergist) ซึ่งจะทำหน้าที่หดตัวออกแรงเคลื่อนไหวร่างกาย ไปสู่มุมที่ต้องการแล้วหดเกร็งไว้ ณ ตำแหน่งนั้น ในขณะที่กลุ่มกล้ามเนื้อตรงข้าม (antagonist) จะทำหน้าที่คลายตัว หรือยืดเหยียดตัวออก เช่น การยกขาหรือยกแขนขึ้นแล้วหยุดนิ่งค้างไว้ในตำแหน่งหรือมุมที่ต้องการ เป็นต้น

3. ความอ่อนตัวแบบคงสภาพการเคลื่อนไหวไว้ด้วยเครื่องมือหรืออุปกรณ์ (static passive flexibility) เป็นความอ่อนตัวที่เริ่มด้วยการเคลื่อนไหวไปสู่ตำแหน่งหรือท่าทางที่ต้องการ หลังจากนั้นคงสภาพของท่าทางนั้นไว้ โดยใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์รองรับไว้ ณ ตำแหน่งนั้น เช่น เก้าอี้หรือคานของบาร์คู่ เป็นต้น โดยไม่มีการทำงานหรือออกแรงของกล้ามเนื้อส่วนนั้น การฝึกความอ่อนตัวของข้อต่อในลักษณะ นี้จะอาศัยน้ำหนักตัวในแต่ละส่วนของร่างกายที่ทิ้งลงสู่ข้อต่อหรือกล้ามเนื้อส่วนนั้น เพื่อเป็นแรงกระทำให้เกิดการยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อและข้อต่อ ซึ่งเรียกวิธีการฝึกความอ่อนตัวดังกล่าวนี้ว่า passive flexibility เช่น การยกเท้าขึ้นวางไว้บนโต๊ะ หรือรั้วที่สูงกว่า แล้วก้มตัวไปข้างหน้า ใช้มือแตะปลายเท้า การยืนเท้าแยกด้านข้างหรือยืนแยกเท้าหน้าหลัง (splits) เพื่อยืดเหยียดกล้ามเนื้อต้นขาและข้อต่อสะโพก เป็นต้น การฝึกความอ่อนตัวด้วยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบคงสภาพการเคลื่อนไหวด้วยการใช้แรงหดตัวของกล้ามเนื้อที่เรียกว่า static active flexibility จะมีความสัมพันธ์กับการปฏิบัติทักษะและการเคลื่อนไหวทางกีฬามากกว่าการฝึกความอ่อนตัวแบบคงสภาพการเคลื่อนไหวไว้ด้วยเครื่องมือหรืออุปกรณ์ (static passive flexibility) ซึ่งเป็นวิธีที่จะส่งผลให้เกิดการพัฒนาความอ่อนตัวของข้อต่อและกล้ามเนื้อได้มากและเร็วกว่า static active flexibility ขั้นตอนในการปฏิบัติที่ดีควรทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อหรือฝึกความอ่อนตัวแบบ static passive flexibility ก่อนที่จะทำการยืดเหยียดหรือฝึกความอ่อนตัวแบบ active flexibility นอกจากนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การฝึกความอ่อนตัวแบบ static active flexibility ยังต้องการความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในการคงสภาพท่าทางไว้ตลอดการปฏิบัติด้วย ซึ่งสอดคล้องกับ วุฒิพงศ์ และ อารี (2545) ได้กล่าวถึงความหมายของความอ่อนตัว (flexibility) ไว้ว่าหมายถึง พิกัดการเคลื่อนไหวของข้อต่อ (the range of motion at a joint) ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 2 อย่างคือ

1. static flexibility หมายถึง พิกัดการเคลื่อนไหวขณะที่ข้อต่อเคลื่อนไหวอย่างช้าๆ

2. dynamic flexibility หมายถึง พิกัดการเคลื่อนไหวขณะที่ข้อต่อเคลื่อนไหวอย่างเร็วซึ่งมักจะมากกว่าแบบแรกเล็กน้อย

วรายศ (2546) กล่าวไว้ว่า ความอ่อนตัวเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความสามารถในการเคลื่อนไหว การยืดเหยียดกล้ามเนื้อจึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการฝึกอยู่เป็นประจำสม่ำเสมอจึงจะทำให้มุมในการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อและข้อต่อเพิ่มมากขึ้นทำให้แรงต้านทานที่เกิดขึ้นภายในกล้ามเนื้อลดลง และยังช่วยให้ร่างกายสามารถประหยัดพลังงานที่ใช้ในการเอาชนะแรงต้านทานภายในกล้ามเนื้อ ช่วยให้เกิดการประสานงานที่ดีระหว่างกลุ่มกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่หดตัวออกแรงทำงาน (agonist) และกลุ่มกล้ามเนื้อที่ทำงานตรงข้ามกัน (antagonist)

องค์ประกอบที่มีผลต่อความอ่อนตัว

มงคล (2549) กล่าวว่า หนึ่งในสามขององค์ประกอบต่อไปนี้ เป็นโครงสร้างที่ขาดไม่ได้ และเพศ อายุไม่สามารถที่จะเปลี่ยนแปลงได้โดยการฝึก ดังนั้นจึงเป็นการทำงานที่จำเป็นขององค์ประกอบที่ยังคงเหลืออยู่ในสภาพปัญหาความอ่อนตัว

โครงสร้างของข้อต่อ

โครงสร้างของข้อต่อเป็นสิ่งกำหนดขอบเขตช่วงของการเคลื่อนไหวของข้อต่อที่มีลักษณะกลมอยู่ในเบ้า (ball and socket) เช่น ข้อต่อหัวไหล่ ข้อต่อสะโพก เป็นข้อต่อที่ส่งผลให้ช่วงของการเคลื่อนไหวได้มากกว่าข้อต่อทั้งหมด ข้อมือเป็นข้อต่อที่งอได้เล็กน้อย คือ ข้อต่อที่มีรูปวงกลมรีที่มีช่วงของการเคลื่อนไหว 80° และช่วงการเคลื่อนไหวของเข่าที่แตกต่างกันคือ 130°

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กล้ามเนื้อใหญ่

การเพิ่มขนาดของกล้ามเนื้อ อาจจะมีผลตรงกันข้ามกับช่วงของการเคลื่อนไหว คนที่มีกล้ามเนื้อ biceps และ deltoid ที่ใหญ่จะเป็นการยากที่ทำให้เกิดความอ่อนตัว เป็นผลที่ไม่ดีต่อพลังงานทั้งหมด การเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อที่ทำงานโดยตรง (agonist) กับกล้ามเนื้อที่ทำงานตรงข้าม (antagonist) ก็จะมีผลต่อช่วงของการเคลื่อนไหว กล้ามเนื้อที่มีขนาดใหญ่ก็สามารถจะลดลงได้โดยการเปลี่ยนแปลงโปรแกรมการฝึก ซึ่งจะไม่เหมาะสมสำหรับนักกรีฑาที่จะต้องใช้พลังที่ต้องมีกล้ามเนื้อใหญ่ๆ เช่น ทุ่มน้ำหนัก หรือการดึงเชือก

อายุ และเพศ

คนหนุ่มมีแนวโน้มที่มีความอ่อนตัวดีกว่าคนที่มีอายุมาก และผู้หญิงจะมีความอ่อนตัวดีกว่าผู้ชาย ความอ่อนตัวมีความแตกต่างกันระหว่างชายหนุ่มกับหญิงสาว อาจจะมีส่วนเกี่ยวข้องกับเรื่องทางกายวิภาคและชนิดของการออกกำลังกาย คนที่สูงอายุจะต้องใช้ความอดทนในการสร้างเสริมเส้นใยของกล้ามเนื้อที่ให้มากกว่าปกติ เส้นใยจะเสื่อมลง และมีเนื้อเยื่อเกี่ยวพันเข้ามาแทนที่

เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน

เอ็น (tendon และ ligament) มัดกล้ามเนื้อ (bundles) และถุงห่อหุ้มข้อต่อ (joint capsule) ซึ่งมีอิทธิพลต่อช่วงของการเคลื่อนไหวที่มีความยืดหยุ่นที่ผิวหนัง (จากจุดเริ่มต้นจนกระทั่งความสามารถกลับมา) และหล่อหลอม (จากจุดเริ่มต้นจนกระทั่งไม่มีความสามารถกลับมา) เนื้อเยื่อเกี่ยวพันเป็นองค์ประกอบอื่นๆ เป็นข้อกำหนดช่วงของการเคลื่อนไหว

เจริญ (2541) กล่าวถึงการเคลื่อนไหวในอิริยาบถต่างๆว่าจะสามารถกระทำได้ด้วยความสะดวกคล่องตัว และเบาแรง หากข้อต่อสามารถเคลื่อนไหวได้ในมุมที่กว้าง หรือมีความยืดหยุ่นตัวได้เป็นอย่างดี การบริหารข้อต่อด้วยการฝึกความอ่อนตัว เป็นสิ่งที่สำคัญและจำเป็นสำหรับนักกีฬาทุกประเภท ช่วยเพิ่มการเคลื่อนไหวของข้อต่อส่วนต่างๆของร่างกาย ที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติกิจกรรมการเคลื่อนไหวให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ขณะเดียวกันยังช่วยลดอาการบาดเจ็บที่อาจเกิดขึ้นกับข้อต่อได้เป็นอย่างดี การบริหารร่างกายเพื่อเสริมสร้างความอ่อนตัว และความแข็งแรงให้กับกล้ามเนื้อและข้อต่อ สามารถกระทำได้โดยใช้ท่ากายบริหาร (exercise) ที่เป็นการยืดเหยียด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กล้ามเนื้อส่วนต่างๆของร่างกาย โดยใช้หรือไม่ใช้อุปกรณ์ร่วมก็ได้ แต่ที่สำคัญจะต้องพยายามให้การเคลื่อนไหวของข้อต่อที่กำลังทำหน้าที่อยู่นั้น เคลื่อนที่ให้สุดมุมการเคลื่อนไหวหรือให้ได้มุมการเคลื่อนไหวมากที่สุด การฝึกความอ่อนตัวควรจะกระทำทุกครั้งในช่วงการอบอุ่นร่างกายก่อนการฝึกซ้อมหรือแข่งขัน และในช่วงหลังการฝึกซ้อม ดังนั้นการฝึกยืดเหยียดกล้ามเนื้อในทุกรูปแบบเพื่อเพิ่มความอ่อนตัวมีความสำคัญต่อนักกีฬาว่ายน้ำเป็นอย่างมากสอดคล้องกับ Alter (1996) ที่กล่าวไว้ว่า ความอ่อนตัวจะช่วยทำให้ลดเวลาในการว่ายน้ำ โดยเพิ่มความเร็วในการว่ายน้ำมากขึ้นเป็นผลมาจากการเพิ่มระยะทางหรืออัตราการใช้แรงที่เพิ่มมากขึ้น ซึ่งนักกีฬาว่ายน้ำควรพัฒนาความอ่อนตัวของร่างกาย 5 ส่วน คือ

1. ข้อเท้า นักกีฬาว่ายน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ล ใช้การเตะเท้าแบบสลับขึ้น – ลง (flutter kick) ถ้ามีความอ่อนตัวของข้อเท้าดีจะสามารถเหยียดข้อเท้าได้มาก มีผลทำให้มีแรงผลักตัวไปข้างหน้าได้มากขึ้น

2. ข้อต่อสะโพก ความอ่อนตัวของข้อต่อสะโพกมีความสำคัญต่อการเคลื่อนไหวในการแยกขา และหุบขาในการว่ายน้ำท่ากบ

3. กระดูกสันหลัง ความอ่อนตัวของกระดูกสันหลังมีความสัมพันธ์กับข้อเท้า และข้อต่อสะโพก อีกทั้งมีความจำเป็นต่อการเพิ่มความสามารถของนักกีฬา เช่น นักกีฬาว่ายน้ำที่มีความอ่อนตัวของหลังดีจะสามารถยกไหล่และมือขึ้นเหนือน้ำได้สูง ทำให้ลดแรงต้านของน้ำ และว่ายน้ำได้เร็วขึ้น

4. ข้อต่อหัวไหล่ ในท่าฟร้อนท์ครอว์ล ถ้าความอ่อนตัวของข้อต่อหัวไหล่มีน้อย จะมีผลทำให้นักกีฬายกแขนขึ้นพ้นน้ำได้ไม่สูง ซึ่งเป็นวิธีที่ไม่ถูกต้อง และไม่มีประสิทธิภาพทำให้เกิดแรงต้านมากขึ้น

5. ข้อต่อหัวเข่า ความอ่อนตัวของข้อต่อหัวเข่ามีความสัมพันธ์กับความอ่อนตัวของข้อต่อสะโพก โดยเฉพาะในการว่ายน้ำท่ากบ ความสามารถในการเคลื่อนไหวขาข้างใดข้างหนึ่งออกจากลำตัวได้ไกลมากเท่าที่จะทำได้มีผลต่อการใช้แรงในการถีบเท้าทำให้ว่ายน้ำได้เร็วมากขึ้น

Counsilman (1977) กล่าวว่า นักกีฬาว่ายน้ำต้องการความอ่อนตัวในระดับปานกลางที่ข้อต่อสะโพก และต้องมีความอ่อนตัวเป็นอย่างมากที่ข้อเท้า เพื่อให้สามารถ เตะน้ำได้ดีมากขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นักกีฬาว่ายน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ล ผีเสื้อ และกรรเชียง ต้องการความอ่อนตัวที่ข้อต่อ หัวไหล่ และข้อเท้า ในการงุ้มปลายเท้า เพราะ การว่ายน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ล และผีเสื้อนั้น ต้องการความอ่อนตัวที่ข้อต่อหัวไหล่ เพื่อให้สามารถยกแขนขึ้นพ้นน้ำได้สะดวก นักกีฬาว่ายน้ำ ท่าฟร้อนท์ครอว์ลที่มีข้อต่อตึงจะต้องพลิกตัวมากขึ้นเพื่อยกแขนให้พ้นน้ำขึ้นเป็นวงกว้างและราบไปกับผิวน้ำ ซึ่งทั้งสองอย่างนี้ทำให้เกิดผลเสียต่อท่าทางของร่างกายและทำให้การยกตัวสูงมากขึ้น เพื่อให้แขนพ้นน้ำซึ่งจะทำให้แรงฉุดเพิ่มขึ้น นักกีฬาว่ายน้ำท่ากบต้องการความอ่อนตัวที่ ข้อต่อหัวไหล่อยู่ในระดับปานกลางของการเคลื่อนไหวปกติเท่านั้น ในการเตะเท้าของการว่ายน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ล กรรเชียง และผีเสื้อ จะต้องเหยียด ข้อเท้าไปด้านหลังให้มากที่สุด เพื่อที่จะผลักน้ำไปข้างหลังและข้างล่าง ในกรณีการว่ายน้ำท่ากบ ผีเสื้อ และฟร้อนท์ครอว์ล การใช้แบบฝึกที่ยืดข้อเท้า นักกีฬาว่ายน้ำท่ากบใช้การงอที่ข้อเท้าในทิศทางตรงกันข้าม นั่นคือการกระดกปลายเท้า ซึ่งช่วยให้แรงของการเตะไปในทิศทางด้านหลังได้มากขึ้น

ระยะเวลาและผลของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่

การยืดเหยียดกล้ามเนื้อเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการสนับสนุนต่อการอบอุ่นร่างกายที่ช่วยให้ร่างกายมีความพร้อมต่อการเผชิญกับสถานการณ์ต่างๆทางกีฬา มีงานวิจัยเกี่ยวกับการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ (dynamic stretching) ที่แสดงให้เห็นว่า มีแนวโน้มที่ดีต่อความสามารถของสมรรถภาพทางการกีฬา (performance) ส่งผลดีต่อร่างกายมากกว่าการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ (static stretching) และไม่มีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ ในขณะเดียวกันระยะเวลาของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อนั้น ยังมีส่วนสำคัญที่ช่วยสนับสนุนและให้ผลดีต่อความสามารถของสมรรถภาพทางการกีฬา (performance) เช่นเดียวกัน จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของ Turki et al. (2011) พบว่า ระยะเวลาในการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ (dynamic stretching) 10 นาที จะเพิ่มความสามารถในการกระโดดได้ ส่วนระยะเวลาที่ให้ผลดีต่อสมรรถภาพทางกายภายหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อคือ 3-5 นาที พร้อมทั้งระยะเวลาพักภายหลังการยืดเหยียดก่อนที่จะเริ่มทดสอบสมรรถภาพทางกายเป็นปัจจัยหนึ่งที่จะเป็นตัวกำหนดถึงผลในด้านบวกของสมรรถภาพทางกาย ซึ่งสุมาลี และสายนที (2555) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลเฉียบพลันของการอบอุ่นร่างกายโดยมี และไม่มีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ต่อความสามารถในการวิ่งและการกระโดดสูง ซึ่งการศึกษานี้ได้ทำการทดสอบหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ (dynamic stretching) โดยใช้ระยะเวลา 5 นาที พบว่า ไม่มีการเปลี่ยนแปลงความสูงในการกระโดด โดย Little and Williams (2006) ได้อธิบายถึง Hoffmann Reflex (H-reflex) เป็นตัวบ่งชี้ถึงความตื่นตัวของระบบประสาทหรือการทำงานของ monosynaptic reflex ในไขสันหลังผ่านทาง muscle spindle ว่า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

