บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเรื่อง **การนำเสนอรูปแบบการฝึกที่ผสมผสานความอดทน ความแข็งแรงและความเร็ว เพื่อพัฒนาสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาฟุตบอล** จึงรวบรวมเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นข้อมูลในการศึกษาวิจัย ดังนี้

1. สมรรถภาพทางกายและองค์ประกอบของสมรรถภาพทางกาย
2. สมรรถภาพทางกายและองค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาฟุตบอล
3. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ
4. ความอดทนระบบแอโรบิกหรือความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและหัวใจ
5. ความเร็ว
6. ความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรง ความเร็ว และความอดทน
7. พลังอดทนของกล้ามเนื้อ
8. พลังกล้ามเนื้อ
9. ความคล่องแคล่วว่องไว
10. การฝึกเพื่อพัฒนารูปแบบการฝึกที่ผสมผสานความอดทน ความแข็งแรงและความเร็ว เพื่อพัฒนาสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาฟุตบอล
11. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. สมรรถภาพทางกายและองค์ประกอบของสมรรถภาพทางกาย

1.1 ความหมายของสมรรถภาพทางกาย

สมาคมสุขศึกษา พลศึกษา นันทนาการ และการเต้นรำแห่งสหรัฐอเมริกา (The American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance) (อ้างถึงใน Safrit, 1990) กล่าวว่า สมรรถภาพทางกาย หมายถึง ภาวะที่ดีของร่างกายที่สามารถปฏิบัติภารกิจประจำวันได้อย่างแข็งขัน กระฉับกระเฉง ลดอัตราการเสี่ยงต่อปัญหาเกี่ยวกับสุขภาพ อันเนื่องจากการขาดการออกกำลังกาย และเป็นความสามารถพื้นฐานของร่างกายสำหรับการเข้าร่วมกิจกรรมต่าง ๆ

มิลเลอร์ และคณะ (Miller et al., 1991) กล่าวว่า สมรรถภาพทางกายโดยทั่วไปหมายถึง ความสามารถในการปฏิบัติงานของร่างกายซึ่งเป็นผลมาจากการทำงานของระบบหลอดเลือดและหัวใจ ความอดทน ความแข็งแรง ความอ่อนตัว การทำงานประสานสัมพันธ์และการวัดสัดส่วนที่เป็นส่วนประกอบของร่างกาย

พิชิต ภูติจันทร์ และคณะ (2533) กล่าวว่า สมรรถภาพทางกายเป็นความสามารถของบุคคลในอันที่จะใช้ระบบของร่างกายกระทำกิจกรรมใดๆ อันเกี่ยวพันกับการแสดงออกซึ่งความสามารถทางร่างกายได้อย่างมีประสิทธิภาพหรือได้หนักหน่วง เป็นเวลานานติดต่อกันโดยไม่แสดงความเหน็ดเหนื่อยให้ปรากฏ และสามารถฟื้นตัวสู่สภาพปกติได้ในเวลาอันรวดเร็ว

ศิริรัตน์ หิรัญรัตน์ (2533) กล่าวถึง สมรรถภาพทางกายว่า เป็นความสามารถของบุคคลในการควบคุมสั่งการให้ร่างกายปฏิบัติภารกิจต่างๆ อย่างได้ผลดีมีประสิทธิภาพเหมาะสมกับปริมาณงานและเวลาตลอดทั้งวันโดยการปฏิบัตินั้น ไม่ก่อให้เกิดความทุกข์ทรมานต่อร่างกายอีก ทั้งยังสามารถประกอบกิจกรรมอื่นๆ นอกเหนือจากภารกิจประจำวันได้อีก ด้วยความกระฉับกระเฉงปราศจากความเมื่อยล้าอ่อนเพลีย

สุชาติ โสมประยูร (2535) กล่าวว่า สมรรถภาพทางกาย หมายถึง ความสามารถของร่างกายในการประกอบกิจกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพติดต่อกันเป็นเวลานาน โดยไม่เกิดความเมื่อยล้า อ่อนเพลีย ทั้งนี้มิได้หมายความว่า ร่างกายมีความแข็งแรง อดทนของกล้ามเนื้อ และระบบต่างๆ ของร่างกายมีการทำงานประสานกันเป็นอย่างดีเท่านั้น แต่ยังรวมถึงร่างกายต้องมีสุขภาพดี สามารถปฏิบัติงานได้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีและมีพลังความแข็งแรงเหลือพอที่จะประกอบกิจกรรมพิเศษ หรือกิจกรรมที่ต้องทำในกรณีฉุกเฉินได้อย่างมีประสิทธิภาพอีกด้วย

เฉก ธนะศิริ (2535) กล่าวว่า เรามักเรียกผู้ที่มีร่างกายแข็งแรงสมบูรณ์อย่างแท้จริงว่า "ฟิต" นั้นหาได้หมายถึงว่าเขาคนนั้นไม่มีโรคใดๆ ประจำตัวสามารถออกกำลังกายและเล่นกีฬาได้ตาม ปกติเพียงเท่านั้นไม่ หากจะต้องมีคุณสมบัติอื่นอีก คือ ร่างกายฟิต (Physical Fitness) ประกอบด้วยพลังแอโรบิก (Aerobic Power) ความทนทานของกล้ามเนื้อเฉพาะส่วน (Local Muscle Endurance) กล้ามเนื้อแข็งแกร่ง (Muscular Strength) ความอ่อนตัว (Flexibility) และสัดส่วนที่เป็นส่วนประกอบของร่างกาย (Body Composition)

วิบูลย์ ชลานันต์ (2540) กล่าวถึงนักวิชาการในประเทศไทยให้ความหมายของคำว่าสมรรถภาพทางกายว่าหมายถึง สภาพร่างกายที่สมบูรณ์ สามารถปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพและสามารถดำรงชีวิตอยู่ในสังคมได้อย่างราบรื่น มีความสุข ด้วยการปราศจากโรคที่เกิดจากการขาดการออกกำลังกาย

จากนิยามความหมายของสมรรถภาพทางกายข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า หมายถึงความสามารถของร่างกายที่สามารถปฏิบัติภารกิจหน้าที่ในชีวิตประจำวันได้อย่างกระตือรือร้น กระฉับกระเฉง มีประสิทธิภาพ ไม่อ่อนเพลีย และมีสุขภาพที่ดีอันเป็นผลจากการที่ร่างกายมีความพร้อมที่เกิดจากการออกกำลังกาย

1.2 องค์ประกอบของสมรรถภาพทางกาย

สมาคมสุขศึกษา พลศึกษา นันทนาการ และการเต้นรำแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (AAHPERD อ้างใน Safrit, 1990) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่สำคัญของสมรรถภาพทางกาย เพื่อการมีสุขภาพดีว่า ประกอบด้วย

1. ความอดนทนของระบบหัวใจและหลอดเลือด
2. สัดส่วนที่เป็นส่วนประกอบของร่างกาย
3. ความอ่อนตัว
4. ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ

เพย์น ฮาน (Payne H., 1990) กล่าวว่า องค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายว่าประกอบด้วย

1. ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ
2. ความอ่อนตัว
3. ความคล่องตัว
4. ความอดทนของหัวใจและการหายใจ

มิลเลอร์ และคณะ (Miller et al., 1991) ก็กล่าวถึงองค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายว่าประกอบด้วย

1. ความอดทนของระบบหัวใจและหลอดเลือด
2. ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ
3. ความอ่อนตัว
4. การประสานสัมพันธ์
5. สัดส่วนที่เป็นส่วนประกอบของร่างกาย

วิบูลย์ ชลานันต์ (2540) ได้สรุปสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพ ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1980 จนถึงปัจจุบัน ว่ามีองค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายจะประกอบด้วย 5 ประการที่สำคัญ คือ

1. พลังแอโรบิก หรือความอดทนของระบบหัวใจและการหายใจ
2. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ
3. ความอดทนของกล้ามเนื้อ
4. ความอ่อนตัว
5. สัดส่วนที่เป็นส่วนประกอบของร่างกาย

จากองค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า มีองค์ประกอบที่สำคัญคือ ความอดทนแบบแอโรบิก ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ ความอ่อนตัว และสัดส่วนที่ดีของร่างกาย

1.3 องค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายของนักกีฬา

คล้าก (Clarke, 1987) ได้กล่าวว่า พื้นฐานของสมรรถภาพทางกาย (Physical Fitness) นั้นประกอบด้วย 3 องค์ประกอบที่สำคัญ คือ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความอดทนของกล้ามเนื้อ และความอดทนของระบบหายใจและระบบไหลเวียนโลหิต ส่วนพลังของกล้ามเนื้อ ความคล่องแคล่วว่องไว ความเร็ว และความอ่อนตัวนั้นถูกเพิ่มเข้าในส่วนของคำว่า สมรรถภาพการเคลื่อนไหว (Motor Fitness) และการเคลื่อนไหวที่สัมพันธ์กันของแขนกับสายตา และขากับสายตา นั้นเป็นสิ่งที่ต้องการในความสามารถในการเคลื่อนไหวทั่วไป (General Motor Ability) ซึ่งสามารถอธิบายความสัมพันธ์ได้ดังรูปภาพต่อไปนี้

รูปภาพที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ของสมรรถภาพทางกาย สมรรถภาพการเคลื่อนไหว และสมรรถภาพทางกายเคลื่อนไหวทั่วไป (แหล่งที่มา: Clarke, 1987)

โฮเจอร์ (Hoeger, 1989) แบ่งองค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายออกเป็นสองประเภท คือ

1. องค์ประกอบที่สัมพันธ์กับสุขภาพ (Health – Related Physical Fitness) ประกอบด้วย
   - 1.1 ความอดทนของระบบหลอดเลือดและหัวใจ
   - 1.2 ความอดทนและแข็งแรงของกล้ามเนื้อ
   - 1.3 ความอ่อนตัว
   - 1.4 สัดส่วนที่เป็นส่วนประกอบของร่างกาย
2. องค์ประกอบที่สัมพันธ์กับทักษะ (Skill – Related Physical Fitness) ประกอบด้วย
   - 2.1 ความอดทนของระบบหลอดเลือดและหัวใจ
   - 2.2 ความอดทนและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ
   - 2.3 ความอ่อนตัว
   - 2.4 สัดส่วนที่เป็นส่วนประกอบของร่างกาย
   - 2.5 ความคล่องตัว
   - 2.6 การทรงตัวที่สมดุล
   - 2.7 การทำงานประสานสัมพันธ์ของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ
   - 2.8 กำลัง หรือพลัง
   - 2.9 ปฏิกิริยาตอบสนอง
   - 2.10 ความเร็ว

หอสมุดกลาง ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศิริรัตน์ หิรัญรัตน์ (2539) ได้กล่าวถึงการที่มีสมรรถภาพที่ดี คือผลการปฏิบัติงานที่แสดงให้เห็นถึง

1. ความเร็ว (Speed) หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อในการทำงานบางส่วนหรือทั้งหมดของร่างกายเคลื่อนไปสู่เป้าหมายโดยใช้เวลาสั้นที่สุด เช่น วิ่ง 50 เมตร วิ่ง 100 เมตร ว่ายน้ำ 50 และ 100 เมตร

2. ความแข็งแรง (Strength) หมายถึง ความสามารถในการหดตัวของกล้ามเนื้อเพื่อต่อต้านแรงที่จะมากระทำ เช่น ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนในการหดงอตัว งอข้อศอก

3. ความคล่องแคล่วว่องไว (Agility) หมายถึง ความสามารถในการเปลี่ยนทิศทางของร่างกายหรือทิศทางการเคลื่อนไหวของร่างกาย ตามความต้องการอย่างทันทีทันใดเช่น การเบี่ยงตัวหลบขณะเลี้ยงลูกบาสเกตบอล

4. ความอ่อนตัว (Flexibility) หมายถึง ความสามารถในการเหยียดและหดตัวของกล้ามเนื้อ เอ็น ข้อต่อต่างๆ ในปริมาณมุมที่มากกว่าปกติ เช่นการก้มและใช้ปลายนิ้วแตะพื้นเป็นความสามารถของข้อต่อที่สะโพก กล้ามเนื้อขา และหลัง

5. กำลังหรือพลังกล้ามเนื้อ (Power) หมายถึง ความสามารถในการทำงานอย่างทันทีทันใดของกล้ามเนื้อด้วยความพยายามสูงสุด เช่น การยกน้ำหนัก การทุ่มลูกน้ำหนัก และขว้างจักร เป็นต้น

6. ความสมดุล (Balance) หมายถึงความสามารถในการควบคุมท่าทางของร่างกายให้อยู่ในลักษณะที่ต้องการได้ ไม่ว่าจะอยู่ในขณะเคลื่อนที่หรืออยู่กับที่ เช่น การทรงตัวบนคานทรงตัวของนักยิมนาสติก

7. ความสัมพันธ์ของประสาทและกล้ามเนื้อ (Neuromuscular Coordination) หมายถึงการควบคุมให้ร่างกายทำงานตอบสนองการสั่งของระบบประสาทอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น ความสัมพันธ์ของการได้ยินคำสั่ง และกล้ามเนื้อหดตัวเพื่อเคลื่อนที่

8. ความอดทน (Endurance) หมายถึง ความสามารถในการกระทำกิจกรรมซ้ำๆ กันนานๆ ของกล้ามเนื้อ โดยเกิดความเมื่อยล้าหรือเหนื่อยช้า

วิบูลย์ ชลานันต์ (2540) ได้สรุปองค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายจากอดีตจนถึงทศวรรษ 1960 ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญสำหรับนักกีฬา ดังนี้

1. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ
2. ความอดทนของกล้ามเนื้อ
3. ความอดทนของระบบไหลเวียนและการหายใจ

4. ความคล่องแคล่วว่องไว
5. ความอ่อนตัว
6. กำลัง
7. ความเร็ว
8. การทรงตัวที่สมดุล
9. การประสานสัมพันธ์
10. ความแม่นยำ

สมนึก แสงนาค (2543) กล่าวว่า การมีสุขภาพดีจะสามารถฝึกซ้อมกีฬาให้ร่างกายมีสมรรถภาพดีขึ้น จนถึงจุดที่มีความสามารถสูงสุด ถ้าสุขภาพไม่ดีการฝึกซ้อม ตลอดจนการทำงานในชีวิตประจำวันทั้งขาดประสิทธิภาพและยังอาจทำให้เกิดการเจ็บป่วยได้

จากองค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่ามีองค์ประกอบที่สำคัญคือ

1. ความเร็ว (Speed)
2. ความแข็งแรง (Strength)
3. ความคล่องแคล่วว่องไว (Agility)
4. ความอ่อนตัว (Flexibility)
5. พลัง (Power)
6. ความสมดุล (Balance)
7. ความสัมพันธ์ของประสาทและกล้ามเนื้อ (Neuromuscular Coordination)
8. ความอดทนแบบแอโรบิก (Aerobic Endurance)
9. ความอดทนแบบแอนแอโรบิก (Anaerobic Endurance)
10. ความแม่นยำ (Accuracy)
11. ความสามารถในการเคลื่อนที่ เพื่อควบคุมพื้นที่ในการเล่น (Mobility)
12. เวลาปฏิกิริยา (Reaction Time)

1.4 หลักเกี่ยวกับการฝึกเพื่อสร้างสมรรถภาพทางกาย

การกีฬาแห่งประเทศไทย (ม.ป.ป.) ได้กล่าวว่า ปัญหาสำคัญประการหนึ่งในการฝึกเพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายก็คือ จะจัดความหนักของงานได้อย่างไร ในเรื่องนี้อาจกล่าวโดยสรุปได้ว่าความหนักของงานขึ้นอยู่กับกฎเกณฑ์ของการเปลี่ยนแปลง ระหว่างการฝึกและการพักฟื้นที่กำหนด ซึ่งสัมพันธ์กับความหนักของท่าฝึกและจำนวนเท่าใด

ก่อนที่จะกล่าวถึงวิธีจัดความหนักของการฝึก (งาน) จะได้เสนอกฎเกณฑ์เบื้องต้นบางอย่าง ซึ่งเกี่ยวข้องกับลำดับของท่าฝึก การจัดเตรียมพื้นที่วางอุปกรณ์ และการอุปกรณ์ต่าง ๆ ตลอดจนการเลือกท่าฝึก ซึ่งนับว่ามีความสำคัญอย่างยิ่ง ดังนี้

1. การใช้ท่าฝึกหลายๆ ท่า มีผลต่ออวัยวะการเคลื่อนไหว และร่างกายส่วนต่างๆ ได้มาก (ยิ่งฝึกหลายท่ายิ่งให้ผลต่อร่างกายหลายส่วน) การใช้ท่าฝึกต่างๆ กัน (เปลี่ยนท่าบ่อยๆ) ในการเคลื่อนไหว ยิ่งทำให้มีผลต่อร่างกายและกลไกต่างๆ เพราะสมรรถภาพทางกายเป็นผลรวมจากสมรรถภาพของระบบอวัยวะของร่างกายแต่ละส่วน รวมทั้งระบบกล้ามเนื้อและระบบประสาท การฝึกย่อยๆ ยังเป็นการส่งเสริมให้มีการฝึกตามทฤษฎี โดยเฉพาะในโรงเรียนซึ่งจัดให้มีการฝึกสมรรถภาพทางกายทั่วๆ ไป เป็นส่วนหนึ่งของการส่งเสริมในชั่วโมงเรียน ข้อสำคัญต้องคำนึงถึงการเน้นหนักการฝึกในโปรแกรมตอนใดก็ได้ หรือจะฝึกให้ตอนใดนานออกไปก็ได้ แล้วแต่ครูหรือผู้นำการฝึกจะเห็นสมควร

2. ค่อยเพิ่มความหนักขึ้นอย่างมีระบบ จากความรู้เบื้องต้นทางชีววิทยา ซึ่งนักวิทยาศาสตร์การกีฬา และนักสรีรศาสตร์อีกหลายคนกล่าวว่า "การฝึกที่หนักเกินไปทำให้การทำหน้าที่ของเซลล์ถูกทำลาย การฝึกหนักพอควรทำให้ดีขึ้น การฝึกในระดับกลางช่วยในด้านประคับ ประคอง (รักษา) การขาดการฝึกทำให้การทำหน้าที่ของเซลล์เสื่อม" กฎนี้เป็นหลักสำคัญในการพิจารณาถึง ความหนัก ปริมาณ ความถี่ และความนานของการฝึก และต้องคำนึงถึงว่าต้องไม่เพิ่มความหนักของงานแบบรวดเร็วเกินไป จากกฎนี้แสดงให้เห็นว่าต้องเพิ่มความหนักของงานติดต่อกัน โดยให้สอดคล้องกับการเจริญเติบโต (พัฒนาการ) ของร่างกายของผู้รับการฝึก การเพิ่มงาน นอกจากจะต้องคำนึงถึงความสามารถของกลุ่มอายุแล้ว ยังต้องคำนึงถึงสมรรถภาพทางกายเดิมของกลุ่มหรือชั้นด้วย การที่จะเพิ่มปริมาณงาน (การฝึกซ้อม) เพียงใด ก็โดยอาศัยวิธีสังเกตทั่วๆ ไป (วิธีวัดซึ่งได้จากตำราวิทยาศาสตร์การกีฬา เช่น การจับชีพจรและอื่นๆ ใช้ได้เพียงบางกรณีกับคนกลุ่มใหญ่) จากการสังเกตจะสามารถกำหนดความแตกต่างของแต่ละคนได้ หลักการเพิ่มความหนักของงาน ไม่เพียงแต่ใช้สำหรับการฝึกระยะยาวเท่านั้น แต่ยังใช้ได้กับการฝึกซ้อมแต่ละชั่วโมงด้วย

3. การเลือกแบบฝึกและการจัดลำดับการเคลื่อนไหว ต้องให้ง่ายเท่าที่จะทำได้ ดังได้กล่าวแล้วว่า การฝึกสมรรถภาพทางกายเพียงในด้านทั่วๆ ไป และการเคลื่อนไหวแบบง่ายๆ ความมุ่งหมายก็เพื่อให้มีการออกกำลังกาย (งาน) และมีการพักฟื้น ดังนั้น จึงต้องมีความรู้ความชำนาญในแบบฝึกแต่ละแบบ มิฉะนั้นการควบคุมการฝึกจะทำได้ลำบาก (โดยเฉพาะเมื่อต้องคำนึงถึงองค์ประกอบด้านเวลา) เมื่อการฝึกซ้อมนั้นเป็นชั้นหรือกลุ่มใหญ่

4. ควรจัดระเบียบการฝึกซ้อมสมรรถภาพโดยทั่วไป และแผนการฝึกแต่ละชั่วโมงอย่างมีความหมายตามลำดับ

การฝึกสมรรถภาพทางกาย ไม่จำเป็นต้องต่อเนื่องกันทุกชั่วโมง เนื่องจากได้รับการจัดเรียงลำดับ (วางแผน) ระยะยาว และการวางแผนแต่ละชั่วโมงแล้ว

อุปกรณ์การฝึกควรจัดเน้นบางอย่าง โดยเฉพาะในแต่ละชั่วโมง ควรดัดแปลงให้ฝึกหนักเบาต่างกัน ทั้งต้องคำนึงถึงการให้มีการออกกำลัง และการพักฟื้น ขณะเดียวกันก็ต้องเน้นจุดประสงค์ใหญ่ หรือหัวข้อสำคัญที่วางไว้ในแต่ละชั่วโมงด้วย ด้วยวิธีการฝึกเช่นไร จึงจะให้ผลได้เต็มที่ในที่นี้หมายความว่า จะเพิ่มความหนักของการฝึกอย่างไรนั่นเอง ในเรื่องนี้มีวิธีในการปฏิบัติดังนี้

1. ฝึกแบบไหลเวียน และทำซ้ำในท่าฝึกเก่าด้วยอัตราเร็วคงที่ (สม่ำเสมอ) ฝึกด้วยอุปกรณ์ที่บอกท่าทางการฝึกไว้ตามลำดับ ดำเนินการดังนี้ คือ การไหลเวียนในขณะต้องไม่มีการชะงัก (รบกวน) ในแต่ละจุดฝึก แต่อาจเป็นการลดความเร็วลงเพื่อผ่อนคลาย หรืออาจให้มีการพักฟื้นระยะสั้น เพื่อที่จะสามารถทำได้เต็มที่ในจุดฝึกต่อไป หากการฝึกที่จัดก่อนเป็นเพราะอุปกรณ์ค่อนข้างสูง หรือท่าของการเคลื่อนไหวหนักเกินไปควรให้มีการพักฟื้นระยะสั้น ซึ่งเป็นการใช้แบบการฝึกแบบเป็นช่วง (Interval) โดยให้มีระยะพักฟื้นเป็นขั้นตอน เพื่อให้สามารถฝึกในช่วงต่อไปได้ (การทำงานแบบเป็นช่วง คือ การสับเปลี่ยนกันระหว่างการทำงานและการพักฟื้น)

2. ฝึกแบบไหลเวียนและทำซ้ำ (ซ้ำสลับเร็ว) โดยเพิ่มจังหวะให้เร็วขึ้น การฝึกเริ่มด้วยวิธีแบบข้อหนึ่ง ผู้นำการฝึกจะเป็นผู้กำหนดจังหวะ (ความเร็ว) อาจเปลี่ยนจังหวะแต่ละตอนได้ เช่น เร็ว – ช้า – เร็ว หรืออาจเพิ่มจังหวะความเร็วขึ้นเป็นขั้นๆ ก็ได้

3. การฝึกแบบคู่หรือฝึกเป็นกลุ่มย่อยในเวลาเดียวกัน และเวลาเท่ากันหากการฝึกเป็นกลุ่มหรือชั้น ต้องให้ระยะพักสั้นเข้า เพื่อเพิ่มความหนักของงาน ความหนักของงานในลักษณะนี้อาจทำได้โดยใช้อุปกรณ์แบบสองแถว อาจสร้างโดยใช้ม้ายาวหรือหีบกระโดดก็ได้

4. การเปลี่ยนท่าจากวิ่ง และกระโดดท่าการออกกำลังจะหนักขึ้น หากวางอุปกรณ์ให้ห่างกันจาก 3 ถึง 5 ก้าว เป็น 2 ก้าว หรือก้าวเดียว เช่น การวิ่งกระโดดข้ามหีบกระโดด ซึ่งวางห่างกันเป็นระยะเท่าๆ กัน และแตะพักบนหีบกระโดด 1 จังหวะ

5. เพิ่มความหนักของงาน โดยใช้น้ำหนักและอุปกรณ์ที่ใช้มือการเพิ่มความหนักของงานด้วยวิธีนี้ อาจใช้กับการวิ่งและกระโดด เช่น การใช้ลูกบอล น้ำหนัก และถุงทราย หากเป็นการออกกำลังแบบการทรงตัว ควรใช้ท่าฝึกเป็นคู่ เช่น การแบกคู่ โดยเปลี่ยนท่าต่างๆ กัน

6. เปลี่ยนท่าในขณะเคลื่อนที่วิธีนี้นอกจากจะใช้ผลดีต่อการเพิ่มความหนักของงานแล้ว ยังช่วยให้ความสัมพันธ์ของอวัยวะการเคลื่อนไหวมีการพัฒนาดีขึ้น เช่น วิ่งก้าวยาว และกระโดดข้ามม้ายาวตามขวางสลับไปมา พร้อมกับการกระโดดสลับเท้า โดยแยกเท้าและไม่แยกเท้า กระโดดด้วยเท้าเดียว โดยสลับเท้าและไม่สลับเท้า การฝึกแบบนี้อาจทำให้ข้อต่อที่ใช้ในการกระโดดต้องรับน้ำหนักมาก จึงต้องระมัดระวังเรื่องความหนักของงานด้วย

7. เปลี่ยนเงื่อนไขของอุปกรณ์และสถานที่ฝึก อุปกรณ์การฝึกที่ใช้ นอกจากเรื่องความสูงและความยาวแล้ว ควรจัดให้ได้ใช้อุปกรณ์ที่ไม่เคยใช้เลยเพิ่มเติมบ้าง

8. เปลี่ยนท่าการเริ่มต้น โดยเฉพาะการฝึกแบบหมุนเวียน (Circuit Training) ซึ่งให้โอกาสหลายอย่างในการเพิ่มความหนักของงาน (การออกกำลัง) เช่น ความหนักของงานจะต่างกันหากเริ่มต้นจากท่าโหนตัวที่ราวข้างฝา ด้วยการยกเท้าเอียงลาดแล้วเกร็งไว้ กับท่าห้อยเท้าเหยียดตรงแล้วพยายามงอยกขึ้นทางด้านหลัง เป็นต้น

9. ใช้จังหวะกับแบบฝึกที่ต้องทำติดต่อกัน การวางอุปกรณ์แนวตรง (และทแยง) และเป็นรูปวงกลม สามารถใช้แบบฝึกติดต่อกันเป็นจังหวะ ดังตัวอย่างคือ วางหีบกระโดด 3 ใบ ขนานกันตามแนวขวางในแนวเดียวกัน เว้นช่วงห่างกันประมาณ 5 เมตร ให้วิ่งเตะเท้าข้ามหีบกระโดดแต่ละหีบสลับไปมา 5 เที่ยว หากทำที่หีบแรกเสร็จแล้ว จึงจะวิ่งไปทำที่หีบต่อๆ ไปได้ อาจเพิ่มความหนักของงานด้วยการใช้อุปกรณ์ที่แตกต่างกันก็ได้

หลักการออกกำลังกาย (Principle of Exercise) (Headquarters Department of The Army, 1998)

1. ความสม่ำเสมอ (Regularity) เพื่อให้ผลของการฝึกประสบผลสำเร็จต้องพยายามฝึกให้ได้ 10 ครั้ง/สัปดาห์ หรือพยายามฝึกอย่างน้อย 3 ครั้ง/สัปดาห์ ซึ่งความสม่ำเสมอนี้รวมถึงการพักผ่อน การหลับนอน และการรับประทานอาหาร

2. ความก้าวหน้า (Progression) ความหนักและความนานของการฝึกค่อยๆ เพิ่มขึ้นทีละน้อย เพื่อพัฒนาระดับสมรรถภาพทางกายให้สูงขึ้น

3. ความสมดุล (Balance) โปรแกรมที่มีประสิทธิภาพ ควรมีองค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายรวมทั้งหมด

4. มีความหลากหลาย (Variety) เพื่อไม่ให้เกิดความเบื่อหน่าย และเป็นการเพิ่มแรงจูงใจในการพัฒนา

5. ฝึกเฉพาะ (Specificity) การฝึกต้องมุ่งไปยังเป้าหมายที่ตั้งไว้ ตัวอย่างได้แก่ ทหารต้องการจะเป็นนักวิ่งที่ดี ก็ต้องเน้นการฝึกเป็นการวิ่งทั้งๆ ที่การว่ายน้ำเป็นการออกกำลังกายที่ดี แต่ก็ไม่สามารถจะพัฒนาเวลาของการวิ่ง 2 ไมล์ ได้ดีเท่ากับการฝึกวิ่ง

6. การคืนสู่สภาพปกติ (Recovery) ควรมีวันที่มีการฝึกแบบสบายๆ หรือวันหยุดหลังจากวันฝึกหนัก เพื่อให้ร่างกายหรือกลุ่มกล้ามเนื้อได้ฟื้นตัว หรือคืนสู่สภาพปกติ

7. หลักการฝึกเพิ่ม (Overload) ในการออกกำลังกายแต่ละครั้ง ต้องเพิ่มการฝึกให้หนักกว่าปกติ เพื่อส่งผลให้มีการพัฒนา

องค์ประกอบที่สำคัญในโปรแกรมการฝึก เพื่อให้ประสบผลสำเร็จ คือ

1. ความถี่ในการฝึก (Frequency)
2. ความหนัก (Intensity)
3. ความนาน (Time)
4. ชนิดของกิจกรรม (Type)

ตารางที่ 1 ตารางแสดงองค์ประกอบในการฝึกสมรรถภาพทางกาย

	ความอดทนของระบบหัวใจและการหายใจ (Cardiorespiratory Endurance)	ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular Strength)	ความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular Endurance)	ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscle Strength and Muscle Endurance)	ความอ่อนตัว (Flexibility)
F	ความถี่ (Frequency) 3-5 ครั้ง/สัปดาห์	3 ครั้ง/สัปดาห์	3 – 5 ครั้ง/สัปดาห์	3 ครั้ง/สัปดาห์	การอบอุ่นร่างกายและการผ่อนคลายร่างกาย: โดยการยืดกล้ามเนื้อก่อนและหลังการออกกำลังกาย พัฒนาการยืด : เพื่อพัฒนาความอ่อนตัว โดยการยืด 2-3 ครั้ง/สัปดาห์
I	ความหนัก (Intensity) 60-90 % ของชีพจรสำรอง (HRR)	3 - 7 RM	12 + RM	8 - 12 RM	การยืดให้มากแต่ไม่บาดเจ็บ
T	ความนาน (Time) 20 นาทีหรือมากกว่า	3 - 7 ครั้ง/ชุด	12+ ครั้ง/ชุด	8 -12 ครั้ง/ชุด	การอบอุ่นร่างกายและการคลายร่างกาย โดยการยืด 10-15 วินาที/ครั้ง การพัฒนาการยืด : 30-60 วินาที/ครั้ง
T	ชนิดของกิจกรรม (Type) การวิ่ง,การว่ายน้ำ,การเล่นสกีการพายเรือ,การขี่จักรยาน,การกระโดดเชือก, การเดินไต่เขา การไต่บันได	ไม่ใช่น้ำหนัก ใช้แรงต้านของเครื่องมือ ใช้แรงต้านของคู่ฝึก การฝึกโดยใช้น้ำหนักของร่างกาย (ดันพื้น, ลุก - นั่ง, ดึงข้อ ฯลฯ)			การยืด * อยู่กับที่ * ใช้เครื่องมือหรือผู้ช่วย * แบบมีผู้ช่วย

HRR = Heart Rate Reserve RM = Repetition Maximum

จากหลักเกี่ยวกับการฝึกสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การฝึกนั้นควรจะประกอบด้วย

1. ความสม่ำเสมอ (Regularity) การฝึกจะต้องพยายามฝึกให้ได้ 10 ครั้ง/สัปดาห์ หรือพยายามฝึกอย่างน้อย 3 ครั้ง/สัปดาห์ อย่างสม่ำเสมอ

2. ความก้าวหน้า (Progression) ความหนักในการฝึกพัฒนาความอดทนควรจะมีการฝึก 60-90% ของชีพจรสำรอง (HRR) และความนานควรจะนานกว่า 20 นาทีของการฝึกและควรจะเพิ่มขึ้นทีละน้อย

3. ความสมดุล (Balance) โปรแกรมที่มีประสิทธิภาพควรมีความสมดุลทุกองค์ประกอบของสมรรถภาพทางกาย

4. มีความหลากหลาย (Variety) ชนิดของกิจกรรม โปรแกรมการฝึกควรจะมีความหลากหลายรูปแบบเพื่อไม่ให้เกิดความเบื่อหน่าย

5. การฝึกเฉพาะ (Specificity) การฝึกต้องมุ่งไปยังเป้าหมายที่ตั้งไว้ในแต่ละกีฬาที่ต้องการฝึก

6. การคืนสู่สภาพปกติ (Recovery) ควรมีวันที่มีการฝึกแบบสบายๆ เพื่อให้ร่างกายหรือกลุ่มกล้ามเนื้อได้ฟื้นตัว หรือคืนสู่สภาพปกติ

7. หลักการฝึกเพิ่ม (Overload) ในการออกกำลังกายแต่ละครั้ง ต้องเพิ่มการฝึกให้

2. สมรรถภาพทางกายและองค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาฟุตบอล

2.1 ความหมายของสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาฟุตบอล

สมาคมฟุตบอลแห่งประเทศเยอรมนี (Germany Football Association, 1991) ได้กล่าวว่าสมรรถภาพทางกายเป็นพื้นฐานทางด้านร่างกายและจิตใจ ซึ่งได้มาระหว่างการฝึกซ้อมเพื่อนำไปใช้ในการแข่งขัน มีการฝึกโดยยึดถือการนำไปใช้ในการแข่งขันเป็นหลัก

พิชิต ภูติจันทร์ และคณะ (2533) กล่าวว่า สมรรถภาพทางกายเป็นความสามารถของบุคคลในอันที่จะใช้ระบบของร่างกายกระทำกิจกรรมใดๆ อันเกี่ยวพันกับการแสดงออกซึ่งความสามารถทางร่างกายได้อย่างมีประสิทธิภาพหรือได้หนักหน่วง เป็นเวลานานติดต่อกันโดยไม่แสดงความเหน็ดเหนื่อยให้ปรากฏ และสามารถฟื้นตัวสู่สภาพปกติได้ในเวลาอันรวดเร็ว

จรวยพร ธรณินทร์ (2535) กล่าวว่า สมรรถภาพทางกาย คือ ความสามารถในการทำงานของบุคคลได้อย่างยาวนานโดยไม่รู้สึกเหนื่อย และทำงานได้ดีที่สุดเท่าที่ร่างกายเอื้ออำนวย

ชลัช ภิรมย์ (2539) ได้กล่าวว่า สมรรถภาพทางกายคือความสามารถทางด้านร่างกายในการทำกิจกรรมต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพซึ่งมีผลจากการฝึกซ้อมร่างกายให้มีความพร้อมต่อการทำกิจกรรมนั้นๆ เป็นอย่างดี

เปเล่ (Pele, อ้างถึงในประโยค สุทธิสง่า, 2538) ได้กล่าวเมื่อครั้งมาเมืองไทยว่าสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาฟุตบอลที่ดี เป็นสิ่งสำคัญที่สุดสำหรับนักกีฬาฟุตบอล นักฟุตบอลถ้าไม่มีสมรรถภาพที่ดีอย่างเดียวฝีมือก็ไม่มีความหมาย

เดเรก (Derek C., 2000) ได้กล่าวว่า สมรรถภาพทางกายมีความสำคัญเนื่องจากในการแข่งขันกีฬาฟุตบอลมีการแข่งขัน 2 ครึ่ง ครึ่งเวลาการแข่งขันครึ่งละ 45 นาที ในระหว่างเกมผู้เล่นต้องวิ่งเหยาะ วิ่งเปลี่ยนทิศทาง เตะ กลับตัว โหม่งลูกฟุตบอล เป็นต้น ซึ่งสมรรถภาพทางกายมีความสำคัญมากในทุกช่วงเวลาในสนามแข่งขัน การฝึกเพื่อพัฒนาสมรรถภาพทางกายจะช่วยป้องกันผู้เล่นจากความเมื่อยล้า ตลอดจนช่วยรักษาความสามารถในเรื่องทักษะและแทคติกตลอดการแข่งขัน

ประโยค สุทธิสง่า (2538) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบสำคัญของร่างกายที่มีสมรรถภาพสมบูรณ์ซึ่งต้องใช้ในการเล่นฟุตบอลว่ามีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular Strength) มีภูมิต้านทานโรค (Resistance of Disease) มีพลัง (Power) มีความอดทน (Muscular Endurance) มีความเร็วสูง (Speed) มีความว่องไว (Agility) มีการทรงตัวดี (Balance) มีความสัมพันธ์ของกล้ามเนื้อและประสาท (Co - Ordination) มีความอ่อนตัว (Flexibility) มีความแม่นยำ (Accuracy)

สมรรถภาพทางกายนักกีฬาฟุตบอลที่แตกต่างจากสมรรถภาพทั่วไปนั้นประกอบด้วย 5 เอส (5' S) เป็นองค์ประกอบ คือ 1.ความเร็ว 2.ความแข็งแรง 3.ความทนทาน 4.ความนุ่มนวล และ 5.ทักษะ (http://www.soccerfitness.net/fitness.html)

โคลิน (Colin B., 2004) ได้กล่าวว่าสมรรถภาพทางกายที่จำเป็นสำหรับกีฬาฟุตบอลนั้น ครอบคลุมด้วยการทำงานแบบแอโรบิก และแอนแอโรบิก ซึ่งมีลักษณะที่สรุปเป็นองค์ประกอบ คือ ความแข็งแรง พลังระเบิด ความเร็ว ความคล่องแคล่วว่องไว ความสมดุลแบบเคลื่อนไหว และความอ่อนตัว

องค์ประกอบที่สะท้อนความต้องการด้านสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาฟุตบอลนั้น ได้แก่ ความอ่อนตัว ความเร็ว ความเร็วอดทน และความอดทนแบบแอโรบิก (http://www.soccerperformance.org/playertypes/physdemandsprosoccer.htm)

โพลิควิน และเพดเดอร์สัน (Poliquin C. and Pederson C., 2005) ได้กล่าวว่า คุณลักษณะเฉพาะของสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาฟุตบอล ประกอบด้วย การฝึกทำงานแบบแอโรบิก แอนแอโรบิก และความแข็งแรง ซึ่งทั้ง 3 องค์ประกอบมีความสำคัญต่อความสำเร็จของนักกีฬาฟุตบอลในทุกระดับ

ไรย์ลีย์ (2007) ได้กล่าวว่า ทุกคนควรตระหนักว่ากีฬาฟุตบอลการฝึกซ้อมส่วนสำคัญสำคัญของเตรียมตัวเพื่อการแข่งขัน นักกีฬาฟุตบอลเป็นแค่หนึ่งส่วนของการเตรียมพร้อม เพราะกีฬาฟุตบอลต้องการความฟิตในการแข่งขัน ในการแสดงความสามารถที่ดีที่สุด และประสิทธิภาพสูงสุดของสมรรถภาพทางกาย และพื้นฐานของการฝึกซ้อมก็เพื่อพัฒนาคุณลักษณะทางด้านสรีรวิทยา ทักษะการเคลื่อนไหว และจิตวิทยา

จากความหมายของสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาฟุตบอลข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า สมรรถภาพทางกาย หมายถึง ความสมบูรณ์พร้อมของนักกีฬาฟุตบอลทางด้านร่างกายและจิตใจ ซึ่งได้มาระหว่างการฝึกซ้อมเพื่อนำไปใช้ในการแข่งขัน เพื่อช่วยป้องกันผู้เล่นจากความเมื่อยล้าตลอดจนช่วยรักษาความสามารถในเรื่องทักษะและแท็คติกตลอดการแข่งขัน โดยมีการฝึกเพื่อยึดถือการนำไปใช้ในการแข่งขันเป็นหลัก

2.2 องค์ประกอบสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาฟุตบอล

ชาญวิทย์ ผลชีวิน (2534) ได้กล่าวว่า สมรรถภาพทางกายที่ดีของนักกีฬาฟุตบอลจะต้องผ่านการฝึกทางด้านร่างกายมาเป็นอย่างดี ไม่ว่าจะเป็นความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ พลังกล้ามเนื้อ

ความเร็ว ความทนทาน ความคล่องตัว เพื่อให้พร้อมในการแข่งขัน เพราะกีฬาฟุตบอลเป็นกีฬาที่ต้องใช้การเคลื่อนไหวรูปแบบต่างๆ มากมาย มีการปะทะอย่างรุนแรง และใช้เวลาในการแข่งขันนานถึง 90 – 120 นาที

ชลัช ภิรมย์ (2539) ได้กล่าวว่า องค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายสำหรับนักกีฬาฟุตบอล แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

1. สมรรถภาพทางกายทั่วไป (General Condition) เป็นความสมบูรณ์พื้นฐานทางกายสำหรับการเล่นกีฬา ซึ่งแบ่งออกป็น 7 ประการ (วุฒิพงษ์ ปรมัตถากร และอารี ปรมัตถากร, 2532)

1.1 ความเร็ว คือ ความสามารถของร่างกายในการเคลื่อนที่จากจุดหนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งโดยใช้ระยะเวลาสั้นที่สุด

1.2 พลังกล้ามเนื้อ คือ ความสามารถของกล้ามเนื้อในการทำงานอย่างรวดเร็วและแรงในจังหวะของกล้ามเนื้อหดตัวหนึ่งครั้ง เช่น ยืนกระโดดไกล

1.3 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ คือ ความสามารถของกล้ามเนื้อในการหดตัวเพียงครั้งเดียวโดยไม่จำกัดเวลา เช่น การยกน้ำหนัก เป็นต้น

1.4 ความอดทนของกล้ามเนื้อ คือ ความสามารถของกล้ามเนื้อที่ได้ประกอบกิจกรรมซ้ำได้เป็นระยะเวลานานอย่างมีประสิทธิภาพ

1.5 ความคล่องตัว คือ ความสามารถของร่างกายที่จะบังคับควบคุมในการเปลี่ยนทิศทางของการเคลื่อนที่ได้ด้วยความเร็วและแน่นอน

1.6 ความอ่อนตัว คือ ความสามารถของข้อต่อต่างๆ ในการเคลื่อนไหวได้อย่างกว้างขวาง

1.7 ความอดทนทั่วไป คือ ความสามารถในการทำงานของระบบต่างๆ ในร่างกายที่ทำงานได้นานและมีประสิทธิภาพ

2. สมรรถภาพทางกายเฉพาะ (Special Condition) คือ ความสามารถทางร่างกายของนักกีฬาที่นำไปใช้ในการเล่นกีฬาชนิดต่างๆ ดังนั้นการเล่นกีฬาแต่ละชนิดนักกีฬาจึงมีความต้องการในการสร้างสมรรถภาพทางกายที่แตกต่างกัน กล่าวคือนักกีฬาฟุตบอลต้องมีสมรรถภาพทางกายเฉพาะที่แตกต่างกันไปจากนักกรีฑา นักมวย หรือนักวอลเลย์บอล เป็นต้น

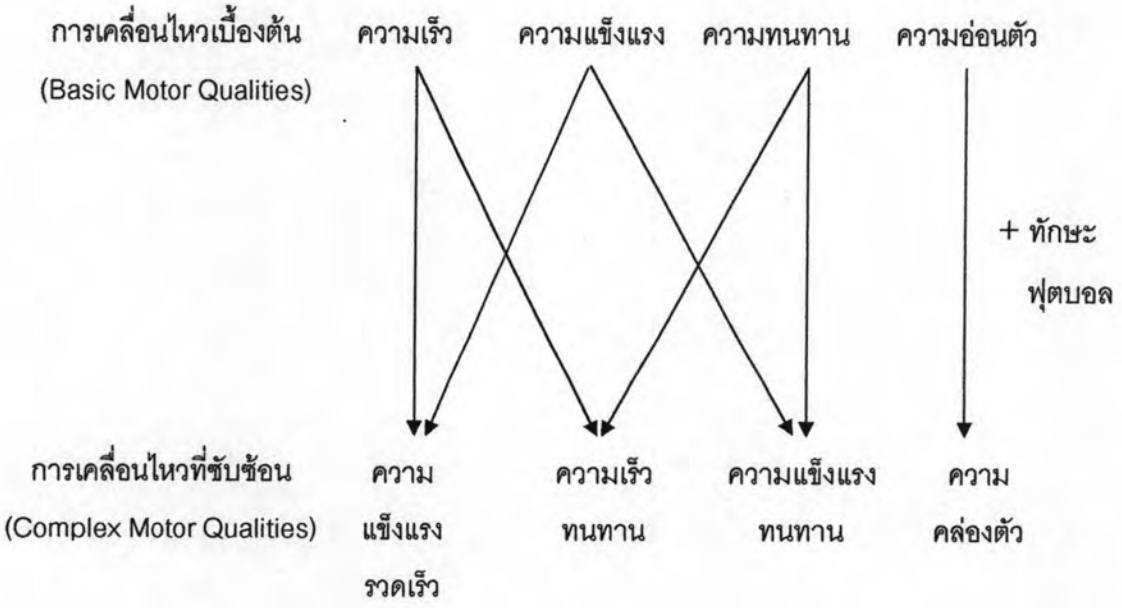
ฟุตบอลเป็นกีฬาที่ต้องใช้การเคลื่อนไหวหลายรูปแบบ ดังนั้นนักกีฬาจึงต้องอาศัยความสามารถทางด้านร่างกายทั้ง 2 ชนิดดังกล่าวร่วมกันเพื่อนำไปใช้ในการแข่งขัน

กราเมอร์ (Gramer, 1966) กล่าวว่า นักกีฬาฟุตบอลต้องมีความสมบูรณ์ทนทานของร่างกาย (Stamina) อันหมายถึง การที่ร่างกายมีความแข็งแรง (Strength) ความอดทน (Endurance) ความเร็ว (Speed) ความคล่องแคล่วว่องไว (Agility) ความอ่อนตัว (Flexibility) และพลัง (Power) อย่างยอดเยี่ยม

สมาคมฟุตบอลแห่งประเทศเยอรมนี (German Football Association, 1991) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายสำหรับกีฬาฟุตบอล ว่าสามารถแบ่งตามคุณลักษณะของการเคลื่อนไหวได้เป็น 2 ชนิด คือ

1. การเคลื่อนไหวเบื้องต้น (Basic Motor Qualities)
2. การเคลื่อนไหวที่ซับซ้อน (Complex Motor Qualities)

ซึ่งการเคลื่อนไหวทั้ง 2 ลักษณะนั้นประกอบด้วยองค์ประกอบของสมรรถภาพทางกาย 8 ประการ ตามรูปภาพดังนี้



รูปภาพที่ 3 แสดงองค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายสำหรับกีฬาฟุตบอล ตามคุณลักษณะของการเคลื่อนไหว (แหล่งที่มา: Germany Football Association, 1991 อ้างถึงใน ชลัช ภิรมย์, 2539)

จากองค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาฟุตบอลข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า นักกีฬาฟุตบอลพึงจะมีองค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายที่เหมาะสมกับการเล่นกีฬาฟุตบอล ในด้านความอดทนแบบแอโรบิก ความแข็งแรง ความเร็ว พลังอดทน พลังระเบิด ความอดทนแบบแอนแอโรบิก ความคล่องแคล่วว่องไว และความอ่อนตัว

2.3 หลักเกี่ยวกับการฝึกสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาฟุตบอล

แลมมี่ (Lammi, 1997) ได้กล่าวว่า หลักการที่จะนำไปสู่ความสำเร็จในการฝึกและการแสดงความสามารถนั้น มีข้อเสนอแนะการฝึก ดังนี้

1. การกำหนดความต้องการในการฝึก (Determining Training Needs) การฝึกเป็นกระบวนการที่ทำให้ร่างกายทำงานมากกว่าภาวะปกติ เพื่อที่จะทำให้เกิดการตอบสนองและการปรับตัวให้เข้ากับภาวะนั้น เพื่อทำให้เกิดการพัฒนาความสามารถให้สูงขึ้น การฝึกจะต้องมีผลต่อองค์ประกอบของการเคลื่อนไหวหรือเล่นกีฬา ดังนั้นจึงต้องกำหนดองค์ประกอบที่จำเป็นที่จะต้องฝึก โดยเฉพาะกีฬาชนิดต่างๆ ส่วนใหญ่ซึ่งต้องการความอดทนแบบแอโรบิก ความสามารถแบบแอนแอโรบิก ความแข็งแรง พลัง ความอ่อนตัว ความเร็ว ความคล่องตัวและทักษะที่แตกต่างกันไป

2. โปรแกรมการฝึกของแต่ละบุคคล (Individualizing the Program) โปรแกรมการฝึกของนักกีฬาแต่ละคนจะแตกต่างกันไปตามการศึกษาวิเคราะห์จุดอ่อน จุดแข็งของนักกีฬา เมื่อผู้ฝึกสอนรู้ว่านักกีฬามีจุดอ่อนด้านใดก็ต้องการฝึกเสริมจุดอ่อนด้านนั้น

3. การตั้งเป้าหมาย (Goal Setting) ผู้ฝึกสอนและนักกีฬาจะต้องกำหนดเป้าหมายร่วมกัน เพื่อก่อให้เกิดความมุ่งมั่นที่จะทำให้ประสบความสำเร็จ โดยเป้าหมายที่ตั้งไว้จะต้องมีความเหมาะสม ซึ่งขึ้นอยู่กับประสบการณ์ และความสามารถที่ผ่านมาของนักกีฬา เป้าหมายจะต้องพัฒนาขึ้นเรื่อยๆ และเพิ่มความยากของเป้าหมายขึ้น โดยเฉพาะการบันทึกข้อมูลไว้จะช่วยให้นักกีฬาเดินไปถูกทาง สามารถตรวจสอบและเตือนตัวเองได้ตลอดเวลา

4. การวางแผน (Making a Plan) การฝึกมีผลต่อสภาพร่างกายทั้งในแง่ดีและไม่ดี เช่น ผลที่เกิดขึ้นจากการฝึกในทันทีอาจจะเป็นผลไม่ดี เช่น เกิดความเมื่อยล้า เจ็บระบม ปวดเมื่อย สูญเสียพลังงาน แต่ผลในระยะยาวก็จะเป็นผลดี เช่น ร่างกายมีการปรับตัวต่อสภาพการฝึก สามารถรับภาระงานที่หนักจากการฝึกได้ ความสามารถและสมรรถภาพทางกายดีขึ้น การวางแผนการฝึกจึงเป็นสิ่งจำเป็น ที่จะต้องมีแผนการฝึกตลอดทั้งปี (Periodization) เพื่อให้เป็นไปตามระบบและก่อให้เกิดผลอย่างมีประสิทธิภาพ

5. การกำหนดโปรแกรมโดยเฉพาะ (Determining Program Specifics) ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในกีฬาส่วนใหญ่ ในแต่ละชนิดกีฬานั้น ต้องการความแข็งแรงมากน้อยต่างกันออกไปหรือต้องการความแข็งแรงของร่างกาย แต่ละส่วนไม่เหมือนกัน เช่นเดียวกับองค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายด้านอื่นๆ ที่จะต้องใช้ในการเล่นกีฬา จึงจำเป็นต้องจัดโปรแกรมเฉพาะในการฝึกตามความจำเป็นของกีฬาประเภทนั้นๆ

6. การเพิ่มแรงกระตุ้นในการฝึก (Increasing the Training Stimulus) ในนักกีฬาบางคนร่างกายสามารถปรับสภาพให้เข้ากับการฝึกและเมื่อปรับได้แล้วก็อาจจะไม่เกิดการพัฒนาขึ้นหรือพัฒนาได้ช้าลง จึงต้องมีการกระตุ้นโดยการเพิ่มภาระงาน เพิ่มความหนักในการฝึก หรือเปลี่ยนรูปแบบของการฝึกเพื่อให้มีการพัฒนาได้อย่างสูงสุด

7. การประเมินผล (Evaluating the Results) การประเมินผลการฝึก เป็นแนวทางที่ดีในการพัฒนาการฝึก เพราะได้ทราบว่าการฝึกมีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด เพียงพอ ถูกทิศทางหรือไม่ อะไรคือปัญหา อะไรคือวิธีที่ดีที่สุดในการฝึก สิ่งต่างๆ เหล่านี้จะต้องประเมินและการตรวจสอบอยู่เสมอ เพื่อจะได้มีการปรับปรุงและพัฒนาการฝึกให้เหมาะสมกับนักกีฬาและประเภทกีฬาต่อไป

สุรพล เพิ่มผล (2531) ได้กล่าวว่า การฝึกสมรรถภาพทางกายสำหรับนักกีฬาฟุตบอลสามารถจำแนกได้เป็น 3 พวก คือ

1. แรงกล้ามเนื้อ สามารถเลือกฝึกแรงเคลื่อนที่หรือแรงอยู่กับที่ให้ตรงกับความต้องการของนักกีฬา อาจฝึกโดยใช้น้ำหนักตัวเอง

2. การฝึกความไวและความเร็ว

- การประสานงานระหว่างกล้ามเนื้อและประสาท โดยฝึกท่าที่ถูกต้องช้าๆ ซ้ำ และเพิ่มความเร็วขึ้นทีละน้อยจนถึงสูงสุด
- ฝึกเพื่อเพิ่มกำลังกล้ามเนื้อโดยเฉพาะกำลังเคลื่อนที่ การเคลื่อนที่ใช้ความเร็วสูงสุด
- ฝึกความอดทนของกล้ามเนื้อ
- ฝึกความคล่องของระบบการเคลื่อนไหว โดยการเหยียดกล้ามเนื้อ

3. การฝึกความอดทน

ก. ความอดทนของกล้ามเนื้อ

- ฝึกแบบเป็นช่วง ช่วงหนักใช้ความหนัก 90 – 100% ของความสามารถสูงสุด ช่วงเบาระยะสั้นไม่ทันเหนื่อยก็เริ่มหนักใหม่

- ฝึกแบบวงจร จัดเป็นสถานีฝึก 8 – 10 สถานี แต่ละสถานีจัดทำฝึกและอุปกรณ์สำหรับส่วนต่างๆ นักกีฬาต้องทำการฝึกแต่ละสถานีด้วยความเร็วสูงสุด แล้วย้ายไปทำสถานีถัดไปจนครบทุกสถานีโดยไม่มีการหยุดพัก

- ฝึกหนักติดต่อกัน เช่น วิ่งเต็มที่ระยะทาง 200 – 500 เมตร กระโดดซ้ำๆ จนกว่ากระโดดไม่ขึ้น พักเหนื่อยแล้วทำซ้ำ

ข. ความอดทนทั่วไป

- ฝึกแบบติดต่อกัน ความหนักของการออกกำลังกายประมาณ 60 – 70% ของความสามารถสูงสุด หรือหัวใจเต้นประมาณ 140 – 160 ครั้ง/นาที ทำติดต่อกันไปเป็นเวลานาน 1 – 3 เท่าของเวลาที่ใช้เล่น

- ฝึกแบบเป็นช่วง ช่วงหนัก 80 – 90% ของความสามารถสูงสุด หรือหัวใจเต้น 100 – 180 ครั้ง/ นาที แล้วลดความหนักเหลือประมาณ 50 – 60% หรือหัวใจ 140 – 120 ครั้ง/นาที

ระยะของการฝึกซ้อม ในการฝึกซ้อมเพื่อแข่งขันในกรณีที่มีฤดูกาลแข่งขันที่ค่อนข้างแน่นอน จะต้องแบ่งการฝึกซ้อมเป็น 3 ระยะ คือ

1. ระยะเตรียมตัว (5 – 7 เดือน) เป็นการฝึกสมรรถภาพทางกายทั่วไป และเทคนิค โดยเริ่มจากง่าย ไปหายาก เบาไปหาหนัก น้อยไปหามาก จนสมรรถภาพถึงขีดสูงสุดในตอนท้ายของระยะ

2. ระยะแข่งขัน (2 – 4 เดือน) เป็นการรักษาสมรรถภาพสูงสุดไว้ให้ใช้ได้ตลอดฤดูกาลแข่งขัน ปริมาณการฝึกสมรรถภาพทางกายจะต้องลดลงบ้าง (20% – 30%) เพราะมีการแข่งขันมาแทน แต่การฝึกเทคนิคจะต้องทำต่อไปในระยะนี้ไม่ควรเปลี่ยนเทคนิค

3. ระยะพัก (1 – 2 เดือน) เมื่อสิ้นสุดการแข่งขันจะให้พักเพื่อคลายความเคร่งเครียด แต่เป็นการพักผ่อนแบบที่มีการออกกำลังบ้างเพื่อรักษาสภาพความสมบูรณ์ไว้ไม่ให้ลดลงมาก อาจเปลี่ยนไปเล่นกีฬาอื่นบ้าง

ชลัช ภิรมย์ (2539) ได้กล่าวว่า การสร้างสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาฟุตบอลมีหลักพื้นฐาน 3 ประการ คือ

1. หลักเกี่ยวกับเวลาการฝึก (Duration Method) เป็นการฝึกซ้อมโดยใช้เวลาการฝึกต่อเนื่องโดยไม่มีสิ่งรบกวน แบ่งเป็น 3 วิธีคือ

I 24415832

1.1 วิธีการฝึกแบบต่อเนื่อง (Continuous Method) เป็นการวิ่งต่อเนื่องโดยไม่มีการหยุดพัก เช่น วิ่ง 30 นาที เป็นการกำหนดเวลาเท่านั้นแต่ไม่ได้กำหนดระยะทางและความเร็ว

1.2 วิธีการฝึกแบบสลับช่วง (Alternate Method) เป็นวิธีการฝึกแบบเปลี่ยนความเข้มข้นของการฝึกสลับกันไป มีการวิ่ง วิ่งช้า เดิน หรือกิจกรรมอื่นๆ ซึ่งเป็นการกำหนดการเคลื่อนไหวเอาไว้ว่าแต่ละช่วงต้องทำอะไร อาจมีการพักช่วงแต่ขณะพักต้องทำกิจกรรมต่างๆ ด้วย เช่น ยืดกล้ามเนื้อ

1.3 วิธีการฝึกแบบเปลี่ยนจังหวะความเร็ว (Fartlek Method) เป็นการฝึกที่เข้มข้นกว่า 2 แบบแรกเพราะเป็นการวิ่งที่มีการเปลี่ยนจังหวะความเร็วตลอดไม่ว่าจะเหยาะช้าๆ วิ่งเร็ว ปานกลางหรือเพิ่มความเร็วขึ้นโดยไม่มีการพัก

องค์ประกอบของจำนวนการฝึกโดยใช้หลักเกี่ยวกับเวลาการฝึกต้องเป็นไปตามหลักการ ดังนี้

1. ความเข้มข้น (Intensity) ใช้ความเข้มข้นแบบต่ำถึงปานกลาง 25 – 75% โดยกำหนดระยะเวลาหรือระยะทาง เช่น ในการฝึกแบบสลับช่วง และแบบเปลี่ยนจังหวะความเร็วกำหนดไว้เลยว่าในช่วงนั้นๆ ต้องทำอะไรภายในกำหนดระยะเวลาเท่าใด
2. การพัก (Recovery) ไม่มีการพัก
3. ปริมาณการฝึก (Volume) ใช้ปริมาณการฝึกสูง เช่น วิ่งหลายๆ กิโลเมตร ระยะทางไกลซึ่งจะสัมพันธ์กับการฝึกเพิ่มเวลาการฝึกให้ยาวนานขึ้นด้วย
4. เวลาการฝึก (Duration) ใช้ระยะเวลานาน
5. ผลของการฝึก (Training Effect)

- ความทนทานพื้นฐาน (Basic Endurance) เป็นการพัฒนาความสามารถทางร่างกายในการใช้ออกซิเจนในการออกกำลังกาย (Aerobic Capacity) โดยใช้วิธีการฝึกแบบต่อเนื่อง

- ความทนทานเฉพาะ (Special Endurance) เป็นการพัฒนาความสามารถทางร่างกายในการออกกำลังกายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Endurance) โดยวิธีการฝึกแบบเปลี่ยนจังหวะความเร็วเป็นหลักและอาจใช้แบบฝึกสลับเป็นช่วงได้ด้วย

2. หลักเกี่ยวกับการทำซ้ำ (Repetition Method) เป็นหลักการฝึกซ้อมโดยการทำซ้ำหลายครั้งหรือหลายๆ เที่ยว ซึ่งมีองค์ประกอบของจำนวนการฝึก ดังนี้

2.1 ความเข้มข้น (Intensity) ใช้ความเข้มข้นสูงสุด 90 – 100% เป็นการกระทำกิจกรรมอย่างเต็มที่

2.2 การพัก (Recovery) เวลาในการพักขึ้นอยู่กับปริมาณงานหรือระยะทางที่ทำกิจกรรม ถ้าปริมาณงานมากหรือระยะทางมากก็ใช้เวลาในการพักมากตามไปด้วย

2.3 ปริมาณการฝึก (Volume) ขึ้นอยู่กับปริมาณงานหรือความยาวของระยะทางในการฝึก เช่น ระยะสั้นอาจฝึกได้หลายๆ เที่ยว แต่ถ้าระยะทางยาวจำนวนเที่ยวต้องลดลง เช่น ระยะทาง 20 – 30 เมตร ฝึก 6 เที่ยว ระยะทาง 60 – 100 เมตร ฝึก 3 เที่ยว เป็นต้น

2.4 เวลาการฝึก (Duration) ใช้ระยะเวลาสั้นๆ

2.5 ผลของการฝึก (Training Effect)

- ความเร็วสูงสุด (Maximum Speed)
- ความแข็งแรงรวดเร็ว (Explosive Strength)
- ความแข็งแรงสูงสุด (Maximum Strength)
- ความทนทานเฉพาะ (Special Endurance)

3. หลักเกี่ยวกับการฝึกเป็นช่วง (Interval Method) แบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ

3.1 การฝึกเป็นช่วงแบบไม่เข้มข้น (Extensive Interval)

3.1.1 ความเข้มข้น (Intensity) ใช้ความเข้มข้นในการฝึกซ้อมประเภทวิ่งใช้แบบปานกลางถึงค่อนข้างหนัก คือ 60 – 80% ส่วนในประเภทใช้ความแข็งแรงใช้แบบปานกลาง 50 – 60%

3.1.2 การพัก (Recovery) เมื่อทำครบจำนวนการฝึกแล้วพัก 45 – 90 วินาที โดยชีพจรจะลดลงถึง 120 ครั้ง/นาที

3.1.3 ปริมาณการฝึก (Volume) ทำซ้ำหลายๆ ครั้ง 20 – 30 ครั้ง ในแต่ละกิจกรรมยกเว้นประเภทในการวิ่ง

3.1.4 เวลาการฝึก (Duration) ใช้เวลาประมาณ 14 – 70 วินาที ในประเภทการวิ่งซึ่งขึ้นอยู่กับระยะทาง สำหรับประเภทความแข็งแรงทำตามจำนวนครั้งที่กำหนดผลการฝึก (Training Effect) ความแข็งแรงทนทาน (Strength Endurance) เป็นการพัฒนาความสามารถทางร่างกายด้านความแข็งแรงทนทานโดยตรงสามารถนำไปใช้พัฒนาความสามารถร่างกายทางด้านความทนทานพื้นฐาน (Basic Endurance) และความทนทานเฉพาะ (Special Endurance) ได้ด้วยโดยการปรับองค์ประกอบของจำนวนการฝึกบางประการ

3.2 การฝึกเป็นช่วงแบบเข้มข้น (Intensive Interval)

3.2.1 ความเข้มข้น (Intensity) การใช้ความเข้มข้นในการ

ฝึกซ้อมประเภทวิ่งฝึกซ้อมปานกลางถึงค่อนข้างหนัก คือ 80 – 90% ส่วนในประเภทใช้ความแข็งแรงใช้ความเข้มข้นปานกลาง 75%

3.2.2 การพัก (Recovery) ใช้เวลาในการพัก 90 – 180 วินาที

3.2.3 ปริมาณการฝึก (Volume) ขึ้นอยู่กับกิจกรรมที่ทำโดยประมาณ 10 -12 เที่ยว สำหรับในประเภทความแข็งแรงประมาณ 8 – 12 เที่ยว

3.2.4 เวลาการฝึก (Duration) ใช้เวลาประมาณ 12 – 6 วินาที ในประเภทการวิ่ง 8 – 15 วินาที ในประเภทความแข็งแรง

3.2.5 ผลการฝึก (Training Effect)

- ความแข็งแรงทนทาน (Strength Endurance) และความแรงทนทานเฉพาะ (Special Endurance) เป็นวิธีการที่ใช้พัฒนาความสามารถทางร่างกายในด้านความเร็วทนทาน และความทนทานโดยเฉพาะโดยตรง สามารถนำไปใช้พัฒนาความสามารถร่างกายทางด้านความเร็วสูงสุด (Maximum Speed) ความแข็งแรงแบบพลังระเบิด (Explosive Strength) ความแข็งแรงสูงสุด (Maximum Strength) และความแข็งแรงทนทาน (Strength Endurance) ได้แต่ต้องมีการปรับองค์ประกอบของจำนวนการฝึกบางประการให้สอดคล้องกัน

ตารางที่ 2 แสดงวิธีการในการสร้างสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาฟุตบอล

วิธีการในการสร้างสมรรถภาพทางกาย / ชนิดของสมรรถภาพทางกาย	วิธีการฝึกแบบทำซ้ำ	วิธีการฝึกแบบเป็นช่วง		วิธีการฝึกแบบการใช้เวลาการฝึก		
		แบบไม่เข้มข้น	แบบเข้มข้น	แบบต่อเนื่อง	แบบสลับช่วง	แบบเปลี่ยนจังหวะ
ความเร็วสูงสุด	○		△			
ความเร็วทนทาน	○		○			
ความแข็งแรงรวดเร็ว	○		△			
ความแข็งแรงสูงสุด	○		△			
ความแข็งแรงทนทาน		○	△			
ความทนทานพื้นฐาน		△		○		
ความทนทานเฉพาะ	○	△	○		△	○

หมายเหตุ ○ หมายถึง วิธีการฝึกที่ใช้สร้างสมรรถภาพทางกายในด้านนั้นได้โดยตรง

△ หมายถึง วิธีการฝึกที่ใช้สร้างสมรรถภาพทางกายในด้านนั้นได้ในทางอ้อมต้องมีการประยุกต์ก่อนการใช้

จากหลักเกี่ยวกับการฝึกสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาฟุตบอลข้างต้นสามารถสรุปได้ว่านักกีฬาฟุตบอลควรมีหลักในการฝึกสมรรถภาพทางกายอันประกอบด้วยการฝึก

1. แรงกล้ามเนื้อ สามารถเลือกฝึกจากอุปกรณ์การฝึกด้วยน้ำหนัก การฝึกแรงเคลื่อนที่หรือแรงอยู่กับที่ให้ตรงกับความต้องการของนักกีฬา อาจฝึกโดยใช้น้ำหนักตัวเอง

2. การฝึกความไวและความเร็ว

- การประสานงานระหว่างกล้ามเนื้อและประสาท โดยฝึกท่าที่ถูกต้องช้าๆ ซ้ำ และเพิ่มความเร็วขึ้นทีละน้อยจนถึงสูงสุด

- ฝึกเพื่อเพิ่มกำลังกล้ามเนื้อโดยเฉพาะกำลังเคลื่อนที่ การเคลื่อนที่ใช้ความเร็วสูงสุด

- ฝึกความอดทนของกล้ามเนื้อ

- ฝึกความคล่องของระบบการเคลื่อนไหว โดยการเหยียดกล้ามเนื้อ

3. การฝึกความอดทนโดยที่ประกอบด้วยการฝึกความอดทนของกล้ามเนื้อและการฝึกความอดทนทั่วไป

โดยใช้หลักในการฝึกแบบวิธีการฝึกแบบต่อเนื่อง (Continuous Method) วิธีการฝึกแบบสลับช่วง (Alternate Method) เป็นวิธีการฝึกแบบเปลี่ยนความเข้มข้นของการฝึกสลับกันไป (Interval Method) วิธีการฝึกแบบเปลี่ยนจังหวะความเร็ว (Fartlek Method)

2.4 หลักการเกี่ยวกับการวางแผนการฝึกซ้อม

ในการวางแผนการฝึกกีฬาเป็นตัวพัฒนาความสามารถของนักกีฬา โดยอาศัยหลักทางวิทยาศาสตร์การกีฬานั้น ผู้ฝึกสอนต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับองค์ประกอบทางสรีรวิทยา ได้แก่ ระบบประสาทการรับรู้การเคลื่อนไหว ระบบประสาทกล้ามเนื้อ จิตวิทยา ระบบการเผาผลาญสารอาหาร ระบบการไหลเวียนโลหิต เป็นต้น เสียก่อน เพราะถ้าถามความเข้าใจอันลึกซึ้งจะทำให้ผลของการฝึกและความสามารถของนักกีฬาไม่เต็มประสิทธิภาพได้ เช่น การฟื้นตัวของการฝึกในและช่วงการเพิ่มความหนักของการฝึกเร็วเกินไป การให้ปริมาณของงานที่สูงมากเกินไป

ความหนักของการฝึกแอโรบิกสูงมากเกินไป การสอนเทคนิคมากเกินไป รายการแข่งขันมากเกินไป การขาดความเชื่อมั่นในตัวผู้สอน หรือเป้าหมายของการฝึกสูงเกินไป เป็นต้น

การฝึกจะต้องเป็นไปตามหลักการที่ถูกต้องเหมาะสม ดังนี้

1. หลักการให้น้ำหนักมากกว่าปกติ (Overload Principle)

การให้น้ำหนักมากกว่าปกติในการฝึกนั้น จะช่วยให้ร่างกายมีการปรับตัวให้สามารถรับภาระที่หนักขึ้น ทำให้เกิดการพัฒนาและเพิ่มความสามารถมากขึ้น หลักและวิธีการฝึกนั้นต้องกำหนดความหนัก ความนาน และความบ่อยของงาน หรือการฝึกให้เหมาะสม ในการฝึกเพื่อพัฒนาความแข็งแรงและความอดทน ต้องให้กล้ามเนื้อออกแรงให้มากกว่าน้ำหนักปกติหรือประมาณ 60 % ของความสามารถสูงสุด (McArdle, Katch, and Katch, 1996) ศิริรัตน์ หิรัญรัตน์ (2536) ได้กล่าวว่า หลักการฝึกให้น้ำหนักมากกว่าปกติเป็นหลักที่สำคัญที่สุดในการฝึกด้วยน้ำหนัก เพราะน้ำหนักเป็นแรงต้าน ทำให้กล้ามเนื้อทำงานมากกว่าปกติ น้ำหนักที่เกินจะกระตุ้นให้กล้ามเนื้อเจริญเติบโตและแข็งแรงขึ้น หลักการฝึกให้น้ำหนักเกินจึงต้องทำโดยเพิ่มแรงต้านทานหรือน้ำหนักที่จะยกหรือเพิ่มจำนวนครั้งในการยก

2. หลักความเฉพาะเจาะจง (Specificity Principle)

หลักการฝึกเฉพาะเจาะจงเป็นการกำหนดให้การฝึกคล้ายกับสภาพการเล่นจริง หรือการใช้พลังงานต้องฝึกให้ตรงกับระบบพลังงานที่แท้จริง เช่น การฝึกเพื่อให้เกิดความแข็งแรงและพลัง จะต้องฝึกด้วยความหนักสูงซึ่งจะใช้ระบบพลังงานแบบแอนแอโรบิกเป็นหลัก สำหรับการฝึกความอดทนจะฝึกด้วยความหนักเบาถึงปานกลาง ซึ่งจะใช้ระบบพลังงานแบบแอโรบิกเป็นหลัก เป็นต้น ชู (Chu, 1996) ได้กล่าวถึง หลักของความเฉพาะเจาะจงว่า ถ้าทักษะกีฬานั้นต้องใช้ความเร็วสูงสุด การฝึกก็จำเป็นต้องใช้ความเร็วสูงสุดเช่นเดียวกัน ในทักษะกีฬาที่ต้องใช้การกระโดด การฝึกก็ต้องฝึกกระโดด ดังนั้นหลักการฝึกเฉพาะเจาะจงนั้น จะต้องให้การฝึกเหมือนลักษณะการใช้ทักษะจริง ไม่ว่าจะเป็นความหนัก ปริมาณ ความถี่ และการเคลื่อนไหวก็ตาม เฮยวิร์ด (Heyward, 1991) ได้กล่าวว่า การฝึกด้วยน้ำหนักจะต้องกำหนดกลุ่มกล้ามเนื้อที่จะฝึก ชนิดของการหดตัวของกล้ามเนื้อ ความหนักในการฝึกและปริมาณการฝึกให้ตรงกับเป้าหมายที่ต้องการ เช่น จะฝึกความแข็งแรง ก็ต้องใช้ความหนักของการฝึกมาก จำนวนครั้งในการฝึกน้อย พอลเลตโต (Pauletto, 1991) ได้เสนอแนะว่า ความเฉพาะเจาะจงของการฝึกความแข็งแรง จะต้องเลือกการออกกำลังกายที่ทำให้เกิดความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อ ส่วนการเคลื่อนไหวต้องทำให้เกิดการเคลื่อนไหวที่เหมือนกับการเคลื่อนไหวในการเล่นกีฬา และใช้พลังงานเช่นเดียวกับที่ต้องการในการ

เล่นกีฬาจริง ความเฉพาะเจาะจงของระบบพลังงานที่ต้องการขึ้นอยู่กับจำนวนชุด จำนวนครั้ง และน้ำหนักที่ใช้ในการฝึก

หลักการฝึกเฉพาะเจาะจง เป็นหลักการเบื้องต้นของการฝึกซึ่งกล่าวว่า เพื่อให้เกิดการพัฒนาสมรรถภาพทางกาย หรือความสมบูรณ์ทางกาย ในลักษณะเฉพาะบุคคลนั้น ต้องใช้การฝึกเล่นแบบเฉพาะเจาะจงสำหรับลักษณะนั้นๆ ตัวอย่างเช่น ออกกำลังกายเพื่อความแข็งแรงอาจช่วยกล้ามเนื้อขาเล็กน้อย หลักการเฉพาะเจาะจงประยุกต์กับกลุ่มกล้ามเนื้อ รูปแบบการเคลื่อนไหว เช่น การเคลื่อนไหวข้อต่อเดียวหรือหลายๆ ข้อต่อ ความเร็วและประเภทต่างๆ ของการหดตัว (ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ และกุลธิดา เชิงฉลาด, 2544)

3. หลักการเพิ่มน้ำหนักแบบก้าวหน้า (Progressive Principle)

เฮย์เวิร์ด (Heyward, 1991) ได้กล่าวว่า การฝึกด้วยน้ำหนักจะต้องจัดโปรแกรมวางแผนระยะยาว โดยให้มีการเพิ่มน้ำหนักขึ้นเรื่อยๆ ตามลำดับและต้องเป็นไปตามความสามารถของนักกีฬา เจริญ กระบวนรัตน์ (2538) ได้เสนอแนะว่า หลักการฝึกที่ดีกล้ามเนื้อจะต้องได้รับการฝึกให้ออกแรงกระทำต่อแรงต้านทานหรือความหนักที่ค่อยๆ เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเป็นระบบ การเพิ่มปริมาณความหนักหรือความต้านทานในการฝึก เป็นไปอย่างถูกต้องเหมาะสมและสัมพันธ์กับสภาพความสมบูรณ์แข็งแรงของร่างกาย จึงจะทำให้โปรแกรมการฝึกได้ผลและประสบความสำเร็จสูงสุด

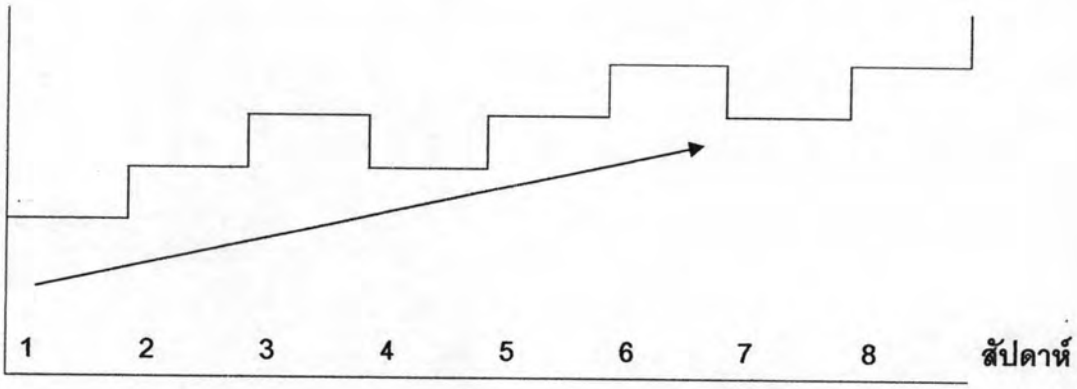
การกำหนดความหนักของการฝึก

ความหนักของการฝึก (Training Intensity) คือ แรงหรือความพยายามของการฝึกซ้อม เป็นเชิงประมาณของวิธีการที่ใช้ในการตั้งหรือกำหนดความหนักของการฝึกซ้อม ซึ่งให้ผลลัพธ์มากที่สุด ซึ่งได้แก่ วิธีการตรวจสอบกรดแลคติค วิธีการระบายอากาศใน 1 นาที ชีพจรเป้าหมาย และ 1 RM หรือ 10RM เป็นต้น อัตราการเต้นของหัวใจในการฝึกซ้อม หรือชีพจรการฝึกซ้อม คือ ชีพจรที่ใช้บ่งชี้ระดับความหนักของการออกกำลังกายที่จะทำให้เกิดผลจากการฝึกซ้อมสูงสุด การคำนวณหาชีพจรการฝึกซ้อมมีหลายวิธี ชีพจรเป้าหมายในการฝึกจะแปรเปลี่ยนตามประเภทของกิจกรรม และระดับการฝึกของแต่ละบุคคล การฝึกแบบไม่ใช้ออกซิเจนต้องการให้ชีพจรเต้นสูงกว่า 80% ขึ้นไป โดยใช้ระยะเวลาสั้นๆ (ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ และกุลธิดา เชิงฉลาด, 2544)

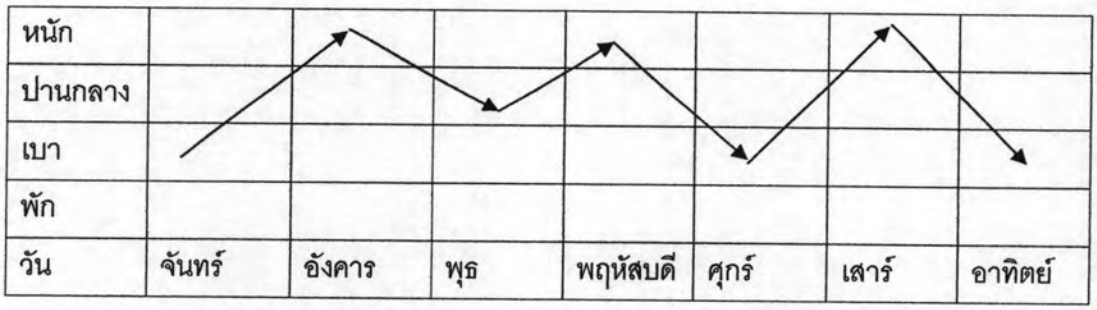
ทอมสัน (Tompson, 1991) ได้เสนอแนะว่า ความหนักของการฝึก การเพิ่มปริมาณการฝึกของนักกีฬาไว้ดังนี้

ตารางที่ 3 แสดงความหนักของการฝึกของนักกีฬา

ความหนัก	เปอร์เซ็นต์ของความสามารถสูงสุด
ความหนักสูงสุด	95 – 100
ความหนักเกือบสูงสุด	85 – 94
ความหนักสูง	75 – 84
ความหนักปานกลาง	65 – 74
ความหนักเบา	50 – 64
ความหนักเบามาก	30 – 49



รูปภาพที่ 4 แสดงการเพิ่มปริมาณการฝึกในแต่ละสัปดาห์ของนักกีฬา (แหล่งที่มา: Thomson, 1991)



รูปภาพที่ 5 แสดงความหนักของการฝึกในรอบสัปดาห์ของนักกีฬา (แหล่งที่มา: Thomson, 1991)

จากหลักการเกี่ยวกับการวางแผนการฝึกซ้อมข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า หลักการวางแผนการฝึกซ้อมของนักกีฬาที่เหมาะสมนั้นควรจะคำนึงถึงหลักการ ดังนี้

1. หลักการให้น้ำหนักมากกว่าปกติ (Overload Principle) การให้น้ำหนักมากกว่าปกติในการฝึกนั้น จะช่วยให้ร่างกายมีการปรับตัวให้สามารถรับภาระที่หนักขึ้น ทำให้เกิดการพัฒนาและเพิ่มความสามารถมากขึ้น หลักและวิธีการฝึกนั้นต้องกำหนดความหนัก ความนาน และความบ่อยของงาน หรือการฝึกให้เหมาะสม

2. หลักความเฉพาะเจาะจง (Specificity Principle) หลักการฝึกเฉพาะเจาะจงเป็นการกำหนดให้การฝึกคล้ายกับสภาพการเล่นจริง หรือการใช้พลังงานต้องฝึกให้ตรงกับระบบพลังงานที่แท้จริง หลักการฝึกเฉพาะเจาะจง เป็นหลักการพัฒนาสมรรถภาพทางกายหรือการเล่นกีฬานั้น ในลักษณะเฉพาะบุคคลนั้น ในการฝึกต้องใช้การฝึกแบบเฉพาะเจาะจงสำหรับลักษณะนั้นๆ

3. หลักการเพิ่มน้ำหนักแบบก้าวหน้า (Progressive Principle) หลักการฝึกที่ดีกล้ามเนื้อจะต้องได้รับการฝึกให้ออกแรงกระทำต่อแรงต้านทานหรือความหนักที่ค่อยๆ เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเป็นระบบ

โดยที่ปริมาณของความหนักของการฝึกนั้นขึ้นอยู่กับความต้องการของปริมาณการฝึกโดยที่กำหนด ดังนี้ ความหนักสูงสุดเท่ากับ 95 – 100% ของความหนักสูงสุด ความหนักเกือบสูงสุดเท่ากับ 85 – 94% ของความหนักสูงสุด ความหนักสูงเท่ากับ 75 – 84%ของความหนักสูงสุด ความหนักปานกลางเท่ากับ 65 – 74% ของความหนักสูงสุด ความหนักเบาเท่ากับ 50 – 60% ของความหนักสูงสุด และความหนักเบามากเท่ากับ 30 – 49% ของความหนักสูงสุด โดยที่ปริมาณการฝึกควรเพิ่มขึ้นและมีการฝึก 6 วันในรอบสัปดาห์ โดยที่ความหนักของการฝึกในรอบสัปดาห์ควรจะมีการฝึกสลับระดับความหนักเบา ดังนี้ จันทร์ ฝึกระดับเบา วันอังคารฝึกระดับหนัก วันพุธฝึกระดับปานกลาง วันพฤหัสฝึกระดับหนัก วันศุกร์ฝึกระดับเบา วันเสาร์ฝึกระดับหนัก และวันอาทิตย์ฝึกระดับเบา เป็นต้น

3. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

3.1 หลักการเกี่ยวกับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

การฝึกระบบกล้ามเนื้อมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากล้ามเนื้อให้มีความแข็งแรงสามารถทำงานต้านแรงหรือออกแรงกระทำต่อแรงภายนอกได้ การพัฒนากล้ามเนื้อให้เกิดพลัง คือ กล้ามเนื้อสามารถทำงานได้ด้วยความรวดเร็ว และออกแรงกระทำต่อแรงภายนอกได้ พัฒนาความอดทน คือ กล้ามเนื้อสามารถทำงานได้เป็นเวลานานหรือสามารถทำงานได้เป็นจำนวนครั้งได้มาก

ครั้ง พัฒนาความอ่อนตัว คือ กล้ามเนื้อสามารถยืดหยุ่นได้ตามการเคลื่อนไหว และพัฒนาความสัมพันธ์ คือ สามารถทำงานประสานสัมพันธ์กับอวัยวะอื่นได้ดี เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างกล้ามเนื้อมือกับการมองเห็น กล้ามเนื้อขากับการได้ยิน

ชนิดกีฬาหรือประเภทกีฬาที่ต้องใช้ความสามารถของกล้ามเนื้อแบบใด ก็ควรจะเลือกวิธีการฝึกให้ตรงกับคุณสมบัตินั้นจะช่วยพัฒนาประสิทธิภาพของนักกีฬาได้ ดังนี้

ตารางที่ 4 แสดงความสามารถของกล้ามเนื้อในการใช้กับลักษณะการเคลื่อนไหวแต่ละชนิดกีฬา

ลักษณะการเคลื่อนไหว	ความสามารถของกล้ามเนื้อ		
	มาก	ปานกลาง	น้อย
วิ่งเร็วระยะสั้นๆ	ความแข็งแรง	พลัง	ความอดทน
วิ่งระยะไกล	ความอดทน	ความแข็งแรง	พลัง
ยกน้ำหนัก	ความแข็งแรง	พลัง	ความอดทน
ทุ่ม พุ่ง ขว้าง กระโดด	พลัง	ความแข็งแรง	ความอดทน

จากหลักการเกี่ยวกับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อนั้น สามารถสรุปได้ว่า การฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา เพื่อให้กล้ามเนื้อของกล้ามเนื้อขาที่จะทำให้ร่างกายได้เคลื่อนไหว วิ่ง กระโดด และออกแรงกระทำต่อแรงภายนอก เป็นต้น ได้อย่างมีประสิทธิภาพเพื่อใช้ในสถานการณ์กีฬาฟุตบอลในสถานการณ์ที่แตกต่างกันออกไป

3.2 ความหมายของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

บอมพา (Bompa, 1993) ได้แบ่งความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular Strength) ออกเป็นชนิดต่างๆ ได้แก่

1. ความแข็งแรงทั่วไป (General Strength) เป็นความแข็งแรงของระบบกล้ามเนื้อทั้งหมด

2. ความแข็งแรงเฉพาะ (Specific Strength) เป็นความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ในทักษะกีฬาต่างๆ โดยเฉพาะ

3. ความแข็งแรงสูงสุด (Maximum Strength) เป็นความแข็งแรงสูงสุดที่ได้จากการออกแรงมากที่สุดของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ ในสภาวะที่อยู่ใต้อำนาจจิตใจ

4. ความแข็งแรงสมบูรณ์ (Absolute Strength) เป็นความแข็งแรงที่ได้จากการออกแรงมากที่สุดโดยไม่คำนึงถึงน้ำหนักตัว

5. ความแข็งแรงที่สัมพันธ์กับน้ำหนักตัว (Relative Strength) เป็นสัดส่วนของความแข็งแรงสมบูรณ์กับน้ำหนักตัว

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular Strength) เป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่สำคัญในการพัฒนาสมรรถภาพทางกายและการแสดงความสามารถทางกีฬา ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเป็นความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะทำให้ร่างกายได้เคลื่อนไหวและออกแรงกระทำต่อแรงภายนอก ซึ่งบลูมฟิลด์และคณะ (Bloomfield. et. al., 1994) ได้กล่าวว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเป็นความสามารถของกล้ามเนื้อในการออกแรงสูงสุด โดยเส้นใยกล้ามเนื้อภายในมัดกล้ามเนื้อจะตอบสนอง เมื่อมีการฝึกแบบมีแรงต้านหรือฝึกด้วยน้ำหนัก ซึ่งความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ สามารถแบ่งได้ 3 ประเภท คือ

ความแข็งแรงสูงสุด (Maximum Strength) หมายถึง การหดตัวของกล้ามเนื้อเพื่อออกแรงสูงสุด โดยไม่ได้กำหนดว่าจะใช้ความเร็วในการเคลื่อนไหวในการออกแรง แต่สิ่งที่สำคัญคือต้องการออกแรงที่มีแรงต้านสูงสุด

ความแข็งแรงแบบยืดหยุ่น (Elastic Strength) หมายถึง การหดตัวของกล้ามเนื้อเพื่อออกแรงอย่างรวดเร็ว เป็นการทำงานของกล้ามเนื้อที่อาศัยความเร็วในการหดตัวและความเร็วในการเคลื่อนไหว หรือที่เรียกว่า พลัง (Power) เป็นความแข็งแรงที่พิเศษและมีความสำคัญในการออกแรงแบบระเบิด (Explosive) ในการออกตัววิ่ง การกระโดด การทุ่ม พุ่ง และขว้าง

ความแข็งแรงแบบอดทน (Strength Endurance) หมายถึง การหดตัวของกล้ามเนื้อออกแรงได้อย่างต่อเนื่อง เป็นการทำงานของกล้ามเนื้อที่อาศัยความแข็งแรงและความทนทานในการเคลื่อนไหว เช่น การลุกนั่ง (Sit Up) การดันพื้น (Push Up) การวิ่ง 60 วินาที ถึง 8 นาที ก็เป็นการออกกำลังกายประเภทความแข็งแรงแบบอดทน

จากความหมายของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อนั้น สามารถสรุปได้ว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อของกล้ามเนื้อขาที่จะทำให้ร่างกายได้เคลื่อนไหวและออกแรงกระทำต่อแรงภายนอก โดยแบ่งได้ 3 ประเภท คือ

1. ความแข็งแรงสูงสุด (Maximum Strength) หมายถึง การหดตัวของกล้ามเนื้อเพื่อออกแรงสูงสุด โดยไม่ได้กำหนดว่าจะใช้ความเร็วในการเคลื่อนไหวในการออกแรง

2. ความแข็งแรงแบบยืดหยุ่น (Elastic Strength) หมายถึง การหดตัวของกล้ามเนื้อเพื่อออกแรงอย่างรวดเร็วในการหดตัว เพื่อความเร็วในการเคลื่อนไหว หรือที่เรียกว่า พลัง (Power) เพื่อใช้ในการออกตัววิ่ง การกระโดด เป็นต้น

3. ความแข็งแรงแบบอดทน (Strength Endurance) หมายถึง การหดตัวของกล้ามเนื้อออกแรงได้อย่างต่อเนื่อง เป็นการทำงานของกล้ามเนื้อที่อาศัยความแข็งแรงและความทนทานในการเคลื่อนไหว

3.3 สรีรวิทยาของกล้ามเนื้อ

การเคลื่อนไหวเป็นธรรมชาติของมนุษย์ ซึ่งระบบการเคลื่อนไหวมีองค์ประกอบที่สัมพันธ์กัน 3 ระบบ ได้แก่ ระบบโครงร่าง (Skeletal System) ทำหน้าที่เป็นแขนของคานในการเคลื่อนไหวของร่างกาย ระบบกล้ามเนื้อ (Muscular System) ทำหน้าที่หดตัวให้เกิดแรงดึงในการเคลื่อนไหวกระดูก และระบบประสาท (Nervous System) ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อและควบคุมการเคลื่อนไหวของร่างกาย ในการฝึกสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาจะมุ่งไปที่ระบบกล้ามเนื้อ เพราะเป็นระบบที่สำคัญในการพัฒนาการเคลื่อนไหวของร่างกายและสามารถพัฒนาได้ดีกว่าระบบอื่น และยังเป็นระบบพื้นฐานที่นักกีฬาจะต้องสร้างให้พร้อมก่อนระบบอื่น ระบบกล้ามเนื้อประกอบไปด้วยเนื้อเยื่อที่มีรูปร่างและหน้าที่การทำงาน ซึ่งสามารถแบ่งได้ 3 ชนิด คือ

1. กล้ามเนื้อโครงร่าง (Straited Muscle หรือ Skeletal Muscle) เป็นกล้ามเนื้อที่ประกอบเป็นโครงสร้างส่วนใหญ่ของร่างกาย ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อที่มีลายชัดเจน ทำงานได้เมื่อมีกระแสประสาทมากระตุ้น การทำงานจึงขึ้นอยู่กับการควบคุมของเส้นประสาทยนต์ที่มาเลี้ยงในแต่ละกลุ่ม

2. กล้ามเนื้อหัวใจ (Cardiac Muscle) มีลักษณะคล้ายคลึงกับกล้ามเนื้อลาย แต่สามารถทำงานเองได้โดยอัตโนมัติ เนื่องจากมีเพซเมคเกอร์ เซลล์ (Pacemaker Cell) อยู่ภายในมัดกล้ามเนื้อ

3. กล้ามเนื้อเรียบ (Smooth Muscle) เป็นกล้ามเนื้อที่พบในผนังอวัยวะภายในของร่างกาย มีลักษณะการติดต่อกันของเยื่อเซลล์ กล้ามเนื้อเรียบทำงานได้โดยอัตโนมัติ (เฉลิมพร องค์วรโสภณ, 2536)

ร่างกายของมนุษย์มีระบบกระดูกเป็นโครงสร้างใหญ่ ปลายกระดูกจะมีข้อต่อไว้เชื่อมกระดูก

กับกระดูก ซึ่งจะมีเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่เรียกว่า เอ็นยึดข้อ โครงร่างของร่างกายจะปกคลุมไปด้วยกล้ามเนื้อ 656 มัด ประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักตัว กล้ามเนื้อที่ไปยึดกับกระดูก เรียกว่าเอ็นกล้ามเนื้อ โดยกล้ามเนื้อจะหดตัวดึงกระดูกด้วยเอ็นเหล่านี้ การที่จะเพิ่มความแข็งแรงในการหดตัวของกล้ามเนื้อ จึงต้องได้รับการฝึกอย่างเป็นระบบ (Bompa, 1998)

วัฒนา วัฒนาภา และคณะ (2547) ได้กล่าวว่ากล้ามเนื้อทำหน้าที่สำคัญคือการหดตัว ทำให้อวัยวะต่างๆ ที่มีกล้ามเนื้อเป็นองค์ประกอบเกิดการเคลื่อนไหวและก่อให้เกิดงานขึ้นกล้ามเนื้อเป็นตัวเปลี่ยนรูปพลังงานชีวภาพ (Biological Transducer) ทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงพลังงานที่เก็บในรูปสารเคมีไปเป็นพลังงานกล (Chemomechanic Transducer) กล้ามเนื้อในร่างกายแบ่งเป็น 3 ชนิด ได้แก่ กล้ามเนื้อโครงร่าง (Skeletal Muscle) กล้ามเนื้อหัวใจ (Cardiac Muscle) และกล้ามเนื้อเรียบ (Smooth Muscle)ในร่างกายคนปกติจะมีกล้ามเนื้อเป็นองค์ประกอบประมาณร้อยละ 50 ของน้ำหนักตัวทั้งหมด โดยเป็นกล้ามเนื้อโครงร่างร้อยละ 40 และอีกร้อยละ 10 เป็นกล้ามเนื้อหัวใจและกล้ามเนื้อเรียบ

ระบบกล้ามเนื้อ เป็นระบบที่สำคัญในการเล่นกีฬา เพราะกล้ามเนื้อต้องทำงานหนักขึ้นส่งผลให้อวัยวะต่างๆ ในระบบอื่นของร่างกาย มีการปรับตัวและทำงานมากขึ้น เช่น ระบบหายใจ ระบบไหลเวียนเลือด จะต้องส่งอาหารและออกซิเจนให้เพียงพอแก่ความต้องการของกล้ามเนื้อ กล้ามเนื้อที่อยู่ในร่างกายแต่ละแห่งจะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน เช่น ความเข้มของสีแตกต่างกัน และมีความสามารถในการหดตัวไม่เท่ากัน และสามารถแบ่งชนิดของเซลล์กล้ามเนื้อได้ ดังนี้ (ภาวิณี ปิยะจตุรวัฒน์, 2536)

ชนิดที่ 1 กล้ามเนื้อสีแดง หดตัวช้า (Type I or Slow Red Fiber) เป็นเซลล์กล้ามเนื้อขนาดเล็กกว่าเซลกล้ามเนื้ออื่น มีสีแดงเข้ม เพราะมีเส้นเลือดมาหล่อเลี้ยงมาก มีปริมาณไมโอโกลบิน (Myoglobin) สูง พลังงานที่กล้ามเนื้อใช้ในการหดตัวได้มาจากการเผาผลาญอาหารแบบแอโรบิกเป็นหลัก หรือใช้ออกซิเจนในการเผาผลาญ การหดตัวของกล้ามเนื้อช้าแต่มีความทนทานต่อการเมื่อยล้า สามารถหดตัวอย่างช้าๆ ต่อเนื่องกันเป็นเวลานาน กล้ามเนื้อชนิดนี้จะมีบทบาทสำคัญในนักกีฬาที่ฝึกเพื่อเพิ่มความอดทน

ชนิดที่ 2 กล้ามเนื้อสีซีด หดตัวได้เร็ว (Type II B, Fast White Fiber) กล้ามเนื้อชนิดนี้มีคุณสมบัติต่างจากกล้ามเนื้อชนิดแรก เซลล์กล้ามเนื้อจะมีขนาดใหญ่กว่า มีสีซีดจาง ปริมาณของเส้นเลือดฝอยที่มาหล่อเลี้ยงไม่มากเท่าชนิดแรก พลังงานที่กล้ามเนื้อใช้ในการหดตัวมาจากการ

เผาผลาญอาหารแบบแอนแอโรบิก (Anaerobic Metabolism) เป็นหลัก สามารถหดตัวได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งเหมาะกับงานที่ต้องการความแรงและรวดเร็วเพียงชั่วครู่เดียวเหมาะกับกีฬาที่ออกแรงแล้วหยุดพัก (Stop and Go) เช่น ยกน้ำหนัก กรีฑาประเภทลาน เป็นต้น

ชนิดที่ 3 กล้ามเนื้อสีแดง หดตัวได้เร็ว (Type II A, Fast, Red Fiber) กล้ามเนื้อชนิดนี้มีคุณสมบัติและลักษณะของเซลล์กล้ามเนื้อชนิดที่ 1 และ 2 รวมกัน พลังงานที่กล้ามเนื้อใช้ในการหดตัว จะมาจากการเผาผลาญอาหารแบบใช้ออกซิเจน หรือไม่ใช้ออกซิเจนก็ได้ จึงทำให้เซลล์มีความพิเศษที่หดตัวได้เร็วและทนทานต่อการเมื่อยล้า ซึ่งได้สรุปไว้ ดังนี้

ตารางที่ 5 แสดงคุณสมบัติและลักษณะของเส้นใยกล้ามเนื้อสีแดง และเส้นใยกล้ามเนื้อสีขาว

เส้นใยกล้ามเนื้อสีแดง	เส้นใยกล้ามเนื้อสีขาว
- ทำงานขนาดเบาและปานกลางได้เป็นเวลานาน	- ทำงานขนาดหนักเป็นเวลาสั้นๆ
- ใช้แหล่งพลังงานจากระบบการใช้ออกซิเจน	- ใช้แหล่งพลังงานจากระบบไม่ใช้ออกซิเจน
- กล้ามเนื้อหดตัวได้ช้า แต่ทนทาน	- กล้ามเนื้อหดตัวได้เร็ว แต่ไม่ทนทาน

คุณสมบัติของเส้นใยกล้ามเนื้อ อาจจะไม่สามารถเปลี่ยนจากเส้นใยกล้ามเนื้อสีแดงเป็นสีขาวหรือเส้นใยกล้ามเนื้อสีขาวเป็นสีแดงได้ แต่เราสามารถที่จะฝึกให้เส้นใยกล้ามเนื้อชนิดใดชนิดหนึ่งเด่นขึ้นมาหรือให้เป็นเส้นใยหลักในการทำงานได้ ซึ่งขึ้นอยู่กับวิธีการฝึก ตัวอย่างง่ายๆ ที่จะชี้ให้เห็นการฝึกเพื่อให้เส้นใยกล้ามเนื้อสีแดง เช่น การฝึกความอดทน เป็นการฝึกที่เบาถึงปานกลาง โดยใช้ปริมาณการฝึกมากหรือใช้เวลานาน ได้แก่ การวิ่งระยะไกล ว่ายน้ำระยะไกล ขี่จักรยานและกีฬาอื่นๆ หรือการออกกำลังที่ใช้เวลานาน ก็สามารถทำให้เส้นใยกล้ามเนื้อสีแดงเด่นหรือเพิ่มคุณสมบัติขึ้นมาได้ ส่วนการฝึกความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อ เช่น การฝึกยกน้ำหนัก การฝึกวิ่ง การฝึกกระโดด จะทำให้เส้นใยกล้ามเนื้อสีขาวเด่นหรือเพิ่มคุณสมบัติของเส้นใยกล้ามเนื้อสีขาว การเคลื่อนไหวของร่างกายเกิดจากการทำงานของกล้ามเนื้อ ซึ่งเซลล์กล้ามเนื้อเป็นเซลล์ที่มีความสามารถในการปรับตนเองให้เปลี่ยนไปตามปริมาณการฝึก และลักษณะของงานที่ทำ ดังนั้นกล้ามเนื้อจึงมีคุณลักษณะที่แตกต่างกันไปตามชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อ ดังนี้

ตารางที่ 6 แสดงคุณสมบัติและลักษณะของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้า ชนิดหดตัวเร็วแบบ บี และชนิดหดตัวเร็วแบบ เอ

คุณลักษณะ	ชนิดหดตัวช้า	ชนิดหดตัวเร็วแบบ บี	ชนิดหดตัวเร็วแบบ เอ
ชนิด	ชนิดที่ 1 หดตัวช้า	ชนิดที่ 2 หดตัวเร็วแบบบี	ชนิดที่ 3 หดตัวเร็วแบบเอ
สีของเส้นใย	สีแดงเข้ม	สีขาว	สีแดง
ระบบพลังงาน	เผาผลาญแบบใช้ออกซิเจน	เผาผลาญแบบไม่ใช้ออกซิเจน	ทั้ง 2 แบบ
กระบวนการเผาผลาญ	สลายฟอสเฟสโดยใช้ออกซิเจน	สลายกลัยโคเจน	ทั้ง 2 ระบบ
การหดตัว	หดตัวช้าแต่ทำได้เป็นเวลานาน	หดตัวได้อย่างรวดเร็ว	หดตัวได้รวดเร็วและมีความอดทน
กิจกรรม	กิจกรรมที่ไม่หนักมากและเป็นกิจกรรมที่ทำเป็นเวลานาน	กิจกรรมที่ใช้ความแรงและความรวดเร็วเพียงช่วงสั้นๆ	กิจกรรมที่หนักทำด้วยความรวดเร็วและใช้เวลานาน

วิรุฬห์ เหล่าภัทรเกษม (2537) ได้กล่าวถึงการจำแนกชนิดของกล้ามเนื้อไว้ว่า ใยกล้ามเนื้อสามารถแบ่งตามคุณสมบัติทางสรีรวิทยาและชีวเคมีออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ ใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้า (Slow – Twitch หรือ Typel) และชนิดหดตัวเร็ว (Fast Twitch หรือ Type IIa และ IIb) ในแต่ละหน่วยยนต์จะมีใยกล้ามเนื้อชนิดเดียวกันทั้งหมด ใยกล้ามเนื้อหดตัวช้า (Type I) จะมีเอนไซม์ในกระบวนการออกซิเดชั่น (Oxidative Enzymes) ปริมาณสูง จึงเกี่ยวข้องกับการทำงานที่ใช้ออกซิเจน (Aerobic) ขณะที่ใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วบี (Type IIb) จะมีเอนไซม์ในการสลายกลัยโคเจน (Glycolytic Enzymes) ปริมาณสูง และสัมพันธ์กับการทำงานที่ไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic) ส่วนใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วชนิด (Type IIa) มีคุณสมบัติอยู่ระหว่างเส้นใยกล้ามเนื้อทั้งสองชนิดนี้ ปริมาณของเส้นใยกล้ามเนื้อแต่ละชนิดในกล้ามเนื้อมัดต่างๆ จะแสดงถึงศักยภาพในการทำงาน ชนิดที่ต้องการพลัง (Power) หรือต้องการความทนทาน (Endurance) ใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วจะเหมาะกับการทำงานที่ต้องใช้พลัง (การใช้แรงมากในเวลาจำกัด) ส่วน

ใหญ่กล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้าจะเหมาะกับการทำงานที่ต้องการความทนทาน สัดส่วนของใยกล้ามเนื้อทั้ง 2 ชนิดจะถูกกำหนดโดยพันธุกรรม และส่วนหนึ่งอาจขึ้นอยู่กับโปรแกรมการฝึกจำเพาะที่ได้รับความแตกต่างของใยกล้ามเนื้อทั้ง 2 ชนิด ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 7 แสดงลักษณะทางโครงสร้างและการทำงานของกล้ามเนื้อ

ลักษณะ	ชนิดของใยกล้ามเนื้อ		
	หดตัวช้า (I)	หดตัวเร็ว (IIa)	หดตัวเร็ว (IIb)
ลักษณะทางโครงสร้าง			
สี	แดง	แดง (ชมพู)	ขาว (ซีด)
ขนาดใยเส้นกล้ามเนื้อ	เล็ก	ปานกลาง	ใหญ่
ไมโตรคอนเดรีย (Mitrochondria)	มาก	มาก	น้อย
หลอดเลือดฝอย	มาก	มาก	น้อย
ลักษณะทางเมตาบอลิซึม			
ความเร็วในการหดตัว	ช้า	เร็ว	เร็ว
ฤทธิ์เอนไซม์ Myosin ATPase	ช้า	เร็ว	เร็ว
กระบวนการสร้าง ATP	แอโรบิก	แอโรบิก	แอนแอโรบิก
ปริมาณไมโอโกลบิน (Myoglobin)	มาก	มาก	น้อย
ปริมาณกลัยโคเจนสะสม	น้อย	ปานกลาง	มาก
ภาวะเพลียล้า	ยาก	ปานกลาง	ง่าย
ลักษณะทางหน้าที่การทำงาน			
แรงที่เกิดขึ้น	ต่ำ	สูง	สูง
ประสิทธิภาพในการเกิดแรง	สูง	ต่ำ	ต่ำ

ดรุณวรรณ จักรพันธุ์ (2544) ได้กล่าวถึง กลไกการหดตัวของกล้ามเนื้อว่าการทำงานของกล้ามเนื้อโครงร่างในร่างกายว่าโดยปกติจะถูกควบคุมโดยระบบประสาทยนต์ โดยที่มอเตอร์แอเรีย (Motor Area) ในสมองจะส่งพลังประสาทมาตามเส้นประสาทในระบบประสาทส่วนกลาง ซึ่งถูกถ่ายทอดต่อไปยังระบบประสาทส่วนปลาย และไปยังระบบกล้ามเนื้อโดยผ่านทางหน่วยประสาทยนต์ (Motor Unit) ซึ่งถือเป็นหน่วยย่อยที่สุดของระบบกล้ามเนื้อที่สามารถทำงานได้ หน่วย

ประสาทยนต์ประกอบด้วยเซลล์ประสาทยนต์ (Motor Neuron) 1 เซลล์ และเส้นใยกล้ามเนื้อจำนวนหนึ่งที่นิวรอนนั้นไปเลี้ยง เมื่อเซลล์ประสาทยนต์หนึ่งถูกกระตุ้น เส้นใยกล้ามเนื้อทุกเส้นใยที่ถูกเลี้ยงโดยนิวรอนนั้นจะตอบสนองโดยการหดตัวทั้งหมด

กล้ามเนื้อโครงร่างถูกกระตุ้นด้วยกระแสประสาท ซึ่งแพร่กระจายมาตามเส้นประสาทผ่านทางนิวโรมัสคูล่าร์ จังชั่น (Neuromuscular Junction) หรือมอเตอร์เอนเพลท (Motor End Plate) ไปยังเซลล์กล้ามเนื้อเหนี่ยวนำทำให้เกิดเอนเพลท โพเทนเชียล (End Plate Potential) แอคชั่นโพเทนเชียล (Action Potential) จะแพร่กระจายเข้าสู่เซลล์กล้ามเนื้อเข้าไปในเซลล์โดยทางที – ทิวบูล (T - Tubule) ทำให้แคลเซียมหลั่งออกจาก ซาร์โคพลาสมิค เรติคิวลัม (Sacoplasmic Reticulum; SR) เกิดการเปลี่ยนแปลงพลังงานเคมีไปเป็นพลังงานกล และพลังงานความร้อนภายในไมโอฟิลาเมนต์ (Myofilament) ซึ่งเป็นส่วนประกอบย่อยของเซลล์กล้ามเนื้อ มีผลทำให้กล้ามเนื้อเกิดการหดตัว (Muscle Twitch หรือ Muscle Contraction) ในที่สุด

กระบวนการหดตัวและคลายตัวของกล้ามเนื้อเกิดเป็นขั้นตอนติดต่อกันและเกิดขึ้นวนเวียนกันไปเรื่อยๆ เรียกว่า กลไกการหดตัวของกล้ามเนื้อ (Cross Bridge Cycle) ในแต่ละวงจรจะมีการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีที่เกิดขึ้นระหว่างไมโอซินและแอคติน แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 เป็นระยะพัก แอคตินและไมโอซินเป็นอิสระต่อกันเนื่องจากอิทธิพลของเรคกูลาโทรีโปรตีน (Regulatory Protien) และไม่มีแคลเซียมเป็นตัวก่อให้เกิดปฏิกิริยาระหว่างแอคตินและไมโอซิน

ขั้นที่ 2 เมื่อแคลเซียมภายในเซลล์สูงขึ้น จะเกิดครอสบริดจ์ (Cross Bridge) ระหว่างแอคตินและไมโอซิน พลังงานที่สะสมไว้ในโมเลกุลของไมโอซิน ถูกปล่อยออกมาใช้ในการหดตัวของกล้ามเนื้อ

ขั้นที่ 3 กล้ามเนื้อเกิดการหดตัว ในขั้นนี้หัวของไมโอซินยังคงเกาะกับแอคติน เรียกการรวมตัวขณะนี้ว่าเป็นไรเกอร์ คอมเพล็กซ์ (Rigor Complex)

ขั้นที่ 4 หัวของไมโอซินรวมตัวกับเอทีพี (ATP) 1 โมเลกุล ทำให้หัวของไมโอซินหลุดออกจากแอคติน จากนั้นมีการสลายตัวของเอทีพี ได้เป็น เอดีพีพีไอ (ADP Pi) และพลังงานซึ่งสะสมไว้ในโมเลกุลของไมโอซิน ขั้นนี้กล้ามเนื้อมีการคลายตัว และวงจรย้อนไปที่ขั้นที่ 1

ในแต่ละกลไกการหดตัวของกล้ามเนื้อจะมีการสลายตัวของเอทีพีเพียง 1 โมเลกุล พลังงานที่เกิดขึ้นถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานกล โดยการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของส่วนหัวของไมโอซินในการเกิดกลไกการหดตัวของกล้ามเนื้อแต่ละครั้งจะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของฟิลาเมนต์ไปได้ 10

นาโนเมตร และแรงที่เกิดขึ้นมีเพียงเล็กน้อย อย่างไรก็ตามการเกิดกลไกการหดตัวของกล้ามเนื้อนี้จะเกิดวนเวียนติดต่อกันไปเรื่อยๆ หลายๆ ล้านครั้งเป็นผลให้กล้ามเนื้อหดตัวและเกิดแรงขึ้น

การหดตัวของกล้ามเนื้อโครงร่างอาจแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

1. การหดตัวแบบคงความตึง (Isotonic or Dynamic Contraction) เกิดขึ้นเมื่อแรงภายในกล้ามเนื้อมีค่ามากกว่าแรงต้านทานภายนอก เป็นการหดตัวของกล้ามเนื้อที่ความยาว (Length) และความตึงตัว (Tension) ของมันมีการเปลี่ยนแปลง ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวที่เป็นผลให้ได้งานเกิดขึ้น (งาน = แรง x ระยะทาง) การหดตัวชนิดนี้ยังแบ่งออกเป็น 2 แบบย่อย คือ

1.1 การหดตัวแบบคอนเซนตริค (Concentric Contraction) คือ กล้ามเนื้อมีการหดตัวสั้นเข้า มีความตึงตัวสูงขึ้นเพื่อต่อสู้กับแรงต้านทาน เช่น กล้ามเนื้อแขนขณะยกดัมเบลทำให้เกิดการงอ (Flexion) ที่ข้อศอก

1.2 การหดตัวแบบเอ็กเซนตริค (Eccentric Contraction) คือ การทำงานของกล้ามเนื้อเมื่อกล้ามเนื้อหดตัวสั้นอยู่ และมีแรงภายนอกที่มากกว่าแรงภายในของกล้ามเนื้อ และกล้ามเนื้อยอมให้ความยาวเพิ่มขึ้น โดยที่แรงตึงตัวของกล้ามเนื้อยังคงปกติ การทำงานชนิดนี้เปรียบเสมือนเป็นเบรกเพื่อควบคุมการเคลื่อนไหวของร่างกาย โดยจะเกิดขึ้นกับการเคลื่อนไหวที่ไปในทิศทางของแรงดึงดูดของโลก กล้ามเนื้อแอนตาโกนิส (Antagonis) จะทำงานเพื่อควบคุมการเคลื่อนไหว เช่น การนั่งลง กล้ามเนื้อในการเหยียดข้อสะโพกจะทำงานแบบเอคเซนตริค (Eccentric) หรือการถือน้ำหนักท่างอข้อศอก 90 องศา และให้ลดระดับลง กล้ามเนื้อในการงอข้อศอกจะทำงาน

2. การหดตัวแบบความยาวคงที่ (Isometric หรือ Static Contraction) เกิดขึ้นเมื่อแรงภายในกล้ามเนื้อที่เกิดจากการหดตัวมีค่าเท่ากับแรงต้านภายนอก เป็นการหดตัวของกล้ามเนื้อโดยที่ความยาว (Length) ของกล้ามเนื้อไม่เปลี่ยนแปลง แต่มีความตึงตัวเพิ่มขึ้น ดังนั้นการหดตัวชนิดนี้จึงไม่ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวแต่อย่างใด จึงไม่มี "งาน" ในแง่ของกลศาสตร์เกิดขึ้น เพราะว่าไม่มีระยะทางนั่นเอง เช่น เมื่อเราก้มลงแล้วเหยียดแขนยกของที่หนัก แต่ไม่สามารถยกของนั้นขึ้นได้ เพราะแรงต้านมีมากกว่า แต่กล้ามเนื้อแขนและขาได้มีการตึงตัวขึ้น แม้ว่าการหดตัวชนิดนี้ไม่ได้งานทางกลศาสตร์ แต่ในทางสรีรวิทยา กล้ามเนื้อได้ทำงานมีพลังงานที่ได้จากปฏิกิริยาทางเคมี ผลสุดท้ายก็จะได้ความร้อนเกิดขึ้นเช่นกัน

ในความเป็นจริงกล้ามเนื้อของเรามีการหดตัวทั้ง 2 ชนิด กลับไปกลับมาอยู่ตลอดเวลา เช่น เมื่อเรายืนขึ้น กล้ามเนื้อขาของเรามีการตึงตัวเพื่อกระชับข้อต่อที่ส่วนล่างของร่างกายให้แน่น นี่คือการหดตัวแบบคงความยาว (Isometric หรือ Static Contraction) แต่ถ้าเราย่างก้าวเดินหรือ

ยกแขนการหดตัวชนิดใหม่ก็จะอยู่ในรูปของการหดตัวแบบคงความตึง (Isotonic or Dynamic Contraction)