น่าจะเป็นผลมาจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ (dynamic stretching) นั้นมีผลไปยับยั้งการทำงานของ H-reflex ในช่วงเวลาสั้นๆ เนื่องจากได้พบว่า เมื่อทำการทดสอบทันทีหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ ความสูงในการกระโดดไม่เปลี่ยนแปลง แต่ความเร็วและความคล่องแคล่วว่องไวซึ่งทำการทดสอบหลังจากนั้นมีค่าเพิ่มขึ้น อาจเป็นไปได้ว่าระยะพักหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ (dynamic stretching) เป็นเวลา 5 นาทีอาจทำให้ระบบประสาทที่ถูกยับยั้ง มีการฟื้นคืนสู่สภาพเดิมเหมือนก่อนการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (the recovery of the motor neuron excitability) Avela et al. (1999) ได้กล่าวว่า H-reflex มีค่าลดลงภายหลังการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบยืดยาวออกแล้วหดสั้นเข้าอย่างรวดเร็วเป็นเวลานาน (long-lasting stretch-shortening cycle) นั้นสามารถกลับคืนสู่ภาวะปกติภายในเวลา 4 นาที ในขณะเดียวกัน Fletcher and Monte-Colombo (2010); Perrier et al. (2011) และ Hough et al. (2009) ได้ทำการทดสอบการกระโดดสูงทันทีหรือภายใน 1-2 นาทีหลังสิ้นสุดการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหว (dynamic stretching) กล้ามเนื้อมีการยืดยาวออกและหดสั้นอย่างช้าๆและเป็นจังหวะ ความสามารถในการกระโดดสูงมีค่าเพิ่มมากขึ้นและมีมากกว่าการยืดเหยียดแบบอยู่กับที่ (static stretching) โดย Chiu et al. (2003) และ Sale (2002) ได้กล่าวว่า ค่าที่เพิ่มมากขึ้นอาจจะเป็นผลมาจาก post activation potential (PAP) ซึ่งเป็นการเพิ่มความสามารถในการหดตัวของกล้ามเนื้อเพียงชั่วครู่จากการที่มีการกระตุ้นการทำงานของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ เนื่องจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ (dynamic stretching) เป็นการเคลื่อนไหวซ้ำๆตลอดช่วงการเคลื่อนไหว ทำให้กลไกในร่างกายมีการเปลี่ยนแปลงคล้ายคลึงกันกับการอบอุ่นร่างกาย โดยกล้ามเนื้อมีอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นและอุณหภูมิแกนกลางของร่างกาย (core temperature) มีค่าที่เพิ่มสูงขึ้นเช่นกัน ซึ่งจะช่วยลดความหนืดของข้อต่อและกล้ามเนื้อ เพิ่มอัตราการนำกระแสประสาท มีผลต่อการเพิ่มแรงและความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อ (McMillian et al., 2006) สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Hamada et al. (2000) และAagaard et al. (2002) ที่พบว่า การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ (dynamic stretching) มีผลทำให้ความเร็วและความเร่งเพิ่มสูงขึ้นได้ เนื่องจากมีการเพิ่มความสามารถในการระดมหน่วยยนต์ของระบบประสาท ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับความตึงตัวของกล้ามเนื้อ และการเพิ่มความสามารถทางแอนแอโรบิค (anaerobic) สอดคล้องกับ Manoel et al. (2008); Fletcher and Anness (2007) และ Hough et al. (2009) ที่กล่าวว่าการยืดเหยียดแบบเคลื่อนที่ (dynamic stretching) ทำให้สมรรถภาพของร่างกายมีแรงระเบิด (explosive) ส่งผลให้มีการทำความเร็วในระยะสั้น (sprint) และการกระโดด (jump) ที่ดีขึ้น ดังที่ Newton and Kraemer (1994) ได้อธิบายไว้ว่า แรงระเบิดของกล้ามเนื้อ คือ พลังกล้ามเนื้อที่เกิดจากการที่กล้ามเนื้อออกแรงเต็มที่อย่างรวดเร็วหนึ่งครั้งซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญของการเคลื่อนไหวที่ต้องการความเร็วสูงอย่างมีประสิทธิภาพ ในขณะที่นักกีฬาพยายามออกแรงและเร่งความเร็วของส่วนต่างๆของร่างกายโดยใช้เวลาให้น้อยลง (Bishop, 2003) อย่างไรก็ตาม Fletcher and Jones

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(2004) และ Fletcher and Anness (2007) ได้กล่าวว่า การเคลื่อนไหวในท่าซ้ำๆกัน โดยไม่มีการหยุดค้างไว้สุดช่วงของการเคลื่อนไหว จะไม่มีผลในการยับยั้งการทำงานของ golgi tendon organ (GTO) และยังเป็นการเตรียมความพร้อมของร่างกายก่อนที่จะออกกำลังกายจริง

Yamaguchi and Ishii (2005) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบกำลังกล้ามเนื้อของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดขา (leg extension) จากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ (SS) และแบบเคลื่อนที่ (DS) กับกลุ่มกล้ามเนื้อ Quadriceps , Hamstrings , Gluteus และ Calf Muscles โดยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ (SS) ให้ยืด 5 ครั้งๆละ 30 วินาที และการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ (DS) ให้กระทำอย่างช้าๆ 5 ครั้ง และทำอย่างเร็วๆ 10 ครั้ง ผลการวิจัยพบว่า การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ (DS) ทำให้กล้ามเนื้อมีการพัฒนาขึ้น ให้ผลและมีประสิทธิภาพดีกว่าการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ (static stretching) จากการวัดกำลังกล้ามเนื้อของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดขา (leg extension) ที่ใช้การออกแรงสูงสุด (maximum effort) นอกจากนี้กล้ามเนื้อได้มีการพัฒนาความสามารถของสมรรถภาพทางการกีฬาที่ดีขึ้น ซึ่งจะเกิดขึ้นในช่วงสั้นๆหลังจากที่กล้ามเนื้อได้มีการหดตัว เรียกว่า post activation potentiation (PAP) (Robbins, 2005 and Sale, 2002)

Bradley et al. (2007) ได้ทำการศึกษาผลของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ (static stretching) แบบเคลื่อนที่ (dynamic stretching) และแบบกระตุ้นระบบประสาท (PNF) ที่ส่งผลต่อการกระโดด กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชายในมหาวิทยาลัย จำนวน 18 คน อายุประมาณ 24 ปี โดยมีการกำหนดเป็น 4 กลุ่มการทดลองและมีการกำหนดให้มีการอบอุ่นร่างกายเป็นเวลา 5 นาทีก่อนการทดลอง กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มควบคุม กลุ่มที่ 2 มีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ 10 นาที กลุ่มที่ 3 มีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ 10 นาที และกลุ่มที่ 4 มีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาท 10 นาที โดยจะมีการทดสอบในนาทีที่ 5 15 30 45 และ 60 ตามลำดับ จากการทดลองพบว่าความสูงจากการกระโดด ภายหลังจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ และแบบกระตุ้นระบบประสาทมีค่าลดลงที่ 4% และ 5% ตามลำดับ และการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ มีค่าลดลงค่อนข้างน้อยที่ 2.7% แต่อย่างไรก็ตามสมรรถภาพของการกระโดดมีค่าสูงสุดอยู่ในช่วง 15 นาทีภายหลังจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ

Yamaguchi et al. (2007) ได้ทำการศึกษาโดยการตรวจสอบกำลังของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (knee extensors) หลังจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ (DS) ซึ่งใช้ความหนักที่แตกต่างกัน 5% 30% และ 60% ของ ค่าแรงหดตัวสูงสุดของการเหยียดขา (maximum voluntary contraction : MVC) ผลการวิจัยพบว่า จากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ ทำให้กำลังของกลุ่ม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กล้ามเนื้อเหยียดเข่า (knee extensors) เพิ่มสูงขึ้น จากการใช้ความหนักทั้ง 3 แบบ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้ทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ

กรกต (2552) ศึกษาและเปรียบเทียบผลระยะเฉียบพลันของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ (SS) แบบเคลื่อนที่ (DS) และแบบการยืดเหยียดแบบกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อด้วยเทคนิค contract-relax (PNF-CR) ที่มีต่อแรงเชิงมุมสูงสุดของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนิสิตพลศึกษา เพศชาย อายุ 18-21 ปี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสนซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จำนวน 30 คน โดยที่กลุ่มตัวอย่างทุกคนจะได้รับการทดสอบแรงเชิงมุมสูงสุดของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า คนละ 4 ครั้ง คือ แบบไม่มีการยืดเหยียด (NS) และภายหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 3 แบบ แต่ละแบบเว้นระยะห่างกัน 48 ชั่วโมง และในแต่ละครั้งที่ทำการทดลองนั้นกลุ่มตัวอย่างจะต้องเริ่มด้วยการอบอุ่นร่างกายโดยการปั่นจักรยาน ที่ความหนัก 60% HRR 5 นาทีแล้วทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ จำนวน 3 ครั้งๆ ละ 15 วินาที แล้วจึงทดสอบแรงเชิงมุมสูงสุดของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าด้วยเครื่องไอโซคิเนติค ที่ระดับความเร็วเชิงมุม 60 และ 120 องศาต่อวินาที จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบการทดลองวัดซ้ำแบบมิติเดียวและเปรียบเทียบความแตกต่าง เป็นรายคู่โดยใช้วิธีของ Tukey กำหนดระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ผลการวิจัยพบว่าภายหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 3 แบบ มีค่าเฉลี่ยของแรงเชิงมุมสูงสุดที่มุม 60 องศาต่อวินาทีของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยที่การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบ DS (225.17 Nm) มีค่าความแข็งแรงสูงสุด รองลงมาเป็นแบบ PNF-CR (213.15 Nm) และแบบ SS (209.93 Nm) ส่วนค่าเฉลี่ยของของแรงเชิงมุมสูงสุดที่มุม 120 องศาต่อวินาที ของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า พบว่าการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบ SS (177.73 Nm) และแบบ DS (185.20 Nm) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบ DS และแบบ PNF-CR (180.58 Nm) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่ไม่พบว่ามีความแตกต่างระหว่างการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบ PNF-CR กับแบบ SS จากการทดลองนี้พบว่าการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบ DS ทำให้เกิดความแข็งแรงสูงสุดระยะเฉียบพลัน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ต่อไป ดังนั้น การที่จะทำให้ค่าแรงเชิงมุมสูงสุดของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นนั้น จำเป็นต้องมีรูปแบบวิธีการและระยะเวลาการยืดเหยียดกล้ามเนื้อด้วยความเหมาะสมจึงจะทำให้ได้ผลจากการหดตัวสร้างแรงหดตัวกล้ามเนื้อสูงที่สุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความเร็วกับการว่ายน้ำ

เจริญ (2545) กล่าวว่า ความเร็ว คือ คุณสมบัติส่วนหนึ่งที่ได้มาจากการถ่ายทอดทางพันธุกรรม (inherited) และอีกส่วนหนึ่งได้มาจากการเรียนรู้ (learning) หรือการฝึก (training) ความเร็ว เป็นปรากฏการณ์ที่แสดงถึงความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อ ยิ่งฝึกการเคลื่อนไหวหรือการประสานงานของกล้ามเนื้อได้มากเท่าใด ประสิทธิภาพหรือความเร็วก็จะยิ่งเพิ่มมากขึ้นเท่านั้น ความเร็วของขาขึ้นอยู่กับระดับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ โดยเฉพาะความแข็งแรงของกลุ่มกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (quadriceps) และกล้ามเนื้อน่อง (calf) ซึ่งมีส่วนช่วยในการพัฒนากำลังในแต่ละช่วง การฝึกความเร็วจะได้ผลหรือบังเกิดประสิทธิภาพ ขึ้นอยู่กับการกำหนดระยะทาง และการพิจารณาเลือกใช้รูปแบบวิธีการฝึก จะต้องเน้นให้นักกีฬาใช้ความเร็วในการออกแรงเต็มที่ทุกเที่ยว ระยะทางที่ใช้ในการฝึกความเร็วที่ให้ผลอย่างแท้จริง ที่สำคัญเวลาพักควรเพียงพอที่จะทำให้นักกีฬาหายเหนื่อยหรือสามารถใช้ความเร็วในการออกแรงเที่ยวต่อไปได้อย่างเต็มที่ เพื่อพัฒนาประสิทธิภาพความเร็วสูงสุดให้บังเกิดผลดีกับนักกีฬาอย่างแท้จริง ส่วนหนึ่งของการฝึกเทคนิค ทักษะ มีรายละเอียดเฉพาะนอกเหนือไปจากการฝึกความเร็วทั่วไปที่ผู้ฝึกสอนกีฬาควรให้ความสำคัญในการฝึก องค์ประกอบอีกประการหนึ่งที่จะช่วยให้การฝึกความเร็วของนักกีฬาประสบความสำเร็จได้อย่างรวดเร็วยิ่งขึ้นก็คือการเน้นกายบริหารประเภทยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (stretching exercise) และความอ่อนตัว (flexibility exercise) รวมทั้งการเสริมสร้างความแข็งแรงกล้ามเนื้อเฉพาะส่วนด้วยการฝึกยกน้ำหนัก (weight training) และการสร้างสมาธิความมุ่งมั่น (concentration) ในระหว่างการฝึกซ้อมให้เกิดขึ้นกับนักกีฬา ซึ่งสอดคล้องกับ ประทุม (2527) กล่าวว่า การมีความเร็วเพิ่มขึ้นเป็นอีกสิ่งหนึ่งที่มีผลมาจากการฝึก สิ่งนี้มองเห็นได้ไม่ยาก การที่สถิติกีฬาต่างๆ ถูกทำลายอยู่บ่อยๆนั้น มิใช่เฉพาะคนเราจะแข็งแรง อดทน และมีเทคนิคที่ดีขึ้นเท่านั้น แต่ส่วนหนึ่งของความสำเร็จก็คือการมีความเร็วที่เพิ่มขึ้น เป็นที่เชื่อกันว่าความเร็วเกิดขึ้นได้เพราะ ประสิทธิภาพในการถ่ายทอดพลังกระทบประสาทที่ motor end plate หรือ myoneural junction มีสูงขึ้น การฝึกกล้ามเนื้ออาจทำให้พื้นที่สัมผัสระหว่างประสาทและกล้ามเนื้อมีมากขึ้น ทำให้การถ่ายทอดพลังงานกระทบประสาทดำเนินไปอย่างรวดเร็ว อันเป็นผลทำให้กล้ามเนื้อสามารถตอบสนองต่อการกระตุ้นของประสาทได้เร็วขึ้น

Maglischo (2003) และ Cecil (2002) ได้กล่าวว่า การแข่งขันกีฬาว่ายน้ำทุกครั้งจะเกี่ยวข้องกับเรื่อง ความถี่สโตร์ค (stroke frequency หรือ stroke rate) และความยาวสโตร์ค (stroke length) ที่จะส่งผลต่อความเร็วของการว่ายน้ำ สำหรับการแข่งขันว่ายน้ำในแต่ละครั้ง ความถี่สโตร์ค จะหมายถึง จำนวนรอบของสโตร์คในแต่ละนาที (สโตร์ค/นาที) หรือ ระยะเวลาที่นักกีฬาว่ายน้ำใช้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แขนใน 1 รอบสโตร์คที่สมบูรณ์ (เวลา/รอบ) ขณะเดียวกัน ความยาวสโตร์ค หรือ ระยะทางต่อสโตร์ค (distance per stroke) หมายถึง ระยะทางที่ร่างกายเคลื่อนที่ ที่ได้จากการดึงแขนครบ 1 รอบสโตร์ค ซึ่งจะเป็นตัวที่บ่งบอกถึงคุณภาพของการดึงแขนในแต่ละครั้ง โดยที่การกวาดน้ำ การดึงแขนพลักน้ำไปด้านข้างของลำตัวสู่ด้านหลัง การกลิ้งลำตัว และการวางแขนลงสู่ผิวน้ำ (arm entry) ของการว่ายน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ลนั้น เป็นองค์ประกอบที่ดีและมีความสำคัญในการสร้างความยาว สโตร์ค อย่างไรก็ตาม ความยาวสโตร์ค จะคำนวณเป็นจำนวนเมตรที่ร่างกายได้เคลื่อนที่ไปข้างหน้าใน 1 รอบสโตร์ค สอดคล้องกับ Craig and Pendergast (1979) ที่กล่าวว่า ในการแข่งขันว่ายน้ำนั้น เป็นการกระทำที่แสดงให้เห็นถึงกลไกของร่างกายที่เกี่ยวข้องกับวงจรในการเคลื่อนที่ของแขนและขา และยังคำนึงถึงการเคลื่อนที่ที่ทำให้ได้ระยะทางอย่างรวดเร็ว ความเร็วในการว่ายน้ำ จะเป็นสิ่งที่สะท้อนให้เห็นถึงสมรรถภาพของการว่ายน้ำได้ดีที่สุดและยังสามารถอธิบายได้ถึงกลไกของสโตร์คในการว่ายน้ำที่จะทำให้เกิดความเร็วได้ ซึ่งประกอบด้วย ความยาวสโตร์ค และความถี่สโตร์ค

ณัฐิกา (2545) ได้รายงานผลการวิจัยที่ศึกษาปัจจัยทางชีวกลศาสตร์และสัดส่วนร่างกายที่มีอิทธิพลต่อสถิติในการว่ายน้ำท่าวัดวาประเภทสปรินท์ ระยะทาง 50 เมตร พบว่า ตัวแปรที่สำคัญที่สามารถใช้ทำนายสถิติเวลาหรือความเร็วในการว่ายน้ำโดยการวิเคราะห์สมการพหุคูณ โดยการเพิ่มตัวแปรเป็นขั้นๆ พบว่า มีตัวแปร 3 ตัว ที่สามารถร่วมกันทำนายสถิติหรือความเร็วในการว่ายน้ำได้ถึง 67.8 เปอร์เซ็นต์ คือ น้ำหนักร่างกาย ความถี่สโตรค (SF) และความยาวสโตรค (SL) ตามลำดับ ซึ่งความยาวสโตรค (SL) และ ความถี่สโตรค (SF) เป็นสัดส่วนโดยตรงต่อความเร็วในการว่ายน้ำ จะเห็นได้ว่า นักกีฬาว่ายน้ำที่มีความถี่สโตรค (SF) หรือ ความยาวสโตรค (SL) เพิ่มขึ้น ก็จะสามารถทำให้ความเร็วของการว่ายน้ำเพิ่มขึ้นได้

ทฤษฎี เทคนิค และการว่ายน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ล

อภิชาต และ ปรีชา (2555) กล่าวว่า การว่ายน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ล (front crawl)นี้ จะต้องใช้ท่าทางให้ถูกต้อง แขนและขาดี ใช้แขนประมาณ 70-75 % ขึ้นไป ขาใช้กำลังประมาณ 25-30 % จึงต้องฝึกให้ถูกจังหวะและท่าทางเพื่อการผ่อนแรงให้ถูกต้อง บุญส่ง (2544) กล่าวว่าท่าฟร้อนท์ครอว์ล (front crawl) นี้สามารถเคลื่อนที่ไปในน้ำได้เร็วที่สุดประมาณ 5 ไมล์/ชั่วโมง หรือ 8 กม./ชั่วโมง เนื่องจากมีการแนบติดแน่นอยู่กับน้ำ (fix) อย่างสม่ำเสมอจากการเคลื่อนไหวของแขนและขาสลับกัน ท่าที่ใช้แข่งขัน ว่ายน้ำทุกท่าจะว่ายในลักษณะนอนหงายหรือนอนคว่ำอย่างใดอย่างหนึ่ง แต่ก็ไม่มีท่าทางใดที่สามารถจะออกแรงได้เท่ากับที่ได้ทำกับพื้นที่มั่นคงบนพื้นดินส่วนใหญ่เราจะ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ใช้น้ำหนักตัวเพื่อออกแรงดันต่อวัตถุ แต่ในน้ำแรงดันจะมาจากการใช้คานที่เหมาะสมที่สุด ตัวอย่างเช่น กล้ามเนื้อ latissimus dorsi เป็นกล้ามเนื้อมัดใหญ่ที่สุดของร่างกายส่วนบน การพลิกตัวตามแกนยาว เป็นสิ่งที่ช่วยให้กล้ามเนื้อนี้มีส่วนในการออกแรงได้มากและนานที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ในการว่ายน้ำท่านี้ ท่าฟร้อนท์ครอว์ล (front crawl) มีข้อได้เปรียบกว่า ท่าว่ายอื่นๆ อยู่ 2 ประการ คือ ประการแรกท่าทางที่อยู่ในแนวขนานขอบฟ้าทำให้เพรียวน้ำตลอดช่วงการว่ายได้ดีกว่า ดังนั้นจึงทำให้มีแรงต้านทานน้อยที่สุดประการที่สอง การเคลื่อนไหวของแขนและขาสลับกันอย่างต่อเนื่องทำให้แน่ใจได้ว่า เกิดแรงเชิงกลอย่างมากกระทำต่อน้ำ ทำให้เกิดแรงผลักดันไปข้างหน้าอย่างต่อเนื่องตราบเท่าที่ยังมีการแนบติดแน่นกับน้ำอยู่ตลอดช่วงในการว่ายน้ำ

1. การจัดตำแหน่งของร่างกาย (body position)