ดรุณวรรณ จักรพันธุ์ (2544) ยังได้กล่าวถึงการระดมการทำงานของหน่วยยนต์ (Order of Recruitment of Motor Unit) ว่าความสำคัญของหน่วยยนต์อีกว่าเป็นหน่วยที่เล็กที่สุดที่ระบบการเคลื่อนไหวจะทำงานได้ โดยหน่วยยนต์หนึ่งประกอบด้วย ประสาทยนต์ (Motor Nerve) 1 เส้นใย พร้อมทั้งจำนวนใยกล้ามเนื้อที่ประสาทยนต์ไปเลี้ยง การหดตัวของกล้ามเนื้อโครงร่างอยู่ภายใต้อำนาจจิตใจ ซึ่งสั่งงานออกมาในรูปของสัญญาณไฟฟ้า (Nerve Action Potential) จากระบบประสาทส่วนกลาง ดังนั้นเมื่อมีคำสั่งส่งมาจากเซลล์ประสาทจะทำให้ใยกล้ามเนื้อในหน่วยยนต์นั้นๆ เกิดการหดตัวพร้อมกันทั้งกลุ่ม ลักษณะของสัญญาณโดยเฉพาะความถี่จากเซลล์ประสาทยนต์ (Motor Neuron) จะเป็นตัวกำหนดคุณสมบัติของกล้ามเนื้อโดยออกฤทธิ์ที่ยีน เช่น เซลล์ประสาทที่ควบคุมเส้นใยหดตัวช้า (Type I) ก็จะเป็นชนิดนั้นๆ เหมือนกันหมด แต่เนื่องจากกล้ามเนื้อแต่ละมัดของร่างกายจะประกอบขึ้นด้วยหน่วยยนต์จำนวนมากและแต่ละหน่วยยนต์มีคุณสมบัติต่างกัน ดังนั้นในกล้ามเนื้อโครงร่างแต่ละแห่งจะมีทั้งเส้นใยที่หดตัวได้เร็วและหดตัวได้ช้าอยู่ปะปนกัน (Heterogenous) ซึ่งคุณสมบัติของกล้ามเนื้อมัดนั้นจะเป็นอย่างไร ขึ้นอยู่กับชนิดเซลล์กล้ามเนื้อส่วนใหญ่ว่าเป็นชนิดใด เช่น โซลีอัส (Soleus) เป็นกล้ามเนื้อที่จัดว่าหดตัวช้า จะมีเส้นใยที่หดตัวช้าอยู่ 80 – 90% และหดตัวเร็วอยู่ 10 – 20% คุณสมบัติของเส้นใยประสาทยนต์และเส้นใยกล้ามเนื้อในหน่วยยนต์แต่ละชนิดแตกต่างกัน ในหน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้า (Type I) เซลล์ประสาทสั่งการจะมีขนาดเล็ก มีระดับกั้น (Threshold) ต่ำ ถูกกระตุ้นโดยง่าย ส่วนในหน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วนั้น (Type II) เซลล์ประสาทสั่งการมีขนาดใหญ่มีระดับกั้นสูงถูกกระตุ้นยากโดยเฉพาะชนิดหดตัวเร็วบี (Type IIb) ถูกกระตุ้นยากที่สุด ดังนั้นเมื่อทำงานหนักขึ้นหน่วยยนต์ที่จะมาช่วยการทำงานของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้า คือ ชนิดหดตัวเร็วเอ (Type IIa) เมื่อแรงกระตุ้นสูงขึ้นถึงอีกระดับหนึ่งจะถึงระดับกั้นของชนิดหดตัวเร็วบี (Type IIb) หน่วยยนต์เส้นใยกลุ่มนี้จึงจะถูกระดมให้ออกมาทำงาน การพัฒนาความสามารถในการระดมความพร้อมเพรียงในการทำงานของหน่วยยนต์นี้จึงจำเป็นที่จะต้องได้รับการฝึกฝนในนักกีฬาอย่างไรก็ดี ยังพบว่าในกล้ามเนื้อมัดเดียวกัน ก็ยังมีความแตกต่างกันในการกระจายของชนิดใยกล้ามเนื้อ และในบุคคลต่างๆ ก็ยังมีการกระจายของใยกล้ามเนื้อแตกต่างกันไปด้วย แต่อาจกล่าวได้ว่านักกีฬาที่ต้องอาศัยความอดทน มีเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้ามากกว่า ส่วนนักกีฬาที่ไม่ต้องการความอดทนจะมีเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วมากกว่า

ดังนั้น โปรแกรมการฝึกเพื่อพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อของนักกีฬาฟุตบอล จึงมุ่งไปที่การฝึกเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวเร็วแบบเอเป็นหลัก เพราะเหมาะสมกับกีฬาประเภททีมทั่วไป โดยใช้คุณสมบัติของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดนี้ คือ หดตัวได้เร็วและมีความทนทานในการทำกิจกรรมที่หนักและทำด้วยความรวดเร็ว ซึ่งโอเช (O' Shea, 2000) กล่าวว่า การหดตัวของกล้ามเนื้อเกิดจากกระแสประสาทที่ส่งมาตามเส้นประสาท จนถึงส่วนที่รับกระแสประสาท (Motor End Plate) ที่อยู่บนเส้นใยกล้ามเนื้อแล้วสั่งให้หดตัวเพื่อให้ร่างกายได้เคลื่อนไหว ซึ่งปัจจัยที่ทำให้เกิดแรงในการหดตัวของกล้ามเนื้อ ได้แก่

1. พันธุกรรม ถึงแม้ว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจะขึ้นอยู่กับพันธุกรรมก็ตาม แต่การฝึกสามารถพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อได้ตามความต้องการ

2. ขนาดของกล้ามเนื้อ มีผลต่อแรงในการหดตัวของกล้ามเนื้อ ถ้ากล้ามเนื้อมีขนาดใหญ่แรงในการหดตัวก็จะมากขึ้นด้วย

3. จำนวนของเส้นใยในการหดตัว การระดมหน่วยยนต์มีผลต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ เมื่อมีการระดมหน่วยยนต์มาก แรงในการหดตัวจะมากขึ้น

4. ความเข้มข้นของสารละลายเอทีพี มีผลต่อการหดตัวของกล้ามเนื้อ เช่นเดียวกันเมื่อมีสารละลายเอทีพีมาก แรงในการหดตัวจะมาก

5. ความหนักของงาน เมื่อกล้ามเนื้อไม่มีแรงต้าน กล้ามเนื้อจะหดตัวอย่างรวดเร็ว เมื่อความหนักของงานเพิ่มขึ้น ความเร็วในการหดตัวก็จะลดลงตามความหนักของงาน

6. ระบบคานขณะเคลื่อนไหว กระดูกทำหน้าที่เป็นคาน กล้ามเนื้อจะออกแรงให้กระดูกเคลื่อนไหว เมื่อแรงของกล้ามเนื้อมาก และระบบคานดีจะส่งผลให้เกิดแรงอย่างมาก

7. สภาพของกล้ามเนื้อ ถ้าจำนวนสารอาหารที่ใช้ในการหดตัวของกล้ามเนื้อลดลง หรือสภาพกล้ามเนื้อเกิดความเมื่อยล้า ความสามารถในการหดตัวของกล้ามเนื้อจะลดลง เพราะพลังงานถูกใช้ไป ความล้าของกล้ามเนื้อจะทำให้การหดตัวของกล้ามเนื้อและขบวนการเผาผลาญเสียไป

ในเรื่องของสรีรวิทยาของกล้ามเนื้อนั้น สามารถสรุปได้ว่า กล้ามเนื้อมีคุณสมบัติของความเข้มของสีแตกต่างกันและมีความสามารถในการหดตัวไม่เท่ากันโดยแบ่งชนิดของกล้ามเนื้อได้ ดังนี้

ชนิดที่ 1 กล้ามเนื้อสีแดง หดตัวช้า (Type I or Slow Red Fiber) เป็นเซลล์กล้ามเนื้อขนาดเล็กกว่าเซลล์กล้ามเนื้ออื่น มีสีแดงเข้ม พลังงานที่กล้ามเนื้อใช้ในการหดตัวได้มาจากการเผาผลาญอาหารแบบใช้ออกซิเจนเป็นหลัก มีบทบาทสำคัญในนักกีฬาที่ใช้ความอดทนสูง

ชนิดที่ 2 กล้ามเนื้อสีซีด หดตัวได้เร็ว (Type II B, Fast White Fiber) กล้ามเนื้อชนิดนี้มีเซลล์กล้ามเนื้อขนาดใหญ่กว่า มีสีซีดจาง พลังงานที่กล้ามเนื้อใช้ในการหดตัวมาจากการเผาผลาญอาหารแบบแอนแอโรบิก (Anaerobic Metabolism) สามารถหดตัวได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งเหมาะกับงานที่ต้องการความแรงและรวดเร็วเพียงชั่วครู่เดียว

ชนิดที่ 3 กล้ามเนื้อสีแดง หดตัวได้เร็ว (Type II A, Fast, Red Fiber) กล้ามเนื้อชนิดนี้มีคุณสมบัติและลักษณะของเซลล์กล้ามเนื้อชนิดที่ 1 และ 2 รวมกันพลังงานที่กล้ามเนื้อใช้ในการหดตัว จะมาจากการเผาผลาญอาหารแบบใช้ออกซิเจน หรือไม่ใช้ออกซิเจนก็ได้ มีความสามารถในการหดตัวของกล้ามเนื้อได้เร็วและทนทานต่อการเมื่อยล้าแต่ไม่มากเท่าคุณลักษณะเด่นของกล้ามเนื้อทั้งสองชนิดข้างต้น

3.4 ผลทางสรีรวิทยาของการฝึกด้วยน้ำหนัก

เฮวาร์ด (Heyward, 1991) ได้กล่าวถึง ผลทางสรีรวิทยาของการฝึกด้วยน้ำหนัก โดยแบ่งตามปัจจัยต่างๆ ได้ดังนี้

1. ปัจจัยทางด้านลักษณะรูปร่างของกล้ามเนื้อ
   - กล้ามเนื้อมีขนาดใหญ่ขึ้น โดยมีการเพิ่มโปรตีนในการหดตัว เพิ่มจำนวนและขนาดของไมโอไฟบริลและเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน และเพิ่มขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว
   - จำนวนของเส้นใยกล้ามเนื้อแต่ละชนิดไม่เปลี่ยนแปลง
   - เพิ่มขนาดและความแข็งแรงของเอ็นยึดข้อและเอ็นกล้ามเนื้อ
   - เพิ่มมวลของกระดูกและความหนาแน่นของกระดูก
2. ปัจจัยทางระบบประสาท
   - เพิ่มอัตราความถี่ของกระแสประสาทการเคลื่อนไหว
   - เพิ่มการระดมหน่วยยนต์
   - ลดการยับยั้งของประสาท
3. ปัจจัยทางชีวเคมี
   - เพิ่ม ซีพี และ เอทีพี
   - เพิ่มการทำงานของไมโคเนส
   - ลดความหนาแน่นของปริมาณไมโตคอนเดรีย
4. การเปลี่ยนแปลงอื่นๆ

- น้ำหนักตัวเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยหรือไม่เปลี่ยนแปลง
- เพิ่มน้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมัน
- ลดน้ำหนักที่เป็นไขมันและเปอร์เซนต์ไขมัน
- เพิ่มความเร็ว ความอ่อนตัว และพลังกล้ามเนื้อ
- เพิ่มความสามารถ ทักษะในการเคลื่อนไหว

จากผลทางสรีรวิทยาของการฝึกด้วยน้ำหนักข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าหลังจากการฝึกด้วยน้ำหนักแล้วร่างกายจะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาทำให้ กล้ามเนื้อมีขนาดใหญ่ขึ้น มีการเพิ่มโปรตีนในการหดตัว เพิ่มจำนวน ขนาดของไมโอไฟบริล เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน ขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว จำนวนของเส้นใยกล้ามเนื้อแต่ละชนิดไม่เปลี่ยนแปลง เพิ่มขนาดและความแข็งแรงของเอ็นยึดข้อและเอ็นกล้ามเนื้อ เพิ่มมวลของกระดูกและความหนาแน่นของกระดูก เพิ่มอัตราความถี่ของกระแสประสาทการเคลื่อนไหว เพิ่มการระดมหน่วยยนต์ ลดการยับยั้งของประสาท เพิ่ม ซีพี และ เอทีพี เพิ่มการทำงานของไมไคเนส ลดความหนาแน่นของปริมาณไมโตคอนเดรีย น้ำหนักตัวเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยหรือไม่เปลี่ยนแปลง เพิ่มน้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมัน ลดน้ำหนักที่เป็นไขมันและเปอร์เซ็นต์ไขมัน เพิ่มความเร็ว ความอ่อนตัว และพลังกล้ามเนื้อ เพิ่มความสามารถ ทักษะในการเคลื่อนไหว

3.5 การพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

ปัจจุบันมีวิธีที่นิยมฝึกเพื่อพัฒนาความแข็งแรง พลัง ความเร็ว และความอดทน ด้วยวิธีการฝึกด้วยน้ำหนัก (Weight Training) เพราะการฝึกด้วยน้ำหนัก สามารถช่วยพัฒนาสมรรถภาพทางกายได้หลายด้าน ดังนี้

- ช่วยพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อได้ดีที่สุด (Gillespie, 1983; Loney, 1990; Narita, 1991; Fincher, 1996; Jun Andrew, 1999)

- ช่วยพัฒนาความเร็วในการวิ่งระยะสั้นได้ดี (Napier, 1991; Andrew, 1999; Williams, 1999)

- ช่วยพัฒนาพลังกล้ามเนื้อในการกระโดด (Boyd, 1983; Jun, 1986; Narita, 1991; Williams, 1999;)

- ช่วยพัฒนาพลังแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic power) (Fincher, 1996)

- ช่วยพัฒนาความอดทนของกล้ามเนื้อ (Boyd, 1983; Gillespie, 1983)

- ช่วยพัฒนาความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Endurance) (Fincher, 1996)

- ช่วยพัฒนาระบบไหลเวียนโลหิต (Loney, 1990)

การฝึกด้วยน้ำหนักจึงเป็นวิธีการหนึ่งที่จะทำให้นักกีฬามีความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อ โดยสามารถกำหนดความหนัก จำนวนครั้ง จำนวนชุด และจำนวนวันที่ฝึกที่เหมาะสมกับแต่ละบุคคลได้ โดยกำหนดความหนักสูงสุด คือ 1RM (Repetition Maximum) ซึ่งเป็นน้ำหนักสูงสุดที่ทำได้เพียง 1 ครั้ง (ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ และเฉลิม ชัยวัชราภรณ์, 2540) วัดความสามารถทางด้านความอดทน แต่อาจจะมีปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มความสามารถทางด้านความอดทน (Endurance Performance) จากการฝึกด้วยน้ำหนัก คือ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ โดยอ้างเหตุผลว่าหน่วยยนต์ (Motor Unit) จะแข็งแรงขึ้นจากการฝึก และหน่วยยนต์จะเพิ่มขึ้นเพื่อรองรับกับการทำงานที่มากขึ้น การเพิ่มพลังกล้ามเนื้อจากการฝึกด้วยน้ำหนักยังมีส่วนช่วยเพิ่มความสามารถทางด้านความอดทนได้อีกด้วย เพราะพลังเป็นปริมาณงาน (แรง x ระยะทาง) ต่อหน่วยเวลา (Hickson et. al., 1980) ต่อมาได้มีการพัฒนาโดยนำการฝึกด้วยน้ำหนักมาฝึกร่วมกับการฝึกแบบอื่น เช่น การฝึกด้วยน้ำหนักควบคู่กับการฝึกความอดทน ซึ่งสามารถพัฒนาได้ทั้งความแข็งแรง ขนาดของกล้ามเนื้อ และการใช้ออกซิเจนสูงสุด (McCarthy, 1991) การฝึกด้วยน้ำหนักด้วยความเร็วต่ำควบคู่กับการฝึกแอโรบิก สามารถพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความอดทนได้ (Bell, 1989) การฝึกด้วยน้ำหนักด้วยความเร็วสูงควบคู่กับการฝึกแอโรบิก สามารถพัฒนาการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Bell, 1989; Pohlman, 1982; Spaniol, 1989) การฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่กับการฝึกด้วยน้ำหนัก จะช่วยพัฒนาความสามารถในการเคลื่อนไหวของนักกีฬา (Wilson et. al., 1993) มีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการรวมกันระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักกับการฝึกพลัยโอเมตริก ซึ่งมีอยู่ 3 ลักษณะคือ การฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่กับการฝึกด้วยน้ำหนัก เป็นการฝึกควบคู่ในลักษณะที่ฝึกตามโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกก่อน แล้วตามด้วยการฝึกตามโปรแกรมฝึกด้วยน้ำหนักหรือการฝึกตามโปรแกรมการฝึกดด้วยน้ำหนักก่อน แล้วตามด้วยการฝึกตามโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกในวันเดียวกัน ไม่ว่าจะควบคุมกันในลักษณะใดก็ตาม ผลการวิจัยพบว่า มีผลทำให้พลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นมากกว่าการฝึกด้วยน้ำหนักหรือการฝึกพลัยโอเมตริกเพียงอย่างเดียว (Duke and Beneliyahu, 1992; Lauber, 1993) และอีกรูปแบบหนึ่ง คือการฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก เป็นการฝึกควบคู่ในลักษณะการฝึกพลัยโอเมตริก โดยแบกน้ำหนักไว้บนบ่าด้วยน้ำหนัก 30% ของความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ ซึ่งพบว่า มีผลทำให้พลังกล้ามเนื้อขาเพิ่มขึ้นมากกว่าการฝึกด้วยน้ำหนักหรือการฝึกพลัยโอเมตริกเพียงอย่างเดียวและเรียกวิธีการฝึก

แบบนี้ว่า การฝึกพลังสูงสุด (Maximal Power Training) (Wilson et. al., 1993) ส่วนอีกวิธีหนึ่งคือ การฝึกเชิงซ้อน (Complex Training) เป็นการฝึกควบคู่ในลักษณะที่ฝึกด้วยน้ำหนักแล้วตามด้วยการฝึกพลัยโอเมตริกพลัยโอเมตริกทันทีในแต่ละชุดของการฝึก ซึ่งเป็นการเคลื่อนไหวแบบแรงระเบิด โดยใช้ท่าที่เหมือนกับที่ที่ฝึกด้วยน้ำหนักที่ใช้กระตุ้นกล้ามเนื้อในการฝึกขั้นแรก (Chu, 1996) การฝึกด้วยน้ำหนักหลายท่าประกอบกัน (Combination Lifts) เป็นที่นิยมใช้กันอย่างมากในหลายชนิดกีฬา ซึ่งมีวัตถุประสงค์หลัก เพื่อพัฒนาและกระตุ้นการประสานสัมพันธ์ของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ เพื่อเพิ่มความหนักของงาน กระตุ้นระบบกล้ามเนื้อโครงร่าง เพิ่มความสามารถของระบบไหลเวียนเลือด (Javorek, 1998) ดังนั้นการฝึกด้วยน้ำหนัก เมื่อนำมาฝึกควบคู่กับการฝึกวิธีอื่นๆ จะสามารถพัฒนาสมรรถภาพทางกายได้หลายด้านในเวลาเดียวกัน เป็นการประหยัดเวลาและพลังงานในการฝึกได้เป็นอย่างดี ซึ่งกีฬาหลายประเภทต้องการให้กล้ามเนื้อมีทั้งความแข็งแรง พลัง และความอดทนในเวลาเดียวกัน ดังนั้นการฝึกความแข็งแรงและความอดทนมักจะฝึกควบคู่กัน แต่ปัญหาหรือคำถามที่สำคัญในการสร้างโปรแกรมก็คือการฝึกควบคู่กันนั้นจะได้ประโยชน์มากกว่า การฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ หรือความอดทนเพียงอย่างเดียวหรือไม่ (Bamman, 1996)

วิลสัน (Wilson, 1994) ได้กล่าวว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมีความสำคัญต่อระดับความสามารถของนักกีฬาประเภทที่ต้องใช้พลังกล้ามเนื้อเป็นอย่างยิ่ง เมื่อกล้ามเนื้อมีความแข็งแรงน้อย อาจจะพัฒนาให้กล้ามเนื้อออกแรงอย่างรวดเร็วได้ไม่เต็มที่ เวส์ทคอท (Wesrcott, 1996) ได้กล่าวว่า การฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากล้ามเนื้อ ทำให้เรารู้สึกว่าเป็นผู้ที่มีสมรรถภาพทางกายดี มีความสามารถสูงในการเคลื่อนไหว อีกทั้งยังช่วยเสริมสร้างให้กระดูก เอ็นกล้ามเนื้อ และเอ็นยึดข้อแข็งแรงขึ้น และยังช่วยลดปัญหาทางสุขภาพได้ เช่น การเจ็บป่วย อาการปวดเมื่อยตามร่างกายหรือโรคเกี่ยวกับกระดูกและข้อ เป็นต้น การฝึกความแข็งแรง นอกจากจะเพิ่มการใช้พลังงานในแต่ละวันแล้ว ยังไปเร่งการเผาผลาญในขณะฝึกอีกด้วย ทำให้ร่างกายเผาผลาญแคลอรี่ได้มากขึ้น ส่งผลให้น้ำหนักตัวไม่เพิ่มมากเกินไป ทำให้สัดส่วนของร่างกายดีขึ้น กล้ามเนื้อและข้อต่อมีความยืดหยุ่น เคลื่อนไหวได้ตลอดช่วง เฟลคและเครเมอร์ (Fleck and Kraemer, 1987) ได้กล่าวว่า การฝึกความแข็งแรงด้วยน้ำหนักหรือการยกน้ำหนักช่วยในการพัฒนาสมรรถภาพทางกายโดยเฉพาะความแข็งแรง พลัง และความอดทนของกล้ามเนื้อ และยังช่วยเพิ่มความสามารถในการเคลื่อนไหวของร่างกายและความสามารถทางกีฬาอีกด้วย

การฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกแบบมีแรงต้าน เป็นการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ซึ่งการเพิ่มขนาดของกล้ามเนื้อนั้น เป็นผลมาจากการฝึกความแข็งแรงสูงสุด และความแข็งแรงแบบยืดหยุ่นมากกว่าการฝึกความแข็งแรงแบบอดทน ถ้าไม่ฝึกความแข็งแรงก็จะทำให้ขนาดของกล้ามเนื้อลดลงได้ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อสูงสุดสามารถพัฒนาให้ได้ผลดีที่สุดได้โดยการฝึกที่น้ำหนักมาก ใช้จำนวนครั้งน้อย ส่วนความแข็งแรงแบบยืดหยุ่นหรือพลังสามารถพัฒนาได้โดยใช้น้ำหนักปานกลาง โดยใช้จังหวะที่เร็ว ส่วนการฝึกความแข็งแรงแบบอดทนสามารถพัฒนาได้โดยใช้น้ำหนักน้อยแต่จำนวนครั้งมาก (Thompson, 1991)

ในเรื่องของการพัฒนาความแข็งแรงนั้นสามารถสรุปได้ว่า การฝึกด้วยน้ำหนักมีบทบาทกับนักกีฬาที่ต้องใช้ความแข็งแรงเป็นอย่างมากและช่วยเพิ่มสมรรถนะความสามารถในการเคลื่อนไหวของร่างกายและความสามารถในการเล่นกีฬา ตลอดจนช่วยพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อได้ดีที่สุด ความเร็วในการวิ่งระยะสั้นได้ดี ช่วยพัฒนาพลังกล้ามเนื้อในการกระโดด ช่วยพัฒนาพลังแบบไม่ใช้ออกซิเจน พัฒนาความอดทนของกล้ามเนื้อ พัฒนาความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน และพัฒนาระบบไหลเวียนโลหิต

3.6 หลักการฝึกเพื่อพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

หลักการฝึกเกิน (Overload Principle)

เป็นหลักที่สำคัญที่สุดในการฝึกยกน้ำหนัก (Weight Training) เพราะน้ำหนักเป็นแรงต้าน ทำให้เซลล์กล้ามเนื้อทำงานมากกว่าสภาวะปกติในชีวิตประจำวัน น้ำหนักที่เกินจะกระตุ้นให้กล้ามเนื้อเจริญเติบโตขึ้น แข็งแรงขึ้น หลักการฝึกเกินจึงต้องทำโดย

1. เพิ่มแรงต้านหรือน้ำหนักที่จะยก
2. เพิ่มจำนวนครั้งของการยก

ภายในกล้ามเนื้อจะมีเส้นใยกล้ามเนื้อ (Fiber) เป็นจำนวนมาก เส้นใยกล้ามเนื้อมีความสามารถแตกต่างกัน คุณสมบัติที่เห็นได้ชัดเจน คือ เส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัว (Fast – Twitch) และเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้า (Slow - Twitch) กล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว จะหดตัวได้เร็วและแรงกว่ากล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้า ในการเล่นกีฬาจึงต้องคำนึงถึงชนิดของกล้ามเนื้อที่ใช้

กล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วสามารถนำพลังงานมาใช้ทันทีทันใด มากกว่ากล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้า เช่น กลุ่มกล้ามเนื้อต้นแขนด้านหน้า (Biceps) ต้นแขนด้านหลัง (Triceps) และน่อง

(Gastrocnemius) ซึ่งมีจำนวนกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วมากกว่ากล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้า เพื่อใช้ในการขว้าง การเร่งความเร็ว และการกระโดด เป็นต้น

กล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้าสามารถนำพลังงานมาใช้ได้น้อย แต่ใช้ได้เป็นระยะเวลานานกว่ากล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว เช่น กลุ่มกล้ามเนื้อขา สะโพก และหลัง ซึ่งเรามักใช้กล้ามเนื้อกลุ่มเหล่านี้ในกีฬาประเภทเล่นนาน ทนทาน ได้แก่ การวิ่งระยะไกล หรือการขี่จักรยานทางไกล เป็นต้น

จึงเรียกได้ว่าใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว ใช้พลังงานแอนแอโรบิก (Anaerobic) และใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้าใช้พลังงานแอโรบิก (Aerobic) ส่วนในด้านการฝึกยังไม่มีหลักฐานปรากฏแน่นอนว่าผลการฝึกจะทำให้ใยกล้ามเนื้อเกิดการเปลี่ยนชนิดไปได้ แต่การฝึกสามารถเปลี่ยนรูปร่างและองค์ประกอบอื่นๆ ได้ เช่น ผลการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ถ้าเปรียบเทียบกันพบว่า ทำให้กล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วเพิ่มขนาดใหญ่ขึ้นอย่างมาก ในขณะที่กล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้าใหญ่ขึ้นเช่นเดียวกันแต่เพียงเล็กน้อย ส่วนผลจากการฝึกความทนทานของกล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้าจะเพิ่มปริมาณความสามารถในการใช้ออกซิเจนได้มากกว่ากล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว ที่เพิ่มเพียงเล็กน้อย และผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่ไม่เห็นด้วยกับสมมติฐานที่ว่า นักวิ่งมาราธอนจะมีอัตราส่วนของกล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้ามาก เนื่องจากการฝึกหรือผลมาจากการถ่ายทอดทางพันธุกรรม ปัจจุบันนี้นักวิจัยยังคงจำเป็นต้องใช้นักกีฬาระดับโลกที่ผ่านการฝึกมาอย่างหนัก เป็นกลุ่มทดลองในการวิจัยเพื่อศึกษาขั้นต่อไป

หลักการใช้แรงต้านทานก้าวหน้า (Progressive Resistance Principle)

กล้ามเนื้อต้องได้รับการฝึก โดยใช้น้ำหนักเป็นแรงต้านทาน ยิ่งน้ำหนักมากเท่าใดก็ยิ่งกระตุ้นให้กล้ามเนื้อเจริญเติบโตมากขึ้นเท่านั้น หลักการใช้แรงต้านทานจึงเป็นหลักในการฝึกยกน้ำหนัก (Weight Training) ซึ่งต้องทำเป็นชุดและจำนวนครั้ง คือ 2 - 3 ชุด และ 7 - 12 ครั้ง เป็นหลักทั่วๆ ไป

หลักการฝึกเฉพาะเจาะจง (Principle of Specificity)

การฝึกกล้ามเนื้อต้องศึกษาว่า มัดกล้ามเนื้อใดที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในการเคลื่อนที่ของกิจกรรมการออกกำลังนั้น เนื่องจากกีฬาแต่ละประเภทใช้กล้ามเนื้อมัดสำคัญๆ แตกต่างกัน ควรฝึกกล้ามเนื้อให้เฉพาะเจาะจง หรือใกล้เคียงการนำไปใช้จริงให้มากที่สุด

การวางแผนการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Strength Training Strategy) ดังนี้

1. จำนวนครั้งที่ยก

7 - 12 ครั้ง สำหรับการยกแต่ละชุด โดยใช้เวลายกติดต่อกันอย่างน้อย 40 วินาที และไม่ควรเกิน 70 วินาที

2. น้ำหนักที่จะยก

การยกน้ำหนักที่มากเกินความสามารถ อาจจะทำให้ไม่สามารถยกได้ถึง 7 และ 12 ครั้ง ดังนั้นควรเลือกใช้น้ำหนักเบาไว้ก่อน โดยสังเกตว่ายกได้ 7 - 12 ครั้งอย่างสบาย และฝึกจนกระทั่งสามารถเพิ่มน้ำหนักได้ต่อไป

3. เวลาที่จะเพิ่มน้ำหนักได้

เมื่อยกน้ำหนักได้เกินครั้งที่ 7 และรู้สึกอ่อนแรงเมื่อจะยกในครั้งที่ 9 หรือ10 สามารถเพิ่มน้ำหนักได้ เพราะนั่นแสดงว่ากล้ามเนื้อพร้อมที่จะรับน้ำหนักได้อีก

4. จำนวนชุด

ชุด (Set) หมายถึง จำนวนครั้งที่จะยกทั้งหมดแล้วพัก เช่น วิดพื้น 10 ครั้ง เรียกว่า 1 ชุด การวิดพื้นกระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อ ทั้งความแข็งแรงและความทนทาน 2 - 5 ชุด เป็นที่นิยมกัน แต่อย่างไรก็ตาม 3 ชุด เป็นเกณฑ์มาตรฐานที่ดีที่สุด

5. ระยะเวลาพักระหว่างชุด (Set)

การพักระหว่างชุด (Set) เป็นสิ่งจำเป็น โดยใช้เวลาพักระหว่างชุด (Set) ต่อชุด (Set) ให้น้อยที่สุด ซึ่งไม่ควรเกิน 1 นาที ส่วนการพักที่นานกว่า 1 นาที ควรเป็นระยะพักในช่วงภายหลังการฝึกความแข็งแรงกล้ามเนื้อเสร็จสิ้นแล้ว และพร้อมที่จะฝึกโปรแกรมสมรรถภาพด้านอื่นๆ เช่น ความทนทานของระบบหัวใจและไหลเวียนโลหิต

6. จะใช้เครื่องมือใด

เครื่องมือที่ใช้ในห้องออกกำลัง ผู้ฝึกต้องเลือกใช้จากกลุ่มกล้ามเนื้อมัดใหญ่ ๆ ก่อนเครื่องใดยังไม่มีผู้ใช้ควรเข้าไปใช้ ไม่จำเป็นต้องรอนาน เพราะอาจทำให้ร่างกายไม่พร้อมต่อเนื่องกัน กลุ่มกล้ามเนื้อมัดหนึ่งสามารถใช้เครื่องได้หลายชนิด ผู้ฝึกจึงสามารถใช้ได้ถึงแม้ว่าจะฝึกกล้ามเนื้อมัดเดียวกัน เพราะจะช่วยให้ไม่เบื่อง่าย เป็นผลดีต่อสภาวะจิตใจ

7. ความบ่อยของการออกกำลังกาย

การออกกำลัง 3 วันต่อสัปดาห์ เป็นที่นิยมกันทั้งการฝึกเพื่อสุขภาพ และฝึกเพื่อการแข่งขัน มีการค้นคว้าพบว่า ไม่ควรทิ้งช่วงเวลาการฝึกกล้ามเนื้อแต่ละครั้งนานเกิน 2 – 3 วัน การฝึกจึงน่าจะเป็นวันเว้นวัน หรือ 3 วันติดต่อกัน และพักไม่เกิน 3 วัน

ตารางที่ 8 แสดงการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อโดยทั่วๆ ไป เป็นดังนี้

รายการ	2 สัปดาห์แรก	2 สัปดาห์ที่ 2	2 สัปดาห์ที่ 3	คงที่
ออกแรง (%ของความสามารถสูงสุด)	65 - 75%	75 - 90%	90 – 100%	95%
จำนวนครั้ง	15 - 20	10 - 15	5 - 15	5
จำนวนรอบ	5 – 6	4 - 5	3 - 4	3

ตารางที่ 9 แสดงการฝึกเพื่อความแข็งแรงสูงสุด กำลัง และความอดทนของกล้ามเนื้อ

รายการ	จุดมุ่งหมาย		
	ความแข็งแรง	กำลัง	อดทน
น้ำหนัก (Load)	มาก	ปานกลางถึงน้อย	ปานกลาง
จำนวนครั้ง (Repetitions)	น้อย	ปานกลาง	มาก
จำนวนชุด (Sets)	มาก	ปานกลาง	น้อย
จังหวะของการยก(Rhythm of Performance)	ช้า	เร็ว	ช้าถึงปานกลาง
ช่วงเวลาพัก (Rest Interval)	นาน	ปานกลาง	น้อย

นอกจากนั้น บอมพา (Bompa, 1993) ได้กล่าวถึง หลักการฝึกความแข็งแรง (Strength Training Principle) ไว้ดังนี้

1. หลักของความหลากหลายในการฝึก (Principle of Variety) ความหลากหลายในการฝึก เป็นสิ่งจำเป็นในการพัฒนาการฝึก เพราะจะเป็นผลดีต่อสภาพร่างกายและจิตใจของนักกีฬา เพราะการฝึกที่ซ้ำกันนั้น นักกีฬาจะเกิดความเบื่อหน่าย ไม่อยากฝึก การให้ความหลากหลายรูปแบบในการฝึกที่เหมาะสมกับการพัฒนาการเคลื่อนไหวช่วงเวลาก่อนการแข่งขัน ในช่วงระหว่างการแข่งขัน หรือจบฤดูการแข่งขัน ความหลากหลายในการให้น้ำหนักในการฝึก ที่สอดคล้องกับหลักการเพิ่มน้ำหนักแบบก้าวหน้าในการฝึก ความหลากหลายในชนิดของการหดตัวของกล้ามเนื้อ ความหลากหลายในเรื่องของความเร็วในการหดตัว (ช้า ปานกลาง และเร็ว) ตามโปรแกรม ช่วงของการฝึก และความหลากหลายในเรื่องของเครื่องมือที่ใช้ฝึก ความหลากหลาย ในระยะฝึกตามแผนการฝึก จะทำให้เพิ่มประสิทธิภาพของการฝึกได้มากขึ้น

2. หลักของความแตกต่างของบุคคล (Principle of Individualization) ความแตกต่างระหว่างบุคคลในการฝึก ที่จะต้องคำนึงถึงคือ ระดับความสามารถของแต่ละบุคคล และพื้นฐานของการฝึกในแต่ละบุคคล ดังนั้นการฝึกในแต่ละบุคคล แม้จะเล่นกีฬาชนิดเดียวกัน การฝึกก็อาจไม่เหมือนกัน

3. หลักของความเฉพาะเจาะจง (Principle of Specificity) การฝึกจะต้องมีความเฉพาะเจาะจงที่จะพัฒนาความแข็งแรงในกีฬาชนิดนั้นๆ จึงต้องเลือกโปรแกรมการฝึกความแข็งแรงให้เหมาะสมต่อกิจกรรมการเคลื่อนไหว หรือทักษะในกีฬา ซึ่งควรพิจารณาดังนี้ ระบบพลังงานหลักที่ต้องใช้ในกีฬา การเลือกการฝึกความแข็งแรง จะต้องให้สอดคล้องตรงกับการใช้พลังงาน เช่น เลือกการฝึกเพื่อที่จะใช้ในกีฬาที่ใช้ความอดทน เช่น วิ่งระยะไกล ว่ายน้ำระยะไกล ก็จะต้องฝึกความอดทนของกล้ามเนื้อเป็นหลักก็ต้องให้ตรงกับกลุ่มกล้ามเนื้อที่ใช้งาน

4. หลักของการเพิ่มน้ำหนักแบบก้าวหน้าในการฝึก (Principle of Progressive Increase of Load in Training) ความก้าวหน้าของการเพิ่มน้ำหนักในการฝึก เป็นพื้นฐานสำหรับวางแผนการฝึกของนักกีฬา ซึ่งควรคำนึงถึงระดับความสามารถของนักกีฬาแต่ละคนด้วย

บอมพา (Bompa, 1996) ได้ให้แนวคิดไว้ว่า การฝึกความแข็งแรงเพื่อที่จะพัฒนาระบบประสาทกล้ามเนื้อให้ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด เพื่อประสิทธิผลในการแข่งขันกีฬา การฝึกความแข็งแรง จึงเป็นการฝึกเพื่อพัฒนาพลังหรือความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะใช้แรง ซึ่งการฝึกจะต้องมีการวางแผน การจัดโปรแกรมการฝึกระยะยาว (Periodization) โดยอาจจะแบ่งได้ดังนี้

ระยะเตรียม

- การฝึกเพื่อการปรับตัวทางกายภาค
- การฝึกความแข็งแรงสูงสุด
- การเตรียมไปสู่พลังอดทนของกล้ามเนื้อ

ระยะแข่งขัน

- การรักษาสภาพร่างกาย
- การฝึกพลัง
- การฝึกความอดทนของกล้ามเนื้อ
- การหยุดฝึกความแข็งแรง

ระยะการเปลี่ยนแปลง

- การฝึกชดเชย

การฝึกเพื่อการปรับตัวทางกายวิภาค

การฝึกระยะนี้เป็นการให้กล้ามเนื้อ เอ็นข้อต่อ เอ็นกล้ามเนื้อ ได้มีการปรับตัวให้รับสภาพการฝึกที่หนักต่อไป และการฝึกระยะนี้จะต้องสร้างความแข็งแรงที่สมดุลกันในการงอและเหยียดของกล้ามเนื้อ ซึ่งเป็นระยะที่เตรียมความแข็งแรงพื้นฐาน ที่จะนำไปสู่การฝึกความแข็งแรงสูงสุดต่อไป โดยใช้เวลา 8 - 10 สัปดาห์

การฝึกความแข็งแรงสูงสุด

การฝึกระยะนี้เพื่อที่จะพัฒนาให้เกิดแรงสูงสุด โดยใช้น้ำหนักมากถึง 85% ของ 1 RM ขึ้นไป ใช้เวลาฝึก 4 - 12 สัปดาห์ ขึ้นอยู่กับชนิดกีฬาและความต้องการของนักกีฬา

การฝึกที่นำไปสู่การฝึกแบบอื่น

การฝึกระยะนี้เพื่อให้ความแข็งแรงสูงสุดที่ฝึกมาไปใช้กับการฝึกแบบเฉพาะเจาะจง ไม่ว่าจะเป็นการฝึกพลังหรือความอดทนของกล้ามเนื้อ โดยใช้เวลา 4-5 สัปดาห์ ในการพัฒนาพลัง และใช้เวลา 6 - 8 สัปดาห์ ในการพัฒนาความอดทนของกล้ามเนื้อ เพราะการฝึกความอดทนของกล้ามเนื้อ จะสัมพันธ์กับกิจกรรมที่ต้องการเวลาในการปรับตัวที่ยาวนานกว่า

การรักษาสภาพความแข็งแรง

การรักษาสภาพความแข็งแรง เป็นสิ่งจำเป็นในช่วงการแข่งขัน เพราะเมื่อไม่ได้ฝึกพลังและความอดทนของกล้ามเนื้อ อาจจะเกิดผลเสียต่อสมรรถภาพทางกายได้ เช่น ขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อจะกลับไปเหมือนก่อนการฝึก การระดมหน่วยยนต์ลดลง ปริมาณแรงลดลง และเมื่อพลังกล้ามเนื้อลดลงก็จะทำให้ความเร็วลดลง ดังนั้นการรักษาสภาพความแข็งแรงไว้ในช่วงการแข่งขันจะทำให้พลังและความอดทนของกล้ามเนื้อคงสภาพอยู่ได้ (Bompa, 1996)

การฝึกด้วยแรงต้านเพื่อพัฒนาความเร็วและความแข็งแรง

การฝึกด้วยแรงต้านหรือการฝึกด้วยน้ำหนัก เป็นหัวใจสำคัญในการเตรียมนักกีฬาประเภทที่ต้องใช้ความเร็วสูงสุด โดยต้องคำนึงถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

- ความต้องการความแข็งแรงของนักกีฬาในแต่ละประเภท
- ระดับความสามารถของนักกีฬา
- กลุ่มกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเล่นกีฬานั้นๆ
- ลักษณะการหดตัวของกล้ามเนื้อในการเคลื่อนไหวท่าต่างๆ
- ลักษณะการเคลื่อนไหวในการฝึกด้วยน้ำหนัก
- ความหนักและความบ่อยของการฝึกด้วยน้ำหนัก
- ความก้าวหน้าของการฝึกด้วยน้ำหนัก

การฝึกด้วยแรงต้าน สามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ ได้แก่

1. การฝึกด้วยน้ำหนักที่หนักมาก โดยจะใช้ความหนัก 80 - 90% ของ 1 RM ใช้จำนวนครั้งน้อย 4 - 6 ครั้ง โดยอาศัยทฤษฎีที่ว่า การยกน้ำหนักด้วยความหนักมากจะมีผลทำให้มีการระดมหน่วยยนต์ได้สูงสุด และเป็นการเพิ่มขนาดของกล้ามเนื้อให้ใหญ่และแข็งแรงขึ้น การฝึกแต่ละครั้งจะฝึก 3 - 4 ชุดๆ ละ 4 - 6 ครั้ง พักระหว่างเซต 2 - 3 นาที

2. การฝึกด้วยแรงต้านแบบเคลื่อนที่ จะแตกต่างกับการฝึกด้วยน้ำหนักที่หนักมาก โดยจะใช้ความหนัก 30 - 40% ของ 1 RM ด้วยจังหวะที่เร็ว การฝึกรูปแบบนี้เป็นการฝึกเฉพาะกีฬาเป็นการสร้างพลังสูงสุดของกล้ามเนื้อ ซึ่งมีรายงานผลว่าการฝึกวิธีนี้จะได้มาซึ่งความสามารถสูงสุดวิธีหนึ่ง โดยจะฝึก 4 ชุดๆ ละ 10 - 15 ครั้ง ใช้เวลาพักระหว่างชุด น้อยกว่า 30 วินาที

3. การฝึกพลัยโอเมตริก เป็นการส่งเสริมความสามารถของนักกีฬาให้ออกแรงสูงสุดด้วยความเร็วสูง กิจกรรมที่ต้องการความเร็วสูง ได้แก่ นักวิ่งระยะสั้น และนักกีฬาประเภททีมที่ต้องใช้การกระโดด การเปลี่ยนทิศทางอย่างรวดเร็ว

การเคลื่อนไหวแบบพลัยโอเมตริก สามารถแบ่งเป็น 3 ระยะ คือ

1. ระยะการเหยียดตัวของกล้ามเนื้อ เป็นช่วงที่นักกีฬาลงสู่พื้น กล้ามเนื้อเตรียมตอบสนองต่อแรงกระแทกกับพื้น

2. ระยะอะมอทิเซชั่น (Amortization) เป็นระยะที่สองของการฝึกพลัยโอเมตริก เป็นช่วงเวลาระหว่างหลังจากการเกิดการหดแบบยาวออกและจะเริ่มต้นการหดแบบสั้นเข้า ถ้าระยะเวลาของระยะอะมอทิเซชั่นสั้นจะมีผลทำให้เกิดการหดตัวแบบสั้นอย่างรวดเร็ว เพราะมีการกระตุ้นรีเฟล็กซ์ยืด (Stretch Reflex) (ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ และกุลธิดา เชิงฉลาด, 2544) ซึ่งสิ่งสำคัญอยู่ที่การใช้ความเร็วสูงสุดในการกระโดดขึ้นหลังจากที่เท้ากระทบพื้น ถ้านักกีฬามีความเร็วสูงและใช้เวลาสั้นที่สุด จะทำให้เกิดพลังสูงสุด

3. ระยะการหดตัวของกล้ามเนื้อ เป็นช่วงที่เริ่มกระโดดขึ้นจากพื้น ความหนักของการฝึกพลัยโอเมตริก สามารถประเมินได้จาก

- ทิศทางของการกระโดด
- ความเร็วในการกระโดด
- การเปลี่ยนตำแหน่งของจุดศูนย์ถ่วงของร่างกาย
- ลักษณะของพื้นผิวที่ใช้ในการกระโดด
- การแบกน้ำหนักในการกระโดด (Hawley and Burke, 1998)

จากหลักการฝึกเพื่อพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า มีหลักการฝึกเพื่อพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ได้แก่ หลักการฝึกเกิน (Overload Principle) หลักการใช้แรงต้านทานก้าวหน้า (Progressive Resistance Principle) หลักการฝึกเฉพาะเจาะจง (Principle of Specificity) และจะต้องมีการวางแผนการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ โดยคำนึงถึงเรื่อง จำนวนครั้งที่ยก น้ำหนักที่จะยก เวลาที่จะเพิ่มน้ำหนักได้ จำนวนชุดฝึก ระยะเวลาพักระหว่างชุด จะใช้เครื่องมือใดในการฝึก และความบ่อยของการออกกำลังกาย

3.9 การออกแบบการฝึกความแข็งแรงด้วยน้ำหนัก

บอมพา (Bompa, 1993) ได้กล่าวว่า ในการฝึกความแข็งแรง ความหนักจะแสดงเป็นเปอร์เซ็นต์ของความหนักในการยกได้สูงสุดใน 1 ครั้ง ซึ่งความหนักเป็นบทบาทของพลังของประสาทที่ถูกกระตุ้นในการฝึกความแข็งแรงของการกระตุ้นจึงขึ้นอยู่กับน้ำหนัก ความเร็วในการแสดงการเคลื่อนไหว และช่วงการพักระหว่างการยก ความหนักของการให้น้ำหนัก สรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 10 แสดงการเคลื่อนไหว และช่วงการพักระหว่างการยก ความหนักของการให้น้ำหนัก

ค่าความหนัก (Intensity Value)	น้ำหนักที่ให้ (Load)	% of 1 RM	ชนิดของการหดตัว (Type of Contraction)
1	หนักเหนือกว่าสูงสุด	> 105	เหยียดออก/ หดเกร็งอยู่กับที่
2	หนักสูงสุด	90-100	หดตัวเข้า
3	หนัก	80-90	หดตัวเข้า
4	หนักปานกลาง	50-80	หดตัวเข้า
5	หนักน้อย	30-50	หดตัวเข้า

ตารางที่ 11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำหนักกับจำนวนครั้ง

% of 1 RM	จำนวนครั้ง
100	1
95	2-3
90	4
85	6
80	8-10
75	10-12
70	15
65	20-25
60	25
50	40-50
40	80-100
30	> 100-150

ในการยกน้ำหนักที่มากที่สุดได้เพียง 1 ครั้ง เทียบความหนักได้เท่ากับ 100% ถ้ายกได้ 2-3 ครั้ง เทียบความหนักได้เท่ากับ 95% หรือยกได้ 8-10 ครั้ง เทียบความหนักได้เท่ากับ 80% เป็นต้น เฟลคและเครย์เมอร์ (Fleck and Kraemer, 1987 อ้างใน Heyward, 1991) ได้เสนอแนะการออกแบบการฝึกด้วยน้ำหนักเพื่อพัฒนาความแข็งแรงและความอดทน ซึ่งความหนักจะแสดงโดยใช้ RM (Repetition Maximum) หรือเปอร์เซ็นต์ของ 1 RM ดังนี้

60% 1 RM = 15-20 RM

65% 1 RM = 14 RM

70% 1 RM = 12 RM

75% 1 RM = 10 RM

80% 1 RM = 8 RM

85% 1 RM = 6 RM

90% 1 RM = 4 RM

95% 1 RM = 2 RM

100% 1 RM = 1 RM

สำหรับจังหวะหรือความเร็วในการยกน้ำหนักนั้น จะขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการฝึกว่าจะฝึกเพื่อพัฒนาขนาดของกล้ามเนื้อ ต้องใช้จังหวะปานกลาง ฝึกเพื่อพัฒนาความแข็งแรงสูงสุดและพลังจะต้องใช้จังหวะเร็วในการยก ส่วนการฝึกเพื่อพัฒนาความอดทน จะใช้จังหวะปานกลางถึงช้า

บอมพา (Bompa, 1993) ได้กล่าวถึงวัตถุประสงค์ของการฝึกความแข็งแรงกับความเร็วในการเคลื่อนไหวไว้ดังนี้

ตารางที่ 12 แสดงวัตถุประสงค์ของการฝึกความแข็งแรงกับความเร็วในการเคลื่อนไหว

วัตถุประสงค์ของการฝึกความแข็งแรง	ความเร็วในการเคลื่อนไหว
สร้างกล้ามเนื้อให้มีขนาดใหญ่ขึ้น	ปานกลาง
ความแข็งแรงสูงสุด	เร็ว
พลัง	เร็ว
ความอดทน	ปานกลาง-ช้า

และบอมพา (Bompa, 1993) ได้ให้ข้อเสนอแนะในการให้น้ำหนัก จังหวะการยกช่วงเวลาพักและผลการฝึก ดังนี้

ตารางที่ 13 แสดงการให้น้ำหนัก จังหวะการยก ช่วงเวลาพัก และผลการฝึกด้วยน้ำหนัก

ความหนัก %	จังหวะในการยก	ช่วงเวลาพัก	ผลการฝึก
> 105	ช้า	4 - 5/7	- พัฒนาความแข็งแรงสูงสุดและความตึงตัวของกล้ามเนื้อ
80 - 100	ช้าถึงปานกลาง	3 - 5/7	- พัฒนาความแข็งแรงสูงสุดและความตึงตัวของกล้ามเนื้อ
60 - 80	ช้าถึงปานกลาง	2	- พัฒนาขนาดของกล้ามเนื้อ
50 - 80	เร็ว	4 - 5	- พัฒนาพลังกล้ามเนื้อ
30 – 50	ช้าถึงปานกลาง	1 – 2	- พัฒนาความอดทนของกล้ามเนื้อ

นอกจากนั้นบอมพา (Bompa, 1993) ได้ให้ข้อเสนอแนะในการจัดโปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนัก ตามวัตถุประสงค์และเป้าหมายที่ต้องการ ดังนี้

ตารางที่ 14 แสดงการจัดโปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนัก ตามวัตถุประสงค์และเป้าหมายที่ต้องการ

ชนิดของโปรแกรมการฝึก	ความหนัก	จำนวนเซต	จำนวนครั้ง	เวลาพักระหว่างเซต	จำนวนท่า	จำนวนวันต่อสัปดาห์	ระยะเวลาในการฝึก	จังหวะในการยก
-โปรแกรมการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ	85 -100%	6-10 เซต	1-4 ครั้ง	3-6 นาที	3-5 ท่า	2-3 วัน	4-6 สัปดาห์	เร็ว
-โปรแกรมการฝึกพลังกล้ามเนื้อ	80-90%	3-5 เซต	4-8 ครั้ง	2-4 นาที	2-3 ท่า	1-2 วัน	4-6 สัปดาห์	เร็วที่สุด
-โปรแกรมการฝึกพลังอดทนของกล้ามเนื้อ	70-85%	2-4 เซต	15-30 ครั้ง	8-10 นาที	2-3 ท่า	2-3 วัน	4-6 สัปดาห์	เร็วที่สุด
-โปรแกรมการฝึกความอดทนของกล้ามเนื้อ	50-60%	2-4 เซต	30-60 ครั้ง	2 นาที	2-3 ท่า	2-3 วัน	4-6 สัปดาห์	ปานกลาง

ในการจัดโปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนักขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์และเป้าหมายของการฝึกว่าฝึกเพื่อพัฒนาความแข็งแรง พลัง พลังความอดทนหรือความอดทนของกล้ามเนื้อ จะมีการใช้ความหนักและปริมาณการฝึกที่แตกต่างกันออกไป

เฟลค และเครย์เมอร์ (Fleck and Kraemer, 1987 อ้างใน Heyward, 1991) ได้ออกแบบโปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนักไว้ ดังนี้

ตารางที่ 15 แสดงการออกแบบโปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนัก ตามชนิดของการฝึก จำนวนชุด ความหนัก จำนวนครั้ง ความถี่ และช่วงเวลา

ชนิดของการฝึก	จำนวนชุด	ความหนัก	จำนวนครั้ง	ความถี่	ช่วงเวลา
ความแข็งแรง	3	6 RM หรือ 85% 1 RM	6	3 - 5 วัน/ สัปดาห์	6 สัปดาห์หรือมากกว่า
ความอดทน	3	15 RM หรือ60% 1 RM	15	3 - 5 วัน/ สัปดาห์	6 สัปดาห์หรือมากกว่า

บีเคิล, เอิล และวาเธน (Baechle, Earle and Wathan, 2000) ได้เสนอแนวทางในการจัดโปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนักไว้ดังนี้

ตารางที่ 16 แสดงแนวทางในการจัดโปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนัก ตามเป้าหมายของการฝึก ความหนัก จำนวนครั้ง และจำนวนเซต

เป้าหมายของการฝึก	ความหนัก	จำนวนครั้ง	จำนวนเซต
1. การฝึกเพื่อพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ	ตั้งแต่ 85% ขึ้นไป	ไม่เกิน 6 ครั้ง	2 - 6 ชุด
2. การฝึกเพื่อพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ			
- กีฬาที่ใช้ความพยายามครั้งเดียว	80 - 90%	1 - 2 ครั้ง	3 - 5 ชุด
- กีฬาที่ใช้ความพยายามซ้ำๆ กัน	75 - 85%	3 - 5 ครั้ง	3 - 5 ชุด
3. การฝึกเพื่อพัฒนาขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ	67 - 85%	6 - 12 ครั้ง	3 - 6 ชุด
4. การฝึกเพื่อพัฒนาความอดทนของกล้ามเนื้อ	ตั้งแต่ 67% ลงมา	ตั้งแต่ 12 ครั้งขึ้นไป	2 - 3 ชุด

จากหลักการเกี่ยวกับการออกแบบการฝึกความแข็งแรงด้วยน้ำหนักสามารถสรุปได้ว่าการออกแบบการฝึกด้วยน้ำหนักนั้นขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์และเป้าหมายของการฝึกว่าฝึกเพื่อวัตถุประสงค์ใด เช่น เพื่อพัฒนาขนาดของกล้ามเนื้อ พัฒนาความแข็งแรง พลัง พลังความอดทน หรือความอดทนของกล้ามเนื้อ ซึ่งในแต่ละวัตถุประสงค์ก็จะมีการใช้ความหนักและปริมาณการฝึกตลอดจนความเร็วในการยกที่แตกต่างกันออกไป ดังนี้

1. โปรแกรมการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ
   - 1.1 ใช้ความหนัก 85 – 100% ของ 1RM
   - 1.2 จำนวนเซต 6 – 10 เซต
   - 1.3 จำนวนครั้ง 1 – 4 ครั้ง
   - 1.4 เวลาพักระหว่างเซต 3 – 6 นาที
   - 1.5 จำนวนท่า 3 – 5 ท่า
   - 1.6 จำนวนวันต่อสัปดาห์ 4 – 6 วัน / สัปดาห์

1.7 จังหวะในการยกเร็ว

2. โปรแกรมการฝึกพลังกล้ามเนื้อ

2.1 ใช้ความหนัก 80 – 90% ของ 1RM

2.2 จำนวนเซต 3 – 5 เซต

2.3 จำนวนครั้ง 4 – 8 ครั้ง

2.4 เวลาพักระหว่างเซต 2 – 4 นาที

2.5 จำนวนท่า 3 – 5 ท่า

2.6 จำนวนวันต่อสัปดาห์ 1 - 2 วัน/ สัปดาห์

2.7 จังหวะในการยกเร็วที่สุด

3. โปรแกรมการฝึกพลังอดทนของกล้ามเนื้อ

3.1 ใช้ความหนัก 70 - 85 % ของ 1RM

3.2 จำนวนเซต 2 – 4 เซต

3.3 จำนวนครั้ง 15 – 30 ครั้ง

3.4 เวลาพักระหว่างเซต 8 - 10 นาที

3.5 จำนวนท่า 2 - 3 ท่า

3.6 จำนวนวันต่อสัปดาห์ 2 - 3 วัน/ สัปดาห์

3.7 จังหวะในการยกเร็วที่สุด

4. โปรแกรมการฝึกความอดทนของกล้ามเนื้อ

4.1 ใช้ความหนัก 50 - 60% ของ 1RM

4.2 จำนวนเซต 2 - 4 เซต

4.3 จำนวนครั้ง 30 – 60 ครั้ง

4.4 เวลาพักระหว่างเซต 2 นาที

4.5 จำนวนท่า 2 - 3 ท่า

4.6 จำนวนวันต่อสัปดาห์ 2 - 3 วัน / สัปดาห์

4.7 จังหวะในการยกปานกลาง

3.10 ลำดับในการออกกำลังกาย (Arrangement of the Exercise Principle)

การออกกำลังกล้ามเนื้อโดยใช้น้ำหนักเป็นแรงต้าน ต้องกำหนดแผนการฝึกตามลำดับจากกล้ามเนื้อมัดใหญ่ๆ ไปสู่กล้ามเนื้อมัดเล็ก เพราะกล้ามเนื้อมัดเล็กจะล้าได้เร็วกว่ามัดใหญ่และ

มีขีดจำกัดความสามารถรับน้ำหนัก รับน้ำหนักได้น้อยกว่า แผนการฝึกต้องจัดโดยไม่ให้กล้ามเนื้อมัดเดิมถูกใช้งานต่อเนื่องกัน จึงควรเรียงลำดับดังนี้

1. ขาส่วนบนและสะโพก
2. ส่วนอกและแขนส่วนบน
3. หลังและขาด้านหลัง
4. ขาส่วนล่างและข้อเท้า
5. หัวไหล่และแขนส่วนบนด้านหลัง
6. หน้าท้อง
7. แขนส่วนบนด้านหน้า

จากลำดับในการออกกำลังกายกล้ามเนื้อโดยใช้น้ำหนักเป็นแรงต้านข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าการฝึกกล้ามเนื้อโดยใช้น้ำหนักควรใช้การฝึกด้วยน้ำหนักจากกล้ามเนื้อมัดใหญ่ๆ ไปสู่กล้ามเนื้อมัดเล็ก เนื่องจากกล้ามเนื้อมัดเล็กจะล้าได้เร็วกว่ามัดใหญ่

3.11 แนวคิดเกี่ยวกับการวางแผนระยะยาวในการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

แมคอาร์เดิล แคทช์ และแคทช์ (McArdle Katch and Katch, 1996) กล่าวว่า แนวคิดเกี่ยวกับการวางแผนระยะยาวของการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อนั้น ได้เกิดขึ้นครั้งแรกในปี ค.ศ.1972 โดยนักวิทยาศาสตร์ชาวรัสเซีย ซึ่งนำมาเป็นหลักในการจัดโปรแกรมการฝึกให้กับนักกีฬาที่เพิ่งจะเริ่มเล่นรวมทั้งนักกีฬาชั้นนำด้วย แนวคิดนี้ได้มีการแบ่งระยะเวลาของการฝึกเป็นสามระยะ คือ แมคโครไซเคิล (Macrocycle) เมโซไซเคิล (Mesocycle) และไมโครไซเคิล (Microcycle) ซึ่งหมายถึงระยะเวลาของการฝึกที่แบ่งเป็นปี เดือน และสัปดาห์ ตามลำดับ วัตถุประสงค์ของการแบ่งระยะเวลาของการฝึกออกเป็นส่วนๆ ก็คือ ให้มีการควบคุมเกี่ยวกับความหนักของการฝึก ปริมาณของการฝึก ความถี่ของการฝึก จำนวนชุด จำนวนครั้งและเวลาพัก เพื่อป้องกันปัญหาการซ้อมเกิน (Overtraining) ตลอดจนความเบื่อหน่ายที่เกิดขึ้นจากการฝึก นอกจากนั้นยังมีการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมการฝึกให้มีความหลากหลาย และทำให้เกิดความสามารถสูงสุดของนักกีฬาในขณะแข่งขันอีกด้วย

สโตน และโอ' ไบรอันท์ (Stone and O' Bryant, 1987) ได้เสนอแนะให้แบ่งช่วงเตรียม (Preparatory Period) ออกเป็นสามระยะ ดังนี้

1. ระยะพัฒนาขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ (Hypertrophy Phase)

ความหนัก	50 – 70%	ของหนึ่งอาร์เอ็ม
จำนวนครั้ง	8 – 12	ครั้ง
จำนวนชุด	3 – 5	ชุด

2. ระยะพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Strength Phase)

ความหนัก	80 - 88%	ของหนึ่งอาร์เอ็ม
จำนวนครั้ง	5 – 6	ครั้ง
จำนวนชุด	3 – 5	ชุด

3. ระยะพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ (Power Phase)

ความหนัก	90 – 95%	ของหนึ่งอาร์เอ็ม
จำนวนครั้ง	2 – 4	ครั้ง
จำนวนชุด	3 – 5	ชุด

บอมพา (Bompa, 1993) ได้เสนอแนะการวางแผนระยะยาวของการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และพลังกล้ามเนื้อ โดยแบ่งออกเป็นระยะต่างๆ ดังนี้

1. ระยะการปรับตัวทางกายวิภาค (Anatomical Adaptation) ใช้เวลา 8 – 10 สัปดาห์ สำหรับนักกีฬาที่เพิ่งจะเริ่มเล่น และ 3 – 5 สัปดาห์ สำหรับนักกีฬาที่มีประสบการณ์มาแล้ว โดยใช้รูปแบบการฝึกแบบหมุนเวียน (Circuit Training)

	นักกีฬาที่เพิ่งจะเริ่มเล่น	นักกีฬาที่มีประสบการณ์
ความหนัก	30 – 40% ของหนึ่งอาร์เอ็ม	40 – 60% ของหนึ่งอาร์เอ็ม
จำนวนท่าฝึก	9 – 12 (15) ท่า	6 – 9 ท่า
จำนวนรอบของการฝึก	2 – 3 รอบ	3 – 5 รอบ
ระยะเวลาในการฝึก	20 – 25 นาที	30 – 40 นาที
เวลาพักระหว่างท่าฝึก	90 วินาที	60 วินาที
เวลาพักระหว่างรอบ	2 – 3 นาที	1 – 2 นาที
ความถี่ของการฝึก	2 – 3 ครั้ง/ สัปดาห์	3 – 4 ครั้ง/ สัปดาห์

2. ระยะพัฒนาขนาดเส้นใยกล้ามเนื้อ (Hypertrophy Phase) ใช้เวลา 4 – 6 สัปดาห์

ความหนัก	70 – 80% ของหนึ่งอาร์เอ็ม
จำนวนท่าฝึก	6 – 9 ท่า
จำนวนครั้ง	6 – 12 ครั้ง
จำนวนชุด	4 – 6 (8) ชุด
เวลาพัก	3 – 5 นาที
จังหวะการยก	ช้าถึงปานกลาง
ความถี่ของการฝึก	2 – 4 ครั้ง/ สัปดาห์

สำหรับกีฬาประเภทที่ไม่ต้องการพัฒนาขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ เช่น กีฬาที่มีการแบ่งรุ่นโดยน้ำหนักตัว ก็ไม่ต้องมีการฝึกในระยะที่ 2 นี้

3. ระยะพัฒนาความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ (Maximum Strength Phase) ใช้เวลา 9 สัปดาห์

ความหนัก	85 – 100% ของหนึ่งอาร์เอ็ม
จำนวนท่าฝึก	3 – 5 ท่า
จำนวนครั้ง	1 – 4 ครั้ง
จำนวนชุด	6 – 10 (12) ชุด
เวลาพัก	3 – 6 นาที
จังหวะการยก	เร็ว
ความถี่ของการฝึก	2 – 3 (4) ครั้ง/ สัปดาห์

4. ระยะการเปลี่ยน (Conversion Phase) หลังจากได้พัฒนาพลังความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อแล้วจะเปลี่ยนความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อไปเป็นพลังกล้ามเนื้อในลักษณะต่างๆ ที่ต้องการใช้ในการแข่งขันกีฬาแต่ละชนิด ดังนี้

4.1 พลังกล้ามเนื้อ (Power) .ใช้เวลา 4 – 5 สัปดาห์

ความหนัก	
กีฬาที่ใช้ความพยายามซ้ำๆ กัน	30 – 50% ของหนึ่งอาร์เอ็ม
กีฬาที่ใช้ความพยายามครั้งเดียว	50 – 80% ของหนึ่งอาร์เอ็ม
จำนวนท่าฝึก	2 – 4 (5) ท่า
จำนวนครั้ง	4 – 10 ครั้ง
จำนวนชุด	3 – 6 ชุด

เวลาพัก	2 – 6 นาที
จังหวะการยก	เร็ว
ความถี่ของการฝึก	2 – 3 ครั้ง/ สัปดาห์

4.2 พลังความอดทนของกล้ามเนื้อ (Power Endurance) ใช้เวลา 4 – 6 สัปดาห์

ความหนัก	50 – 70% ของหนึ่งอาร์เอ็ม
จำนวนท่าฝึก	2 – 3 ท่า
จำนวนครั้ง	15 – 30 ครั้ง
จำนวนชุด	2 – 4 ชุด
เวลาพัก	5 – 7 นาที
จังหวะการยก	เร็วมาก
ความถี่ของการฝึก	2 – 3 ครั้ง/ สัปดาห์

5. ระยะคงสภาพกล้ามเนื้อ (Maintenance Phase) การฝึกกล้ามเนื้อในระยะนี้เป็นการฝึกในระยะแข่งขัน (Competitive Phase) ซึ่งจำเป็นต้องมีการฝึก เพื่อคงสภาพกล้ามเนื้อไว้ไม่ให้ประสิทธิภาพของกล้ามเนื้อลดลง โดยการฝึกกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่หลัก (Prime Movers) ความถี่ของการฝึก 2 – 4 ครั้งต่อสัปดาห์ ซึ่งขึ้นอยู่กับระดับความสามารถของนักกีฬาและใช้เวลาในการฝึกแต่ละครั้งน้อยลง

6. ระยะการหยุดฝึก (Cessation Phase) โดยการหยุดฝึกด้วยน้ำหนัก ก่อนการแข่งขันที่สำคัญ 5 – 7 วัน เพื่อใช้พลังงานทั้งหมดไปในการแข่งขัน

วาเธน และโรล (Wathen and Roll, 1994) ได้เสนอแนะให้แบ่งช่วงเวลาของการฝึกออกเป็นสามช่วง (Period) ซึ่งมีการฝึกเฉพาะในส่วนของการฝึกด้วยน้ำหนัก มีดังนี้

1. ช่วงเตรียม (Preparatory Period) แบ่งเป็น 3 ระยะ คือ

1.1 ระยะพัฒนาขนาดเส้นใยกล้ามเนื้อ/ ความอดทน (Hypertrophy/ Endurance Phase) ใช้เวลา 1 – 6 สัปดาห์ ใช้ความหนักในระดับต่ำและจำนวนครั้งมากวัตถุประสงค์ของการฝึกในระยะนี้ก็คือ พัฒนาความอดทนของระบบกล้ามเนื้อและระบบการเผาผลาญ (Metabolic)

1.2 ระยะพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Strength Phase) ใช้ความหนักเกินกว่า 80% ของหนึ่งอาร์เอ็ม หรืออยู่ระหว่างห้าถึงแปดอาร์เอ็ม

1.3 ระยะพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ (Power Phase) ใช้ความหนักเกินกว่า 90% ของหนึ่งอาร์เอ็ม หรืออยู่ระหว่างสองถึงสี่อาร์เอ็ม

2. ช่วงแข่งขัน (Competition Period) ใช้เวลา 1 – 3 สัปดาห์ ส่วนกีฬาประเภททีมอาจจะใช้เวลาหลายเดือน สำหรับกีฬาที่ต้องการความสามารถสูงสุดของนักกีฬาในช่วงแข่งขันสั้นๆ นั้น ให้ใช้ความหนักในระดับสูงมาก และจำนวนครั้งน้อยมาก

3. ช่วงการส่งผ่าน (Transition Period) เป็นช่วงที่ไม่มีความเครียดจากการฝึก หรือการแข่งขันใช้การฝึกเป็นกิจกรรมนันทนาการที่มีความหนักในระดับต่ำ และจำนวนครั้งน้อยมาก

แมคอาร์เดิล แคทซ์ และแคทซ์ (McArdle, Katch and Katch, 1996) ได้เสนอแนะให้แบ่งระยะเวลาของการฝึกความแข็งแรงในระยะเวลาหนึ่งปี ออกเป็นสี่ระยะ คือ

1. ระยะเตรียม (Preparation Phase) ใช้เวลา 3 เดือน

ความหนัก	50 – 80% ของหนึ่งอาร์เอ็ม
จำนวนครั้ง	8 – 12 ครั้ง
จำนวนชุด	3 – 5 ชุด

2. ระยะการส่งผ่านครั้งที่ 1 (First Transition Phase) ใช้เวลา 3 เดือน

ความหนัก	80 – 90% ของหนึ่งอาร์เอ็ม
จำนวนครั้ง	5 – 6 ครั้ง
จำนวนชุด	3 – 5 ชุด

3. ระยะแข่งขัน (Competition Phase) ใช้เวลา 3 เดือน

ความหนัก	90 – 95% ของหนึ่งอาร์เอ็ม
จำนวนครั้ง	2 – 4 ครั้ง
จำนวนชุด	3 – 5 ชุด

4. ระยะการส่งผ่านครั้งที่ 2 (Second Transition Phase) หรือระยะเวลาของการพักฟื้น (Recuperation Period) ใช้เวลา 3 เดือน เป็นระยะเวลาที่เน้นไปที่กิจกรรมนันทนาการ เป็นกิจกรรมที่ใช้ความหนักระดับต่ำเพื่อการพักฟื้น และเตรียมเข้าสู่ระยะเวลาของการฝึกในปีต่อไป

เพียร์สัน (Pearson, 1999) ได้เสนอแนะให้แบ่งระยะของการฝึกด้วยน้ำหนัก ในระยะเวลา 12 สัปดาห์ ดังนี้

1. ระยะเตรียมทั่วไป (General Preparatory Phase) ใช้เวลา 2 สัปดาห์

ความหนัก	12 อาร์เอ็ม
จำนวนชุด	3 ชุด

เวลาพัก 60 – 120 วินาที

2. ระยะพัฒนาขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ (Hypertrophy Phase) ใช้เวลา 4 สัปดาห์

ความหนัก 8 – 10 อาร์เอ็ม

จำนวนชุด 3 ชุด

เวลาพัก 45 – 90 วินาที

3. ระยะพัฒนาความแข็งแรง (Strength Phase) ใช้เวลา 4 สัปดาห์

ความหนัก 6 – 8 อาร์เอ็ม

จำนวนชุด 3 – 4 ชุด

เวลาพัก 60 – 120 วินาที

4. ระยะความแข็งแรงและพลังสูงสุด (Peak Phase) ใช้เวลา 2 สัปดาห์

ความหนัก 3 – 6 อาร์เอ็ม

จำนวนชุด 2 – 3 ชุด

เวลาพัก 60 – 120 วินาที

โอ' เช (O' Shea, 2000) ได้เสนอแนะวงจร (Cycle) ของการฝึกด้วยน้ำหนักไว้ดังนี้

1. วงจรปรับสภาพทั่วไป (Condition Cycle) ใช้เวลา 3 – 5 สัปดาห์ แต่ถ้าหยุดการฝึกซ้อมเกินกว่า 2 เดือนให้เพิ่มเป็น 6 – 8 สัปดาห์

ความหนัก 60 – 70% ของสิบอาร์เอ็ม

จำนวนครั้ง 10 ครั้ง

จำนวนชุด 3 – 4 ชุด

2. วงจรความแข็งแรงพื้นฐาน (Base Strength Cycle) ใช้เวลา 3 – 6 สัปดาห์

ความหนัก 70 – 80% ของห้าอาร์เอ็ม

จำนวนครั้ง 5 ครั้ง

จำนวนชุด 3 - 4 ชุด

3. วงจรความแข็งแรงและพลัง (Strength and Power Cycle) ใช้เวลา 3 – 4 สัปดาห์

ความหนัก 80 – 90% ของห้าอาร์เอ็ม

จำนวนครั้ง 5 ครั้ง

จำนวนชุด 3 – 4 ชุด

4. วงจรพลังสูงสุด (Peak Power Cycle) ใช้เวลา 2 – 3 สัปดาห์

ความหนัก	ตั้งแต่ 90% ขึ้นไปของหนึ่งอาร์เอ็ม
จำนวนครั้ง	5 ครั้ง
จำนวนชุด	3 – 4 ชุด

5. วงจรแข่งขันหรือคงสภาพ (Competitive or Maintenance Cycle) ใช้เวลา 12 สัปดาห์

ความหนัก	70 – 90% ของสามอาร์เอ็ม
จำนวนครั้ง	2 – 7 ครั้ง
จำนวนชุด	2 – 3 ชุด

6. วงจรพักโดยมีกิจกรรม (Active Rest Cycle) ใช้เวลา 2 – 8 สัปดาห์

จากการศึกษาพบว่าการวางแผนระยะยาวของการฝึกกล้ามเนื้อนั้นจะประกอบด้วย ระยะการปรับตัวทางกายวิภาค (Anatomical Adaptation), ระยะพัฒนาขนาดเส้นใยกล้ามเนื้อ (Hypertrophy Phase), ระยะพัฒนาความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ (Maximum Strength Phase), ระยะการเปลี่ยน (Conversion Phase) หลังจากได้พัฒนาความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อแล้วจะเปลี่ยนไปเป็นพลังกล้ามเนื้อในลักษณะต่างๆ คือ พลังกล้ามเนื้อ (Power) และพลังความอดทนของกล้ามเนื้อ (Power Endurance), ระยะคงสภาพกล้ามเนื้อ (Maintenance Phase) หรือการฝึกในระยะแข่งขัน (Competitive Phase) และระยะการหยุดฝึก (Cessation Phase)

4. ความอดทนระบบแอโรบิกหรือความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและหัวใจ

4.1 ความหมายของความอดทนระบบแอโรบิก

พื้นฐานของสมรรถภาพทางกายด้านการทำงานของร่างกายแบบระบบแอโรบิกที่สำคัญประการหนึ่ง คือ ความสามารถในการทำงานของระบบหายใจ และการไหลเวียนของโลหิต ซึ่งเป็นเครื่องชี้ที่แน่นอนว่าคนจะมีสมรรถภาพทางกายสูงหรือต่ำเพียงใด (ประพันธ์ กิ่งมิ่งแฮ, 2515 อ้างถึงใน พะเยาว์ ธนัญญากร, 2532)

อวัยวะที่สำคัญที่สุดของระบบนี้คือ หัวใจ ที่เป็นเสมือนเครื่องสูบฉีดให้เลือดไหลไปตามหลอดเลือด สู่อวัยวะหลายทางคือ กล้ามเนื้อ ในเม็ดเลือดแดงมีฮีโมโกลบิน (สารประกอบของ

อวัยวะที่สำคัญที่สุดของระบบนี้คือ หัวใจ ที่เป็นเสมือนเครื่องสูบฉีดให้เลือดไหลไปตามหลอดเลือด สูอวัยวะหลายทางคือ กล้ามเนื้อ ในเม็ดเลือดแดงมีฮีโมโกลบิน (สารประกอบของเหล็กที่รวมกับโปรตีน) ทำหน้าที่จับออกซิเจนพาไปยังเซลล์ เมื่อความต้องการออกซิเจนของร่างกายมากขึ้น เลือดจำเป็นต้องไหลเวียนมากขึ้น หัวใจจะเพิ่มอัตราการเต้นและปริมาณสูบฉีดแต่ละครั้งตามปกติหัวใจเต้นประมาณ 70 ครั้ง/นาที และปริมาณสูบฉีดครั้งละประมาณ 70 ลบ.ซม. ขณะออกกำลังกายหนักหัวใจอาจเต้นกว่า 180 ครั้ง/ นาที และปริมาณสูบฉีดครั้งละ 100 ลบ.ซม. การเพิ่มของอัตราการเต้นของหัวใจและความดันเลือด เป็นไปในลักษณะเดียวกันกับการเพิ่มการหายใจ คือ ขึ้นกับความต้องการออกซิเจน

ซึ่งการออกกำลังกายมีผลต่อระบบการหายใจเพราะระหว่างการออกกำลังกายนั้นร่างกายมีการเผาผลาญมากขึ้น ทำให้ต้องการออกซิเจนมากขึ้นตามลำดับ สาเหตุนี้เองความถี่ของการหายใจจะค่อยๆ เพิ่มขึ้น เพื่อเพิ่มการระบายอากาศในถุงลมปอดให้มากที่สุด ความถี่ของการหายใจจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นในระยะเริ่มออกกำลังและจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อร่างกายออกกำลังมากขึ้น คนปกติจะหายใจเอาอากาศเข้าปอด 8 - 9 ลิตรต่อนาที แต่ระหว่างการออกกำลังกายจะเพิ่มเป็น 50 - 100 ลิตรต่อนาที ความถี่ของการหายใจจะเข้าสู่ระบบคงที่หลังจากออกกำลังกายไปประมาณ 2 - 5 นาที (Buhre, 1992.)