ระดับน้ำอยู่ที่หน้าผาก ลำตัวราบและเพรียวน้ำแต่อยู่ในน้ำต่ำพอที่จะทำให้การเตะน้ำมีประสิทธิภาพ มีการเคลื่อนไหวรอบแกนแนวยาวในขณะที่มือแต่ละข้างจมลงไปเพื่อ “จับน้ำ” (catch) และศีรษะถูกบิดรอบแกนเพื่อการหายใจเข้า ตำแหน่งของศีรษะเมื่อเทียบกับระดับน้ำเป็นตัวบ่งชี้ที่ดีถึงประสิทธิภาพของร่างกายที่เพรียวน้ำ การบิดตัวตามแกนยาวเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างมากในท่าว่ายนี้ เพราะไม่เพียงแต่จะช่วยในการเคลื่อนไปข้างหน้าเท่านั้น แต่ยังช่วยจัดลำตัวให้อยู่ในท่าทางที่ดีเพื่อก่อให้เกิดแรงดันเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะในช่วงท้ายของการเคลื่อนไหวของแขน การบิดลำตัวควรจะเท่ากันทั้งสองข้าง โค้ชหลายท่านจึงใช้การสอนให้หายใจทั้งสองข้างเนื่องจากจะช่วยให้เกิดสมดุลที่ดีในท่าว่ายน้ำ และยังเป็นวิธีที่ดีสำหรับการ “เหลือบมอง” คู่แข่งอีกด้วย

2. การเคลื่อนไหวของขา (leg action)

การเคลื่อนไหวของขามาจากบริเวณสะโพกและผ่านลงมายังเข่าซึ่งงอเล็กน้อยเนื่องจากแรงดันของน้ำและจากช่วงจังหวะของคานที่ใช้ในการเตะขาลงเพื่อผลักดันตัวไปข้างหน้าสิ้นสุดลงที่เท้า ซึ่งจะอยู่ในลักษณะงุ้มปลายเท้าและเคลื่อนไหวแบบโบกสะบัด การเคลื่อนไหวของเท้าจะต่อเนื่องและสลับกันโดยที่เท้าทั้งสองข้างจะอยู่ชิดกัน

ในท่าฟร้อนท์ครอว์ล (front crawl) จะเห็นวิธีการเตะขาที่แตกต่างกันได้หลายแบบ โดยพื้นฐานแล้วมีรูปแบบการเตะขาอยู่ 3 รูปแบบ ดังต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. การเตะแบบ 2 ครั้ง ซึ่งสามารถเปลี่ยนไปเป็นการเตะไขว้ 2 ครั้ง
2. การเตะแบบ 4 ครั้ง ซึ่งสามารถเปลี่ยนไปเป็นการเตะแบบ 1-2-3 เตะไขว้
3. การเตะแบบ 6 ครั้ง

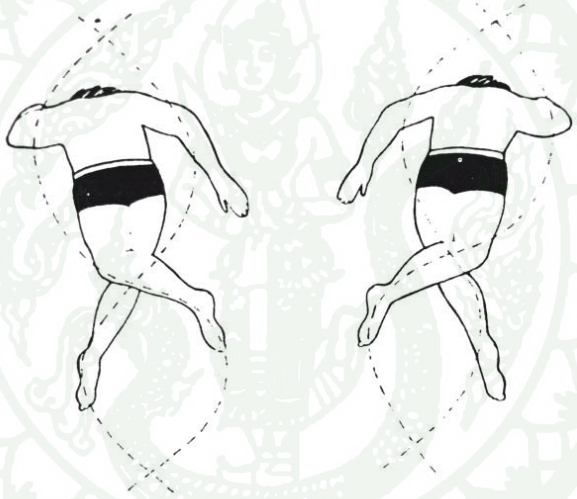
มีทฤษฎีหลายทฤษฎีที่เกี่ยวกับแรงฉุดของขาและเท้า ตัวอย่างเช่น จะเกิดแรงฉุดขึ้นอย่างแน่นอน ถ้าไม่งุ้มปลายเท้าให้ดีพอเช่นเดียวกันในการเตะเท้าแบบ 2 ครั้ง เท้าของนักกีฬาว่ายน้ำบางคนเกือบจะไม่ได้ขยับเลยและเชื่อว่าเป็นผลให้เกิดแรงฉุดขึ้น นักกีฬาว่ายน้ำจำนวนมากใช้การเตะแบบ 2 ครั้งในโปรแกรมการฝึก แต่เมื่อมีความชำนาญมากขึ้นก็อาจจะเปลี่ยนไปเป็นการเตะแบบ 6 ครั้ง

การเตะแบบ 2 ครั้ง ขณะที่มือข้างหนึ่งจมลงไปเพื่อ “จ้วงน้ำ” ขาด้านตรงข้ามก็จะเตะลง วิธีนี้เป็นวิธีที่ง่ายที่สุดที่จะทำความเข้าใจในการวิเคราะห์ท่าว่าย ที่ยากขึ้นก็คือการเตะแบบเตะไขว้ 2 ครั้ง จากตำแหน่งไขว้ขาซึ่งเท้าขวาอยู่เหนือเท้าซ้าย เข่าขวาจะงอทำให้ขาขวาพ้นน้ำ แล้วเตะลงมาเป็นแนวโค้ง เนื่องจากการบิดลำตัวและการเคลื่อนไหวด้านข้าง และกลับขึ้นมาอยู่ใต้เท้าซ้ายกลายเป็นตำแหน่งไขว้อีกครั้งหนึ่ง ในช่วงเวลาที่กล่าวนี้ขาซ้ายจะเคลื่อนที่ลงเล็กน้อยและออกด้านนอกแล้วกลับเข้าด้านใน ทำให้เกิดเป็นเส้นทางครึ่งวงกลมก่อนที่จะมาอยู่ในตำแหน่งไขว้เหมือนเท้าขวา มีการหยุดชั่วขณะก่อนที่จะเริ่มวงรอบต่อไป โดยการงอเข่าซ้ายทำให้ขาซ้ายพ้นน้ำขึ้นมาแล้วเตะลง จุดมุ่งหมายของวงรอบการเตะทั้งหมดก็คือเพื่อช่วยรักษาท่าทางของลำตัว ในขณะที่อยู่ในตำแหน่งไขว้นั้นเท้าทั้งสองจะงุ้มที่ปลายเท้าและมีรูปร่างคล้ายกับดินสอ ทำให้น้ำไหลผ่านได้สะดวก แรงฉุดที่เกิดขึ้นจึงมีน้อยที่สุด การเตะลงมีส่วนช่วยทำให้ลำตัวเพรียวน้ำมากขึ้นแม้ว่าจะมีการเคลื่อนที่ไปด้านข้างเกิดขึ้นบ้างทั้งๆที่มีการยกข้อศอกขึ้นสูงในช่วงดึงมือกลับ ในการเตะแบบ 2 ครั้งนั้น การเคลื่อนที่ไปด้านข้างเกิดขึ้นจาก “การช่วยเหลือ” ของการเคลื่อนที่ของลำตัวไปด้านข้าง และจะถูกควบคุมโดยการเคลื่อนที่แบบ “ไขว้” ในวงรอบของการเตะ มีการเคลื่อนไหวที่แยกจากกันได้ 4 ช่วงคือ ขณะที่เท้าข้างหนึ่งพ้นน้ำขึ้นมา เท้าอีกข้างหนึ่งจะเคลื่อนลงและวนไปจนมาสิ้นสุดที่เหนือเท้าอีกข้างหนึ่ง หลังจากนั้นเท้าจะเคลื่อนลงอย่างเร็วแล้วกลับขึ้นมา เท้าที่อยู่ข้างบนจะเคลื่อนพ้นน้ำขึ้นมาและเคลื่อนลงอย่างเร็ว ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่า การเตะขาไขว้ 2 ครั้งนั้นจริงๆแล้วก็คือการเตะ 4 ครั้งรูปแบบหนึ่งนั่นเอง

การเตะแบบ 4 ครั้ง เพื่อที่จะจำลองแบบการเตะที่เรียกว่าการเตะแบบไขว้ 2 ครั้ง ให้วางมือข้างหนึ่งเหนือมืออีกข้างหนึ่ง แล้วเคลื่อนมือที่อยู่ข้างบนลงไปใต้มือที่อยู่ข้างล่างและทำซ้ำๆกันไป โดยใช้การเคลื่อนไหวขึ้นลงของมือทั้งสองข้างก็จะได้วงรอบของการเตะแบบ 2 ครั้ง ดังภาพที่ 3

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อย่างไรก็ตาม การเคลื่อนไหวของเท้าที่เคลื่อนลงไปนั้นถูกกำหนดด้วยจำนวนตัวเลข ดังนั้นจริงๆ แล้วจะมีการเคลื่อนไหวของเท้าทั้งสองรวม 4 ครั้งในวงรอบดังกล่าว นอกจากนี้ในหลายๆกรณี รูปแบบนี้จะเปลี่ยนแปลงไปเป็นรูปแบบการเตะไขว้ในช่วงหนึ่งของวงรอบของการเตะเท้าด้วย รูปแบบการเตะไขว้จะช่วยต้านการเคลื่อนที่ด้านข้างที่เกิดขึ้นจากการเคลื่อนที่ของศีรษะที่มากเกินไปในวงรอบของการหายใจ วงรอบของการเตะที่สมบูรณ์ที่กล่าวถึงนี้ก็จะกลายเป็นรูปแบบการเตะ 1-2-3 เตะไขว้ การเคลื่อนไหวแบบ “4 ครั้ง” นี้ก็มีผลในด้านการรักษาท่าทางของลำตัวเป็นสำคัญ ส่วนแรงผลักดันนั้นมีอยู่ในขอบเขตจำกัดเท่านั้น



ภาพที่ 3 การเตะแบบ 4 ครั้ง

ที่มา: Dixon (1996)

การเตะแบบ 6 ครั้ง ในท่าว่ายฟร้อนท์ครอว์ล (front crawl) การเตะแบบนี้ยากที่จะประเมินถึงความสัมพันธ์ที่แน่ชัดกับวงรอบของการเคลื่อนไหวของแขน แม้ว่าการจำกัดความเร็วเอาไว้จะช่วยให้เข้าใจได้ว่ามีอะไรเกิดขึ้นบ้าง กล่าวคือ

1. ขณะที่แขนขวาจมลงในน้ำเพื่อดึงน้ำนั้นขาซ้ายจะเตะลง
2. ขณะที่แขนขวาเกือบจะจบการวนเข้าข้างใน ขาขวาจะเตะลง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. ขณะที่แขนขวากำลังจะพ้นน้ำขึ้นมา ขาซ้ายจะเตะลง
4. ขณะที่แขนซ้ายจมลงในน้ำเพื่อดึงน้ำนั้นขาขวาจะเตะลง
5. ขณะที่แขนซ้ายเกือบจะจบการวนเข้าข้างใน ขาซ้ายจะเตะลง
6. ขณะที่แขนซ้ายกำลังจะพ้นน้ำขึ้นมา ขาขวาจะเตะลง

การเตะเท้าแบบ 6 ครั้งจะช่วยการเคลื่อนไหวของแขนโดยการให้แรงผลักดันเสริมและยังช่วยในการรักษาท่าทางของร่างกายให้เพรียวน้ำด้วย ส่วนมากจะใช้ในการว่ายน้ำระยะสั้น แต่ก็มีนักกีฬาว่ายน้ำระยะไกลใช้อยู่เช่นเดียวกัน ทำนองเดียวกันการเตะแบบ 2 ครั้งและการเตะแบบไขว้ 2 ครั้งก็มีการนำมาใช้ทั้งในนักกีฬาว่ายน้ำทั่วไปและนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นระดับนานาชาติเช่นกัน

ความสำคัญของช่วงจังหวะ

ขาประกอบด้วยคาน 3 คานแยกจากกัน คือ ขาท่อนบน ขาท่อนล่าง และเท้า ช่วงจังหวะมีความสำคัญอย่างมากในปฏิกิริยาการเคลื่อนไหวของขาแต่ละข้าง และความอ่อนตัวของเท้าก็มีความสำคัญมากเช่นเดียวกัน ถ้าข้อเท้าและช่วงจังหวะการเคลื่อนไหวของแต่ละคานไม่ดีแล้วการเคลื่อนไหวของขาก็จะไม่มีประสิทธิภาพ การเตะจะมาจากบริเวณสะโพก เคลื่อนไหวต่อลงมาที่เข่าซึ่งงอในขณะที่เตะลงและสิ้นสุดที่เท้าซึ่งเคลื่อนที่ขึ้นและลง แต่ละคานจะมีช่วงการเคลื่อนไหวของตัวเอง การเคลื่อนไหวที่มีประสิทธิภาพควรจะทำให้เกิดเส้นทางเป็นรูปแบบคลื่น ดังภาพที่ 4

ภาพที่ 4 เส้นทางการเตะเท้า

ที่มา: Dixon (1996)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความสำคัญของเท้า

คานที่สำคัญที่สุดใน 3 คานสำหรับการผลักดันคือเท้า ถ้าส่วนนี้ขาดความอ่อนตัวแล้วจะมีผลกระทบต่อแรงผลักดันอย่างมาก นักกีฬาว่ายน้ำท่ากบบางคนพบว่าการงอฝ่าเท้าให้มีประสิทธิภาพเป็นเรื่องที่ทำได้ยากและก็จะมีผลต่อแรงผลักดันของเท้าในการว่ายท่าฟร้อนท์ครอว์ล (front crawl) ของตนด้วยรูปแบบใดที่นักกีฬาว่ายน้ำได้ใช้จนชินแล้วจะไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ แม้ว่าสไตล์หรือความเข้าใจของนักกีฬาว่ายน้ำเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวของขาอาจจะปรับปรุงขึ้นมาได้ โดยการให้ความรู้เกี่ยวกับการเคลื่อนไหวของขา และโดยการฝึกเกี่ยวกับเรื่องช่วงจังหวะและความอ่อนตัวที่ก้าวหน้าขึ้นเรื่อยๆ

3. การเคลื่อนไหวของแขน (arm action)

ในตำแหน่ง “การจับน้ำ” มือจะงอเล็กน้อยแล้ววนออกข้างนอกมาด้านหลังลงข้างล่างแล้ววกเข้าข้างใน วาดออกด้านข้างเล็กน้อยจนกระทั่งสิ้นสุดการดันน้ำ ข้อศอกจะโผล่พ้นน้ำก่อนตามด้วยนิ้วก้อย การวนของมือจะมีรูปแบบตัว S การดึงแขนกลับจะให้ศอกยกขึ้นสูงและการจ้วงลงน้ำนั้นมือจะอยู่ในแนวไหล่ห่างออกไปข้างหน้าประมาณ 45 เซนติเมตร หลังจากจ้วงลงแล้วมือจะเหยียดออกไปข้างหน้าก่อนที่จะจมลงมาเพื่อ “จับน้ำ” ในการใช้แขนใต้น้ำอีกลักษณะหนึ่งคือดึงลงมาตรงๆไม่ต้องวาดรูปตัว S โดยการงอข้อศอกให้ทำมุม 90-100 องศา ดึงจากด้านบนผ่านตรงเข้ามาใต้ท้อง และผ่านออกไปทางสะโพก ซึ่งต้องใช้ความแข็งแรงของแขนและไหล่ แต่ก็มีใช้กันทั่วไปแล้วแต่ความสามารถหรือการฝึกฝนของนักกีฬาว่ายน้ำ ดังนั้นการจะใช้แขนแบบใดต้องพิจารณาโครงสร้างของร่างกาย วิเคราะห์ให้ดีว่านักกีฬาว่ายน้ำควรฝึกการใช้แขนใต้น้ำ แบบใดจึงจะมีประสิทธิภาพมากที่สุด และขึ้นอยู่กับการฝึกฝนให้ชำนาญด้วย ซึ่งบุญเลิศ (2548) ได้กล่าวถึงลำดับขั้นของการใช้แขนมีดังต่อไปนี้

3.1 การนำมือลงสู่น้ำ (entry) การนำมือลงสู่น้ำจะต้องกระทำอย่างนิ่มนวล ไม่เกร็งมือและแขน จุดที่มือลงน้ำที่ถูกต้องคือช่วงระหว่างแนวกึ่งกลางของลำตัวกับแนวของหัวไหล่ โดยนิ้วมือจะต้องลงสู่ผิวน้ำก่อนเป็นอันดับแรก และข้อศอกยกสูง บิดข้อมือออกด้านนอก ทำมุมกับผิวน้ำประมาณ 30-40 องศา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.2 การเหยียดแขน (stretch) เมื่อมือลงสู่น้ำแล้วให้เหยียดแขนไปข้างหน้า โดยไม่มีการเกร็งมือและแขน ในการเหยียดแขนนี้ให้เป็นลักษณะเหมือนเอื้อมแขน เสมือนผู้ว่ายพยายามจะใช้มือไปจับหรือดึงบางสิ่งบางอย่างที่อยู่ด้านหน้า

3.3 การจับหรือการกวักน้ำ (catch) เมื่อเหยียดแขนไปด้านหน้าเตรียมกดน้ำและพร้อมออกแรงดึงน้ำต่อไป

3.4 การดึงน้ำและการผลักน้ำ (pull and push) หลังจากการจับน้ำแล้วให้เริ่มออกแรงดึงน้ำ โดยการวาดน้ำเข้าตัวและดึงผ่านใต้ลำตัวโดยพยายามให้ใกล้กับแนวกึ่งกลางของลำตัว ในระยะนี้ข้อศอกงอทำมุมประมาณ 90 องศา หลังจากนั้นให้ผลักหรือดันน้ำไปยังข้างสะโพก พร้อมกับบิดข้อมือออกจนกระทั่งสิ้นสุดการดันน้ำ มือจะอยู่บริเวณต้นขา ดังภาพที่ 5

ภาพที่ 5 การดึงน้ำและการผลักน้ำ

ที่มา: ฟอง (2524)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.5 การยกแขนขึ้นพ้นน้ำ (recovery) หลังจากสิ้นสุดการดันน้ำ แรงเหวี่ยงจากการดันน้ำจะทำให้แขนเคลื่อนไหวพ้นน้ำ ซึ่งการยกแขนพ้นน้ำต้องให้ข้อศอกพ้นน้ำก่อนแล้วตามด้วยมือ หลังจากนั้นมือจะเหวี่ยงผ่านไหล่ออกข้างไปอยู่ข้างหน้า และเตรียมที่จะนำมือลงสู่น้ำต่อไป โดยข้อศอกจะต้องสูงกว่าข้อมือเสมอ

4. การหายใจ (breathing)

บุญส่ง (2544) กล่าวว่า การหายใจอาจจะทำเพียงด้านเดียวหรือสองด้านก็ได้ นักกีฬาว่ายน้ำจะหายใจเข้าเมื่อจวนจะสิ้นสุดช่วงการผลักมือ และหายใจออกอย่างแรงตลอดช่วงที่เหลือของวงรอบการเคลื่อนไหวของแขน การหายใจจะต้องมีเวลาที่สอดรับกับวงรอบของการว่าย การหายใจควรจะเน้นการหายใจออกที่สัมพันธ์กับช่วงจังหวะเวลาของการเคลื่อนไหวทั้งหมด เพราะเมื่อศีรษะบิดไปเพื่อรับอากาศการเคลื่อนไหวตามแกนยาวของลำตัวจะเพิ่มขึ้นอีก 20-30 องศา วงรอบของการหายใจจึงมีผลกระทบต่อท่าทางและความเพรียวน้ำของลำตัว ซึ่งในช่วงการฝึกและในการว่ายน้ำทั่วๆไป จะพบเทคนิคการหายใจต่อไปนี้

- การหายใจด้านเดียว
- การหายใจสองด้าน
- การหายใจช่วงท้าย
- การหายใจอย่างแรง
- การกลั้นหายใจ
- การหายใจที่มีการควบคุมหรือหายใจน้อยกว่าปกติ

การหายใจในร่องคลื่น

การเคลื่อนไหวลำตัวไปข้างหน้าของนักกีฬาว่ายน้ำ ทำให้เกิดคลื่นที่ส่วนหัวและเกิดร่องคลื่นตามมาด้วย นักกีฬาว่ายน้ำสามารถบิดศีรษะในแต่ละช่วงการว่ายน้ำเพื่อหายใจเข้าในร่องคลื่นนี้ได้ ซึ่งมองดูเหมือนกับการหายใจเข้าเกิดขึ้นใต้ระดับน้ำ ดังภาพที่ 6 เมื่อนักกีฬามีความสามารถสูงขึ้นความเร็วในการว่ายก็จะเพิ่มขึ้นและทำให้เกิดคลื่นที่ส่วนหัวใหญ่ขึ้นตามไปด้วย ร่องคลื่นที่เกิดขึ้นก็มีขนาดใหญ่เพิ่มขึ้น ดังนั้นการคลื่นไหวศีรษะเพียงเล็กน้อยก็สามารถหายใจเข้าได้ การเคลื่อนไหวเพื่อหายใจอย่างมีประสิทธิภาพ เกิดขึ้นเมื่อการเคลื่อนไหวของศีรษะสัมพันธ์กับเวลาในการเคลื่อนไหวของแขน ศีรษะควรจะเริ่มบิดเมื่อแขนอยู่ในน้ำระยะแรกๆของช่วงการผลักดัน การ

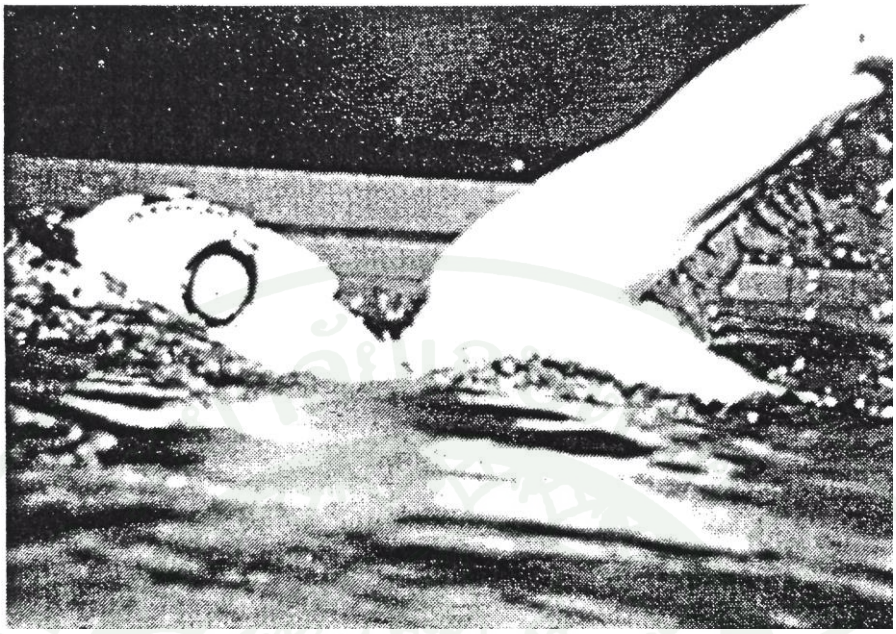
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เคลื่อนไหวจะเสร็จสิ้นเมื่อมือเริ่มพ้นน้ำ แล้วบิดกลับตามมือไปจนถึงการจ้วงลงน้ำ การเคลื่อนไหวเพื่อหายใจจะเกิดต่อเนื่องไปโดยตลอดวงรอบของการเคลื่อนไหวของแขน คำที่ใช้เช่น “การหายใจอย่างแรง” ส่วนใหญ่จะหมายถึงการหายใจเข้า บุญเลิศ (2548) กล่าวว่า การหายใจในการว่ายน้ำจะหายใจเข้าทางปาก หายใจออกทางปาก หรือออกทั้งปากและจมูกจะไม่ใช้จมูกในการหายใจเข้า ซึ่งสามารถปฏิบัติได้ 2 วิธี คือ

1. หายใจช้า (trickle breathing) คือการหายใจออกในน้ำทีละน้อยตลอดช่วงของการใช้แขนจนกว่าจะมีการบิดหน้าเพื่อหายใจเข้าครั้งต่อไป การหายใจแบบนี้เป็นไปโดยธรรมชาติไม่รีบเร่ง ซึ่งจะช่วยในการผ่อนคลายความเครียดในขณะว่ายน้ำ

2. หายใจแรง (explosive breathing) คือการกลั้นหายใจตลอดขณะที่หน้าจมอยู่ในน้ำจนกระทั่งบิดหน้าเมื่อปากพ้นน้ำให้หายใจออกอย่างแรงในลักษณะการเป่าลมออกแล้วหายใจเข้าทันทีอย่างเร็วก่อนบิดหน้าคืนสู่ตำแหน่งเดิม ในการว่ายน้ำสามารถนำวิธีการหายใจทั้งสองวิธีมาใช้ร่วมกันได้ สำหรับการว่ายน้ำระยะไกลควรมีจังหวะการหายใจสม่ำเสมอ นักกีฬาว่ายน้ำบางคนถนัดหายใจข้างใดข้างหนึ่ง (ซ้ายหรือขวา) ข้างเดียว ซึ่งไม่ใช่เป็นสิ่งสำคัญและไม่มีข้อห้าม แต่ถ้าต้องการพัฒนาความสมดุลของร่างกายในการว่าย ควรใช้วิธีการหายใจสลับข้างโดยการหายใจทุกจังหวะของการใช้แขนครั้งที่สาม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



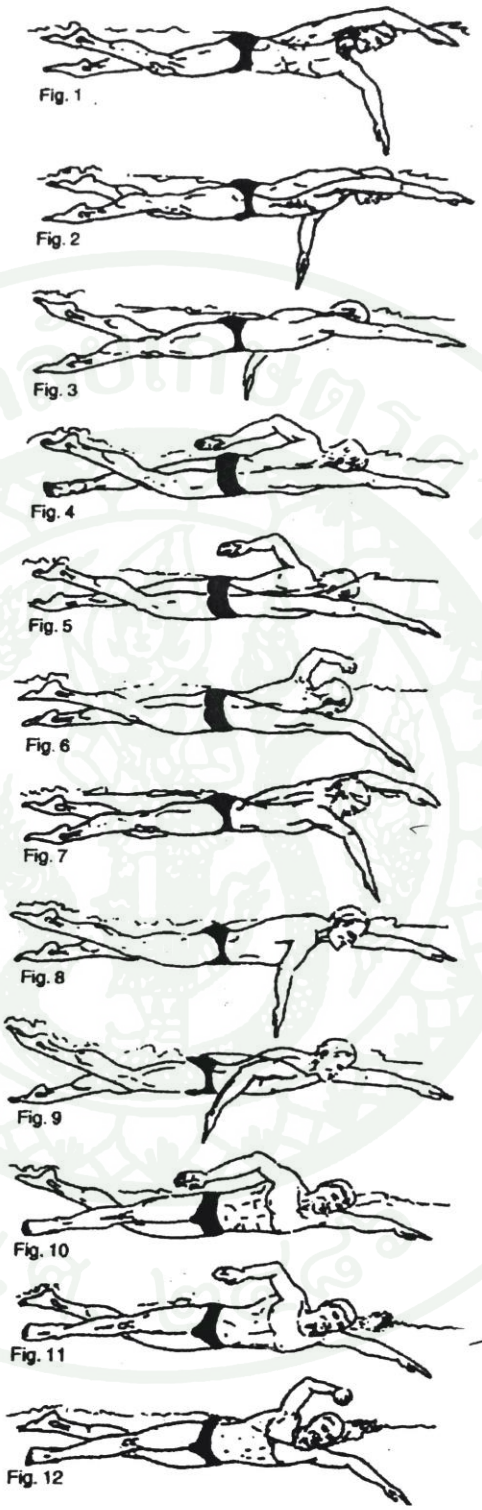
ภาพที่ 6 การหายใจในร่องคลื่น

ที่มา: Dixon (1996)

5. จังหวะการว่าย (stroke timing)

การว่ายน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ล (front crawl) ต้องเคลื่อนไหวขาและแขนให้สัมพันธ์กันอยู่ตลอดเวลา ดังภาพที่ 7 และสิ่งที่สำคัญต้องให้ถูกจังหวะ โดยทั่วไปควรจะเตะขา 6 ครั้งต่อการใช้แขน 1 รอบ (ซ้าย 1 ขวา 1) แต่ถ้าต้องการพัฒนาความสมดุลของร่างกายในการว่าย ควรใช้วิธีการหายใจสลับข้าง โดยการหายใจทุกจังหวะของการใช้แขนครั้งที่สาม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 7 ความสัมพันธ์ของแขนและขาในการว่ายน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ล (front crawl)

ที่มา: Colwin (1999)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ในด้านสรีรวิทยาของกล้ามเนื้อ กล้ามเนื้อเป็นองค์ประกอบหลักที่สำคัญอย่างหนึ่ง ที่ทำให้ร่างกายได้เคลื่อนไหวไปในทิศทางต่างๆหรือทำกิจกรรมที่ต้องการ โดยมีกลไกการทำงานได้หลากหลายรูปแบบเพื่อตอบสนองกับสิ่งเร้าที่เกิดขึ้นภายใต้การควบคุมของระบบประสาท จึงทำให้กล้ามเนื้อมีความสามารถในการทำงานจากระดับทักษะที่ง่ายไปยังระดับทักษะที่ยากหรือซับซ้อนขึ้น ดังนั้นกล้ามเนื้อจึงมีความสำคัญที่ทำให้ร่างกายมีการเคลื่อนไหวช้าเร็วแตกต่างกันตามสถานการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ในการทำงานของกล้ามเนื้อต้องใช้พลังงานเคมี (ATP) จากแหล่งของพลังงาน 3 ระบบคือ ระบบพลังงานไม่ใช้ออกซิเจนแบบไม่เกิดกรดแลคติก ระบบพลังงานไม่ใช้ออกซิเจนแบบเกิดกรดแลคติก และระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจน โดยการออกกำลังกายร่างกายต้องใช้พลังงานมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับระดับความหนัก ระยะเวลา หรือ ประเภทของกีฬา ในขณะเดียวกันการออกกำลังกายหรือการแข่งขันกีฬาจะต้องมีการอบอุ่นร่างกายและยืดเหยียดกล้ามเนื้อเพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมให้กับระบบต่างๆของร่างกาย ซึ่งการยืดเหยียดกล้ามเนื้อมี 2 รูปแบบหลัก คือ การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่และการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ ในแต่ละรูปแบบจะมีการออกแรงกระทำด้วยตนเองหรือการใช้แรงจากภายนอกมากระทำ การยืดเหยียดกล้ามเนื้อช่วยทำให้เกิดความอ่อนตัว ซึ่งมีผลต่อช่วงของการเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้นกับทุกส่วนของร่างกาย อีกทั้งส่งผลต่อความเร็วในการฝึกซ้อม และ การแข่งขันกีฬา ดังนั้นนักกีฬาทุกประเภทควรให้ความสำคัญเกี่ยวกับการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ โดยเฉพาะนักกีฬาว่ายน้ำจะต้องมีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้งก่อน และหลังการฝึกซ้อมรวมทั้งการแข่งขันอีกด้วย ในการยืดเหยียดกล้ามเนื้อต้องมีการกำหนดระยะเวลาที่ให้ผลดีต่อสมรรถภาพทางกาย โดยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ (dynamic stretching) นั้น จะมีผลทำให้กล้ามเนื้อและอุณหภูมิแกนกลางของร่างกาย (core temperature) มีค่าที่เพิ่มสูงขึ้น อีกทั้งส่งผลให้สมรรถภาพของร่างกายมีแรงระเบิด (explosive) ส่งผลให้มีการทำความเร็วในระยะสั้น (sprint) ได้ดีขึ้นกับการแข่งขันกีฬาทุกประเภทที่ต้องใช้ความเร็ว โดยการแข่งขันว่ายน้ำเป็นกีฬาประเภทหนึ่งที่ต้องใช้ความเร็ว ซึ่งสัมพันธ์กับความยาวสโตร์คและความถี่สโตร์ค อาจกล่าวได้ว่าความยาวสโตร์คกับความถี่สโตร์คเป็นองค์ประกอบที่เป็นตัวแปรที่แปรผกผันกัน เนื่องจากเมื่อนักกีฬามีความยาวสโตร์คมากจะทำให้ความถี่สโตร์คน้อยลง ขณะเดียวกันถ้าความยาวสโตร์คน้อยก็จะทำให้ความถี่สโตร์คมากขึ้น อีกทั้งยังต้องเกี่ยวข้องกับ การจัดตำแหน่งของร่างกาย การเคลื่อนไหวของขา การเคลื่อนไหวของแขน การหายใจและจังหวะการว่ายน้ำ จะทำให้ความเร็วในการว่ายน้ำดีขึ้นอีกด้วย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. นาฬิกาจับเวลา (แบบตัวเลข) ยี่ห้อ seiko
2. เครื่องเทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิทางหู (infrared ear thermometer) ยี่ห้อ microlife
3. นกหวีดสำหรับใช้เป็นสัญญาณปล่อยตัว ยี่ห้อ fox 40
4. เครื่องชั่งน้ำหนักและวัดส่วนสูง ยี่ห้อ tanita
5. นาฬิกาดูเวลาในการอบอุ่นร่างกาย (pace clock) ยี่ห้อ seiko
6. ตารางบันทึกข้อมูลการทดลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น (ภาคผนวก ง)

วิธีการ

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักกีฬาว่ายน้ำหญิงทีมชาติไทย จำนวน 12 คน สุ่มตัวอย่างด้วยวิธีเฉพาะเจาะจง (purposive random sampling) โดยกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดจะต้องทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 2 วิธีการ และการนั่งพัก 2 นาที ซึ่งงานวิจัยครั้งนี้จะออกแบบการทดลองเป็น cross over design

เกณฑ์คัดเข้า

1. มีอายุตั้งแต่ 18 – 22 ปี
2. นักกีฬามีสุขภาพสมบูรณ์ แข็งแรง ปราศจากโรคอันเป็นอุปสรรคต่อการทดลอง
3. นักกีฬามีดัชนีมวลกาย 18.5 – 22.9 กิโลกรัม/(เมตร)^2

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เกณฑ์คัดออก

มีการบาดเจ็บที่ไม่สามารถทำการทดสอบได้
นักกีฬาไม่สามารถมาทำการทดสอบได้ครบตามรูปแบบการทดลองที่กำหนด

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

โปรแกรมการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ (dynamic stretching) (ภาคผนวก ข) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมี 2 วิธีการ คือ

1. การยืดเหยียดกล้ามเนื้อระยะเวลา 1 นาที
2. การยืดเหยียดกล้ามเนื้อระยะเวลา 2 นาที

โดยโปรแกรมการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 2 วิธีการนี้ ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ และผู้ฝึกสอนของสมาคมว่ายน้ำแห่งประเทศไทย จำนวน 5 ท่าน (ภาคผนวก ก) เพื่อใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ศึกษาทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ (dynamic stretching) ที่มีต่อความเร็วของนักกีฬาว่ายน้ำทีมชาติไทย ท่าฟร้อนท์ครอว์ลระยะทาง 50 เมตร

2. สร้างโปรแกรมการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ (dynamic stretching) มีรายละเอียดดังนี้

2.1 นำโปรแกรมการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ (dynamic stretching) เสนอต่อกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาและตรวจสอบ

2.2 นำโปรแกรมการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ (dynamic stretching) มาปรับปรุงแก้ไข เสนอกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาและปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.3 นำโปรแกรมการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ (dynamic stretching) ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขจากคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เสนอผู้เชี่ยวชาญ และ/หรือ ผู้ฝึกสอนของสมาคมว่ายน้ำแห่งประเทศไทย จำนวน 5 ท่าน เพื่อพิจารณาและตรวจสอบความตรงตามสภาพ (concurrent validity) แล้วนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (index of item-objective congruence : IOC) (Rovinelli and Hambleton, 1977) ซึ่งผลจากการคำนวณ พบว่า ทุกข้อในแบบประเมินมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.6-1.0 จึงถือว่าข้อคำถามที่ให้พิจารณาสามารถใช้ได้ และมีข้อมูลบางประการที่ผู้วิจัยจักต้องนำไปปรับปรุงแก้ไขตามที่ผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะไว้ (ภาคผนวก ก)

2.4 นำโปรแกรมการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ (dynamic stretching) ที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ และ/หรือ ผู้ฝึกสอน เสนอต่อกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อขอคำแนะนำ ปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปทดลองใช้กับนักกีฬาว่ายน้ำทีมชาติไทย จำนวน 5 คน ที่ไม่ได้เป็นกลุ่มตัวอย่าง เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของการใช้โปรแกรม

2.5 นำโปรแกรมการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ (dynamic stretching) ที่ผ่านการพิจารณาความเหมาะสมจาก ข้อ 2.4 จัดทำฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้ทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3. กลุ่มตัวอย่างทุกคนลงนามในใบขอความอนุเคราะห์ (ภาคผนวก จ) ด้วยความสมัครใจ และได้รับการชี้แจงเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล รวมถึงประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัยครั้งนี้

4. ทำหนังสือขออนุญาตใช้สระว่ายน้ำ ณ อาคารศูนย์กีฬาและนันทนาการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ภาคผนวก ค)

5. จัดเตรียมสถานที่ อุปกรณ์การฝึก โปรแกรมการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ (dynamic stretching) และแบบบันทึกการจับเวลาสำหรับใช้ในการเก็บข้อมูล

6. กำหนดระยะเวลาในการทดลอง อธิบาย และสาธิตวิธีการทดลองให้กลุ่มตัวอย่าง และผู้ช่วยนักวิจัยได้เข้าใจตรงกัน เกี่ยวกับการอบอุ่นร่างกาย การยืดเหยียดกล้ามเนื้อ การวัดอุณหภูมิร่างกาย และการทดสอบความเร็ว โดยทำการทดลองตั้งแต่เวลา 07.30 – 09.30 น.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7. กลุ่มตัวอย่างทำการชั่งน้ำหนัก วัดส่วนสูง และบันทึกอายุ

8. กลุ่มตัวอย่างทำการอบอุ่นร่างกายด้วยการว่ายน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ลระยะทาง 1,000 เมตร (ประมาณ20 นาที) และทำการพักเป็นเวลา 5 นาที โดยกำหนดและควบคุมความเร็วในการว่ายทุกๆ 100 เมตรให้อยู่ภายในระยะเวลา 2 นาที (อยู่ในช่วง 1:45 – 2:15 วินาที)