คาร์โปวิช (Karpovich, 1963 อ้างถึงในอดุลย์ จันละคร, 2533) ได้กล่าวว่า องค์ประกอบที่เป็นตัวกำหนดปริมาณการนำเข้าออกซิเจนของร่างกายเพื่อนำไปให้กล้ามเนื้อใช้งานมี 4 อย่าง

1. ปริมาณของอากาศที่สูดเข้าปอด โดยทั่วไปแล้วการเพิ่มปริมาณงานที่ร่างกายต้องการจะทำให้ปริมาณของอากาศที่เข้าสู่ปอดมีมากขึ้น ทำให้เกิดการหายใจลึกซึ่งเป็นการเพิ่มความดันเฉพาะส่วนของออกซิเจนในถุงลมของปอด เมื่อความดันเพิ่มมากขึ้นอัตราการฟุ้งกระจาย (Diffusion) และการขนส่ง (Transport) ออกซิเจนไปให้เซลล์โดยกระแสโลหิตจะมีมากขึ้นตามไปด้วย

2. ความสามารถของโลหิตที่จะนำออกซิเจนเข้าไปได้ ซึ่งจะถูกกำหนดโดยฮีโมโกลบิน (Hemoglobin) ในการจะทำให้ออกซิเจนที่ฟุ้งกระจายเข้ามาสู่ปอดเกาะเพื่อนำไปให้เซลล์ในส่วนต่างๆ ของร่างกาย ปกติในเลือดของผู้ชายและผู้หญิงชาวอเมริกันจะมีปริมาณ 15 และ 13.5 กรัมเปอร์เซนต์ตามลำดับ) ดังนั้นหากเลือดมีฮีโมโกลบินมากก็ย่อมรับออกซิเจนเข้าไปได้มาก

3. การปลดปล่อยออกซิเจนที่เนื้อเยื่อ ที่ระดับน้ำทะเลจะมีออกซิเจนระหว่าง 18.5 และ 22.5 มิลลิลิตรต่อเลือด 100 มิลลิลิตร โดยปกติขณะพักผ่อนเลือด 100 มิลลิลิตร จะปล่อยออกซิเจนให้กับเนื้อเยื่อประมาณ 5.5 มิลลิลิตร แต่ระหว่างการออกกำลังกายอาจจะปล่อยเพิ่มขึ้น

ประมาณ 3 เท่า ดังนั้นจึงทำให้ต้องมีการนำเอาออกซิเจนจากบรรยากาศมาทดแทนในส่วนที่เลือดได้สละให้กับเนื้อเยื่อมากขึ้น

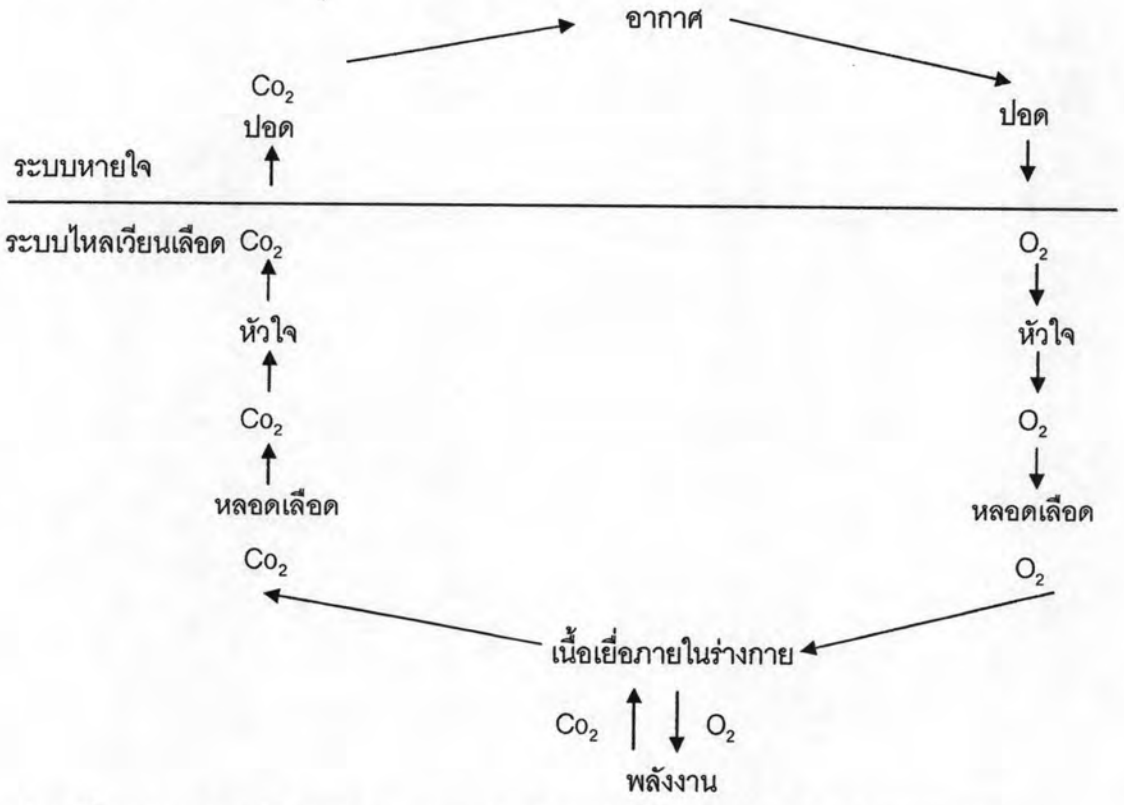
4. ปริมาณของโลหิตที่ถูกฉีดออกมาจากหัวใจต่อ 1 นาที (Cardiac Output) คือ จำนวนที่หัวใจสูบฉีดโลหิตออกไปในเวลา 1 นาทีมีปริมาณที่สูงขึ้น เช่น ขณะออกกำลังกายออกซิเจนก็จะถูกส่งไปใช้มากขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นคนที่มีปริมาณของโลหิตที่ถูกฉีดออกมาจากหัวใจต่อ 1 นาที (Cardiac Output) จึงสามารถรับเอาออกซิเจนเข้าไปได้มากกว่าผู้ที่มีต่ำกว่า เป็นไปตามกฎที่ว่า อัตราการเต้นของหัวใจจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความสามารถในการจับออกซิเจน ซึ่งสัญลักษณ์ที่สำคัญอย่างหนึ่งของนักกีฬาที่มีความอดทนสูง คือการที่ปริมาณของโลหิตที่ถูกฉีดออกมาจากหัวใจต่อ 1 นาที (Cardiac Output) สูงจะทำให้มีความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุดมีค่ามากตามไปด้วย

พีระพงศ์ บุญศิริ (2532) อธิบายว่า ระบบการหายใจกับการออกกำลังกาย คือ ความสัมพันธ์ระหว่างการนำเชื้อเพลิงเข้าไปช่วยสร้างพลังงานให้เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งหมายถึงการที่สารอาหารต่างๆ ที่เป็นตัวทำให้เกิดพลังงานนั้นจะต้องอาศัยออกซิเจนเข้าไปช่วยเผาผลาญทำให้กลายเป็นพลังงาน และเมื่อมีการทำงานหรือออกกำลังกายแล้วของเสียหรือสิ่งต่างๆ ที่เกิดจากการเผาผลาญสารอาหารจะต้องระบายออกจากเนื้อเยื่อต่างๆ เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ กรดแลคติค และอื่นๆ ระบบหายใจเป็นตัวการสำคัญในการนำเข้าออกซิเจน และระบายของเสียออกจากร่างกาย

ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกันยา ปาละวิวัธน์ (2536) ได้กล่าวถึงสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ว่าหมายถึง ปริมาณของออกซิเจน (มิลลิลิตร) ที่ร่างกายรับไปให้เซลล์ต่อนาที ซึ่งถูกกำหนดโดยปริมาณเลือดที่ไปเลี้ยงเนื้อเยื่อ และปริมาณของออกซิเจนที่แพร่จากเลือดเข่าสู่เนื้อเยื่อ หน่วยที่ใช้ในการวัดอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด คือ มิลลิลิตร/ กิโลกรัม/ นาที แสดงถึงความสามารถในการใช้ออกซิเจนเป็นตัวบ่งชี้ของการทำหน้าที่ของระบบไหลเวียนเลือดและระบบหายใจมีความสัมพันธ์อย่างยิ่งในการผลิตพลังงานเพื่อใช้ในการออกกำลังกายได้อย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน โดยออกซิเจนจะรับการลำเลียงเข้าสู่เซลล์บริเวณไมโตรคอนเดรีย และในขบวนการนี้คาร์บอนไดออกไซด์จะถูกขจัดออกจากร่างกาย ขณะที่ร่างกายออกกำลังกายอย่างหนักขึ้นขบวนการขนถ่ายออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์จะทำงานเร็วขึ้น จนในที่สุดเซลล์และเนื้อเยื่อไม่สามารถสกัดและรับออกซิเจนมาใช้ได้อีกต่อไปแล้วถึงแม้ว่าความหนักของงานหรือการออก

กำลังกายจะมีความหนักเพิ่มขึ้น เมื่อนั้นร่างกายก็ได้ออกกำลังกายที่ระดับการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Vo2 Max) ซึ่งสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดจะแตกต่างกันออกไปตามสถานะทางเพศ อายุ ขนาด รูปร่าง

วรรณี เจิมสุรวงศ์ (2539) ได้กล่าวว่า การที่ร่างกายมีการประสานงานกันเป็นอย่างดี ระหว่างระบบการไหลเวียนเลือดและระบบการหายใจ จะส่งผลให้เป็นผู้มีสุขภาพดีสามารถประกอบกิจกรรมต่างๆ หรือทำกิจกรรมได้เป็นเวลานาน ไม่เหนื่อยง่าย เพราะมีความสามารถในการจับออกซิเจนดี เนื่องมาจากร่างกายมีหัวใจที่แข็งแรง ปอดมีพื้นผิวสำหรับแลกเปลี่ยนก๊าซมาก มีหลอดเลือดที่แข็งแรงมีประสิทธิภาพในการลำเลียงออกซิเจน และเนื้อเยื่อมีการดึงออกซิเจนมาใช้ได้ดี ร่างกายสามารถผลิตพลังงานแอโรบิกได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังรูปภาพที่ 7



รูปภาพที่ 6 แสดงการลำเลียงออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ของระบบไหลเวียนเลือดและระบบหายใจ (แหล่งที่มา: วรรณี เจิมสุรวงศ์, 2539)

ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ และเฉลิมชัยวัชราภรณ์ (2543) กล่าวว่าในการมีระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจดีจะช่วยทำให้ออกกำลังกายและเล่นกีฬาได้นานขึ้นเหนื่อยช้า และสามารถฟื้นตัวได้

เร็ว โดยเฉพาะกีฬาที่มีเวลาการพักระหว่างการแข่งขันน้อย การฟื้นตัวได้เร็วจะช่วยให้นักกีฬากลับลงสนามและเล่นได้ดีเหมือนเดิม (http://www.spsc.chula.ac.th/main/academic/pdf/research001.pdf)

สุเทพ ชานุ (2545) ได้กล่าวว่า สิ่งที่กำหนดสมรรถภาพการจับออกซิเจนนั้น นอกจากสมรรถภาพทางกายแล้ว จะต้องมาจากการทำงานของระบบหายใจและระบบไหลเวียนโลหิตนั่นเอง การทำงานของหัวใจและหลอดโลหิตนั้น มีความสัมพันธ์กับระบบหายใจ ดังนั้นผู้ถูกทดสอบที่มีสมรรถภาพในการจับออกซิเจนสูงสุดอยู่ในเกณฑ์ดี จะต้องมีการประสานที่ดีของระบบหายใจและระบบไหลเวียนโลหิตด้วย ในการทำงานหรือออกกำลังกายอย่างใดอย่างหนึ่งต้องอาศัยความแข็งแรงของหัวใจประสิทธิภาพของระบบไหลเวียนโลหิต และความอดทนของกล้ามเนื้อดีเยี่ยมย่อมจะเป็นผู้ชนะในการแข่งขันนั้น

สนธยา สีละมาด (2547) ได้กล่าวว่า ระบบแบบแอโรบิก ต้องการใช้ออกซิเจนในกระบวนการเผาผลาญอาหาร แต่อย่างไรก็ตามแม้จะมีออกซิเจนอย่างเพียงพอ กระบวนการเผาผลาญก็อาจจะถูกจำกัดโดยปัจจัยทางด้านเอมไซน์และไมโตรคอนเดรีย ซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญสำหรับการผลิตพลังงานและถ้ามีจำนวนจำกัดจะทำให้ปริมาณการผลิตพลังงานลดลง ระบบแอโรบิกสามารถใช้เพลิงได้มากกว่า 1 ชนิด คาร์โบไฮเดรดและไขมันที่เก็บสะสมอยู่ในร่างกายเป็นต้นตอที่สำคัญของการผลิตพลังงานของระบบแอโรบิก การเก็บสะสมของคาร์โบไฮเดรดจะมีจำนวนจำกัดขณะที่การเก็บสะสมของไขมันมีจำนวนไม่จำกัดการสำรองพลังงานจากทั้งสองต้นตอจะทำงานในเวลาเดียวกันแต่จะแบ่งสัดส่วนกันสำรองพลังงานโดยขึ้นอยู่กับระดับความหนักของการออกกำลังกาย ระยะเวลาของการออกกำลังกาย และสภาพการฝึกซ้อมของแต่ละบุคคล

ในเรื่องของความอดทนระบบแอโรบิกหรือความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและหัวใจนั้น สามารถสรุปได้ว่าความอดทนแบบแอโรบิก หมายถึง ความสามารถสูงสุดในการนำออกซิเจนเข้าสู่ร่างกายจากปริมาณอากาศที่หายใจเข้า เพื่อเป็นพื้นฐานในการทำงานแบบแอโรบิก ปัจจัยที่สำคัญในการทำงานแบบแอโรบิก คือ ความสามารถในการทำงานของระบบหายใจ และการไหลเวียนโลหิต ซึ่งเกิดจากการฝึกซ้อมอย่างเหมาะสม การมีความอดทนแบบแอโรบิกที่ดีจะสามารถออกกำลังกาย เล่นกีฬาได้นานขึ้นเหนื่อยช้า และสามารถฟื้นตัวได้เร็ว โดยเฉพาะกีฬาที่มีเวลาการพักระหว่างการแข่งขันน้อย การฟื้นตัวได้เร็วจะช่วยให้นักกีฬาสามารถกลับลงสนาม และเล่นได้ดีเหมือนเดิม ซึ่งมีองค์ประกอบที่เป็นตัวกำหนดปริมาณการนำเข้าออกซิเจนของร่างกายเพื่อ

นำไปให้กล้ามเนื้อใช้งานมี 4 อย่าง คือ ปริมาณของอากาศที่สูดเข้าปอด ความสามารถของโลหิตที่จะนำออกซิเจนเข้าไปได้ การปลดปล่อยออกซิเจนที่เนื้อเยื่อ และปริมาณของโลหิตที่ถูกฉีดออกมาจากหัวใจต่อ 1 นาที (Cardiac Output)

4.2 หลักในการการพัฒนาการทำงานแบบระบบแอโรบิก

ในการออกกำลังกายโดยยึดอัตราการเต้นของชีพจรเป็นหลักจะมีการเต้นของชีพจรตามเป้าหมายจากสมาคมหัวใจแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (American Heart Association) และสภาของประธานาธิบดีเกี่ยวกับสมรรถภาพทางกาย (President's Council on Physical Fitness Sprague, 1996) ดังนี้

ตารางที่ 17 แสดงการออกกำลังกายตามอัตราการเต้นของชีพจรเป้าหมาย

อายุ	ชีพจรสูงสุด	ชีพจรเป้าหมาย		
		65 %	75 %	85 %
20 - 29	191 - 200	124 - 130	143 – 150	162 - 170
30 - 39	181 - 190	118 - 123	136 – 142	154 - 161
40 - 49	171 - 180	111 - 117	129 – 135	145 - 153
50 - 59	161 - 170	105 - 110	121 – 128	137 - 144

วิภาวรรณ ลิลาสำราญ และวุฒิชัยเพิ่มศิริวาณิชย์ (2547) ได้กล่าวว่า การออกกำลังกายมีหลักสำคัญที่ต้องพิจารณาคือ ระดับความหนักของการออกกำลังกาย (Intensity) ระยะเวลาที่ออกกำลังกาย (Duration) ความถี่ของการออกกำลังกาย (Frequency) อัตราการเพิ่มความหนัก (Progression) และชนิดของการออกกำลังกาย โดยคำนึงถึงเป้าหมายที่ต้องการ

สนธยา สีละมาด (2547) ได้กล่าวถึง วิธีการฝึกซ้อมความอดทนแบบใช้ออกซิเจนว่า ต้องเป็นวิธีการที่สามารถสนับสนุนให้มีการพัฒนาของระบบหัวใจไหลเวียนเลือด ความสามารถในการเผาผลาญอาหารของกล้ามเนื้อ และการทำงานของประสาทกล้ามเนื้อ และมีความเฉพาะเจาะจงกับชนิดกีฬา ซึ่งวิธีการที่นิยมนำมาใช้พัฒนาความอดทนแบบใช้ออกซิเจนจะประกอบด้วย การออกกำลังกายอย่างต่อเนื่อง (Continuous) และการออกกำลังกายแบบหนักสลับเบา (Interval)

- การออกกำลังกายอย่างต่อเนื่อง (Continuous Exercise) เป็นลักษณะการปฏิบัติกิจกรรม เช่น การวิ่ง การปั่นจักรยาน หรือการว่ายน้ำอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่ 30 นาทีขึ้นไป ถึง 2 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับระดับความสามารถ และจุดมุ่งหมายของการฝึกซ้อม อย่างไรก็ตามสำหรับการพัฒนาความอดทนแบบใช้ออกซิเจนด้วยรูปแบบการทำงานอย่างต่อเนื่องจะถูกจำกัดด้วยความหนักของการทำงาน การออกกำลังกายอย่างต่อเนื่อง ส่วนใหญ่จะปฏิบัติที่ระดับความหนักต่ำกว่าสูงสุด แต่ถ้านักกีฬาต้องการออกกำลังกายให้ได้ระยะเวลานานขึ้น ความหนักของการทำงานก็จะลดต่ำลง

- การออกกำลังกายแบบหนักสลับเบา (Interval Training) เป็นรูปแบบที่ช่วยให้นักกีฬามีการทำงานหนัก (Work Load) เพิ่มขึ้นโดยการสลับช่วงของการทำงานด้วยช่วงของการฟื้นสภาพ (Recovery) ขณะช่วงของการทำงานร่างกายจะก้าวขึ้นไปสู่เป็นหนี้ออกซิเจน และผลิตกรดแลคติคเพิ่มขึ้น ขณะที่ช่วงการฟื้นสภาพหัวใจและปอดจะยังคงมีการทำงานสูง ในการที่จะใช้หนี้ออกซิเจนและการสำรองออกซิเจนเพื่อใช้ในการเผาผลาญกรดแลคติคและการสังเคราะห์พลังงานขึ้นกลับคืน การฝึกซ้อมจึงส่งผลให้ร่างกายมีการพัฒนาด้วยการเพิ่มขึ้นของหลอดเลือดแดงฝอย ความแข็งของกล้ามเนื้อหัวใจ การปรับปรุงการใช้ความสามารถในการใช้ออกซิเจนและปรับปรุงการควบคุมดุลกรดด่าง (Buffers) ของร่างกาย ซึ่งจะเป็นผลนำไปสู่การปรับปรุงความสมบูรณ์ทางกายที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบหัวใจไหลเวียนเลือด

วิทยาลัยเวชศาสตร์การกีฬาแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (ACSM, 2000) ได้แนะนำการออกกำลังกายเพื่อพัฒนาสมรรถภาพทางกายที่ระดับปานกลางถึงหนักโดยให้ความหนักมากกว่า 55% ของอัตราการเต้นของหัวใจสำรองเป็นเวลา 20 – 60 นาทีอย่างน้อย 3 ครั้งต่อสัปดาห์ โดยยึดหลัก "The FITT Principle" สำหรับบุคคลทั่วไปดังนี้

F = Frequency หมายถึง ความถี่ 3 ครั้งต่อสัปดาห์

I = Intensity หมายถึง ความหนัก 50 – 60% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด
60 – 70% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด
75 – 85% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด

T = Time หมายถึง ระยะเวลา 20 – 60 นาที

T = Type หมายถึง กิจกรรม ใช้กล้ามเนื้อมัดใหญ่ เคลื่อนไหวต่อเนื่อง และควรมีกิจกรรมหลากหลาย

ประโยค สุทธิสง่า (2528) ได้เสนอแนะวิธีการพัฒนาความอดทนของนักกีฬาฟุตบอล ดังนี้

1. ความอดทนของกล้ามเนื้อ

1.1 การฝึกแบบเป็นช่วงๆ หนัก 90 – 100% โดยหนักสลับเบา

1.2 การฝึกแบบวงจร อาจจะมี 8 - 10 สถานี หรือมากกว่าไม่หยุดพัก

1.3 การฝึกหนักติดต่อกันจนกระโดดไม่ขึ้น

2. ความอดทนทั่วไปของนักฟุตบอล

2.1 การฝึกแบบติดต่อกันหนัก 1 ใน 3 เท่าของเวลาที่ใช้แข่งขันจริง

2.2 การฝึกแบบเป็นช่วงๆ หนัก 80 – 90% หัวใจเต้น 160 – 180 ครั้ง/ นาที เบา 50 - 60% หัวใจเต้น 140 – 160 ครั้ง/ นาที

จากหลักในการพัฒนาการทำงานแบบระบบแอโรบิกนั้น สามารถสรุปได้ว่า ในการพัฒนาการทำงานแบบระบบแอโรบิกผู้ฝึกซ้อมต้องควบคุมอัตราการเต้นของชีพจรไปสู่การเต้นของชีพจรตามเป้าหมายโดยที่ควรจะมีการฝึกในระดับเบาที่ 65% ของชีพจรสูงสุด ระดับปานกลางที่ 75% ของชีพจรสูงสุด และระดับหนักที่ 85% ของชีพจรสูงสุด สำหรับในนักกีฬาฟุตบอลสามารถพัฒนาได้โดยการฝึกความอดทนของกล้ามเนื้อโดยการการฝึกแบบเป็นช่วงๆ หนัก 90 – 100% โดยหนักสลับเบา การฝึกแบบวงจร อาจจะมี 8 - 10 สถานี หรือมากกว่าไม่หยุดพัก หรือการฝึกหนักติดต่อกันจนกระโดดไม่ขึ้น โดยที่การฝึกความอดทนทั่วไปของนักฟุตบอลนั้นควรฝึกแบบติดต่อกันหนัก 1 ใน 3 เท่าของเวลาที่ใช้แข่งขันจริง หรือการฝึกแบบเป็นช่วงๆ คือในช่วงหนัก 80 – 90% หัวใจเต้น 160 – 180 ครั้ง/ นาที และในช่วงเบา 50 - 60% หัวใจเต้น 140 – 160 ครั้ง/ นาที

4.3 ผลของการฝึกต่อการเปลี่ยนแปลงของร่างกาย

ศิริรัตน์ หิรัญรัตน์ (2539) ได้กล่าวถึง การเปลี่ยนแปลงหลังการออกกำลังกายแบบแอโรบิก คือ ระบบหัวใจและหลอดเลือดกล้ามเนื้อ ตลอดจนการทำงานระบบอวัยวะต่างๆ ให้เข้ากับภาวะที่ต้องใช้กำลังกายมากขึ้น ซึ่งหมายถึงภาวะที่ร่างกายต้องการออกซิเจนมากขึ้น ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางร่างกาย คือ การเปลี่ยนแปลงในระยะสั้น และระยะยาว

การเปลี่ยนแปลงระยะสั้นมีดังนี้

1. มีการหมุนเวียนของเลือดในเส้นเลือดฝอยในกล้ามเนื้อมากขึ้น

2. เลือดฉีดออกจากหัวใจเพิ่มขึ้น เพราะชีพจรเต้นเร็ว ปริมาณเลือดที่สูบฉีดแต่ละครั้งเพิ่มขึ้น 4 – 5 เท่าของภาวะปกติ

3. ความดันเลือดตัวบนสูงขึ้น และตัวล่างต่ำลงเนื่องจากการขยายตัวและปรับตัวของเส้นเลือดร่างกาย

4. มีการสร้างความพร้อมในร่างกายมากขึ้นจึงมีการระบายความร้อนโดยเส้นเลือดที่ผิวหนังจะขยายตัว

การเปลี่ยนแปลงระยะยาวมีดังนี้

1. ชีพจรเต้นช้าลงทั้งขณะฝึกและออกกำลังกาย
2. หัวใจโตขึ้นทั้งขนาดและปริมาตร ทำให้การสูบฉีดของเลือดมากขึ้น
3. ความดันเลือดตัวบนจะลดลง
4. เลือดไหลไปเลี้ยงหัวใจได้ดีขึ้น
5. การสูบฉีดเลือดออกจากหัวใจจะได้ครั้งละมากขึ้นกว่าปกติใน และขณะออกกำลังกายจะมีเลือดสูบฉีดไปส่วนต่างของร่างกายมากขึ้น
6. เลือดจะฉีดไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของร่างกายขณะออกกำลังกายมากขึ้น
7. การแข็งตัวของเส้นเลือดที่จะทำให้เส้นเลือดเปราะได้จะเกิดขึ้นช้าลง
8. เพิ่มระดับไขมันชนิด HDL (High – Density Lipoprotein) ซึ่งเป็นผลดีต่อการป้องกันโรคหัวใจ
9. การเปลี่ยนแปลงของระบบต่อมไร้ท่อทำให้ประจำเดือนมีน้อยลง ถ้าฝึกหนักขนาดของต่อมหมวกไตใหญ่ขึ้น
10. ระบบหายใจ เนื่องจากการฝึกฝนทำให้การหายใจไม่ต้องใช้พลังงานมาก แต่ได้ปริมาณงานเท่าๆ กัน การใช้ออกซิเจนจะคงระดับอยู่ได้ถ้าฝึกอย่างสม่ำเสมอ
11. ระบบทางเดินอาหารอาจจะพบว่า มีความผิดปกติในการทำงานของตับได้เล็กน้อย แต่ไม่เป็นปัญหาในการออกกำลังกาย
12. ระบบขับถ่ายปัสสาวะ ถ้าออกกำลังกายมากๆ อาจพบว่า มีไขขาวในเม็ดเลือดแดงและสารฮีโมโกบินในน้ำปัสสาวะได้ แต่มักจะหายไปในเวลา 24 - 48 ชั่วโมง น้ำปัสสาวะอาจจะมีลักษณะเข้มข้นหลังออกกำลังกาย แพทย์จึงแนะนำให้ดื่มน้ำให้มาก

ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ (2540) ได้กล่าวสรุปผลของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกต่อการเปลี่ยนแปลงของร่างกายไว้ดังนี้

1. ระบบการหายใจ

1.1 ความสามารถทางการจับออกซิเจนสูงสุดของร่างกาย (Maximum Oxygen

Uptake, Vo2 Max) มีค่าเพิ่มขึ้น ค่านี้ คือ ดัชนีดีที่สุดของความสามารถทางแอโรบิกของร่างกาย ซึ่งหมายถึง ความทนทานของระบบหัวใจและการหายใจ

1.2 ความจุปอด (Vital Capacity) เพิ่มขึ้น ค่านี้เป็นจำนวนของอากาศที่สามารถหายใจเข้าไปเต็มที่ในการหายใจ ค่านี้คิดเป็นปริมาณที่เริ่มจากเมื่อหายใจออกเต็มที่แล้ว

1.3 ทรวงอกขยายใหญ่ขึ้น กล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการหายใจแข็งแรงขึ้นความยืดหยุ่นของปอดเพิ่มขึ้น

1.4 การหายใจมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น รู้สึกหายใจสะดวกขึ้นและเต็มปอดมากขึ้น ทำให้ออกซิเจนไปเลี้ยงเนื้อเยื่อต่างๆ ของร่างกายได้มากขึ้นรวมทั้งสมองด้วย

1.5 ลดอันตรายของโรคบางอย่าง เช่น โรคหืด โรคถุงลมโป่งพอง และโรคที่ระบบทางเดินหายใจอุดกั้นเรื้อรัง

2. ระบบไหลเวียนโลหิต

2.1 กล้ามเนื้อหัวใจเพิ่มขนาดและความแข็งแรงขึ้น ปริมาณหัวใจของคนปกติเฉลี่ยประมาณ 10 ลบ.ซม. ต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ผู้ที่ออกกำลังกายปริมาตรหัวใจอาจมากกว่า 15 ลบ.ซม. ต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม หลอดเลือดฝอยกระจายเพิ่มขึ้น การไหลเวียนของเลือดในหลอดเลือดโคโรนารีย์ที่ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อหัวใจดีขึ้น และการไหลเวียนของเลือดในส่วนรอบนอก เช่น บริเวณแขนและขาดีขึ้น

2.2 อัตราการเต้นของชีพจรขณะพักช้าลง รวมทั้งอัตราการเต้นของชีพจรขณะออกกำลังกายต่ำกว่าระดับสูงสุดก็ช้าลงด้วย ความดันโลหิตซีสโตลิค (Systolic) และไดแอสโตลิค (Diastolic) ลดต่ำลง

2.3 ปริมาณเม็ดเลือดแดงและฮีโมโกลบิน คนปกติมีฮีโมโกลบิน 12 กรัมเปอร์เซนต์ ผู้ที่ออกกำลังกายอาจมีถึง 16 กรัมเปอร์เซนต์

2.4 ช่วยลดไขมันในหลอดเลือด กล่าวคือ คลอเรสเตอรอลในเลือด ประกอบด้วย 2 ส่วนได้แก่ ระดับโปรตีนไขมันที่มีความหนาแน่นสูง (High – Density Liprotien: HDL) ในเลือดเพิ่มขึ้นกับระดับของโปรตีนไขมันที่มีความหนาแน่นต่ำ (Low – Density Liprotien: LDL) ในเลือดลดต่ำลง ซึ่งทั้ง 2 ส่วนนี้มีความแตกต่างกันมา คือ เอชดีแอล (HDL) นั้นนอกจากจะไม่เป็นอันตรายคือไม่ไปเกาะอยู่ตามผนังของหลอดเลือด ตรงกันข้ามกับ แอลดีแอล (LDL) ซึ่งเป็นตัวการสำคัญที่จะไปเกาะอยู่ตามผนังของหลอดเลือดทำให้หลอดเลือดอุดตันได้ซึ่งการออกกำลังกายจะทำให้ไขมัน แอลดีแอล (LDL) ลดลงประโยชน์คือ เอชดีแอล (HDL) เพิ่มขึ้นด้วย จึงสามารถป้องกันและรักษาโรคหลอดเลือดของหัวใจอุดตันได้อย่างดีที่สุด

2.5 เพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน คือ อัตราการเต้นหัวใจต่ำลงซึ่งผู้ออกกำลังกายสม่ำเสมอมีอัตราการเต้นของหัวใจ 40 – 60 ครั้งต่อนาที ส่วนคนปกติ 70 – 80 ครั้งต่อนาที ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวลดลง ปริมาณสูบฉีดโลหิตต่อนาทีต่ำลง ขณะออกกำลังกายในการทำงานหนักเท่ากัน อัตราการเต้นของหัวใจต่ำกว่า ถ้าเพิ่มงานขึ้นเรื่อยๆ จะสามารถทำได้มากกว่า จำนวนเลือดที่บีบจากหัวใจแต่ละครั้งเพิ่มขึ้น และจำนวนเลือดที่ส่งออกจากหัวใจแต่ละครั้งเพิ่มขึ้นและต่อนาทีก็เพิ่มขึ้นด้วย

3. ระบบกล้ามเนื้อโครงร่าง

3.1 เพิ่มกำลังของกล้ามเนื้อ (Muscular Strength) วัดได้โดยการให้กล้ามเนื้อหดตัวเต็มที่ครั้งเดียว

3.2 เพิ่มความทนทานของกล้ามเนื้อ (Muscular Endurance) คือ กล้ามเนื้อทำงานได้นานขึ้น

3.3 พังผืดและเอ็นแข็งแรงขึ้น ทำให้ข้อต่อมีความมั่นคงมากขึ้น

3.4 ข้อต่อมีการอ่อนตัวดีขึ้น ทำให้ช่วงการเคลื่อนไหวเพิ่มขึ้น

3.5 อาการตึงและเจ็บปวดกล้ามเนื้อลดน้อยลง

3.6 ป้องกันการเสื่อมสลายของเนื้อเยื่อที่เกิดจากการไม่ได้ใช้งาน เช่น กล้ามเนื้อฝอลีบ การอ่อนตัวลดน้อยลง ภาวะกระดูกพรุน รวมทั้งการเสื่อมสลายของหัวใจและหลอดเลือด

3.7 กระดูกแข็งแรงและหนาขึ้น เพราะถ้าไม่ค่อยได้ออกกำลังกายจะทำให้กระดูกบางลงด้วย

3.8 ทำให้การทรงตัว การอ่อนตัว การร่วมมือกันของกล้ามเนื้อดีขึ้น ซึ่งหมายถึงการเคลื่อนไหวสะดวกขึ้น

3.9 ลดอุบัติเหตุ แต่ถ้าเกิดขึ้นก็จะอันตรายน้อยลง

3.10 ชะลอการเสื่อมของข้อต่อและทำการเคลื่อนไหวของข้อต่อคงสภาพดีอยู่ได้

3.11 หลีกเลี่ยงอาการของข้ออักเสบ การปวดหลัง อาการตึงของกล้ามเนื้อ และปัญหาอื่นๆ ทางด้านกล้ามเนื้อและโครงร่าง

3.12 ความยืดหยุ่นและการหล่อลื่นของข้อต่อดีขึ้น

3.13 ปฏิกิริยาตอบสนองของร่างกายทั้งในและนอกอำนาจจิตใจดีขึ้น

3.14 บุคลิกภาพของร่างกายดีขึ้น

3.15 ร่างกายมีไขมันน้อยลงช่วยหลีกเลี่ยงการสูญเสียกล้ามเนื้อเมื่อมีอายุเพิ่มขึ้น

4. ระบบประสาท

ผลของการออกกำลังกายส่วนใหญ่จะมีต่อระบบประสาทอัตโนมัติ เพราะเป็นที่แน่นอนแล้วว่าการออกกำลังกายจะไปกระตุ้นให้ต่อมแอดรีนอลหลั่งสารอะดรีนาลีน หรือนอร์อะดรีนาลีนออกมา ซึ่งสารนี้จะไปกระตุ้นระบบประสาทอัตโนมัติอีกต่อหนึ่งทำให้ระบบประสาทอัตโนมัติ 2 ระบบ คือ ประสาทซิมพาเตติค และพาราซิมพาเตติค ทำงานได้สมดุลกันกล่าวคือ

4.1 ทำให้การปรับตัวของอวัยวะให้เหมาะสมกับการออกกำลังกายทำได้เร็วกว่า

4.2 ทำให้การทำงานของอวัยวะต่างๆ ที่ถูกควบคุมโดยประสาทอัตโนมัติสามารถทำได้ดีขึ้น เช่น การหลั่งเหงื่อ การย่อยอาหาร การทำงานของลำไส้ การทำงานของต่อมไร้ท่อ (ดำรง กิจกุศล, 2527)

5. ระบบฮอร์โมน

การออกกำลังกายสามารถเร่งขบวนการทำงานต่างๆ ของร่างกายให้เพิ่มขึ้นได้อย่างมาก โดยเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับฮอร์โน ถึงแม้ว่าการเปลี่ยนแปลงของบางตัวยังไม่ทราบคำอธิบายที่แน่ชัด แต่ก็มีฮอร์โมนอีกหลายตัวที่ทราบแน่ชัดแล้วว่า สามารถกระตุ้นได้ด้วยการออกกำลังกายและมีส่วนในการเกื้อหนุนการออกกำลังกายได้ด้วย ดังต่อไปนี้

5.1 ต่อมหมวกไตมีการหลั่งฮอร์โมนอิพิเนฟริน และนอร์อิพิเนฟริน ทำให้หัวใจเต้นดีขึ้นและแรงขึ้น เลือดไปสู่ที่ต้องการเลือดมาเลี้ยงมากๆ เช่น กล้ามเนื้อหัวใจ การสลายตัวของกลัยโคเจนเพิ่มขึ้นในตับและกล้ามเนื้อลาย ทำให้มีพลังงานเพิ่มมากขึ้นสมดุลกับพลังงานที่จะต้องใช้ไปในการออกกำลังกาย คือการสร้างกลูโคสใหม่ในตับ สร้างสารที่ทำหน้าที่ย่อยโปรตีน ทำให้เป็นกระดอะมิโนในกล้ามเนื้อ

5.2 ต่อมหมวกไตมีการหลั่งฮอร์โมนกลูโคคอร์ติคอยและคอร์ติซอล มีผลต่อการเผาผลาญของร่างกายคือการสร้างกลูโคสใหม่ในตับ สร้างสารที่ทำหน้าที่ย่อยโปรตีนให้เป็นกรดอะมิโนในกล้ามเนื้อ

5.3 ต่อมพิทูอิทารีในสมอง หลั่งฮอร์โมนเร่งความเจริญเติบโตมีหน้าที่สำคัญ คือทำให้มีการเจริญเติบโตของกระดูกตอนอายุอยู่ในวัยรุ่น แต่เมื่อร่างกายเจริญเติบโตเต็มที่แล้วย่างเข้าสู่วัยสูงอายุ หน้าที่สำคัญเกี่ยวกับการสังเคราะห์โปรตีนและเซลล์ไขมันทำให้เพิ่มการทำลายไตรกลีเซอไรด์ และทำให้ไขมันอิสระเพิ่มขึ้นในเลือดทำให้เซลอื่นๆ เพิ่มการใช้กรดไขมัน ซึ่งเป็นการสงวนน้ำตาลในเลือดไปในตัว

5.4 ตับอ่อนมีการหลั่งฮอร์โมนอินซูลิน และกลูคากอนซึ่งเป็นฮอร์โมนสำคัญที่ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด โดยการเปลี่ยนกลัยโคเจนให้เป็นกลูโคส

5.5 ต่อมไทรอยด์ หลั่งฮอร์โมนไทโรซีนและไทรไอโอโทโรนีน ซึ่งมีความจำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของร่างกาย การทำหน้าที่ของสมอง ระบบไหลเวียนโลหิต กล้ามเนื้อ การเผาผลาญพลังงาน การสร้างโปรตีน และการเผาผลาญของไขมัน

5.6 มีการหลั่งฮอร์โมนพาราไทรอยด์ และแคลซิโทนิน คอยควบคุมระดับแคลเซียมในเลือด ซึ่งระดับแคลเซียมในเลือดมีความสำคัญต่อหน้าที่ของร่างกายอย่างมากถ้าระดับต่ำทำให้เกิดสภาวะไวต่อการกระตุ้นของเส้นประสาทและทำให้เกิดอาการชักได้ ในทางตรงกันข้ามถ้ามีระดับสูงจะทำให้เกิดหัวใจเต้นเร็ว

5.7 มีการสร้างฮอร์โมนเพศในผู้ชาย คือ แอนโดรเจนและเทสโตสเตอโรนจากเซลล์เลดิกของลูกอัณฑะ และฮอร์โมนทางเพศในผู้หญิง คือ เอสโตรเจนและโปรเจสเตอโรน

6. ทางด้านจิตใจ

การออกกำลังกายชนิดแอโรบิกเป็นเวลานานกว่า 10 นาทีขึ้นไปร่างกายจะหลั่งฮอร์โมนเอนโดรฟีน (Endorphine) ในร่างกายเอนโดฟีนนี้จะมีฤทธิ์เหมือนมอร์ฟีนหรือฝิ่นจะทำให้คลายเครียดกล้ามเนื้อหายเกร็ง อาการปวดหายไป ตัวเบาสบาย เมื่อออกกำลังกายติดต่อกันจะทำให้ผู้นั้นติดเอนโดรฟีนได้ เมื่อถึงระยะนี้จะหมดความเบื่อหน่ายถึงเวลาจะทำการออกกำลังกายเองโดยอัตโนมัติ

ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ และกุลธิดา เชิงฉลาด (2544) ได้กล่าวถึงผลของการฝึกซ้อม (Training Effects) ว่าหมายถึง การปรับตัวทางสรีรวิทยา ซึ่งเชื่อมโยงกับการฝึกซ้อมเป็นประจำมีแนวโน้มทำให้สิ่งต่อไปนี้เพิ่มขึ้น ปริมาตรของเลือด จำนวนเส้นเลือดฝอยใยกล้ามเนื้อ (รวมทั้งกล้ามเนื้อหัวใจ) น้ำหนักของหัวใจ ความเข้มข้นของฮีโมโกลบิน ปริมาตรหัวใจ ไลโปรตีนที่ความหนาแน่นสูงในเลือด (HDL) เอทีพีในกล้ามเนื้อ ความแตกต่างของออกซิเจนในหลอดเลือดแดงและดำที่ระดับงานหนักสูง เนื้อที่ตัดขวางของใยกล้ามเนื้อ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ขนาดและความหนาแน่นของไมโตรคอนเดรียในเซลล์กล้ามเนื้อ อัตราการหายใจที่ระดับงานสูงสุด ปริมาตรของเลือดที่สูบฉีดออกจากหัวใจห้องล่างซ้ายต่อครั้ง การฝึกซ้อมเป็นประจำมีแนวโน้มทำให้สิ่งต่อไปนี้ลดลง ความดันเลือด คลอเรสเตอรอลในเลือด แลคเตทในเลือด อัตราการเต้นของหัวใจที่ระดับปานกลาง อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก หัวใจวาย โรคอ้วน การใช้ออกซิเจนที่ระดับงานกำหนดให้ไลโปรตีนที่มีความหนาแน่นต่ำ ความเหนียวติดของเกล็ดเลือด การระบายอากาศที่ระดับงานที่ต่ำที่กำนดให้ความเครียดและไตรกลีเซอไรด์ในเลือด ผลที่เกิดขึ้นจากการฝึกซ้อมเป็นประจำมีมากมาย โดยเฉพาะการฝึกซ้อมประเภทใช้ออกซิเจน แต่ต้องเน้นถึงผลที่เกิดขึ้นว่าไม่มีใคร

จะได้รับผลจากการฝึกทุกตัวแปร กล่าวคือ บางตัวอาจเกิดขึ้นไม่ได้ก็เพราะมีปัจจัยอื่นที่ต้องคำนึงถึงด้วย

จากผลของการฝึกแบบระบบแอโรบิกต่อการเปลี่ยนแปลงของร่างกาย สามารถสรุปได้ว่า ปริมาตรของเลือด จำนวนเส้นเลือดฝอยใยกล้ามเนื้อ (รวมทั้งกล้ามเนื้อหัวใจ) น้ำหนักของหัวใจ ความเข้มข้นของฮีโมโกลบิน ปริมาตรหัวใจ ไลโปรตีนที่ความหนาแน่นสูงในเลือด (HDL) อัตราการหายใจที่ระดับงานสูงสุด ปริมาตรของเลือดที่สูบฉีดออกจากหัวใจห้องล่างซ้ายต่อครั้ง ชีพจรเต้นช้าลงทั้งขณะฝึกและออกกำลังกาย หัวใจโตขึ้นทั้งขนาดและปริมาตร ทำให้การสูบฉีดของเลือดมากขึ้นเลือดไหลไปเลี้ยงหัวใจได้ดีขึ้น การสูบฉีดเลือดออกจากหัวใจจะได้ครั้งละมากขึ้นกว่าปกติในและขณะออกกำลังกายจะมีเลือดสูบฉีดไปส่วนต่างของร่างกายมากขึ้น ทำให้การหายใจไม่ต้องใช้พลังงานมาก แต่ได้ปริมาณงานเท่าๆ กัน เอทีพีในกล้ามเนื้อ ความแตกต่างของออกซิเจนในหลอดเลือดแดงและดำที่ระดับงานหนักสูง เนื้อที่ตัดขวางของใยกล้ามเนื้อ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ขนาดและความหนาแน่นของไมโตรคอนเดรียในเซลล์กล้ามเนื้อ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจะมีประโยชน์ต่อนักกีฬาฟุตบอลที่มีการฝึกฝนเป็นอย่างดีเนื่องจากฟุตบอลต้องใช้ความอดทนแบบระบบแอโรบิกเป็นพื้นฐานสำคัญ

5. ความเร็ว

5.1 ความหมายของความเร็ว

จรวยพร ธรณินทร์ (2523) กล่าวว่า ความเร็ว เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของกีฬาหลายประเภท และการกระทำโดยการใช้การเคลื่อนที่ที่รวดเร็วในอัตราสูง

วุฒิพงศ์ และอารี ปรมัตถากร (2532) กล่าวว่า ความเร็ว คือ ความสามารถของกล้ามเนื้อในการหดตัวและคลายตัวได้อย่างเต็มที่

ศิริรัตน์ หิรัญรัตน์ (2534) กล่าวว่า ความเร็ว หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อในการทำงานบางส่วนหรือทั้งหมดของร่างกายเพื่อไปสู่เป้าหมาย โดยใช้เวลาสั้นที่สุด

ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกัลยา ปาละวิวัธน์ (2536) กล่าวว่า ความเร็ว คือ ความสามารถในการเพิ่มความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่เคลื่อนไหว โดยที่ความเร็วในการวิ่งสามารถแบ่งได้เป็น 2 ปัจจัย คือ อัตราเร่งและอัตราเร็วสูงสุด อัตราเร่งมีความสำคัญมากในช่วงความเร็วเพียง 20 – 30 เมตร ความเร็วสูงสุดจะมีความสำคัญมากกว่าอัตราเร่ง ความสามารถในการวิ่งระยะสั้นจะขึ้นอยู่กับพลังกล้ามเนื้อเป็นส่วนใหญ่ ทำให้เกิดการพุ่งของร่างกายไปข้างหน้าโดยกำลังขาทั้งสองข้าง อัตราเร็วของการพุ่งนั้นขึ้นอยู่กับการรวมของแรงและความเร็วของการหดตัวของกล้ามเนื้อ พลังกล้ามเนื้อจะมีบทบาทในระยะการเร่งความเร็วของการวิ่งมากกว่าในระยะการวิ่งที่มีความเร็วคงที่แล้ว ส่วนการเพิ่มความเร็วในการวิ่งสามารถทำได้โดยการเพิ่มพลังกล้ามเนื้อที่ใช้เหยียดขา การฝึกวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของกล้ามเนื้อและการแก้ไขผิดพลาดทางกลศาสตร์ของการวิ่ง

ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ (2540) กล่าวว่า ความเร็ว คือ การที่สามารถเอาชนะแรงต้านทานด้วยความเร็ว ซึ่งขึ้นอยู่กับพลังของกล้ามเนื้อ

เจริญ กระบวนรัตน์ (2545) กล่าวว่า ความเร็ว คือ คุณสมบัติส่วนหนึ่งที่ได้มาจากการถ่ายทอดทางพันธุกรรม และอีกส่วนหนึ่งได้มาจากการเรียนรู้หรือการฝึก และยังให้ความหมายของความเร็วอีกนัยว่า ความเร็ว คือ ปรากฏการณ์ที่แสดงถึงความสัมพันธ์ของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ

สนธยา สีละมาด (2547) กล่าวว่า ความเร็วเป็นความสามารถของกล้ามเนื้อในการที่จะหดตัวซ้ำๆ ติดต่อกันอย่างรวดเร็วเพื่อก่อให้เกิดแรงขับเคลื่อนร่างกายไปยังตำแหน่งที่ต้องการภายในระยะเวลาอันสั้นที่สุด ความเร็วถือเป็นสมรรถภาพทางกลไกพื้นฐานที่สำคัญของกีฬาเกือบทุกประเภทโดยเฉพาะประเภทการแข่งขันที่มีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งอย่างรวดเร็ว

มิเชล (Micheal, 1994) กล่าวว่า ความเร็ว คือ ระยะทางที่เคลื่อนที่ได้ต่อหน่วยเวลาเป็นวินาที โดยใช้การวิ่งและเดินเร็วเป็นผลของความยาวของช่วงก้าว ความถี่ในการก้าว และอีกนัยหมายถึง ความสามารถในการปฏิบัติการในการเคลื่อนไหวที่สั้นที่สุด

อัลเลอร์ไฮลิเกน (Allerheiligen, 1994) กล่าวว่า ปัจจัยที่มีผลต่อความเร็วในการวิ่งคือ ความถี่ในการก้าว ความยาวในการก้าว และความเร็วแบบอดทน (Endurance Speed) ในการฝึกความถี่ในการก้าว (Stride Frequency) สามารถฝึกได้โดยใช้การฝึกวิ่งเร็ว (Sprint Assisted Training) ส่วนการฝึกความยาวในการก้าว (Stride Length) สามารถฝึกได้โดยการฝึกเพิ่มความเร็วแบบแข็งแรง (Strength Speed) ซึ่งเป็นความสามารถในการออกแรงสูงสุดขณะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง

จากความหมายของความเร็วนั้น สามารถสรุปได้ว่า เป็นความสามารถในการเคลื่อนที่ไปสู่เป้าหมายด้วยเวลาสั้นที่สุด โดยการเพิ่มความเร็วนั้นใช้กล้ามเนื้อในการทำงานบางส่วนหรือทั้งหมดของร่างกาย ซึ่งความเร็วขึ้นอยู่กับพลังกล้ามเนื้อ ทำให้เกิดการพุ่งของร่างกายไปข้างหน้า

5.2 องค์ประกอบเบื้องต้นของความเร็ว

ทางสรีรวิทยาการกีฬาหลักในการพัฒนาความเร็วนั้นผู้ฝึกสอนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องของสรีรวิทยาการกีฬาเป็นพื้นฐานก่อนเป็นอันดับต้นๆ เพราะจะทำให้สามารถที่จะพัฒนานักกีฬาให้มีศักยภาพที่สูงขึ้นอย่างมีขั้นตอน ชูศักดิ์ เวชแพศย์และกัลยา ปาละวัธน์ (2536) กล่าวว่า ซึ่งองค์ประกอบเบื้องต้นของความเร็วทางสรีรวิทยามีดังนี้

1. จำนวนเส้นใยกล้ามเนื้อซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ตามสีของกล้ามเนื้อ กล้ามเนื้อสีขาว (White Fiber) และกล้ามเนื้อสีแดง (Red Fiber) กล้ามเนื้อสีแดงเป็นกล้ามเนื้อที่ทำงานทนทานทำให้ออกแรงได้ระยะนาน แต่กล้ามเนื้อสีขาวมีความไวต่อการกระตุ้นทำงานได้สั้นๆ

2. ระบบประสาท อิทธิพลของระบบประสาทจำเป็นต่อความเร็ว เพราะช่วยให้ตัดสินใจเร็วเคลื่อนไหวได้เร็ว

3. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ จำเป็นในกีฬาที่อาศัยความเร็วเมื่อต้องการออกแรงเอาชนะความต้านทานสูงๆ (น้ำหนักร่างกายของตนเอง) เช่น กีฬาประเภทกระโดดหรือเมื่อกีฬามีน้ำหนักถ่วงเพิ่ม (น้ำหนักของแรงต้าน) เมื่อออกแรงต้านทานสูงจะทำให้ความเร็วลดลง การฝึกความเร็วจึงควรฝึกความแข็งแรงในอัตราส่วนที่พอเหมาะเท่านั้น เพราะความเร็วจะลดลงหากต้องต้านทานแรงถ่วงหนักๆ

สนธยา สีละมาด (2547) กล่าวว่าปัจจัยที่มีผลต่อความเร็ว จะขึ้นอยู่กับเวลาปฏิกิริยา ความสามารถในการเอาชนะแรงต้านภายนอกของนักกีฬา เทคนิค สมาธิ และความตั้งใจ และความยืดหยุ่นตัวของกล้ามเนื้อ

เวลาปฏิกิริยา (Reaction Time) เป็นเวลาตั้งแต่มีการเริ่มมีการกระตุ้น (เสียง แสง) และนักกีฬารับรู้ (การได้ยิน การมองเห็น) จนกระทั่งนักกีฬาเริ่มมีการตอบสนองต่อการกระตุ้น สำหรับนักกีฬาการมีเวลาปฏิกิริยามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความสามารถในการทำงานของระบบประสาท (Nerve System)

ความสามารถในการเอาชนะแรงต้านทานภายนอก (Ability to Overcome External Resistance) การเคลื่อนไหวส่วนใหญ่ทางการกีฬา พลังจะเป็นปัจจัยอย่างหนึ่งที่เป็นตัวกำหนดความสามารถในการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็ว ขณะฝึกซ้อมหรือการแข่งขัน แรงต้านทานภายนอกที่มาทำให้นักกีฬาไม่สามารถเคลื่อนไหวได้อย่างรวดเร็วจะมาจากแรงดึงดูดของโลก อุปกรณ์ สิ่งแวดล้อม (น้ำ ลม) และคู่แข่งขัน การเอาชนะแรงต้านทานดังกล่าวนักกีฬาจะต้องมีการปรับปรุงพลังเพื่อที่จะเพิ่มแรงในการหดตัวของกล้ามเนื้อและทำให้สามารถอัตราความเร็วได้ อย่างไรก็ตามในการฝึกซ้อมของนักกีฬาจะมีการปฏิบัติการฝึกซ้อมที่มีความรวดเร็วและทำซ้ำจำนวนหลายเที่ยว ฉะนั้น ในการฝึกซ้อมความเร็วถ้านักกีฬาต้องการที่จะพัฒนาให้ได้อย่างสมบูรณ์นักกีฬาควรได้มีการพัฒนาความอดทนของกล้ามเนื้อด้วยเพื่อที่จะสนับสนุนให้นักกีฬามีการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็วได้ระยะทางขึ้นหรือได้จำนวนครั้งเพิ่มขึ้น

เทคนิค (Technique) ความสามารถทางด้านความเร็วและเวลาปฏิกิริยาบ่อยครั้งจะขึ้นอยู่กับเทคนิค ทักษะ ทั้งนี้เนื่องจากการจัดตำแหน่งร่างกายอย่างมีประสิทธิภาพจะสนับสนุนการปฏิบัติทักษะที่ต้องใช้ความรวดเร็ว การรักษาตำแหน่งของจุดศูนย์ถ่วงให้ถูกต้อง และการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังช่วยให้การปฏิบัติการเคลื่อนไหวมีความง่ายขึ้น

สมาธิและความตั้งใจ (Concentration and Willpower) การมีความสามารถทางด้านพลังระดับสูงจะช่วยให้นักกีฬาเคลื่อนไหวได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้น ความเร็วของการเคลื่อนไหวจึงถูกกำหนดโดยความสามารถในการเคลื่อนไหว (Mobility) ลักษณะของกระบวนการทางระบบประสาท และสมาธิที่ตั้งมั่น ความตั้งใจและสมาธิที่ตั้งมั่นเป็นปัจจัยที่สำคัญที่จะทำให้นักกีฬาได้รับความเร็วระดับสูง การฝึกซ้อมความเร็วในบางครั้งนักกีฬาจึงควรได้รับการพัฒนาทักษะทางจิตวิทยาด้วยเช่นกัน

ความยืดหยุ่นตัวของกล้ามเนื้อ (Muscular Elasticity) ความยืดหยุ่นตัวของกล้ามเนื้อและความสามารถในการคลายตัวของกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ (Agonist) และกล้ามเนื้อมัด

ตรงข้าม (Antagonist) จะเป็นสิ่งสำคัญในการที่จะทำให้นักกีฬาเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็วละปฏิบัติเทคนิได้ถูกต้อง ขณะเดียวกัน ความอ่อนตัวของข้อต่อจะเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการเพิ่มความยาวของช่วงก้าวซึ่งเป็นสิ่งสำคัญอย่างหนึ่งของการเพิ่มความเร็วในการวิ่ง

จากองค์ประกอบเบื้องต้นของความเร็วนั้น สามารถสรุปได้ว่าประกอบด้วย จำนวนเส้นใยกล้ามเนื้อซึ่ง ตามสีชนิดของกล้ามเนื้อ เวลาปฏิกิริยา ระบบประสาท และ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ พลังระเบิดของกล้ามเนื้อ หรือความสามารถในการเอาชนะแรงต้านภายนอกของนักกีฬา เทคนิค สมาธิ และความตั้งใจ และความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อ ซึ่งปัจจัยต่างๆ เหล่านี้จะมีอิทธิพลต่อความเร็วเป็นอย่างมาก

5.3 กล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ในการวิ่ง และการฝึกเพื่อพัฒนาความเร็ว

ไวเนค (Weineck, 1990) ได้วิเคราะห์กล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ออกแรงทำให้เกิดการเคลื่อนที่บริเวณข้อต่อต่างๆ ของขา โดยเรียงลำดับจากกล้ามเนื้อมัดที่ออกแรงมากไปหาน้อยตามลำดับดังนี้

กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก ประกอบด้วย

- กล้ามเนื้อกลูเทียส แมกซิมัส (Gluteus Maximus)
- กล้ามเนื้ออะดัคเตอร์แมกนัส (Adductor Magnus)
- กล้ามเนื้อเซมิเมมเบรโนซัส (Semimembranosus)
- กล้ามเนื้อเซมิเทนดิโนซัส (Semitendinosus)
- กล้ามเนื้อกลูเทียส มีเดียส (Gluteus Medius)
- กล้ามเนื้อควอดราทัสฟีมอรีส (Quadratus Femoris)

กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า ประกอบด้วย

- กล้ามเนื้อควอดริเซพพ์ ฟีมอรีส (Quadricep Femoris)
- กล้ามเนื้อเทนเซอะ ฟาสเซีย ลาที (Tensor Fasciae Latae)

กล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า ประกอบด้วย

- กล้ามเนื้อแกสทรอคนีเมียส (Gastrocnemius)
- กล้ามเนื้อเฟลคเซอะ ฮอลลูซิส ลองกัส (Flexor Hallucis Longus)
- กล้ามเนื้อเฟลคเซอะ ดิจิทอรัม ลองกัส (Flexor Digitorum Longus)

- กล้ามเนื้อทีเบียลิส โพสทีเรีย (Tibialis Posterior)
- กล้ามเนื้อเพอโรเนียส ลองกัส (Peroneus Longus)
- กล้ามเนื้อเพอโรเนียส เบรวิส (Peroneus Brevis)

นอกจากนั้นยังได้สรุปผลจากการวิเคราะห์กล้ามเนื้อว่า ในกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกมีกล้ามเนื้อกลูเทียส แมกซิมัส (Gluteus Maximus) เป็นกล้ามเนื้อมัดหนึ่งที่แข็งแรงที่สุดในร่างกาย มีหน้าที่หลักคือการเหยียดสะโพก ได้แก่ ในขณะที่ยกตัวขึ้นสู่ท่าปกติจากท่าย่อตัวในนักวิ่ง และในขณะกระโดด ในกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า มีกล้ามเนื้อควอดริเซพพ์ ฟีมอรีส (Quadricep Femoris) เป็นกล้ามเนื้อมัดใหญ่ที่สุดและแข็งแรงที่สุดในร่างกาย มีหน้าที่หลักคือเหยียดเข่า ประกอบไปด้วยกล้ามเนื้อทั้งหมด 4 มัด คือ กล้ามเนื้อเรคทัสฟีมอรีส (Rectus Femoris) กล้ามเนื้อแวสทัส มีเดียลิส (Vastus Medialis) กล้ามเนื้อแวสตัส แลทเทอราลิส (Vastus Lateralis) และกล้ามเนื้อแวสทัส อินเทอมีเดียส (Vastus Intermedius) โดยที่กล้ามเนื้อเรคทัสฟีมอรีส (Rectus Femoris) ประกอบไปด้วยเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วเป็นส่วนใหญ่ และนอกจากนั้นจะทำหน้าที่งอสะโพกอีกด้วย ในกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียข้อเท้านั้นมีกล้ามเนื้อแกสทรอคนีเมียส เป็นกล้ามเนื้อหลักและประกอบไปด้วยเส้นใยที่หดตัวได้เร็วเป็นส่วนใหญ่ มีหน้าที่หลักคือ การเหยียดข้อเท้าเพื่อยกเท้าให้พ้นพื้น

อัมเบอร์เกอร์ (Umberger, 1988) ได้สรุปกายวิภาคของขาที่แสดงให้เห็นถึงข้อเท็จจริงสองประการ ซึ่งมีความเกี่ยวข้องมากต่อประสิทธิภาพของการทำงานโดยใช้พลังระเบิดของกล้ามเนื้อ คือ

1. กล้ามเนื้อของขาหลายมัดที่ทอดข้ามข้อต่อมากกว่าหนึ่งข้อต่อ ซึ่งมีกล้ามเนื้อที่สำคัญได้แก่ เรคทัส ฟีมอริส แฮมสตริงส์ ซึ่งประกอบไปด้วย เซมิเมมเบรโนซัส และไบเซพซ์ ฟีมอรีส และแกสทรอคนีเมียส กล้ามเนื้อเรคทัส ฟีมอรีส ทอดข้ามสะโพกและเข่าทางด้านหน้า มีหน้าที่งอสะโพกและเหยียดเข่า กล้ามเนื้อแฮมสตริงส์ ทอดข้ามสะโพกและเข่าด้านหลัง มีหน้าที่เหยียดสะโพกและงอเข่า และกล้ามเนื้อแกสทรอคนีเมียส ทอดข้ามเข่าและข้อเท้าด้านหลัง มีหน้าที่เหยียดข้อเท้า

2. น้ำหนักส่วนใหญ่ของกล้ามเนื้อขาจะตกอยู่ใกล้กับข้อต่อที่อยู่ใกล้กับลำตัวซึ่งก็คือสะโพก น้ำหนักส่วนน้อยของกล้ามเนื้อขาจะตกอยู่ใกล้กับข้อต่อที่อยู่ไกลจากลำตัวซึ่งก็คือเข่ากับข้อเท้า ดังนั้นในการทำงานของขาจึงมีการถ่ายโยงพลังจากกล้ามเนื้อที่อยู่บริเวณสะโพกไปยัง

กล้ามเนื้อที่อยู่บริเวณเข่าและข้อเท้า เพื่อเป็นการชดเชยลักษณะทางกายวิภาคที่ถูกกำหนดขึ้นมาตามธรรมชาติให้กล้ามเนื้อบริเวณข้อต่อที่อยู่ไกลจากลำตัวนั้นมีน้ำหนักน้อย

ในขณะเริ่มต้นออกวิ่งแล้วเร่งความเร็วนั้น กล้ามเนื้อเรคทัสฟีมอรีสจะออกแรงเพื่อเหยียดเข่า แต่เนื่องจากเป็นกล้ามเนื้อที่ทอดข้ามสองข้อต่อจึงมีการออกแรงเพื่องอสะโพกในเวลาเดียวกัน ส่วนกล้ามเนื้อแฮมสตริงส์จะออกแรงเพื่อเหยียดสะโพกเดียวกันด้วย การทำงานเช่นนี้เป็นไปในลักษณะที่ปลายข้างหนึ่งของกล้ามเนื้อมีความยาวเพิ่มขึ้น ส่วนปลายอีกข้างหนึ่งมีความยาวลดลง ดังนั้นกล้ามเนื้อเรคทัส ฟีมอรีส และกล้ามเนื้อแฮมสตริงส์จะทำงานด้วยความเร็วต่ำจึงเกิดแรงมากและสามารถถ่ายโยงไปยังเข่าได้ ส่วนกล้ามเนื้อแกสทรอคนีเมียสซึ่งเป็นกล้ามเนื้อที่ทอดข้ามสองข้อต่อเช่นเดียวกันก็จะมีการถ่ายแรงไปยังข้อเท้าอีกด้วย

ยังและไพรเยอร์ (Young and Pryor, 2001) ได้เปรียบเทียบลักษณะทางชีวกลศาสตร์ระหว่างการเร่งความเร็วกับการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดไว้ดังนี้

ตารางที่ 18 แสดงการเปรียบเทียบลักษณะทางชีวกลศาสตร์ระหว่างการเร่งความเร็วกับการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุด

ลักษณะการวิ่ง	การเร่งความเร็ว	การวิ่งด้วยความเร็วสูงสุด
ท่าทางการวิ่ง	เอนตัวไปข้างหน้า	ลำตัวตั้งตรง
ความยาวของช่วงก้าวในการวิ่ง	สั้นกว่า	ยาวกว่า
ความถี่ในการก้าวเท้า	เกือบสูงสุด	สูงสุด
มุมมองของเข่าในขณะเท้าสัมผัสพื้น	แคบกว่า	กว้างกว่า
ช่วงของการเคลื่อนไหวของสะโพก	แคบกว่า	กว้างกว่า
ช่วงเวลาที่เท้าสัมผัสพื้น	นานกว่า	สั้นกว่า

ซึ่งจากการเปรียบเทียบลักษณะทางชีวกลศาสตร์ดังกล่าวนั้นยังได้มีผู้ที่ศึกษาเกี่ยวกับการทำงานของกล้ามเนื้อในขณะเร่งความเร็ว และในขณะเร่งความเร็วสูงสุด โดยใช้เครื่องมือวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ พบว่า ในขณะเร่งความเร็วกล้ามเนื้อที่สำคัญมากที่สุด คือ กล้ามเนื้อควอดริเซพซ์ ซึ่งทำหน้าที่เหยียดสะโพก โดยกล้ามเนื้อควอดดริเซพซ์จะมีบทบาทมากใน 5 เมตรแรกของการเร่งความเร็วจากจุดหยุดนิ่ง

ดินติแมน วาร์ดและเทลเลซ (Dintiman, Ward and Tellez, 1998) กล่าวว่าประโยชน์ที่สำคัญของรถยนต์แรงม้าสูงก็คือ สามารถเร่งความเร็วได้อย่างรวดเร็ว เปรียบเสมือนคนที่มีความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อสูงกว่าย่อมที่จะเร่งความเร็วไปสู่ความเร็วที่ต้องการได้เร็วกว่าคนที่มีความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อต่ำกว่า

จากผลการศึกษากลุ่มกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ในการวิ่ง และการฝึกเพื่อพัฒนาความเร็ว โดยเฉพาะการเร่งความเร็วนั้นจะต้องพัฒนาในกลุ่มกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ กล้ามเนื้อเหยียดสะโพก กล้ามเนื้อเหยียดเข่า และกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า โดยเฉพาะกล้ามเนื้อควอดดริเซพซ์ที่นักกีฬาฟุตบอลต้องใช้ในการเร่งความเร็วในระยะ 5 เมตรแรกอยู่ตลอดในการแข่งขัน 90 นาที ซึ่งกลุ่มกล้ามเนื้อดังกล่าวประกอบด้วยเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวเร็วเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นในการฝึกด้วยน้ำหนักเพื่อพัฒนาความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อของจะต้องใช้ความหนักในระดับที่สามารถระดมเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวเร็วมาทำงานได้ จึงจะสามารถเพิ่มความสามารถในการเร่งความเร็วของนักกีฬาได้

5.4 หลักและเทคนิคในการฝึกความเร็ว

การฝึกความเร็ว เป็นการฝึกเพื่อพัฒนาการใช้เส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว การใช้พลังงานในระบบกลัยโคเจนและช่วยเพิ่มความสามารถของระบบแอนแอโรบิก การฝึกความเร็วไม่เพียงแต่จะช่วยลดเวลาในการวิ่ง ยังเป็นการทำงานที่อัตราการเต้นของหัวใจอยู่ที่ระดับที่เกิน 80 – 90 % ในช่วงที่ฝึก ดังนั้นการฝึกความเร็วจึงดูได้จากเวลาที่ทำได้และอัตราการเต้นของหัวใจที่ระดับที่เกิน 80 – 90% ซึ่งความแตกต่างระหว่างความเร็วกับความอดทนจึงอยู่ที่ความเร็วและเปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด ซึ่งการฝึกความเร็วและพลังเป็นสิ่งสำคัญสำหรับกีฬาประเภททีมองค์ประกอบที่จำเป็นสำหรับการฝึกความเร็ว ได้แก่

- การเตรียมร่างกายให้มีความอดทนทั่วไปและการใช้กิจกรรมที่หลากหลายในการเตรียมความพร้อม
- ก่อนฤดูการฝึกให้มุ่งไปที่การฝึกเทคนิคแบบการฝึกเฉพาะ
- ก่อนใช้การฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกแบบวงจร
- การใช้การฝึกพลัยโอเมตริกและการฝึกด้วยแรงต้านด้วยความเร็วสูงเพื่อพัฒนาพลัง
- การยืดเหยียดและการอบอุ่นร่างกายก่อนและหลังการฝึกหนักทุกครั้ง
- การวางแผนการฝึกตลอดฤดูการฝึก (Hawley and Burke, 1998)

ความเร็วเป็นองค์ประอบที่สำคัญในการแข่งขันกีฬาเกือบทุกประเภท โดยเฉพาะอย่างยิ่งกีฬาประเภททุ่ม พุ่ง ขว้าง กระโดด อีกทั้งการวิ่งระยะสั้น กลาง และระยะไกล ความเร็วต้องกระทำโดยใช้การเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็วในอัตราเร่งที่สูง ในการวิ่งนั้นนักกีฬาจะต้องวิ่งให้ถูกวิธีต้องอาศัยหลักเทคนิคต่างๆ ตลอดจนการฝึกซ้อมเพื่อให้การวิ่งเป็นไปโดยอัตโนมัติ ดังที่เจริญ กระบวนรัตน์ (2538) ได้กล่าวถึงเทคนิคการวิ่งระยะสั้น พอสรุปได้ดังนี้

1. กลไกการวิ่ง (Mechanics of Running) หลักสำคัญในการฝึกซ้อมเพื่อเพิ่มเติมความเร็วขั้นแรกควรฝึกเพิ่มความยาวของการก้าวเท้า โดยพยายามใช้ช่วงก้าวแต่ละจังหวะของการวิ่งยาวที่สุด ขั้นที่สอง เริ่มฝึกความเร็ว โดยการเน้นความถี่ในการก้าวต่อหนึ่งหน่วยเวลาให้ได้จำนวนก้าวมากที่สุด

2. การแกว่งแขน (Arm Action) มุมการเคลื่อนไหวของหัวไหล่และลักษณะการแกว่งแขนขึ้นอยู่กับความเร็วในการวิ่ง ถ้านักกีฬาเร่งความเร็วในการวิ่งมากเท่าไหร่ มุมของการเคลื่อนไหวของข้อต่อหัวไหล่และแขนจะยิ่งเพิ่มขึ้น

3. จุดศูนย์ถ่วงของร่างกาย (Center of Gravity) การปรับมุมลำตัวให้โน้มไปข้างหน้าเล็กน้อย เป็นการช่วยการปรับระดับศูนย์ถ่วงของร่างกาย ให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมและช่วยควบคุมจุดศูนย์ถ่วงให้อยู่ในแนวหรือระดับที่ต้องการ

4. สภาวะความตึงเครียดของกล้ามเนื้อขณะวิ่ง (Tension) อาการเกร็งหรือความเครียดที่เกิดขึ้นกับกล้ามเนื้อ จะเริ่มปรากฏขึ้นที่บริเวณกล้ามเนื้อต้นคอที่เชื่อมต่อกับหัวไหล่ ต้นแขน ลำตัว ต้นขา สะโพก นักวิ่งจะต้องสามารถหาวิธีลดสภาวะความเครียด หรืออาการเกร็งของกล้ามเนื้อส่วนต่างๆ ให้ผ่อนคลายลง

5. ตำแหน่งที่สัมผัสพื้น (Foot Position) ในกรณีใช้ความเร็วในการวิ่งสูง ตำแหน่งของเท้าที่จะวางเป็นปลายเท้าด้านนอก ตรงโคนนิ้วก้อย

6. การทำงานของเข่าในขณะวิ่ง (Knee Action) ในการวิ่งที่ถูกต้องตามหลักของการเคลื่อนไหวนั้น ควรยกเข่าสูงขึ้นจนกระทั่งอยู่ในระดับเดียวกับสะโพกหรือต้นขาขนานกับพื้น ในขณะที่เท้าอีกข้างหนึ่งสัมผัสพื้นพยุงร่างกายทรงตัวและถีบยันพื้นเพื่อก้าวไปข้างหน้า ขณะวิ่งจะไม่มีช่วงจังหวะใดเลยที่เข่าเหยียดตึงเต็มที่

7. แรงฉุด (Braking Force) แรงฉุดรั้งหรือแรงต้านทานการเคลื่อนไหวของร่างกาย อันเกิดจากการจัดสัดส่วนของร่างกายในขณะวิ่งไม่ถูกต้อง มีผลทำให้ความเร็วในการวิ่งลดลง หรือทำให้ไม่สามารถวิ่งได้เร็วเท่าที่ควร

8. การทำงานของสะโพกในขณะวิ่ง (Hip Action) ในการเคลื่อนไหวที่เปลี่ยนตำแหน่งอย่างรวดเร็วฉับไวนั้น ปฏิกิริยาการทำงานของข้อต่อสะโพกนั้นจะต้องเป็นไปอย่างรวดเร็วฉับไวด้วย

การฝึกวิ่งเร็วนั้น เป็นความสามารถที่มีโดยธรรมชาติมากับตัวนักกีฬาและได้ถูกพัฒนาให้ดีขึ้น โดยวิธีการฝึกด้วยเทคนิคที่ถูกต้อง และสิ่งที่ต้องคำนึงในการวิ่งเร็วของนักกีฬาก็คือ กำลังและความเร็วของกล้ามเนื้อที่หดตัวเข้ายืดเหยียดออกซึ่งเป็นผลของการเคลื่อนไหวติดก่อกัน จำนวนของกล้ามเนื้อที่ใช้ต่อสู้กับแรงต้านทานและการทำงานร่วมกันของกล้ามเนื้อ จะสามารถทำให้ความเร็วเพิ่มขึ้นเนื่องจากกลุ่มที่ทำงาน (Agonists) ร่วมงานกันดี จึงสามารถต่อต้านแรงต้านภายนอกได้โดยรวดเร็ว ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกัลยา ปาละวิวัธน์ (2536)

ความเร็วแบ่งออกได้ 3 ประเภท (ศิริรัตน์ หิรัญรัตน์, 2534) คือ

1. ความเร็วในการวิ่ง ต้องวิ่งอย่างเร็วและแรงเต็มที่ ซึ่งจะวิ่งได้มากน้อยแค่ไหนขึ้นอยู่กับความถี่ของการเคลื่อนไหว (จำนวนก้าวที่ซอยเท้าในการวิ่ง) และระยะทาง

2. ความเร็วในการเคลื่อนที่เป็นความเร็วที่มีการเคลื่อนไหวในการเคลื่อนที่ ณ เวลาหนึ่ง

3. ความเร็วในการตัดสินใจตั้งแต่มีสิ่งเร้ามากระตุ้นจนถึงการตัดสินใจเคลื่อนไหว

จากหลักและเทคนิคในการฝึกความเร็วนั้น สามารถสรุปได้ว่า มีหลักในการฝึกโดยผู้ฝึกควรพัฒนา

1. กลไกการวิ่ง (Mechanics of Running) หลักขั้นแรกควรฝึกเพิ่มความยาวของการก้าวเท้า แต่ละจังหวะของการวิ่งยาวที่สุด ขั้นที่สอง เริ่มฝึกความเร็ว โดยการเน้นความถี่ในการก้าวต่อหนึ่งหน่วยเวลาให้ได้จำนวนก้าวมากที่สุด

2. การแกว่งแขน (Arm Action) มุมของการเคลื่อนไหวของข้อต่อหัวไหล่และแขนถ้ายิ่งเพิ่มขึ้นนักกีฬาก็จะสามารถเร่งความเร็วในการวิ่งได้มากเท่านั้น

3. จุดศูนย์ถ่วงของร่างกาย (Center of Gravity) การปรับมุมลำตัวให้โน้มไปข้างหน้าเล็กน้อย เป็นการช่วยการปรับระดับศูนย์ถ่วงของร่างกาย ให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมและช่วยให้การควบคุมความเร็วนั้นทำได้ดีขึ้น

4. สภาวะความตึงเครียดของกล้ามเนื้อขณะวิ่ง (Tension) อาการเกร็งหรือความเครียดที่เกิดขึ้นกับกล้ามเนื้อ นักกีฬาจะต้องลดสภาวะความเครียด หรืออาการเกร็งของกล้ามเนื้อส่วนต่างๆ ให้ผ่อนคลายลง

5. ตำแหน่งที่สัมผัสพื้น (Foot Position) ความเร็วในการวิ่งมาก ตำแหน่งของเท้าที่จะวางนั้นควรจะใช้ปลายเท้าด้านนอก ตรงโคนนิ้วก้อย

6. การทำงานของเข่าในขณะวิ่ง (Knee Action) ในการวิ่งควรยกเข่าสูงขึ้นจนกระทั่งอยู่ในระดับเดียวกับสะโพกหรือต้นขาขนานกับพื้น ในขณะที่เท้าอีกข้างหนึ่งสัมผัสพื้นพยุงร่างกายทรงตัวและถีบยันพื้นเพื่อก้าวไปข้างหน้า

7. แรงฉุด (Braking Force) การเคลื่อนไหวของร่างกาย อันเกิดจากการจัดสัดส่วนของร่างกายในขณะวิ่งไม่ถูกต้อง จะทำให้ความเร็วในการวิ่งลดลง

8. การทำงานของสะโพกในขณะวิ่ง (Hip Action) ในการเคลื่อนไหวที่เปลี่ยนตำแหน่งอย่างรวดเร็วฉับไวนั้น ปฏิกิริยาการทำงานของข้อต่อสะโพกนั้นจะต้องเป็นไปอย่างรวดเร็วฉับไวด้วย

5.5 ปัจจัยที่มีผลต่อความเร็วในการวิ่งระยะสั้น

เจริญ กระบวนรัตน์ (2545) กล่าวว่า ความเร็วคือคุณสมบัติส่วนหนึ่งที่ได้มาจากการถ่ายทอดทางพันธุกรรม และอีกส่วนหนึ่งได้มาจากการเรียนรู้ การฝึกหัด เมื่อย้อนกลับไปพิจารณาถึงเส้นใยกล้ามเนื้อในร่างกาย เส้นใยกล้ามเนื้อชนิด Type II คือเส้นใยกล้ามเนื้อที่มีบทบาทรับผิดชอบในด้านความเร็วและความแข็งแรง เส้นใยชนิดนี้สามารถหดตัวได้อย่างรวดเร็ว และให้แรงตึงตัวหรือแรงเบ่งได้สูงสุด สามารถทำงานได้ดีในช่วงเวลาไม่เกิน 2 นาที ถึงแม้ว่าการฝึกความเร็วจะไม่สามารถเพิ่มเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด Type II นี้ได้ แต่สามารถเพิ่มเปอร์เซ็นต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด Type II B ซึ่งมีคุณสมบัติเฉพาะทางด้านความเร็วให้สูงขึ้นได้ คือปรากฏการณ์ที่แสดงถึงความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อ ดังนั้นยิ่งฝึกการเคลื่อนไหวหรือการประสานงานของกล้ามเนื้อได้มากเท่าใด ประสิทธิภาพหรือความเร็วก็จะยิ่งเพิ่มมากขึ้นเท่านั้น

นอกจากนั้นการวิ่งระยะสั้น ปฏิกิริยาในการตอบสนองของกล้ามเนื้อ Type II และความเร็วในการเคลื่อนไหวคือองค์ประกอบที่เป็นหัวใจสำคัญของนักวิ่งทุกคน ปฏิกิริยาการเคลื่อนไหวนับตั้งแต่การเริ่มต้นออกวิ่ง ณ จุดเริ่มต้นจะพบว่า นักกีฬาที่มีรูปร่างสูงส่วนมากมักจะประสบปัญหาที่ไม่สามารถออกตัวได้ดีหรือความเร็วเท่ากับผู้ที่มีรูปร่างเตี้ย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระดับเยาวชนจะสามารถมองเห็นความแตกต่างดังกล่าวได้อย่างชัดเจน ถึงแม้ว่าคุณสมบัติเฉพาะตัวหรือความสามารถพิเศษที่ได้มาโดยธรรมชาติจะมีส่วนสำคัญในการช่วยผลักดันนักกีฬาให้กลายเป็นนักวิ่งระยะสั้นที่มีชื่อเสียงได้ก็ตาม ทั้งนี้ต้องไม่ลืมว่ากลุ่มนักกีฬาที่มีรูปร่างสูงและรูปร่างสันทัดก็สามารถที่จะฝึกให้เป็นนักวิ่งระยะสั้นที่ดีได้เช่นกัน เพราะความแข็งแรงกำลัง ความเร็ว ตลอดจนเทคนิคทักษะการเคลื่อนไหวต่างๆ เป็นสิ่งที่ผู้ฝึกสอนกีฬาสามารถถ่ายทอดและ

ฝึกให้เกิดขึ้นได้กับนักกีฬาทุกคน ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าปัจจัยที่มีผลต่อความเร็วในนักวิ่งระยะสั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เหล่านี้