9. ทดสอบความเร็วในการว่ายน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ลระยะทาง 50 เมตร (pre - test) เพื่อเป็นข้อมูลเริ่มต้น จากนั้นจะเว้นช่วงพัก 1 วัน

10. เริ่มต้นการทดลอง กลุ่มตัวอย่างจะทำการอบอุ่นร่างกายด้วยการว่ายน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ลระยะทาง 1,000 เมตร (ประมาณ 20 นาที) และทำการพักเป็นเวลา 5 นาที โดยกำหนดและควบคุมความเร็วในการว่ายทุกๆ 100 เมตรให้อยู่ภายในระยะเวลา 2 นาที (อยู่ในช่วง 1:45 – 2:15 วินาที)

11. จากนั้นกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดทำการสุ่มทดลองโดยได้รับรูปแบบการทดลองดังนี้

วิธีการที่ 1 ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ ระยะเวลา 1 นาที
วิธีการที่ 2 ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ ระยะเวลา 2 นาที
วิธีการที่ 3 นั่งพัก ระยะเวลา 2 นาที
แต่ละครั้งของการทดลองจะเว้นช่วงพัก 1 วัน

โดยกลุ่มตัวอย่างจะได้รับการสุ่มวิธีการการทดลองตามรูปแบบต่างๆซึ่งได้กำหนดและแสดงไว้ในแผนผังขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลในภาพที่ 8 หน้า 66

12. ภายหลังทำการทดลองแต่ละวิธีการ ทำการวัดอุณหภูมิร่างกายทันที พร้อมทั้งทดสอบความเร็วในการว่ายน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ลระยะทาง 25 เมตรและ 50 เมตร (speed – test)

13. นำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบไปทำการวิเคราะห์ทางสถิติต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แผนผังขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล

วิธีการที่	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3
1	ลำดับที่ 1 – 4	ลำดับที่ 5 – 8	ลำดับที่ 9 – 12
2	ลำดับที่ 9 – 12	ลำดับที่ 1 – 4	ลำดับที่ 5 – 8
3	ลำดับที่ 5 – 8	ลำดับที่ 9 – 12	ลำดับที่ 1 – 4

ภาพที่ 8 แผนผังขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

1. ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

2. ทดสอบการแจกแจงข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สถิติ The Shapiro Wilks W Test โดยข้อมูลมีการแจกแจงเป็นโค้งปกติ

3. วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (one-way analysis of variance with repeated measure) เพื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอุณหภูมิร่างกาย ระหว่างวิธีการที่ 1 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 1 นาที) วิธีการที่ 2 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 2 นาที) และวิธีการที่ 3 (นั่งพัก 2 นาที) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความถี่ สโตร์ค ความเร็วระยะทาง 25 เมตร และความเร็วระยะทาง 50 เมตร ระหว่างก่อนการทดลอง วิธีการที่ 1 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 1 นาที) วิธีการที่ 2 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 2 นาที) และวิธีการที่ 3 (นั่งพัก 2 นาที) หากพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จะทำการเปรียบเทียบพหุคูณภายหลังด้วยวิธี Bonferroni's Test

4. กำหนดค่านัยสำคัญที่ระดับ .05

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สถานที่และระยะเวลาในการทำวิจัย

สถานที่ที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้ คือ สระว่ายน้ำ ณ อาคารศูนย์กีฬาและนันทนาการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ระยะเวลาในการทำวิจัยช่วงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2557

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. เพื่อนำผลของการวิจัยมาเป็นแนวทางที่จะทำให้ ผู้ฝึกสอน และนักกีฬา เห็นความสำคัญของผลการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ (dynamic stretching) นำไปประยุกต์ใช้ในการฝึกซ้อมหรือการแข่งขัน ตลอดจนมีผลต่อการพัฒนาความเร็วของนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้น ท่าฟร้อนท์ครอว์ลหรือ นักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นในท่าอื่นๆต่อไป

2. เป็นแนวทางในการทำวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอื่นๆของนักกีฬาว่ายน้ำ หรือนักกีฬาประเภทที่ต้องใช้ความเร็วในการแข่งขัน

แหล่งทุนสนับสนุน

ใช้ทุนส่วนตัว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลและวิจารณ์

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการทดลองเปรียบเทียบผลแบบเฉียบพลันของการนั่งพักและการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่โดยใช้ระยะเวลาที่ต่างกันที่มีต่อความเร็วในท่าฟร้อนท์ครอว์ลระยะทาง 50 เมตร ของนักกีฬาว่ายน้ำ อีกทั้งยังได้ศึกษาความเร็วในการว่ายน้ำระยะทาง 25 เมตร อุณหภูมิร่างกายหลังจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ และความถี่สโตร์คในการว่ายน้ำ โดยได้ศึกษาในกลุ่มนักกีฬาว่ายน้ำหญิงทีมชาติไทย ที่มีอายุ 18 – 22 ปี จำนวน 12 คน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 5 ตอนดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ลักษณะทางกายภาพของกลุ่มตัวอย่าง

ตอนที่ 2 การทดสอบการแจกแจงข้อมูล

ตอนที่ 3 อุณหภูมิร่างกาย

ตอนที่ 4 ความถี่สโตร์ค (stroke frequency)

ตอนที่ 5 ความเร็วในการว่ายน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ลระยะทาง 25 เมตร และ 50 เมตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตอนที่ 1 ลักษณะทางกายภาพของกลุ่มตัวอย่าง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาลักษณะทางกายภาพของกลุ่มตัวอย่าง ประกอบด้วย อายุ ส่วนสูง น้ำหนักตัว และ ดัชนีมวลกาย (body mass index : BMI) โดยได้แสดงไว้ในตารางที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ลักษณะทางกายภาพของกลุ่มตัวอย่าง

(n = 12)

ลักษณะทางกายภาพ	$\bar{X}$	S.D.
อายุ (ปี)	20.20	1.21
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	163.40	3.47
น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)	55.66	3.02
ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัมต่อเมตร^2)	20.85	0.83

จากตารางที่ 1 แสดงลักษณะทางกายภาพของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า

กลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอายุเท่ากับ 20.20 ± 1.21 ปี มีส่วนสูงที่มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 163.40 ± 3.47 เซนติเมตร มีน้ำหนักตัวที่มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 55.66 ± 3.02 กิโลกรัม และมีดัชนีมวลกายที่มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 20.85 ± 0.83 กิโลกรัมต่อเมตร^2

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตอนที่ 2 การทดสอบการแจกแจงข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบการแจกแจงของข้อมูลโดยใช้สถิติ Shapiro – Wilk Test หรือ W Test ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 เพื่อดูว่าข้อมูลมีการแจกแจงเป็นโค้งปกติหรือไม่ ซึ่งพบว่า ข้อมูลทั้งหมดมีการแจกแจงแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 โดยมีผลการทดสอบแสดงไว้ในตารางที่ 2 ดังนี้

ตารางที่ 2 ค่าสถิติทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลด้วยวิธี Shapiro – Wilk Test (W)

(n = 12)

	W	P - Value
<u>อุณหภูมิร่างกาย</u>		
วิธีการที่ 1 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 1 นาที)	0.865	0.057
วิธีการที่ 2 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 2 นาที)	0.939	0.488
วิธีการที่ 3 (นั่งพัก 2 นาที)	0.899	0.153
<u>ความถี่สโตร์ค</u>		
ก่อนการทดลอง	0.952	0.668
วิธีการที่ 1 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 1 นาที)	0.963	0.824
วิธีการที่ 2 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 2 นาที)	0.959	0.770
วิธีการที่ 3 (นั่งพัก 2 นาที)	0.898	0.151
<u>ความเร็วระยะทาง 25 เมตร</u>		
ก่อนการทดลอง	0.961	0.800
วิธีการที่ 1 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 1 นาที)	0.961	0.804
วิธีการที่ 2 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 2 นาที)	0.929	0.365
วิธีการที่ 3 (นั่งพัก 2 นาที)	0.958	0.753

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 2 (ต่อ)

(n = 12)

	W	P - Value
<u>ความเร็วระยะทาง 50 เมตร</u>		
ก่อนการทดลอง	0.968	0.885
วิธีการที่ 1 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 1 นาที)	0.981	0.986
วิธีการที่ 2 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 2 นาที)	0.978	0.973
วิธีการที่ 3 (นั่งพัก 2 นาที)	0.964	0.845

จากตารางที่ 2 พบว่า ข้อมูลอุณหภูมิร่างกาย ความถี่สโตร์ค ความเร็วระยะทาง 25 เมตร และความเร็วระยะทาง 50 เมตร มีการแจกแจงข้อมูลเป็นแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ดังนั้นสรุปได้ว่า การวิจัยครั้งนี้สามารถที่จะใช้สถิติแบบพาราเมตริก (parametric statistics) การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำ (one – way analysis of variance with repeated measure) มาทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตอนที่ 3 อุณหภูมิร่างกาย

ภายหลังจากที่กลุ่มตัวอย่างได้ทำตามวิธีการที่กำหนดของวิธีการที่ 1 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 1 นาที) วิธีการที่ 2 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 2 นาที) และวิธีการที่ 3 (นั่งพัก 2 นาที) ได้ทำการวัดอุณหภูมิร่างกาย มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส (ºc) ด้วยเครื่องเทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิทางหู (infrared ear thermometer) โดยแสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุณหภูมิร่างกายแต่ละวิธีการไว้ในตารางที่ 3 ดังนี้

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการเปรียบเทียบความแตกต่างของอุณหภูมิร่างกายภายหลังจากที่กลุ่มตัวอย่างได้ทำตามวิธีการที่ 1 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 1 นาที) วิธีการที่ 2 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 2 นาที)และวิธีการที่ 3 (นั่งพัก 2 นาที)

(n = 12)

วิธีการ	อุณหภูมิร่างกาย (ºC)	
	$\bar{X}$	S.D.
วิธีการที่ 1 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 1 นาที)	36.50	0.58
วิธีการที่ 2 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 2 นาที)	36.50	0.56
วิธีการที่ 3 (นั่งพัก 2 นาที)	36.20	0.77

จากตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุณหภูมิร่างกายภายหลังจากที่กลุ่มตัวอย่างได้ทำตามวิธีการที่กำหนดโดยทำการวัดอุณหภูมิร่างกายด้วยเครื่องเทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิทางหู (infrared ear thermometer) มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส (ºc) พบว่า วิธีการที่ 1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 36.50 องศาเซลเซียส ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.58 องศาเซลเซียส ส่วนวิธีการที่ 2 อุณหภูมิร่างกายมีค่าเฉลี่ยเท่ากันกับวิธีการที่ 1 คือ 36.50 องศาเซลเซียส ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.56 องศาเซลเซียส ส่วนวิธีการที่ 3 มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 36.20 องศาเซลเซียส ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.77 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ ของค่าเฉลี่ยอุณหภูมิร่างกายภายหลังทำตามวิธีการที่ 1 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 1 นาที) วิธีการที่ 2 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 2 นาที) และวิธีการที่ 3 (นั่งพัก 2 นาที)

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	P
วิธีการ	2	0.76	0.38	1.00	0.38
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกและวิธีการ	22	8.35	0.38		

จากตารางที่ 4 การทดสอบทางสถิติด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (one way analysis of variance with repeated measure)ของค่าเฉลี่ยอุณหภูมิภายหลังจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 1 นาที 2 นาที และนั่งพัก 2 นาที พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแตกต่างของอุณหภูมิร่างกายภายหลังทำตามโปรแกรมที่กำหนดของวิธีการที่ 1 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 1 นาที) วิธีการที่ 2 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 2 นาที) และวิธีการที่ 3 (นั่งพัก 2 นาที) พบว่า การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ (dynamic stretching) ในระยะเวลา 1 นาที 2 นาที และการนั่งพัก 2 นาที มีผลทำให้อุณหภูมิร่างกายไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อย่างไรก็ตาม จากตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิร่างกายภายหลังทำตามวิธีการที่กำหนดของวิธีการที่ 1 และวิธีการที่ 2 มีแนวโน้มว่า อุณหภูมิร่างกายสูงกว่าวิธีการที่ 3 ซึ่งอาจเนื่องมาจากวิธีการที่ 1 และ 2 เป็นวิธีการที่ผู้ทดสอบต้องมีการออกแรงเคลื่อนไหวแบบซ้ำๆ ตลอดช่วงการเคลื่อนไหว โดยChiu et al. (2003) และ Sale (2002) ได้กล่าวถึงการเคลื่อนไหวดังกล่าวว่า ทำให้กลไกในร่างกายมีการเปลี่ยนแปลงคล้ายคลึงกันกับการอบอุ่นร่างกาย โดยเป็นการเพิ่มปริมาณการไหลเวียนของเลือดในร่างกายที่จะไปเลี้ยงอวัยวะต่างๆภายในร่างกาย ทำให้กล้ามเนื้อมีอุณหภูมิที่สูงขึ้น และอุณหภูมิของร่างกายมีค่าที่เพิ่มสูงขึ้นเช่นกัน สอดคล้องกับเจริญ (2538) กล่าวว่า การเพิ่มปริมาณเลือดที่จะไปเลี้ยงอวัยวะต่างๆรวมถึงกล้ามเนื้อส่วนต่างๆ ของร่างกายเพื่อส่งสารอาหารและออกซิเจนไปกับเลือดที่จะนำไปใช้ผลิตเป็นพลังงานต่อเนื่องต่อไปได้ ทำให้อุณหภูมิของร่างกายหรือกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นและมีผลให้เพิ่มอัตราเร็วและความแรงในการหดตัวของกล้ามเนื้อ (speed and force) โดยการสันดาปพลังงานเพิ่มขึ้นและการลดความหนืดในกล้ามเนื้อลง (viscosity) อันเป็นผลมาจากอุณหภูมิของร่างกายเพิ่มขึ้น (Woods et al., 2007)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตอนที่ 4 ความถี่สโตร์ค (stroke frequency)

จากการทดสอบความเร็วในการว่ายน้ำระยะทาง 50 เมตร ผู้วิจัยได้ทำการบันทึกค่าความถี่สโตร์คของการว่ายน้ำในช่วงก่อนการทดลอง วิธีการที่ 1 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 1 นาที) วิธีการที่ 2 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 2 นาที) และวิธีการที่ 3 (นั่งพัก 2 นาที) มีหน่วยเป็นสโตร์คต่อนาที โดยแสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของความถี่สโตร์คในช่วงก่อนการทดลอง และวิธีการทั้ง 3 วิธี ซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ 5 ดังนี้

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการเปรียบเทียบความแตกต่างของความถี่สโตร์ค ในช่วงก่อนการทดลอง วิธีการที่ 1 วิธีการที่ 2 และวิธีการที่ 3

(n = 12)

วิธีการ	ความถี่สโตร์ค (สโตร์คต่อนาที)	
	$\bar{X}$	S.D.
ก่อนการทดลอง	80.05	7.07
วิธีการที่ 1 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 1 นาที)	80.70	6.33
วิธีการที่ 2 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 2 นาที)	82.25	6.97
วิธีการที่ 3 (นั่งพัก 2 นาที)	80.56	7.15

จากตารางที่ 5 แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความถี่สโตร์ค จากการทดสอบความเร็วในการว่ายน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ลระยะทาง 50 เมตร มีหน่วยเป็นสโตร์คต่อนาที ในช่วงก่อนการทดลอง และวิธีการทั้ง 3 วิธี พบว่า ความถี่สโตร์คของวิธีการที่ 2 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 2 นาที) มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 82.25 สโตร์คต่อนาที ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.97 สโตร์คต่อนาที รองลงมาเป็นความถี่สโตร์คของวิธีการที่ 1 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 1 นาที) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 80.70 สโตร์คต่อนาที ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.33 สโตร์คต่อนาที และวิธีการที่ 3 (นั่งพัก 2 นาที) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 80.56 สโตร์คต่อนาที ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 7.15 สโตร์คต่อนาที ส่วนความถี่สโตร์คช่วงก่อนการทดลองมีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 80.05 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 7.07

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ ของค่าเฉลี่ยความถี่สโตร์ค ช่วงก่อนการทดลองวิธีการที่ 1 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 1 นาที) วิธีการที่ 2 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 2 นาที) และวิธีการที่ 3 (นั่งพัก 2 นาที)

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	P
วิธีการ	3	32.58	10.86	1.22	0.31
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกและวิธีการ	33	292.85	8.87		

จากตารางที่ 6 การทดสอบทางสถิติด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (one way analysis of variance with repeated measure)ของค่าเฉลี่ยความถี่สโตร์คในช่วงก่อนการทดลอง และ วิธีการทั้ง 3 วิธี พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อย่างไรก็ดีค่าความถี่สโตร์ค อันเป็นตัวแปรที่สำคัญอย่างหนึ่งที่จะส่งผลต่อความเร็วในการว่ายน้ำ โดยสามารถอธิบายได้ถึงกลไกของสโตร์คในการว่ายน้ำที่จะทำให้เกิดความเร็วได้ สอดคล้องกับ Craig and Pendergast (1979) กล่าวถึงการแข่งขันว่ายน้ำว่า เป็นการกระทำที่แสดงให้เห็นถึงกลไกของร่างกายที่เกี่ยวข้องกับวงจรในการเคลื่อนที่ของแขนและขา และยังคำนึงถึงการเคลื่อนที่ที่ทำให้ได้ระยะทางอย่างรวดเร็ว ซึ่งความเร็วในการว่ายน้ำ จะเป็นสิ่งที่สะท้อนให้เห็นถึงสมรรถภาพของการว่ายน้ำได้ดีที่สุดและยังสามารถอธิบายได้ถึงกลไกของสโตร์คในการว่ายน้ำที่จะทำให้เกิดความเร็วได้ มีองค์ประกอบหรือปัจจัยที่มีผลต่อความเร็วในการว่ายน้ำด้วยกันหลายประการ โดยณัฐิกา (2545) ได้รายงานผลการวิจัยที่ศึกษาปัจจัยทางชีวกลศาสตร์ และสัดส่วนร่างกายที่มีอิทธิพลต่อสถิติในการว่ายน้ำประเภทสปรินท์ระยะทาง 50 เมตร พบว่า ตัวแปรที่สำคัญที่สามารถใช้ทำนายสถิติหรือความเร็วในการว่ายน้ำ มี 3 ตัวแปร ที่จะสามารถร่วมกันทำนายสถิติหรือความเร็วในการว่ายน้ำได้ถึง 67.8 เปอร์เซ็นต์ คือ น้ำหนักร่างกาย ความถี่สโตร์ค และความยาวสโตร์ค ซึ่งเป็นสัดส่วนโดยตรงต่อความเร็วในการว่ายน้ำ จะเห็นได้ว่า นักกีฬาว่ายน้ำที่มีความถี่สโตร์คเพิ่มขึ้น ความเร็วของการว่ายน้ำก็จะสามารถเพิ่มขึ้นได้เช่นเดียวกัน สอดคล้องกับ Maglischo (1988) ได้กล่าวไว้ว่า การปรับปรุงความเร็วที่ง่ายที่สุดคือการเพิ่มความถี่หรือความยาวสโตร์คให้มากขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การยืดเหยียดกล้ามเนื้อไม่สามารถเพิ่มลักษณะความถี่สโตร์คได้ แต่ความเร็วที่เพิ่มขึ้นนั้นเกิดจากความยาวสโตร์ค จึงทำให้ความเร็วของการว่ายน้ำเพิ่มขึ้นได้ ซึ่งความถี่สโตร์คและความยาวสโตร์คจะมีความสัมพันธ์ที่มีการเปลี่ยนแปลงไปในลักษณะผกผันกัน

ตอนที่ 5 ความเร็วในการว่ายน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ล

การทดสอบความเร็วในการว่ายน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ล ผู้วิจัยได้ทำการจับเวลาใน 2 ช่วงระยะทาง คือ ระยะทาง 25 เมตร และระยะทาง 50 เมตรของช่วงก่อนการทดลอง วิธีการที่ 1 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 1 นาที) วิธีการที่ 2 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 2 นาที) และวิธีการที่ 3 (นั่งพัก 2 นาที) มีหน่วยเป็น วินาที โดยแสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของความเร็วในการว่ายน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ลของช่วงก่อนการทดลองและวิธีการทั้ง 3 วิธี ซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ 7 ดังนี้

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของความเร็วในการว่ายน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ล ระยะทาง 25 เมตร และระยะทาง 50 เมตร ช่วงก่อนการทดลอง วิธีการที่ 1 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 1 นาที) วิธีการที่ 2 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 2 นาที) และวิธีการที่ 3 (นั่งพัก 2 นาที)

(n = 12)

วิธีการ	ความเร็วในการว่ายน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ล (วินาที)			
	ระยะทาง 25 เมตร		ระยะทาง 50 เมตร	
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.
ก่อนการทดลอง	13.69	0.46	30.48	0.83
วิธีการที่ 1 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 1 นาที)	13.48	0.53	30.36	1.04
วิธีการที่ 2 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 2 นาที)	13.36	0.46	30.14	1.02
วิธีการที่ 3 (นั่งพัก 2 นาที)	13.66	0.83	30.54	1.07

จากตารางที่ 7 แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของความเร็วในการว่ายน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ลระยะทาง 25 เมตร และระยะทาง 50 เมตร มีหน่วยเป็นวินาที ในช่วงก่อนการทดลองและวิธีการทั้ง 3 วิธี พบว่า ความเร็วในช่วงก่อนการทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.69 และ30.48 วินาที ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.46 และ0.83 ตามลำดับ ความเร็วของวิธีการที่ 1 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 1 นาที) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.48 และ30.36 วินาที ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.53 และ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.04 วินาที ตามลำดับ ความเร็วของวิธีการที่ 2 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 2 นาที) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.36 และ30.14 วินาที ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.46 และ1.02 วินาที ตามลำดับ และวิธีการที่ 3 (นั่งพัก 2 นาที) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.66 และ30.54 วินาที ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.83 และ1.07 วินาที ตามลำดับ

ตารางที่ 8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ ของค่าเฉลี่ยความเร็วในการว่ายน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ล ระยะทาง 25 เมตร และระยะทาง 50 เมตร ช่วงก่อนการทดลอง วิธีการที่ 1 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 1 นาที) วิธีการที่ 2 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 2 นาที) และวิธีการที่ 3 (นั่งพัก 2 นาที)

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	P
<u>ความเร็ว 25 เมตร</u>					
วิธีการ	3	0.88	0.29	7.58	0.00***
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกและวิธีการ	33	1.29	0.03		
<u>ความเร็ว 50 เมตร</u>					
วิธีการ	3	1.16	0.38	2.34	0.09
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกและวิธีการ	33	5.44	0.16		

*** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

จากตารางที่ 8 ทดสอบทางสถิติด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (one way analysis of variance with repeated measure)ของค่าเฉลี่ยความเร็วในการว่ายน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ล ระยะทาง 25 เมตร และระยะทาง 50 เมตร พบว่า ความเร็วของการว่ายน้ำในช่วงระยะทาง 25 เมตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ส่วนความเร็วของการว่ายน้ำในช่วงระยะทาง 50 เมตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 9 เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ของความเร็วในการว่ายน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ล ระยะทาง 25 เมตร ของช่วงก่อนการทดลอง วิธีการที่ 1 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 1 นาที) วิธีการที่ 2 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 2 นาที) และวิธีการที่ 3 (นั่งพัก 2 นาที)

วิธีการ		ก่อนการทดลอง	วิธีการที่ 1	วิธีการที่ 2	วิธีการที่ 3
	$\bar{X}$	13.69	13.48	13.36	13.66
ก่อนการทดลอง	13.69	–	0.21	0.33***	0.03
วิธีการที่ 1	13.48		–	0.12	0.18
วิธีการที่ 2	13.36			–	0.38***
วิธีการที่ 3	13.66				–

***แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

จากตารางที่ 9 พบว่า ความเร็วในการว่ายน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ลระยะทาง 25 เมตรของวิธีการที่ 2 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 2 นาที) แตกต่างกับช่วงก่อนการทดลอง และวิธีการที่ 2 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 2 นาที) แตกต่างกับวิธีการที่ 3 (นั่งพัก 2 นาที) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ส่วนวิธีการที่ 1 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 1 นาที) ไม่แตกต่างกับช่วงก่อนการทดลอง วิธีการที่ 2 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 2 นาที) และวิธีการที่ 3 (นั่งพัก 2 นาที) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของร้อยละอัตราการเปลี่ยนแปลงความเร็วในการว่ายน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ลระยะทาง 25 เมตร และระยะทาง 50 เมตรเปรียบเทียบกับก่อนการทดลอง

(หน่วย : ร้อยละ)

วิธีการ	ระยะทาง 25 เมตร		ระยะทาง 50 เมตร	
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.
วิธีการที่ 1 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 1 นาที)	-1.49	1.98	-0.78	1.94
วิธีการที่ 2 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 2 นาที)	-2.40	2.20	-1.11	2.32
วิธีการที่ 3 (นั่งพัก 2 นาที)	-0.16	2.49	0.22	2.23

จากตารางที่ 10 แสดงร้อยละของอัตราการเปลี่ยนแปลงความเร็วในการว่ายน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ลระยะทาง 25 เมตรกับระยะทาง 50 เมตรเปรียบเทียบกับก่อนการทดลอง พบว่าความเร็วในการว่ายน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ลระยะทาง 25 เมตรกับระยะทาง 50 เมตรของวิธีการทั้ง 3 วิธีลดลง โดยวิธีการที่ 2 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 2 นาที)มีค่าลดลงสูงสุด มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ -2.40 และ 2.20 กับ -1.11 และ 2.32 รองลงมาคือ วิธีการที่ 1 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 1 นาที) มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ -1.49 และ 1.98 กับ -0.78 และ 1.94 ส่วนที่มีค่าลดลงต่ำสุดคือ วิธีการที่ 3 (นั่งพัก 2 นาที) มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ -0.16 และ 2.49 กับ 0.22 และ 2.23

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

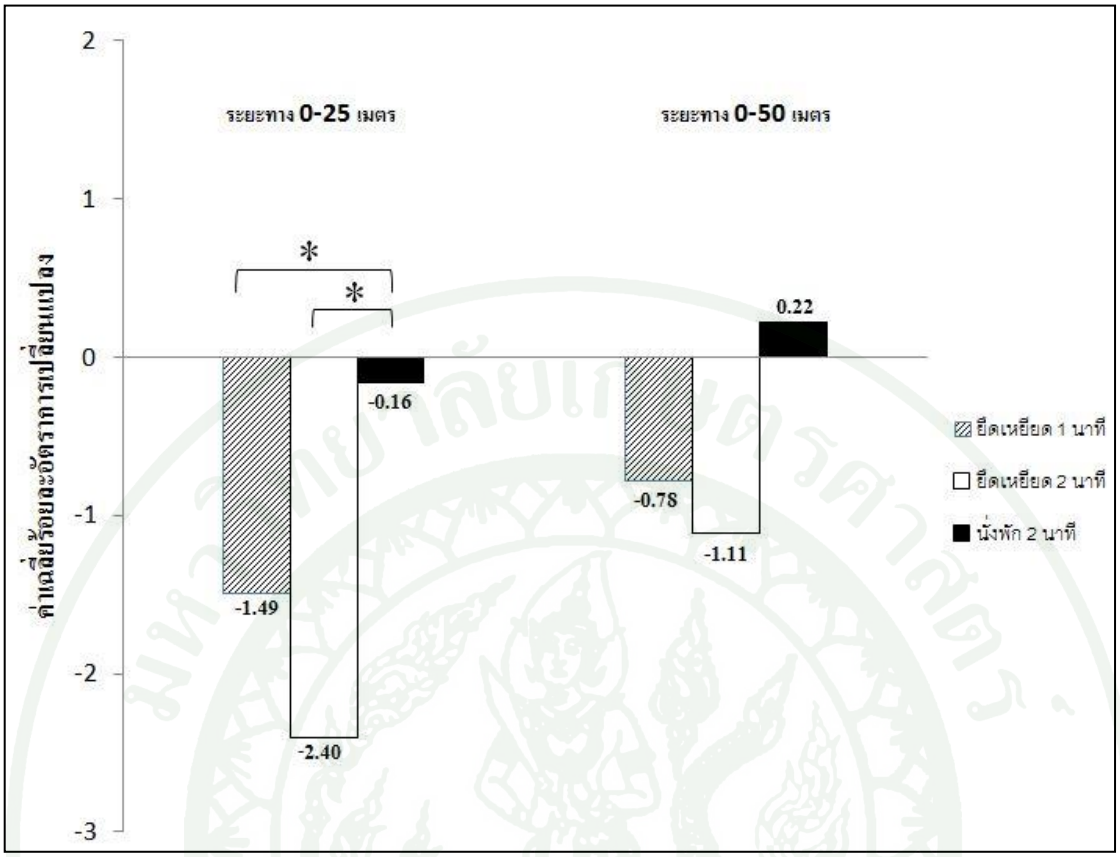
ตารางที่ 11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของค่าเฉลี่ยร้อยละอัตราการเปลี่ยนแปลงความเร็วในการว่ายน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ลระยะทาง 25 เมตร และระยะทาง 50 เมตร ของวิธีการที่ 1 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 1 นาที) วิธีการที่ 2 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 2 นาที) และวิธีการที่ 3 (นั่งพัก 2 นาที)

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	P
ร้อยละอัตราการเปลี่ยนแปลงความเร็ว 25 เมตร					
วิธีการ	2	30.54	15.27	10.26	0.00***
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกและวิธีการ	22	32.73	1.49		
ร้อยละอัตราการเปลี่ยนแปลงความเร็ว 50 เมตร					
วิธีการ	2	11.65	5.82	3.05	0.07
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกและวิธีการ	22	41.97	1.91		

***แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

จากตารางที่ 11 พบว่า ร้อยละอัตราการเปลี่ยนแปลงของความเร็วในการว่ายน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ลระยะทาง 25 เมตร มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ส่วนร้อยละอัตราการเปลี่ยนแปลงของความเร็วในการว่ายน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ลระยะทาง 50 เมตร ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 9 ค่าเฉลี่ยร้อยละของอัตราการเปลี่ยนแปลงความเร็วในการว่ายน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ล ระยะทาง 25 เมตร และระยะทาง 50 เมตร เปรียบเทียบกับก่อนการทดลองของวิธีการทั้ง 3 วิธี

จากภาพที่ 9 แสดงให้เห็นว่า ช่วงระยะทาง 25 เมตร และช่วงระยะทาง 50 เมตร ความเร็วในการว่ายน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ลของวิธีการที่ 2 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 2 นาที)มีค่าเฉลี่ยร้อยละอัตราการเปลี่ยนแปลงมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการที่ 1 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 1 นาที)และวิธีการที่ 3 (นั่งพัก 2 นาที) ในปัจจุบันยังไม่มีงานวิจัยใดศึกษาถึงผลแบบเฉียบพลันของการนั่งพัก และการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ โดยใช้ระยะเวลาที่ต่างกันที่มีต่อความเร็วในการว่ายน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ลโดยตรง ผลการวิจัยในครั้งนี้จึงเป็นงานวิจัยชิ้นแรกที่แสดงถึงแนวโน้มว่าการใช้ระยะเวลาที่ต่างกันของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ มีส่วนทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของความเร็วในการว่ายน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ล ช่วงระยะทาง 25 เมตรแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และช่วงระยะทาง 50 เมตรไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทั้งนี้ การที่พบว่าวิธีการที่ 2 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 2 นาที) มีแนวโน้มว่าความเร็วในการว่ายน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ลดีกว่าวิธีการอื่นนั้น อาจเนื่องมาจากวิธีการดังกล่าวเพิ่มอัตราการนำกระแสประสาทที่มากขึ้น มีผลต่อการเพิ่มแรงและความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อ (McMillian et al., 2006) ซึ่งเป็นการสนับสนุนให้ระบบการสั่งการให้กล้ามเนื้อมีประสิทธิภาพในการหดตัวสูงขึ้น จนส่งผลถึงความเร็วในการว่ายน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ล ที่พบว่า ช่วงระยะทาง 25 เมตรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และช่วงระยะทาง 50 เมตรยังมีแนวโน้มที่ดีที่จะส่งผลต่อความเร็วได้เช่นกัน แม้ว่าจะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ก็ตาม ขณะที่การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ด้วยวิธีที่ 1 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 1 นาที) และวิธีการที่ 3 (นั่งพัก 2 นาที)ไม่ทำให้เกิดผลเช่นเดียวกันนี้มากเท่าวิธีการที่ 2 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 2 นาที) โดย Hamada et al. (2000) และAagaard et al. (2002) ได้รายงานการวิจัยไว้ว่าการเพิ่มแรงและความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อนั้น มีผลมาจากการเพิ่มความสามารถในการระดมหน่วยยนต์ (motor unit) ของระบบประสาท และเป็นผลให้เพิ่มความสามารถทางแอนแอโรบิค (anaerobic) ซึ่งทำให้สมรรถภาพของร่างกายมีแรงระเบิด (explosive) ส่งผลให้มีการทำความเร็วในระยะสั้น (sprint)ดีขึ้น โดยการว่ายน้ำในระยะสั้น (sprint)ดังกล่าว ร่างกายจะใช้ระบบพลังงานแบบแอนแอโรบิค (anaerobic) ถึง 95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแบ่งเป็นระบบฟอสฟาเจนหรือเอทีพี – พีซี (phosphagen system or ATP – CP) 65 เปอร์เซ็นต์ และระบบไกลโคไลซีส (glycolysis system) 30 เปอร์เซ็นต์ (Australian Swimming Inc., 1997)

นอกจากนั้น วิธีการที่ 1 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 1 นาที) เป็นวิธีการที่มีค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงความเร็วในการว่ายน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ลช่วงระยะทาง 25 เมตร และช่วงระยะทาง 50 เมตร มีค่าสูงสุดรองลงมาจากวิธีการที่ 2 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 2 นาที) อีกทั้ง วิธีการที่ 3 (นั่งพัก 2 นาที) มีค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงความเร็วในการว่ายน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ลช่วงระยะทาง 25 เมตร และช่วงระยะทาง 50 เมตรน้อยที่สุด ซึ่งอาจกล่าวได้ว่า ไม่เพียงแต่การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ (dynamic stretching) จะส่งผลต่อความเร็วในการว่ายน้ำแล้ว ระยะเวลาในการยืดเหยียดกล้ามเนื้อยังมีผลทำให้ความเร็วในการว่ายน้ำดีขึ้นอีกด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงระยะทาง 25 เมตร จะเห็นได้ว่า ทั้งวิธีการที่ 2 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 2 นาที) และวิธีการที่ 1 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 1 นาที) มีแนวโน้มที่ดีที่จะส่งผลให้เวลาหรือสถิติของนักกีฬาดีขึ้นตามลำดับ ซึ่งตามสถานการณ์จริงแล้วในช่วงระยะทาง 25 เมตรภายหลังจากที่นักกีฬาได้ถูกปล่อยตัวจากจุดเริ่มต้น อาจเป็นช่วงที่ชี้วัดได้ว่าถ้านักกีฬาสามารถทำเวลาได้ดีในช่วงระยะทาง 25 เมตรแล้ว เวลาหรือสถิติในช่วงระยะทาง 50 เมตรก็จะมีแนวโน้มที่ดีด้วยเช่นเดียวกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลของการศึกษา จึงเป็นการสนับสนุนเหตุผลที่ว่า ระยะเวลาของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ (dynamic stretching) ที่ต่างกันมีผลต่อความเร็วในการว่ายน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ลระยะทาง 50 เมตร โดยเฉพาะอย่างยิ่งวิธีการที่ 2 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 2 นาที) จะพบว่า ความเร็วในการว่ายน้ำดีกว่าวิธีการที่ 1 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 1 นาที) และวิธีการที่ 3 (นั่งพัก 2 นาที) แสดงว่าระยะเวลาในการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 2 นาทีนั้น ก่อให้เกิดผลดีต่อความเร็วในการว่ายน้ำที่ดีขึ้นในทางตรงกันข้าม การนั่งพักโดยปราศจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ นอกจากจะไม่ก่อให้เกิดผลดีต่อความเร็วในการว่ายน้ำแล้ว ยังมีส่วนที่ทำให้เกิดการบาดเจ็บในการแข่งขันว่ายน้ำได้อีกด้วย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

จากการวิจัยผลแบบเฉียบพลันของการนั่งพัก และการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่โดยใช้ระยะเวลาที่ต่างกัน ที่มีต่อความเร็วในท่าฟร้อนท์ครอว์ลระยะทาง 50 เมตรของนักกีฬาว่ายน้ำ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาว่ายน้ำหญิงทีมชาติไทย อายุระหว่าง 18-22 ปี จำนวน 12 คน โดยทำตามวิธีการที่ 1 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 1 นาที) วิธีการที่ 2 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 2 นาที) และวิธีการที่ 3 (นั่งพัก 2 นาที) ทำการวัดอุณหภูมิร่างกายภายหลังจากที่กลุ่มตัวอย่างได้ทำตามวิธีการที่กำหนด และทำการบันทึกความถี่สโตร์ค พร้อมทั้งจับเวลาในช่วงระยะทาง 25 เมตร ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิร่างกายภายหลังจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 1 นาที 2 นาที และนั่งพัก 2 นาที ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ค่าเฉลี่ยความถี่สโตร์คของช่วงก่อนการทดลอง การยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 1 นาที 2 นาที และนั่งพัก 2 นาที ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ความเร็วในการว่ายน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ลระยะทาง 25 เมตร พบว่า ค่าเฉลี่ยความเร็วในการว่ายน้ำของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 2 นาที กับช่วงก่อนการทดลอง และนั่งพัก 2 นาที แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ส่วนค่าเฉลี่ยความเร็วในการว่ายน้ำของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 1 นาที กับช่วงก่อนการทดลอง การยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 2 นาที และนั่งพัก 2 นาที ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ความเร็วในการว่ายน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ลระยะทาง 50 เมตร พบว่า ค่าเฉลี่ยความเร็วในการว่ายน้ำของช่วงก่อนการทดลอง การยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 1 นาที 2 นาที และนั่งพัก 2 นาที ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5. ร้อยละอัตราการเปลี่ยนแปลงของความเร็วในการว่ายน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ลระยะทาง 25 เมตร พบว่า ค่าเฉลี่ยร้อยละอัตราการเปลี่ยนแปลงความเร็วในการว่ายน้ำของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 1 นาที และนั่งพัก 2 นาที กับ การยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 2 นาที และนั่งพัก 2 นาทีมีความแตกต่างอย่าง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ส่วนค่าเฉลี่ยร้อยละอัตราการเปลี่ยนแปลงของความเร็วในการว่ายน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ลระยะทาง 50 เมตร ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งนี้

1. สระว่ายน้ำที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ควรเป็นบริเวณที่ไม่มีบุคคลภายนอกเข้ามาเกี่ยวข้อง เพื่อให้การเก็บขอมูลเป็นไปอย่างสมบูรณ์

2. ควรมีการควบคุมกิจวัตรประจำวันของกลุ่มตัวอย่าง ให้เป็นไปในลักษณะเดียวกัน ในช่วงทำการทดสอบและเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรทำการศึกษาในระยะทางที่ต่างกัน เช่น ระยะทาง 100 เมตร หรือ 200 เมตร

2. ควรมีการศึกษาผลแบบเฉียบพลันที่มีต่อตัวแปรทางชีวกลศาสตร์ เช่น ความยาวของสโตร์ค หรือ มุมการเคลื่อนไหว เป็นต้น

3. ควรทำการศึกษาในท่าว่ายน้ำอื่นๆ เช่น ท่าผีเสื้อ ท่ากรรเชียง หรือท่ากบ

4. ควรมีการปรับเปลี่ยนอายุกลุ่มตัวอย่างเป็น 12-14 ปี หรือ 15-17 ปี ว่าจะส่งผลต่อความเร็วในการว่ายน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ลระยะทาง 50 เมตร หรือไม่อย่างไร

5. ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบในกลุ่มนักกีฬาเพศหญิง และเพศชายว่าผลแบบเฉียบพลันของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ โดยใช้ระยะเวลาที่ต่างกัน จะส่งผลต่อความเร็วในการว่ายน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ลระยะทาง 50 เมตร แตกต่างกันหรือไม่อย่างไร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรกต ศรีกวีเพชรรัตน์. 2552. ผลระยะเฉียบพลันของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่แบบเคลื่อนที่และแบบกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อ ที่มีต่อแรงเชิงมุมสูงสุดของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า. **วิทยานิพนธ์ปริญญาโท**, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เจริญ กระบวนรัตน์. 2538. **เทคนิคการฝึกความเร็ว.** แกรนด์มาเก็ตติ้ง จำกัด, กรุงเทพฯ**.**

_____. 2541. **เอกสารประกอบการเรียนวิชา 183541 หลักและวิธีฝึกกีฬา.** ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ**.** (อัดสำเนา)

_____. 2545. **หลักการและเทคนิคการฝึกกรีฑา.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ**.**

_____. 2546. **เอกสารประกอบการเรียนวิชาหลักการและเทคนิคการฝึกกีฬา.** คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____. 2552. **การยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (Stretching Exercise).** คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ**.**

ณัฐรุจา อร่ามศรี. 2545. การศึกษาอัตราชีพจรขณะอบอุ่นร่างกายต่อสมรรถนะในการออกตัวและการว่ายน้ำระยะสั้นของนักกีฬาว่ายน้ำ. **วิทยานิพนธ์ปริญญาโท**, มหาวิทยาลัยมหิดล.

ณัฐิกา เพ็งลี. 2545. การศึกษาปัจจัยทางชีวกลศาสตร์และสัดส่วนร่างกายที่มีอิทธิพลต่อสถิติในการว่ายน้ำท่าวัดวาประเภทสปรินท์ ระยะทาง 50 เมตร. **วิทยานิพนธ์ปริญญาโท**, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์. 2554. **สรีรวิทยาการออกกำลังกาย.** ตีรณสาร, กรุงเทพฯ**.**

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นฤมล ลีลายุวัฒน์. 2553. **สรีรวิทยาของการออกกำลังกาย.** โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

บันเทิง เกิดปรางค์. 2541. **การเสริมสร้างสมรรถภาพทางกาย.** ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ, กรุงเทพฯ.

บุญเลิศ ใจทน. 2548. **ว่ายน้ำเพื่อสุขภาพ.** สำนักพิมพ์ลิปประภา, กรุงเทพฯ.

บุญส่ง โกสะ. 2544. **เทคนิคการว่ายน้ำ.** ภาควิชาพลศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ประทุม ม่วงมี. 2527. **รากฐานสรีรวิทยาการออกกำลังกายและการพลศึกษา.** สำนักพิมพ์บูรพาสาส์น, กรุงเทพฯ.

ประวิตร เจนวรรธนะกุล. 2551. **กายภาพบำบัดทางการกีฬา.** สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

พัชรินทร์ เทพอารีนันท์. 2555. **สรีรวิทยาระบบหัวใจและหลอดเลือด.** สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

พงษ์จันทร์ อยู่แพทย์. 2549. **สรีรวิทยาระบบกล้ามเนื้อ.** สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยรังสิต, ปทุมธานี.

พริ้มเพรา ผลเจริญสุข. 2539. **กายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยาของมนุษย์**. พิมพ์ครั้งที่ 3. ไทยวัฒนาพานิช, กรุงเทพฯ.

ฟอง เกิดแก้ว. 2524. **คู่มือครูวิชาพลศึกษา รายวิชา พ 0018 ว่ายน้ำ.** วัฒนาพานิช, กรุงเทพฯ.

ภนารี บุษราคัมตระกูล. 2554. **สรีรวิทยา-พยาธิระบบกล้ามเนื้อและกระดูก.** พิมพ์ครั้งที่ 2. วี. พริ้นท์, กรุงเทพฯ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาควิชากายวิภาคศาสตร์. 2552. **ตำรากายวิภาคศาสตร์พื้นฐาน.** ภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ.

มงคล แฝงสาเคน. 2541. **วิทยาศาสตร์การกีฬา.** โสภณการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

_____. 2549. **การออกกำลังกายด้วยการเหยียดยืดกล้ามเนื้อเพื่อสุขภาพและกีฬา.** โอ.เอส. พริ้นติ้ง เฮ้าส์, กรุงเทพฯ.

ราตรี สุดทรวง. 2539. **ประสาทวิทยา.** พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพ

วรรธนะ ชลายนเดชะ. 2552. **การออกกำลังกายด้วยแรงต้าน.** คณะกายภาพบำบัดและวิทยาศาสตร์การเคลื่อนไหวประยุกต์ มหาวิทยาลัยมหิดล, นครปฐม.

วรายศ หล้าหา. 2546. **รายงานการวิจัย เรื่อง ผลการฝึกด้วยเมดิซินบอลร่วมกับการฝึกความอ่อนตัวที่มีต่อความสามารถในการทุ่มลูกบอลของนักกีฬาฟุตบอล.** วิทยาลัยพลศึกษา, เพชรบูรณ์.

วุฒิพงษ์ ปรมัตถากร และ อารี ปรมัตถากร. 2545. **วิทยาศาสตร์การกีฬา.** พิมพ์ครั้งที่ 5. โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด, กรุงเทพฯ.

สนธยา สีละมาด. 2551. **หลักการฝึกกีฬาสำหรับผู้ฝึกสอนกีฬา.** พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

_____. 2555. **หลักการฝึกกีฬาสำหรับผู้ฝึกสอนกีฬา.** พิมพ์ครั้งที่ 4. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

สุพรพิมพ์ เจียสกุล, กนกวรรณ ติลกสกุลชัย, วัฒนา วัฒนาภา, ชัยเลิศ พิชิตพรชัย, และ สุพัตรา โล่ห์สิริวัฒน์, . 2540. **สรีรวิทยา1.** พิมพ์ครั้งที่ 4. โรงพิมพ์เรือนแก้วการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สุมาลี เกตุวงษ์ และ สายนที ปรารถนาผล. 2555. ผลแบบเฉียบพลันของการอบอุ่นร่างกายโดยมีและไม่มีการยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหวต่อความสามารถในการวิ่งเร็วและการกระโดดสูง. **วารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่** 45 (3) : 39-48.

สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา. 2548. **คู่มือการทดสอบสมรรถภาพทางกาย (Physical Fitness Test).** โรงพิมพ์องค์การรับส่งสิ้นค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.) , กรุงเทพฯ.

อภิชาต อ่อนสร้อย และ ว่าที่ร้อยโท ปรีชา ศิริรัตน์ไพบูลย์. 2555. **ว่ายน้ำ**. บริษัท สหภัทร์ เอ็ดดูเคชั่น จำกัด, ปทุมธานี.

อภิลักษณ์ เทียนทอง. 2552. **การฝึกด้วยน้ำหนักเบื้องต้น.** พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Aagaard, P., Simonsen, E.B., Andersen, JL, Magnusson, P., and Dyhre-poulsen, P. 2002. Neural adaptation to resistance training : changes in evoked V-wave and H-reflex responses. **Journal of Applied Physiology** 92 : 2309-2318.

Alter, M. J. 1996. **Science of Flexibility.** Human Kinetics, Champaign.

_____. 2004. **Science of Flexibility.** 3rd ed. Human Kinetics, Champaign.

American College of Sports Medicine. 1995. **ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription.** 5th ed. Williams & Wilkins, Baltimore.

Australian Swimming Inc. 1997. **Sports Science Advisory Group National Testing Protocols for Physiology.** n.p., Brisbane.

Avela, J., Kyröläinen H, Komi P.V. and Rama D. 1999. Reduced reflex sensitivity persists several days after long-lasting stretch-shortening cycle exercise. **Journal of Applied Physiology** 86 : 1292-1300.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Bandy, W. D. and Irion, J. M. 1994. The effect of time on static stretch on the flexibility of the hamstring muscles. **Physical Therapy** 74 (9): 845-850.

Bishop, D. 2003. Warm up II: Performance changes following active warm up and how to structure the warm up. **Sports medicine** 33 (7) : 483-498.

Bradley, P.S., Olsen, P.D. and Portas, M.D. 2007. The effect of static, ballistic, and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on vertical jump performance 176. **Journal of Strength and Conditioning Research** 21 : 223-226.

Cecil, M. 2002. **Breakthrough Swimming.** Human Kinetics, Leeds.

Chiu, L.Z.F., Fry A.C.,Weiss L.W. ,Schilling B.K. , Brown L.E. , and Smith S.L. 2003. Postactivation potentiation response in athletic and recreationally trained individuals. **Journal of Strength and Conditioning Research**. 17 (4): 671–677.

Counsilman, J. E. 1977. **The Science of Swimming.** Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.

_____. 1979. **Competitive Swimming Manual for Coaches and Swimmers.** Prentice-hall, Inc., Englewood cliffs, New Jersey.

_____. 1985. **The Science of Swimming.** Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.

Colwin, C.M. 1999. **Swimming Dynamics.** Lincolnwood, Illinois, Masters Press.

Craig A. and Pendergast D. 1979. Relationships of Stroke rate, distance per stroke, and velocity in competitive swimming. **Medicine and Science in Sports** 11 (3) : 278-283.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Dixon, J. 1996. **Swimming Coaching.** Ramsbury,Marlborough, Crowood Press.

Fletcher, I.M. and Anness, R. 2007. The acute effects of combined static and dynamic stretch protocols on fifty-meter sprint performance in track-and-field athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research** 21 (3) : 784-787.

Fletcher, I.M. and Jones, B. 2004. The effect of different warm-up stretch protocols on 20 meter sprint performance in trained rugby union players. **Journal of Strength and Conditioning Research** 18 (4) : 885-888.

Fletcher, I.M. and Monte-Colombo, M.M. 2010. An investigation into the effects of different warm-up modalities on specific motor skills related to soccer performance. **Journal of Strength and Conditioning Research** 24 (8) : 2096-2101.

Godges, J. J. , MacRae H. , and Longdon C. 1989. The effects of two stretching procedures on hip range of motion and joint economy. **Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy** 10 (9) : 350-357.

Hamada, T., Sale, D.G., Mac Dougall, J.D., and Tarnopolsky, M.A. 2000. Postactivation potentiation, fiber type, and twitch contraction time in human knee extensor muscles. **Journal of Applied Physiology** 88 : 2131-2137.

Hedrick, A. 2000. Dynamic flexibility training. **Strength and Conditioning Journal** 22 (5) : 33-38.

Heyward, Vivian H. 2006. **Advance Fitness Assessment and Exercise Prescription.** 5th ed. Human Kinetics, Champaign.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Hough P.A., Ross EZ and Howatson G. 2009. Effects of dynamic and static stretching on vertical jump performance and electromyographic activity. **Journal of Strength and Conditioning Research** 23 (2) : 507-512.

Hughson, R.L. , Schijvens, H. , Burrows, S. , Devitt, D. , Betik A.C. , and Hopman, M.T. 2003. Blood flow and metabolic control at the onset of heavy exercise**. International Journal of Sport and Health Science** 1 (1) : 9-18.

Little T. and Williams A. 2006. Effects of differential stretching protocols during warm-ups on high-speed motor capacities in professional soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research** 20 (1) : 203-207.

Maglischo, E. 1988. How to Use Them to Train Competive Swimming. **The Finals Newsletters.** 5 (2) : 23**.**

_____. 2003**. Swimming Fastest.** Human Kinetics, Leeds.

Magnusson, P. and Renström, P. 2006. The European college of sports science position statement: the role of stretching exercise in sports. **European Journal of Sport Science** 6 (2) : 87-91.

Manoel, M.E., Michael, O, Harris-love, M.O, Danoff, J.V., and Miller, T.A. 2008. Acute effects of static, dynamic, and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on muscle power in women. **Journal of Strength and Conditioning Research** 22 (5) : 1528-1534.

McHugh, M.P. and Cosgrave, C.H. 2010. To stretch or not to stretch: the role of stretching in injury prevention and performance. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports** 20 (2) : 169-181.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

McMillian, D., Moore, J., Hatler, B.,and Taylor, D. 2006. Dynamic vs. static-stretching warm up : the effect on power and agility performance. **Journal of Strength and Conditioning Research** 20 (3) : 492-499.

Molaei, M. , Shojaei, M. and Amiri-Khorasani, M. 2012. Acute effects of different stretching method on high-speed motor capacities in soccer players. **International Journal of Applied Exercise Physiology** 2 (1) : 2322-3537.

Newton, R. U. and Kraemer, W. J. 1994. Developing explosive muscular power: implications for a mixed methods training strategy. **Journal of Strength and Conditioning Research, Philadelphia.** 16 (5) : 20-31**.**

Palmer, Mervyn L. 1984. **The Science of Teaching Swimming.** Pelham Book, London.

Perrier, E.T. , Pavol M.J. and Hoffman M.A. 2011. The acute effect of a Warm-up including static or dynamic stretching on countermovement jump height, reaction time, and flexibility. **Journal of Strength and Conditioning Research** 25 (7) : 1925-1931.

Robbins, D.W. 2005. Postactivation potentiation and its practical applicability: A brief review. **Journal of Strength and Conditioning Research** 19 : 453-458.

Rovinelli, R.J. and Hambleton, R.K. 1977. On the use of content specialists in the assessment of criterion-referenced test item validity. **Dutch Journal of Educational Research** 2 : 49-60.

Rubini, E.C., Costa, A.L. and Gomes, P.S. 2007. The effect of stretching on strength performance. **Sports Medicine** 37 (3) : 213-224.

Sale, D.G. 2002. Postactivation potentiation : role in human performance. **Exercise and Sport Sciences Reviews** 30 (3) : 138-143.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Shellock, F.G. and Prentice, W.E. 1985. Warming-up and stretching for improved physical performance and prevention of sports-related injuries. **Sports Medicine** 2 (4) : 267-278.

Spence, Alexander P. and Mason B. Elliott. 1979. **Human Anatomy and Physiology.** The Benjamin Cummings Publishing Company, Inc. , California.

Turki, O., Chaouachi, A., Drinkwater, E.J., Chtara, M., Chamari, K., Amri, M., and Behm, D.G. 2011. Ten minutes of dynamic stretching is sufficient to potential vertical jump performance characteristics. **Journal of Strength and Conditioning Research** 25 (9) : 2453-2463.

Woods,K., Bishop,P., and Jones,E. 2007. Warm-up and stretching in the prevention of muscular injury**. Sports Medicine.** 37 (12) : 1089-1099

Yamaguchi, T. and Ishii, K. 2005. Effect of static stretching for 30 seconds and dynamic stretching on leg extension power. **Journal of Strength and Conditioning Research** 19 (3) : 677-683.

Yamaguchi, T., Ishii, K., Yamanaka, M.,and Yasuda K. 2007. Acute effects of dynamic stretching exercise on power output during concentric dynamic constant external resistance leg extension. **The Journal of Strength & Conditioning Research** 21 (4) : 1238-1244.

Young, W.B. 2007. The use of static stretching in warm-up for training and competition. **International Journal of Sports Physiology and Performance** 2 (2) : 212-216.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจโปรแกรมการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ
และผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจโปรแกรมการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อภิลักษณ์ เทียนทอง
   อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ดร. นาทรพี ผลใหญ่
   อาจารย์ประจำภาควิชาพลศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์อารมณ์ ตรีราช
   อาจารย์ประจำวิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล

4. อาจารย์วรพงศ์ พัชรวิชญ์
   กรรมการฝ่ายเทคนิคสมาคมว่ายน้ำแห่งประเทศไทย

5. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ระลึก สัทธาพงศ์
   อดีตผู้ฝึกสอนว่ายน้ำและฮอคกี้ ทีมชาติไทย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ

คะแนนที่ใช้ในการประเมิน

+1 หมายถึง มีความเหมาะสมของท่ายืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่และการทดสอบความเร็วในการว่ายน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ลระยะทาง 50 เมตร

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าท่ายืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่และการทดสอบความเร็วในการว่ายน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ลระยะทาง 50 เมตรมีความเหมาะสม

-1 หมายถึง ไม่มีความเหมาะสมของท่ายืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่และการทดสอบความเร็วในการว่ายน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ลระยะทาง 50 เมตร

เกณฑ์การแปลความหมาย

ค่าดัชนีความสอดคล้องที่ยอมรับได้ต้องมีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป

สูตรในการคำนวณ

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

IOC คือ ดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับโปรแกรมการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่และการทดสอบความเร็วของการว่ายน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ลระยะทาง 50 เมตร

R คือ คะแนนของผู้เชี่ยวชาญ

$\sum R$ คือ ผลรวมคะแนนของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1. ความเหมาะสมของส่วนประกอบในการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่แต่ละท่าต่อไปนี้								
1.1 ท่าที่ 1 - วัตถุประสงค์	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
- ท่าเริ่มต้น	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
- วิธีปฏิบัติ	1	1	1	1	0	4	0.8	ใช้ได้
1.2 ท่าที่ 2 - วัตถุประสงค์	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
- ท่าเริ่มต้น	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
- วิธีปฏิบัติ	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
1.3 ท่าที่ 3 - วัตถุประสงค์	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
- ท่าเริ่มต้น	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
- วิธีปฏิบัติ	1	1	1	1	0	4	0.8	ใช้ได้
1.4 ท่าที่ 4 - วัตถุประสงค์	1	1	1	1	0	4	0.8	ใช้ได้
- ท่าเริ่มต้น	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
- วิธีปฏิบัติ	1	1	0	1	0	3	0.6	ใช้ได้
1.5 ท่าที่ 5 - วัตถุประสงค์	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
- ท่าเริ่มต้น	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
- วิธีปฏิบัติ	1	1	0	1	1	4	0.8	ใช้ได้
1.6 ท่าที่ 6 - วัตถุประสงค์	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
- ท่าเริ่มต้น	1	1	1	1	0	4	0.8	ใช้ได้
- วิธีปฏิบัติ	1	1	1	1	0	4	0.8	ใช้ได้

ภาพผนวกที่ ก1 ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
2. วัดอุประสงค์สอดคล้องกับวิธีปฏิบัติของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ในแต่ละท่าต่อไปนี้								
2.1 ท่าที่ 1	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
2.2 ท่าที่ 2	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
2.3 ท่าที่ 3	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
2.4 ท่าที่ 4	1	1	0	1	1	4	0.8	ใช้ได้
2.5 ท่าที่ 5	1	1	0	1	1	4	0.8	ใช้ได้
2.6 ท่าที่ 6	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
3. ระยะเวลาของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ในแต่ละท่าต่อไปนี้								
3.1 ท่าที่ 1	1	1	1	0	1	4	0.8	ใช้ได้
3.2 ท่าที่ 2	1	1	1	0	1	4	0.8	ใช้ได้
3.3 ท่าที่ 3	1	1	1	0	1	4	0.8	ใช้ได้
3.4 ท่าที่ 4	1	1	0	0	1	3	0.6	ใช้ได้
3.5 ท่าที่ 5	1	1	0	0	1	3	0.6	ใช้ได้
3.6 ท่าที่ 6	1	1	1	0	1	4	0.8	ใช้ได้
4. ความเหมาะสมของจำนวนท่าในการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่	1	1	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
5. ความเหมาะสมในการทดสอบความเร็วของการว่ายน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ลระยะทาง 50 เมตร								
5.1 วัดอุประสงค์	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
5.2 อุปกรณ์	1	1	1	0	1	4	0.8	ใช้ได้
5.3 วิธีปฏิบัติ	1	1	1	0	1	4	0.8	ใช้ได้

ภาพผนวกที่ ก2 ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ข

โปรแกรมการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โปรแกรมการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่

(Dynamic Stretching)

โปรแกรมการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ มี 2 วิธีการ

วิธีการที่ 1 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ 1 นาที
วิธีการที่ 2 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ 2 นาที

การยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 2 วิธีการ ที่มีรูปแบบและขั้นตอนเหมือนกัน ประกอบด้วยท่าการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 6 ท่า โดยเฉพาะวิธีการที่ 2 จะทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 6 ท่า จำนวน 2 เซต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

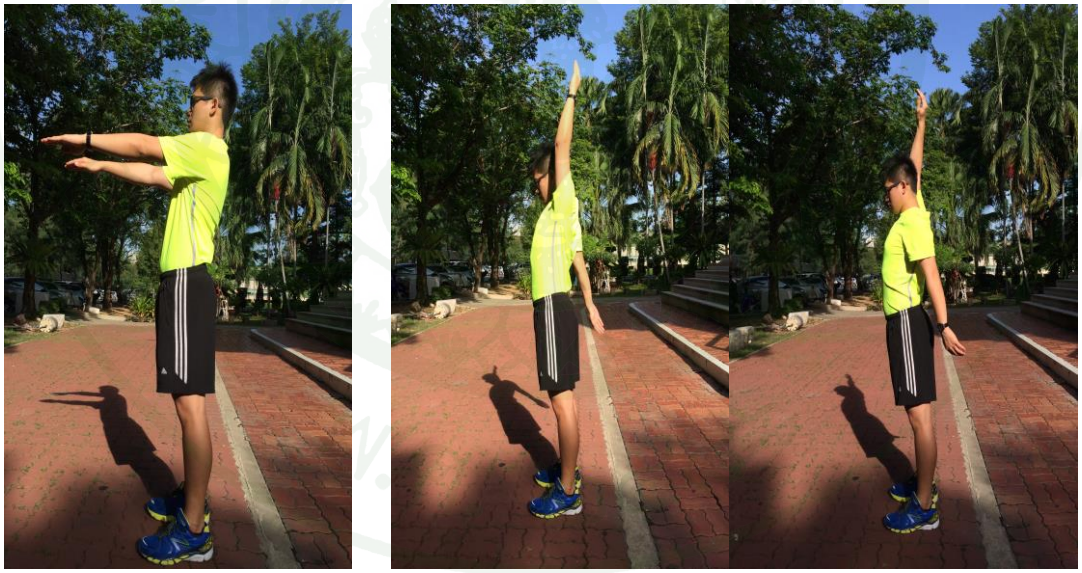
ท่าที่ 1

<u>วัตถุประสงค์</u> เพิ่มความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ deltoid, pectoralis major, latissimus dorsi, infraspinatus, coracobrachialis, teres major, teres minor, subscapularis

<u>ท่าเริ่มต้น</u> ยืนตรงในลักษณะเท้าทั้งสองข้างห่างเท่าความกว้างของช่วงไหล่ เหยียดแขนทั้งสองข้าง ไปด้านหน้าระดับหน้าอก ฝ่ามือทั้งสองข้างขนานกับพื้น

<u>วิธีปฏิบัติ</u>

1. ผู้ปฏิบัติแยกแขนซ้ายเหยียดขึ้นเหนือศีรษะและแขนขวาเหยียดลงไปด้านหลัง
2. แขนทั้งสองข้างจะทำงานสวนทางกัน โดยแขนซ้ายเหยียดลงไปด้านหลังและแขนขวาเหยียดขึ้นเหนือศีรษะ
3. ให้ทำจนสุดมุมการเคลื่อนไหว ทำสลับกันอย่างช้าๆและต่อเนื่องเป็นเวลา 10 วินาที



ท่าเริ่มต้น ท่าปฏิบัติ

ภาพผนวกที่ ข1 โปรแกรมการยืดเหยียดกล้ามเนื้อในท่าที่ 1

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

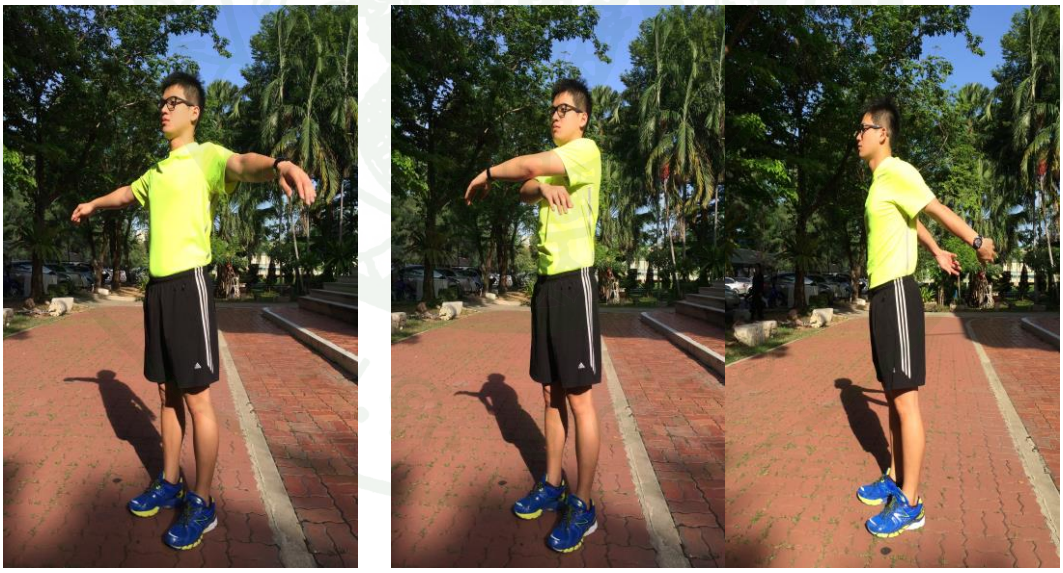
ท่าที่ 2

<u>วัตถุประสงค์</u> เพิ่มความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ deltoid, pectoralis major, latissimus dorsi, infraspinatus, coracobrachialis, teres minor

<u>ท่าเริ่มต้น</u> ยืนตรงในลักษณะเท้าทั้งสองข้างห่างเท่าความกว้างของช่วงไหล่ ยกแขนทั้งสองข้าง ไปด้านข้างของลำตัวระดับหน้าอก ฝ่ามือทั้งสองข้างขนานกับพื้น

<u>วิธีปฏิบัติ</u>

1. ผู้ปฏิบัติไขว้แขนซ้ายและแขนขวาไปทางด้านหน้า แขนซ้ายอยู่ด้านล่างของแขนขวา จากนั้นให้เหยียดแขนทั้งสองข้างไปด้านหลัง
2. แขนทั้งสองข้างจะทำงานสวนทางกัน โดยแขนซ้ายอยู่ด้านบนของแขนขวา พร้อมกับเหยียดแขนทั้งสองข้างไปด้านหลัง
3. ให้ทำจนสุดมุมการเคลื่อนไหว ทำสลับกันอย่างช้าๆและต่อเนื่องเป็นเวลา 10 วินาที



ท่าเริ่มต้น ท่าปฏิบัติ

ภาพผนวกที่ ข2 โปรแกรมการยืดเหยียดกล้ามเนื้อในท่าที่ 2

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ท่าที่ 3

<u>วัตถุประสงค์</u> เพิ่มความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ deltoid (anterior), pectoralis major, coracobrachialis, biceps brachii

<u>ท่าเริ่มต้น</u> ยืนในลักษณะเท้าทั้งสองข้างห่างเท่าความกว้างของช่วงไหล่ โน้มตัวลง โดยนำมือทั้งสองข้างมาประสานกันพร้อมทั้งให้ฝ่ามือดันเข้าด้านหลังของลำตัว และแขนทั้งสองข้างเหยียดตรง

<u>วิธีปฏิบัติ</u>

1. ผู้ปฏิบัติโน้มแขนทั้งสองข้างมาด้านหน้าเหนือศีรษะ
2. เมื่อสุดมุมการเคลื่อนไหว จึงผ่อนแขนทั้งสองข้างให้กลับสู่ท่าเริ่มต้น
3. ทำต่อเนื่องอย่างช้าๆ เป็นเวลา 10 วินาที

ท่าเริ่มต้น ท่าปฏิบัติ

ภาพผนวกที่ ข3 โปรแกรมการยืดเหยียดกล้ามเนื้อในท่าที่ 3

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ท่าที่ 4

<u>วัตถุประสงค์</u> เพิ่มความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ lower back, gluteus, hamstring

<u>ท่าเริ่มต้น</u> ยืนในลักษณะเท้าทั้งสองข้างชิดเข้าหากัน โน้มตัวลง โดยนำมือทั้งสองข้างมาประสานกันทางด้านหน้าระดับอก ให้ฝ่ามือขนานกับพื้นพร้อมทั้งแขนและขาเหยียดตรง

<u>วิธีปฏิบัติ</u>

1. ผู้ปฏิบัติโน้มลำตัวมาด้านหน้าและยืดแขนทั้งสองข้างลงในแนวดิ่งเข้าใกล้ปลายเท้า
2. ให้ฝ่ามือเข้าใกล้พื้นจนสุดมุมการเคลื่อนไหว จึงผ่อนแขนและลำตัวกลับสู่ท่าเริ่มต้น
3. ทำการเคลื่อนไหวอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 10 วินาที

ท่าเริ่มต้น

ท่าปฏิบัติ

ภาพผนวกที่ ข4 โปรแกรมการยืดเหยียดกล้ามเนื้อในท่าที่ 4

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ท่าที่ 5

<u>วัตถุประสงค์</u> เพิ่มความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ rectus abdominis, internal oblique, external oblique

<u>ท่าเริ่มต้น</u> ยืนตรงในลักษณะเท้าทั้งสองข้างห่างเท่าความกว้างของช่วงไหล่ โดยนำมือทั้งสองข้างมาจับไว้ที่เอว

<u>วิธีปฏิบัติ</u>

1. ผู้ปฏิบัติโน้มลำตัวไปด้านหลังพร้อมกับเงยหน้าขึ้น
2. ทำจนสุดมุมการเคลื่อนไหว จึงให้ลำตัวกลับสู่ท่าเริ่มต้น
3. ทำการเคลื่อนไหวอย่างช้าๆ ต่อเนื่องเป็นเวลา 10 วินาที

ท่าเริ่มต้น ท่าปฏิบัติ

ภาพผนวกที่ ข5 โปรแกรมการยืดเหยียดกล้ามเนื้อในท่าที่ 5

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

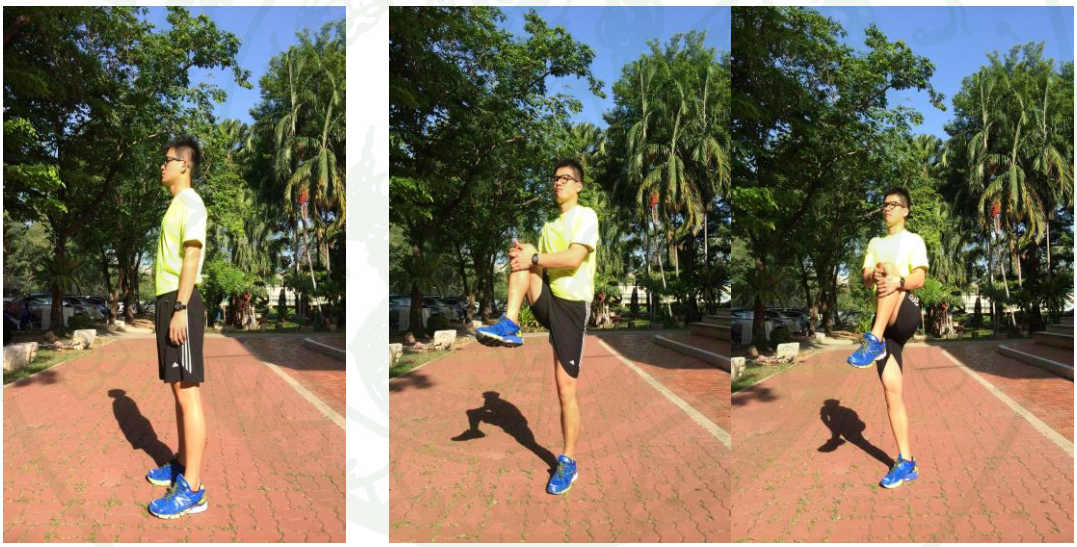
ท่าที่ 6

<u>วัตถุประสงค์</u> เพิ่มความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ gluteus, lower back

<u>ท่าเริ่มต้น</u> ยืนตรงในลักษณะเท้าทั้งสองข้างห่างเท่าความกว้างของช่วงไหล่

<u>วิธีปฏิบัติ</u>

1. ผู้ปฏิบัติยกขาขวาขึ้นมาโดยนำมือทั้งสองข้างจับที่หน้าแข้งบริเวณใกล้กับหัวเข่า พร้อมทั้งดึงเข้ามาชิดกับลำตัวด้านหน้า จากนั้นวางขาขวาลงอย่างช้าๆ
2. สลับขาซ้ายยกขึ้นมาและวางขาลงเช่นเดียวกับขาขวา
3. ทำการยกและวางขาลงอย่างช้าๆ ต่อเนื่องเป็นเวลา 10 วินาที



ท่าเริ่มต้น ท่าปฏิบัติ

ภาพผนวกที่ ข6 โปรแกรมการยืดเหยียดกล้ามเนื้อในท่าที่ 6

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ค

หนังสือขออนุญาตใช้สถานที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ที่ ศธ. ๐๕๑๓.๒๑๓/

โครงการปริญญาโทสาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา
ภาคพิเศษ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
๕๐ ถนนพหลโยธิน จตุจักร กรุงเทพฯ ๑๐๙๐๐

๑ กันยายน ๒๕๕๗

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ใช้สระว่ายน้ำเก็บรวบรวมข้อมูลทำการวิจัย

เรียน ผู้จัดการสระว่ายน้ำ ณ อาคารศูนย์กีฬาและนันทนาการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตามที่ **นายธนพล มีเดช** รหัสนิสิต ๕๖๒๕๗๕๐๐๖๘ นิสิตปริญญาโท คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ให้ดำเนินการวิจัยประกอบวิทยานิพนธ์ เรื่อง " **ผลแบบเฉียบพลันของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่โดยใช้ระยะเวลาที่ต่างกัน ต่อความเร็วของนักกีฬาว่ายน้ำทีมชาติไทยท่าฟร้อนท์ครอว์ลระยะทาง ๕๐ เมตร (The Acute Effect of Dynamic Stretching with Different Duration to 50 Metre Front Crawl Stroke Speed of Thailand National Swimmers)**" โดยมีกรรมการเป็นผู้ดูแลและควบคุม ดังนี้

1. รองศาสตราจารย์วัลลีย์ ภัทรโรภาส	**อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก**
2. ดร.นิรอมลี มะกาเจ	**อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม**

ในการนี้ โครงการปริญญาโทสาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา ภาคพิเศษ ใคร่ขอความอนุเคราะห์ให้นิสิตใช้สระว่ายน้ำในการทดลองโปรแกรมของงานวิจัย และทดสอบความเร็วในการว่ายน้ำของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักกีฬาทีมชาติ เพื่อให้การดำเนินงานวิจัยประกอบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ครบถ้วนและเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์แก่นิสิตด้วย โครงการปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา ภาคพิเศษ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านและขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิริพร ศศิมณฑลกุล)
ประธานโครงการปริญญาโทสาขาวิทยาศาสตร์การกีฬาภาคพิเศษ

โครงการปริญญาโทสาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา ภาคพิเศษ
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
โทร/โทรสาร 0-2942-8675

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ง

ตารางบันทึกข้อมูลการทดลอง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางบันทึกข้อมูลการทดลอง

คนที่	ชื่อ	วิธีการที่ 1 (ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 1 นาที)		ความเร็ว ระยะทาง (เมตร)	
		อุณหภูมิร่างกาย (องศาเซลเซียส)	ความถี่สโตร์ค (สโตร์คต่อนาที)	25	50
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					
10.					
11.					
12.					

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก จ

แบบขอความอนุเคราะห์เป็นกลุ่มตัวอย่าง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบขอความอนุเคราะห์เป็นกลุ่มตัวอย่าง

เรื่อง แบบขอความอนุเคราะห์เป็นกลุ่มตัวอย่าง

เรียน .....

ด้วยกระผม นายธนพล มีเดช กำลังศึกษาอยู่ในระดับปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และมีความสนใจในการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลแบบเฉียบพลันของการนั่งพักและการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่โดยใช้ระยะเวลาที่ต่างกันที่มีต่อความเร็วในท่าฟร้อนท์ครอว์ลระยะทาง 50 เมตร ของนักกีฬาว่ายน้ำ

กระผมจึงขอความอนุเคราะห์ในกรณีที่ท่านยินดีเป็นกลุ่มตัวอย่างโปรดระบุข้อมูลตามหัวข้อ ดังนี้

1. ท่านมีความประสงค์ที่จะเป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยหรือไม่
   - ☐ ประสงค์
   - ☐ ไม่ประสงค์

2. ท่านยินดีเข้าร่วมการทดลอง
   - ☐ ช่วงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2557
   - ☐ เวลา 07.30-09.30 น.

ลงชื่อ .....

...../...../.....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ	นายธนพล มีเดช
วัน เดือน ปีเกิด	9 เมษายน 2533
สถานที่เกิด	เขตคลองสาน กรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (วิทยาศาสตร์การกีฬา) มหาวิทยาลัยมหิดล
ตำแหน่งปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและ/หรือรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์