1. ความยาวของกล้ามเนื้อ เส้นใยกล้ามเนื้อที่มีความยาวเป็นสองเท่าของเส้นใยกล้ามเนื้ออีกเส้นหนึ่ง ซึ่งเป็นคุณสมบัติภายในกล้ามเนื้อเหมือนกันจะสามารถหดตัวให้สั้นได้เป็นสองเท่าของการหดตัวของเส้นใยเนื้อที่สั้นกว่าในเวลาเดียวกัน ดังนั้นกล้ามเนื้อที่มีเส้นใยยาวจึงได้เปรียบทางด้านความเร็วมากกว่ากล้ามเนื้อที่มีเส้นใยสั้น นอกจากนั้นเส้นใยกล้ามเนื้อที่อยู่ขนานกับแนวมัดกล้ามเนื้อยังช่วยเพิ่มข้อได้เปรียบทางด้านความเร็วอีกด้วย

2. แรงและอัตราเร่ง ตามกฎการเคลื่อนไหวข้อที่ 2 ของนิวตัน ซึ่งกล่าวว่า อัตราเร่งของวัตถุได้สัดส่วนกับแรงที่ทำให้เกิดการเคลื่อนไหว หมายความว่า เมื่อแรงเพิ่มเป็นสองเท่าอัตราเร่งก็จะเพิ่มเป็นสองเท่า ดังนั้นนักวิ่งเพิ่มอัตราเร่งโดยการเพิ่มแรงของเท้าที่ใช้ยันพื้นที่วิ่ง เกี่ยวกับอัตราเร่งนี้จะต้องตระหนักว่า เมื่อกล้ามเนื้อหดตัวแรงขึ้น ย่อมต้องใช้พลังงานเพิ่มขึ้น พลังงานที่ใช้ในการหดตัวเพิ่มเป็นกำลังสามของความเร็วในการหดตัว คือ กล้ามเนื้อ ก หดตัวเป็นสองเท่าของกล้ามเนื้อ ข จะต้องใช้พลังงานเป็นแปดเท่าของกล้าม ข ความจริงข้อนี้จะต้องนำไปใช้ในการพิจารณาทางด้านการกีฬาที่เกี่ยวข้องกับความอดทนว่านักกีฬาควรจะมีการเร่งความเร็วหรือไม่และควรจะเร่งแค่ไหน

3. ผลของกฎกำลังสอง กฎนี้เกี่ยวกับแรงที่เป็นลบ คือ กฎนี้กล่าวว่าความต้านทานของอากาศและน้ำจะแปรผันเป็นสัดส่วนกับความเร็วกำลังสอง ถ้าความเร็วของร่างกายเพิ่มเป็นสองเท่า ความต้านทานจะเพิ่มเป็นสี่เท่า และถ้าเพิ่มความเร็วเป็นสี่เท่า ความต้านทานจะเพิ่มมากขึ้นเป็นสิบหกเท่า

4. ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับแรงได้มีการแสดงจากการวิจัยว่า แรงที่เกิดจากการหดตัวของกล้ามเนื้อลดลงเมื่ออัตราการหดสั้นเพิ่มมากขึ้น กล้ามเนื้อสามารถหดตัวได้แรงมากที่สุดเมื่อความเร็วของการหดตัวเป็นศูนย์ (คือการหดตัวชนิดไอโซเมตริก) ในทำนองเดียวกัน กล้ามเนื้อจะหดตัวได้เร็วมากที่สุดเมื่อไม่มีความต้านทานเลย หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ เมื่อมีความต้านทานกล้ามเนื้อจะหดตัวด้วยความเร็วน้อยลง

5. อายุและเพศ ในผู้ชายความเร็วจะเพิ่มขึ้นจนถึงอายุ 21 ปี ความเร็วสูงสุดจะคงอยู่ 3 – 4 ปี หลังจากนั้นเมื่ออายุเพิ่มขึ้นความเร็วจะค่อยๆ ลดลงด้วยอัตราคงที่ ส่วนผู้หญิงถึงจุดที่มีความเร็วสูงสุดที่อายุน้อยกว่าคือ 18 ปี โดยทั่วไปความเร็วของผู้หญิงมีค่าประมาณ 85 % ของผู้ชาย ความแตกต่างของความเร็วอาจเนื่องมาจากแรง เพราะแรงเกี่ยวข้องกับความเร็วในการต่อสู้กับความต้านทาน

6. อุณหภูมิ นักวิจัยพบว่า การหดตัวของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นได้โดยการเพิ่มอุณหภูมิ การเพิ่มอุณหภูมิอาจทำได้ในคน โดยใช้การ Diathermy หรือการให้ความร้อนในส่วนลึกของร่างกายโดยวิธีอื่น อย่างไรก็ดีการเพิ่มอุณหภูมิของกล้ามเนื้อโดยการออกกำลังเพื่ออบอุ่นร่างกายเป็นวิธีที่ดีที่สุด

7. ลักษณะรูปร่างของร่างกาย เป็นการยากที่จะกล่าวว่าลักษณะรูปร่างแบบใดเหมาะกับกีฬาประเภทใด นอกจากจะกล่าวว่าคนอ้วนเคลื่อนไหวได้ช้า อาจเนื่องจากแรงเสียดทานซึ่งเกิดจากโมเลกุลของไขมันในกล้ามเนื้อ ซึ่งน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากไขมันเป็นภาระในการเคลื่อนไหวด้วย ผู้ที่เหมาะในการวิ่งน่าจะเป็นผู้ที่มีความสูงขนาดกลางและมีรูปร่างอยู่ในระหว่างคนผอมและคนขนาดกลาง หรือจัดอยู่ในพวกที่เรียกว่า Meso - Ectomorphs

8. พลังและความเร็วจะมีความสัมพันธ์กันน้อยถ้าเป็นการเคลื่อนไหวที่มีความต้านทานน้อย แต่เมื่อมีความเร็วของการเคลื่อนไหวที่มีความต้านทานมาก พลังจะมีส่วนเกี่ยวข้องอยู่มาก ทั้งมีหลักฐานว่าพลังที่พัฒนาได้จากการฝึกชนิดไอโซโทนิกจะเกี่ยวข้องกับความเร็วมากกว่าการฝึกไอโซเมตริก

9. ความอ่อนตัว เป็นที่ทราบกันว่า การจำกัดการอ่อนตัวของบริเวณสะโพกและต้นขา ทำให้ความเร็วในการวิ่งลดลง เพราะการขัดขวางจากกล้ามเนื้อกลุ่มตรงข้ามเพิ่มมากขึ้น ในช่วงที่การเคลื่อนไหวเกือบจะสุด เช่น การเหยียดเกือบเต็มที่ อย่างไรก็ดียังไม่มีหลักฐานที่แสดงว่าการอ่อนตัวมากกว่าปกติจะทำให้ความเร็วเพิ่มขึ้น

10. ปัจจัยที่มีความสำคัญต่อความเร็วภายใต้สภาวะต่างๆ การเคลื่อนไหวอย่างง่ายที่มีความต้านทานน้อย ความเร็วของการหดตัวของกล้ามเนื้อซึ่งเกิดขึ้นภายในกล้ามเนื้อเองเป็นปัจจัยที่จำกัดความเร็ว ส่วนการร่วมงานกันของกล้ามเนื้อ โดยอาศัยระบบประสาทและแรงกล้ามเนื้อ มีความสำคัญน้อยกว่า

11. การเคลื่อนไหวของแต่ละส่วนของร่างกาย และความเร็วในการวิ่ง จากการวิเคราะห์การวิ่งระยะสั้นที่มีประสิทธิภาพนั้น มีการยกเข่าสูง ช่วงก้าวยาวและเท้าลงในตำแหน่งใต้จุดศูนย์ถ่วงของผู้วิ่ง แรงขับต้องตรงไปข้างหน้า เพื่อให้ได้ความเร็วมากที่สุดที่สามารถเอาชนะแรงต้านด้วยความเร็ว ซึ่งขึ้นอยู่กับพลังงานของกล้ามเนื้อ

เจริญ กระบวนรัตน์ (2538) กล่าวว่า องค์ประกอบสำคัญอันดับแรกที่ควรได้รับการพิจารณาในการปรับปรุงความเร็วในการวิ่ง คือ นักวิ่งระยะสั้น (Sprinters) จะต้องสามารถก้าวได้ยาวและ

เร็วกว่านักกีฬาประเภทอื่น ด้วยเหตุนี้ จึงควรมุ่งปรับปรุงองค์ประกอบ 5 ประการ ดังกล่าวนี้แก่นักวิ่งระยะสั้นเป็นสำคัญ ส่วนนักกีฬาประเภททีมควรพิจารณาองค์ประกอบต่อไปนี้ควบคู่ไปด้วย คือ

1. ปฏิกิริยาในการตอบสนอง และความสามารถในการเริ่มต้นออกวิ่ง
2. การเร่งอัตราความเร็วจนกระทั่งถึงความเร็วสูงสุด
3. ความยาวของช่วงก้าวในการวิ่ง
4. ความถี่หรืออัตราความเร็วในการก้าวเท้า
5. การทำงานของร่างกายแบบไม่ใช้ออกซิเจน

ดังนั้น ในการจัดเตรียมโปรแกรมการฝึกซ้อม เพื่อพัฒนาปรับปรุงความเร็วให้กับนักกีฬาจึงต้องมีการวิเคราะห์องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับความเร็วเพื่อวางแผนจัดโปรแกรมการฝึกซ้อมให้ถูกต้องเหมาะสมกับนักกีฬาแต่ละบุคคล สอดคล้องกับเจริญ กระบวนรัตน์ (2538) ได้กล่าวว่าการฝึกถือเป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมการเคลื่อนไหวทางการกีฬา การฝึกซ้อมหรือการออกกำลังกายอย่างมีระบบ ก่อให้เกิดผลดีต่อร่างกายโดยหาสิ่งใดเสมอเหมือนได้ยาก นอกจากนี้เป้าหมายของการฝึกกีฬาแต่ละประเภทยังแตกต่างกันไปตามลักษณะของรูปแบบการเคลื่อนไหว ด้วยเหตุนี้ การฝึกเพื่อพัฒนาขีดความสามารถในกีฬาแต่ละประเภท จึงมุ่งเน้นการฝึกเฉพาะด้านแตกต่างกัน ในการฝึกความเร็วสำหรับกีฬาแต่ละประเภทก็เช่นเดียวกัน รูปแบบของกิจกรรมการฝึกจะต้องให้เหมาะสมกลมกลืนกับสภาพการเคลื่อนไหวที่เป็นจริงซึ่งเน้นความแตกต่างกันไป ส่วนเป้าหมายหลักของการฝึกความเร็วที่แท้จริง ก็คือ การฝึกหน่วยควบคุมการทำงานของเส้นใยกล้ามเนื้อขาว (Train the Fast – Twitch Motor Units) ซึ่งทำหน้าที่เกี่ยวกับความเร็วให้สามารถทำงานตามรูปแบบที่ต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ นักกีฬาจึงจำเป็นต้องเน้นการฝึกเฉพาะด้านในแต่ละประเภทกีฬาของตน ให้เกิดความชำนาญและเกิดประสบการณ์สูงสุด ซึ่งเท่ากับเป็นการเปิดโอกาสให้หน่วยควบคุมการทำงานของเส้นใยกล้ามเนื้อสีขาว ซึ่งเกี่ยวข้องกับความเร็วได้ทำหน้าที่ในสภาพการณ์ที่เป็นจริงหรือใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด ดังที่ เกมเบตตา (Gembetta, 1989) ได้กล่าวถึงการสร้างโปรแกรมการฝึกความเร็วระยะสั้นไว้ว่า ในการสร้างโปรแกรมการฝึกความเร็วระยะสั้นไว้ว่า ในการสร้างโปรแกรมการฝึกความเร็วระยะสั้นควรคำนึงถึงหลักพื้นฐาน 4 ประการ กล่าวคือ หลักพื้นฐานทางสรีรวิทยา หลักพื้นฐานทางชีวกลศาสตร์ หลักพื้นฐานทางสัดส่วนของร่างกาย หลักพื้นฐานทางเทคนิคการสอนและการเรียนรู้ และโดยเฉพาะหลักพื้นฐานทางสรีรวิทยานั้น ขึ้นอยู่กับรูปแบบการใช้พลังงานเป็นสำคัญ การวิ่งระยะเวลาไม่เกิน 15 วินาที จะเป็นการใช้พลังงานในรูปแบบของ เอ.ที.พี. - พี.ซี. ระยะเวลาที่อยู่ในช่วงระหว่าง 15 – 40 วินาที จะเป็นการใช้พลังงานในรูปแบบของ เอ.ที.พี. – พี.ซี. และเกิดกรดแลคติค และระยะเวลาที่อยู่ในช่วง

ระหว่าง 40 – 90 วินาที จะเป็นการใช้พลังงานแบบเกิดกรดแลคติค และระยะเวลาที่อยู่ในช่วงระหว่าง 90 วินาที – 3 นาที จะเป็นการใช้พลังงานแบบเกิดแลคติคและแบบใช้ออกซิเจนผสมผสานกันไป และการจัดระยะทางและระยะเวลาในการฝึกที่เหมาะสมจะสามารถเสริมสร้างสมรรถภาพอากาศนิยมได้อีกวิธีหนึ่ง

จากปัจจัยที่มีผลต่อความเร็วในการวิ่งระยะสั้นนั้น สามารถสรุปได้ว่ามีปัจจัยที่ส่งผลต่อความเร็วในการวิ่ง ดังนี้

1. ความยาวของกล้ามเนื้อ
2. แรงและอัตราเร่ง
3. ผลของกฎกำลังสอง
4. ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับแรง
5. อายุและเพศ
6. อุณหภูมิ
7. ลักษณะรูปร่างของร่างกาย
8. พลัง
9. ความอ่อนตัว
10. ปัจจัยที่มีความสำคัญต่อความเร็วภายใต้สภาวะต่างๆ
11. การเคลื่อนไหวของแต่ละส่วนของร่างกาย

สำหรับนักกีฬาประเภททีมนั้นควรพิจารณาองค์ประกอบต่อไปนี้ควบคู่ไปด้วย คือ

1. ปฏิกิริยาในการตอบสนอง และความสามารถในการเริ่มต้นออกวิ่ง
2. การเร่งอัตราความเร็วจนกระทั่งถึงความเร็วสูงสุด
3. ความยาวของช่วงก้าวในการวิ่ง
4. ความถี่หรืออัตราความเร็วในการก้าวเท้า
5. การทำงานของร่างกายแบบไม่ใช้ออกซิเจน

5.6 เวลาปฏิกิริยา

เวลาปฏิกิริยา หมายถึง ช่วงเวลาตั้งแต่มีการกระตุ้นจนกระทั่งเริ่มมีการเคลื่อนไหว ความไวปฏิกิริยานี้ต้องอาศัยการเดินทางที่นำพลังประสาท Receptor ขึ้นไปสู่สมองที่อยู่ใต้อำนาจจิตใจ โดยแบ่งเป็นช่วงดังนี้ คือ Receptor Time คือช่วงรับรู้สิ่งเร้าหรือส่งที่มากระตุ้น Decision Period

คือ ช่วงตัดสินใจคิดว่าจะตอบสนองอย่างไร Motor Movement Time คือ ช่วงที่มีการเคลื่อนไหว ซึ่งสอดคล้องกับ ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกัลยา ปาละวิวัธน์ (2536) กล่าวว่า เวลาปฏิกิริยาเป็นการทำงานที่อยู่ภายในจิตใจ ซึ่งจะใช้เวลามากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับช่วงเวลาตัดสินใจว่า จะสามารถตัดสินใจเลือกพฤติกรรมที่จะตอบสนองได้เร็วเพียงใด สำหรับการเคลื่อนไหวของกระแสประสาททั้งรับและส่งความรู้สึกจะไม่ค่อยแตกต่างกันนัก คือ จะใช้เวลาประมาณ 90 – 120 เมตรต่อวินาที ดังนั้น ในการที่จะลดเวลาปฏิกิริยาจึงเป็นการลดเวลาของการตัดสินใจเป็นส่วนใหญ่ โดยการฝึกฝนบ่อยๆ จนกลายเป็น รีเฟล็กซ์ (Reflex) เวลาตั้งแต่มีสิ่งเร้ามากระตุ้นปฏิกิริยาปลายประสาทรับรู้ จนกระทั่งกล้ามเนื้อเริ่มทำงานนี้เรียกว่า เวลาปฏิกิริยา การลดเวลาปฏิกิริยาให้สั้นลงจะทำให้การเคลื่อนไหวรวดเร็วขึ้น เวลาปฏิกิริยาสามารถแบ่งได้ 3 ระยะคือ

1. เวลารับความรู้สึก (Sense Time, Receive of Time) คือเวลาตั้งแต่ปลายประสาทรับความรู้สึก

2. เวลาตัดสินใจ (Decision, Thought Time) เป็นเวลาที่ประสาทส่วนกลางตัดสินใจเลือกวิธีการที่จะตอบสนอง

3. เวลาประสาทสั่งการเคลื่อนไหว (Initial of Movement Time) คือ เวลาตั้งแต่ประสาทส่วนกลางสั่งงานจนกระแสประสาทมาถึงกล้ามเนื้อ และกล้ามเนื้อเริ่มหดตัวทำงาน

ระบบกล้ามเนื้อและประสาทเป็นระบบที่สำคัญที่สุดในการออกกำลังกาย การทำงานของทั้งสองส่วนเกี่ยวข้องกันอยู่มาก เพราะการทำงานของกล้ามเนื้อจะถูกควบคุมโดยระบบประสาท ร่างกายของคนจะเคลื่อนไหวได้ต้องอาศัยการทำงานร่วมมือกันระหว่างกล้ามเนื้อ ข้อต่อ ปละประสาท ประสาทจะเป็นผู้สั่งงาน สั่งความรู้สึก ความคิดจากประสบการณ์ที่ได้รับ ส่วนกล้ามเนื้อจะเป็นตัวเคลื่อนไหว โดยมีข้อต่อเป็นจุดหมุนเพื่อกำกับทิศทาง ดีไวล์ (De Vries, 1980 ได้กล่าวถึงเวลาปฏิกิริยาในแง่ของพลศึกษาและการกีฬา หมายถึง ช่วงเวลาระหว่างการกระตุ้นและปฏิกิริยาครั้งแรกที่มีต่อการกระตุ้น ซึ่งปฏิกิริยานี้อยู่ภายใต้การควบคุมของจิตใจ ความเร็วของเวลาปฏิกิริยาเป็นส่วนประกอบสำคัญที่จะนำไปสู่ความมีชัยชนะในการแข่งขันกีฬา ซึ่งเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง ประกอบด้วยหลายส่วนได้แก่

1. Sense Organ Time คือ เวลาที่จำเป็นสำรับอวัยวะรับความรู้สึกต่อการกระตุ้น

2. Nerve Conduction Time คือ เวลาที่จำเป็นสำหรับการนำกระแสประสาทเข้าและออกจากเส้นประสาทไขสันหลัง

3. Brain Time คือ เวลาที่จำเป็นสำหรับรับ – ส่ง และแปลความหมาย

4. Muscles Development Time คือเวลาที่จำเป็นสำหรับกล้ามเนื้อในการก่อให้เกิดแรงและการเคลื่อนไหว

องค์ประกอบทั้งหมดนี้ Brain Time เป็นช่วงเวลาที่ยาวที่สุดและมีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุดขึ้นอยู่กับสถานการณ์ การกีฬาแห่งประเทศไทย (2535) สอดคล้องกับ ชาเวอ (Shaver, 1982) กล่าวว่า เวลาปฏิกิริยา คือช่วงเวลาระหว่างการรับรู้ของสิ่งที่มากระตุ้นจนถึงเริ่มต้นเคลื่อนไหว วิธีวัดเวลาปฏิกิริยาจะเริ่มต้นตั้งแต่มีการแสดงสิ่งกระตุ้นซึ่งอาจจะเป็นการรับรู้ด้วยการมองเห็น การได้ยินเสียง หรือการสัมผัส ซึ่งจะทำให้นาฬิกาไฟฟ้าเริ่มทำงาน จนกระทั่งผู้ถูกกระตุ้นเริ่มเคลื่อนไหว นาฬิกาก็จะหยุด เวลาที่ถูกบันทึกนี้จะเป็นเวลาปฏิกิริยา จากการศึกษาของ อภิสิทธิ์ ชัยมัง (2545) โดยทำการศึกษาเวลาในการเริ่มออกวิ่งและความเร็วของนักวิ่งระยะสั้น พบว่าเวลาในการเริ่มออกวิ่งของเท้าขวา (เท้าหลัง) และขาซ้าย (เท้าหลัง) ของกลุ่มนักวิ่ง 100 เมตร มีค่าน้อยกว่ากลุ่มนักวิ่ง 2000 เมตร และกลุ่มนักวิ่ง 400 เมตร จะใช้เวลน้อยที่สุดทั้งนักกีฬาชายและหญิง

เจริญ กระบวนรัตน์ (2538) ได้กล่าวถึงปัจจัยที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของเวลาปฏิกิริยาไว้ดังนี้

1. อายุและเพศ เวลาปฏิกิริยานั้น ในวัยเด็กจะช้ากว่าวัยหนุ่มสาว และเมื่ออายุเพิ่มมากขึ้นเวลาปฏิกิริยาจะค่อยๆ ลดลง

2. ความพร้อมที่จะตอบสนองนักกีฬาที่มีสมรรถภาพทางกายขีดสูงสุดมิได้หมายความว่าจะมีสมรรถภาพทางจิตสมบูรณ์พร้อมไปด้วย จะเห็นได้จากนักกีฬาบางคนเกิดความวิตกกังวลและขาดความเชื่อมั่นในตัวเองเมื่อต้องลงทำการแข่งขัน ความเปลี่ยนแปลงสภาพจิตใจสามารถส่งผลกระทบไปถึงความสามารถในการปฏิบัติงาของร่างกาย ทำให้ประสิทธิภาพในการเคลื่อนไหวลดลง

3. อิทธิพลของสัญญาณเตือน ผู้ที่คาดการณ์ล่วงหน้าไว้ก่อนที่จะมีการกระตุ้นโดยทั่วไปจะเกิดความตึงตัวของกล้ามเนื้อตลอดทั้งร่างกาย ซึ่งถ้าความตึงตัวในกล้ามเนื้อก่อนตอบสนองมีสูงจะทำให้เวลาปฏิกิริยาเร็วขึ้นด้วย

4. อิทธิพลของแรงในการกระตุ้น การเพิ่มความแรงในการกระตุ้นทั้งการเห็น การได้ยิน อุณหภูมิ ความเจ็บปวดจะทำให้เวลาปฏิกิริยาลดลง แต่ถ้าเพิ่มแรงในการกระตุ้นมากเกินไปนอกจากจะทำให้เวลาปฏิกิริยาไม่ลดลงแล้ว ยังอาจทำให้เวลาปฏิกิริยายาวนานออกไปได้

5. อิทธิพลจองจำนวนรีเซปเตอร์ที่ถูกกระตุ้น เมื่อจำนวนรีเซปเตอร์ที่ถูกกระตุ้นเพิ่มขึ้น จะช่วยให้ระยะแฝงสั้นลง และเวลาปฏิกิริยาก็สั้นลงด้วย เวลาปฏิกิริยาจะยาวขึ้นเมื่อตัวกระตุ้นมีความซับซ้อนมากเกินไป และเวลาปฏิกิริยาจะสั้นลงเมื่อตัวกระตุ้นมีลักษณะที่ง่าย

6. อาหาร ผู้ที่รับประทานอาหารมาก่อนการทดสอบเวลาปฏิกิริยา จะมีปฏิกิริยาเร็วกว่าผู้ที่ไม่ได้รับประทานอาหารมาก่อนการทดสอบ การรับประทานกาแฟและสารเบนซีดรีน มีผลทำให้มีการตื่นตัวและทำให้เวลาปฏิกิริยายาวนานออกไป แอลกอฮอล์มีผลทำให้เวลาปฏิกิริยาลดลงทุกกรณี และทำให้เวลาปฏิกิริยาย้ายออกไปเมื่อตัวกระตุ้นที่ใช้เป็นการมองเห็น

7. ความเมื่อยล้า เมื่อร่างกายต้องทำงานติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน จะทำให้เกิดความเมื่อยล้าและความความเครียด เนื่องจากร่างกายมีการสะสมของกรดแลคติคและของเสียอื่นๆ ทำให้ความสามารถในการตอบสนองของกล้ามเนื้อลดลง ซึ่งความเมื่อยล้าที่เกิดขึ้นในกล้ามเนื้อจะต้องมีมากพอสมควรจึงจะทำให้เวลาปฏิกิริยายาวนานออกไป

8. ผลของการฝึกด้วยน้ำหนัก จากการศึกษาผลของโปรแกรมการออกกำลังกาย ที่มีต่อเวลาปฏิกิริยา พบว่า การฝึกแบบไอโซโทนิคที่ใช้ความต้านทานมาก จะทำให้เวลาปฏิกิริยาลดลง 13% แต่ถ้าออกกำลังที่มีความต้านทานน้อยจะไม่ทำให้เวลาปฏิกิริยายาวนานออกไป

9. ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาปฏิกิริยากับการเคลื่อนไหว ความสามารถในการตอบสนองอย่างรวดเร็วกับความสามารถในการเคลื่อนไหวนั้นไม่มีความเกี่ยวข้องกัน

ในเรื่องของเวลาปฏิกริยานั้นสามารถสรุปได้ว่า หมายถึง เวลาตั้งแต่มีการกระตุ้นจนกระทั่งเริ่มมีการเคลื่อนไหว ความไวปฏิกิริยานี้ต้องอาศัยการเดินทางที่นำพลังประสาท Receptor ขึ้นไปสู่สมองที่อยู่ใต้อำนาจจิตใจ ตั้งแต่มีสิ่งเร้ามากระตุ้นปฏิกิริยาปลายประสาทรับรู้จนกระทั่งกล้ามเนื้อเริ่มทำงานนี้เรียกว่า เวลาปฏิกิริยา การลดเวลาปฏิกิริยาให้สั้นลงจะทำให้การเคลื่อนไหวรวดเร็วขึ้น เวลาปฏิกิริยาสามารถแบ่งได้ 3 ระยะคือ

1. เวลารับความรู้สึก เกิดขึ้นตั้งแต่เวลาตั้งแต่ปลายประสาทรับความรู้สึก

2. เวลาตัดสินใจ เป็นช่วงเวลาที่ประสาทส่วนกลางตัดสินใจเลือกวิธีการที่จะตอบสนอง

3. เวลาประสาทสั่งการเคลื่อนไหว หมายถึง ช่วงเวลาตั้งแต่ประสาทส่วนกลางสั่งงานจนกระแสประสาทมาถึงกล้ามเนื้อ และกล้ามเนื้อเริ่มหดตัวทำงาน

5.7 เวลาการเคลื่อนไหวและเวลาการตอบสนอง

เวลาการเคลื่อนไหว คือ ช่วงเวลาทั้งหมดในการกระทำการตอบสนอง ได้แก่ ช่วงเวลาในการทำงานของกล้ามเนื้อหลังจากได้รับคำสั่งจากกระแสประสาทจนกระทั่ง กล้ามเนื้อสิ้นสุดการทำงาน ผลรวมของเวลาปฏิกิริยาในการเคลื่อนไหวจึงเป็นเวลาการตอบสนอง ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกัลยา ปาละวิวัธน์ (2536) สอดคล้องกับ ชาวเวอร์ (Shaver, 1982) กล่าวว่า เวลาเคลื่อนไหว

คือช่วงเวลาระหว่างการเริ่มการเคลื่อนไหวจนถึงสิ้นสุดการเคลื่อนไหว ซึ่งได้ให้ความหมายว่า เวลาทั้งหมดในการกระทำการตอบสนองได้แก่ ช่วงเวลาในการทำงานของกล้ามเนื้อหลังจากได้รับคำสั่งจากกระแสประสาทจนกระทั่งกล้ามเนื้อทำงานจนเสร็จเรียบร้อย เวลาปฏิกิริยาจะเริ่มจากการที่เส้นใยประสาทที่นำความรู้สึกจากตัวรับความรู้สึกและจะส่งผ่านมายังสมองสั่งการและผ่านเซลล์ประสาทสั่งการมาถึงอวัยวะที่แสดงผลได้แก่กล้ามเนื้อต่างๆ ของร่างกาย ดังนั้นจะเห็นได้ว่า เวลาการเคลื่อนไหวโดยสรุป คือช่วงเวลาของการเริ่มเคลื่อนไหวที่จนถึงเวลาสิ้นสุดการเคลื่อนที่มีกระบวนการทำงานการสั่งการของระบบประสาทสั่งการเพื่อให้เกิดการเคลื่อนที่ ซึ่งในทุกกีฬามีความจำเป็นที่จะต้องมีการพัฒนาของการทำงานระบบการสั่งการของประสาทรับการเคลื่อนไหว ซึ่งจะทำให้เวลาของการเคลื่อนไหวให้มีประสิทธิภาพ

เวลาตอบสนอง (Response Time) เป็นเวลาที่รวมปฏิกิริยาการตอบสนองกับเวลาการเคลื่อนไหวเข้าด้วยกัน จึงเป็นเวลาตั้งแต่เริ่มการกระตุ้นจนถึงการตอบสนองเสร็จสิ้นเวลาที่รวมเวลาปฏิกิริยาตอบสนองและการเคลื่อนไหว เป็นช่วงเวลารวมทั้งหมดตั้งแต่เริ่มมีการกระตุ้นปรากฏขึ้นจนกระทั่งร่างกายมีการเคลื่อนไหวเสร็จสิ้นสมบูรณ์ ดังที่ อนันต์ อัตชู (2523) กล่าวว่า พฤติกรรมของการเคลื่อนไหวนั้นขึ้นอยู่กับความสามารถของระบบประสาทกล้ามเนื้อ เป็นความสามารถในการสั่งการของระบบประสาท และหากนักกีฬาได้รับการฝึกฝนและฝึกหัดบ่อยๆ ก็จะทำให้การตอบสนองของกระบวนประสาท และกล้ามเนื้อมีประสิทธิภาพ

ในเรื่องของเวลาการเคลื่อนไหวและเวลาการตอบสนองนั้น สามารถสรุปได้ว่า หมายถึงเวลาที่รวมปฏิกิริยาการตอบสนองกับเวลาการเคลื่อนไหวเข้าด้วยกัน หรือกล่าวได้ว่าเป็นเวลาตั้งแต่เริ่มการกระตุ้นจนถึงการตอบสนองเสร็จสิ้นเวลาที่รวมเวลาปฏิกิริยาตอบสนองและการเคลื่อนไหว เป็นช่วงเวลารวมทั้งหมดตั้งแต่เริ่มมีการกระตุ้นจนกระทั่งร่างกายมีการเคลื่อนไหวตอบสนองเสร็จสิ้นสมบูรณ์

5.8 ระบบประสาทควบคุมการเคลื่อนไหว

ระบบการควบคุมการเคลื่อนไหวเป็นระบบที่สำคัญของระบบประสาทในการที่จะทำให้เกิดการทรงตัวและการเคลื่อนไหวควบคู่กันไป ระบบนี้สามารถแบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ

1. ควบคุมโดยส่วนกลาง ซึ่งประกอบด้วยระบบพีระมิด (Peramidal System) และระบบเอกซ์ตร้าพีระมิด (Extra Pyramidal System)

2. ควบคุมโดยรีเฟลกซ์ (Reflex) ซึ่งมีส่วนที่รับความรู้สึกจากผิวหนัง กล้ามเนื้อ เส้นเอ็น ข้อต่อ ฯลฯ ส่งสัญญาฯประสาทเข้าศูนย์กลางในไขสันหลังและก้านสมอง ทำให้เกิดรีเฟลกซ์ นอกจากแบ่งข้างต้นแล้ว อาจแบ่งเป็น 5 กลุ่มใหญ่ คือ

1. ระบบควบคุมการเคลื่อนไหวในไขสันหลัง
2. ระบบควบคุมการเคบื่อนไหวในก้านสมอง
3. ระบบควบคุมการเคลื่อนไหวโดยมอเตอร์คอร์เท็กซ์
4. ระบบควบคุมโดยบาซัลแกงเกลีย
5. ระบบควบคุมซีรีเบลลัม

การควบคุมการเคลื่อนไหวโดยแต่ละส่วนของระบบประสาทส่วนกลาง จำเป็นต้องได้รับข้อมูลจากระบบรับความรู้สึกที่ส่วนต่างๆ ของร่างกายที่เคลื่อนไหว เพื่อทำให้เกิดการควบคุมให้ทำงานอย่างถูกต้องแม่นยำ สมองจะนำข้อมูลนั้นไปควบคุมการเคลื่อนไหวอย่างต่อเนื่องตลอดการเคลื่อนไหวซึ่งสอดคล้องกับวิชัย วนดุรงค์วรรณ (2538) ได้อธิบายเรื่องของระบบประสาทไว้ว่า ในการเคลื่อนไหวของร่างกายระบบประสาทที่สำคัญในการทำหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนไหวของร่างกายและทำให้เกิดการทรงตัวที่ดีควบคู่กัน

ในเรื่องของระบบประสาทควบคุมการเคลื่อนไหวนั้น สามารถสรุปได้ว่า ระบบประสาทที่ควบคุมการเคลื่อนไหวหรือทรงตัวนั้นควบคุมโดยส่วนกลาง ซึ่งประกอบด้วยระบบพีระมิด (Peramidal System) และระบบเอกซ์ตร้าพีระมิด (Extra Pyramidal System) และควบคุมโดยรีเฟลกซ์ (Reflex) ซึ่งมีส่วนที่รับความรู้สึกจากผิวหนัง กล้ามเนื้อ เส้นเอ็น ข้อต่อ ฯลฯ ส่งสัญญาณประสาทเข้าศูนย์กลางในไขสันหลังและก้านสมอง ทำให้เกิดรีเฟลกซ์

5.9 ความสัมพันธ์ระหว่างระบบประสาทและระบบพลังงานกล้ามเนื้อ

ในการเคลื่อนไหวของร่างกาย กล้ามเนื้อเป็นส่วนที่สำคัญในการเคลื่อนไหว อยู่บนการควบคุมของระบบประสาท การเคลื่อนไหวของร่างกายจึงเกิดจากการที่กล้ามเนื้อได้รับการกระตุ้นโดยการได้รับคำสั่งจากสมองซึ่งเป็นส่วนที่ควบคุมการทำงานในส่วนต่างๆ ของร่างกาย ทำให้กล้ามเนื้อทำงานกันตามหน้าที่ ระบบประสาทและระบบกล้ามเนื้อจึงทำงานประสานกันอย่างต่อเนื่อง การเคลื่อนไหวของร่างกายนั้นเกิดจากการหดตัวของกล้ามเนื้อที่ได้รับการกระตุ้น ดังที่ ยัง

(Yong, 2001) กล่าวว่า ความเร็วสามารถพัฒนาได้โดยการเพิ่มแรงในการยืดเหยียดตัวของกล้ามเนื้อและการเพิ่มปริมาณพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนเป็นหลัก นอกจากระบบกล้ามเนื้อและระบบประสาทซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญ ทำให้ร่างกายเกิดการเคลื่อนไหวแล้ว ยังมีหลักทางสรีรวิทยาที่เป็นองค์ประกอบที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งคือ เรื่องของระบบพลังงาน

เจริญทัศน์ จินตเสรี (2527) ได้รายงานว่า ในการทำงานของกล้ามเนื้อจะเกิดพลังงาน 3 รูปแบบ คือ

1. เอทีพี – ซีพี (ATP – CP System)

ATP Enzyme ADP + P + พลังงานในการหดตัวของกล้ามเนื้อ

CP Enzyme C + P + พลังงานในการสร้าง ATP ขึ้นมาจาก ADP

เอทีพี (ATP) เป็นสารที่จำเป็นสำหรับการหดตัวและคลายตัวของกล้ามเนื้อโดยตรง เนื่องจากเอทีพีและซีพี ซึ่งรวมเรียกว่า ฟอสฟาเจน ให้พลังงานสูง แต่มีอยู่ในกล้ามเนื้อในปริมาณที่จำกัด การเกิดพลังงานตามระบบนี้จึงเป็นไปได้ในช่วงเวลาสั้น กล่าวคือ ในการออกกำลังกายเต็มที่เพียง 5 – 10 วินาที ระบบพลังงานแบบนี้ใช้การออกกำลังกายเต็มที่ในระยะเวลาที่สั้นๆ เช่น การวิ่งเร็วไม่เกิน 100 เมตร

2. ระบบกรดแลคติค – เอทีพี (Lactic Acid – ATP System) ในการออกกำลังกายเต็มที่นานกว่า 10 วินาที เอทีพีและซีพีถูกสลายหมดไปจึงต้องมีระบบพลังงานอีกแบบหนึ่ง ซึ่งจะทำให้เกิดการสังเคราะห์เอทีพีขึ้นใหม่ได้ ระบบนี้อาศัยการสลายของน้ำตาลในกล้ามเนื้อ Glycogen ซึ่งจะได้พลังงานในการสังเคราะห์ซีพีและเอทีพีขึ้นใหม่ แต่ผลจากการสลายในครั้งนี้สิ่งที่เหลือคือกรดแลคติค ซึ่งจะสะสมนานกว่า 10 วินาทีแต่ไม่เกิน 2 นาที

3. ระบบออกซิเจน (Oxygen System) ระบบนี้จะเกิดขึ้นช้าๆ และสามารถดำเนินต่อไปได้เป็นเวลานาน พลังงานที่ได้ในการสังเคราะห์เอทีพีและซีพีขึ้นใหม่ เกิดจากการเผาผลาญไกลโคเจน Glycogen ไปจนกระทั่งเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ระบบนี้จึงไม่เกิดกรดแลคติคและ เจริญ กระบวนรัตน์ (2538) รายงานไว้ว่า การออกกำลังกายที่ต้องใช้เวลามากกว่า 2 นาทีขึ้นไป พลังงานหลักที่ถูกนำมาใช้ในการเคลื่อนไหวที่สำคัญคือ ระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจนและการออกกำลังกายที่ต่อเนื่องสม่ำเสมอและไม่หนักเกินไป ระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจนจะถูกนำมาใช้เป็นพลังงานหลักโดยไม่เกิดกรดแลคติคขึ้นในระหว่างออกกำลังกาย

ในเรื่องของความสัมพันธ์ระหว่างระบบประสาทและระบบพลังงานกล้ามเนื้อนั้น สามารถสรุปได้ว่า การเคลื่อนไหวของร่างกายกล้ามเนื้อเป็นส่วนที่สำคัญในการเคลื่อนไหว อยู่บนการควบคุมของระบบประสาท การเคลื่อนไหวของร่างกายเกิดจากการที่กล้ามเนื้อได้รับการกระตุ้นโดยการได้รับคำสั่งจากสมองซึ่งเป็นส่วนที่ควบคุมการทำงานในส่วนต่างๆ ของร่างกาย ทำให้กล้ามเนื้อทำงานกันตามหน้าที่ ระบบประสาทและระบบกล้ามเนื้อจึงทำงานประสานกันอย่างต่อเนื่อง โดยการทำงานของกล้ามเนื้อจะเกิดพลังงาน 3 รูปแบบ คือ

1. เอทีพี – ซีพี (ATP – CP System) เอทีพี (ATP)
2. ระบบกรดแลคติค – เอทีพี (Lactic Acid – ATP System)
3. ระบบออกซิเจน (Oxygen System)

5.10 การฝึกความเร็วกับสมรรถภาพการทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน

เจริญ กระบวนรัตน์ (2538) กล่าวว่าการจัดโปรแกรมฝึกความเร็วเพื่อพัฒนาปรับปรุงสมรรถภาพแบบไม่ใช้ออกซิเจนให้กับนักกีฬาสามารถกระทำได้ดังนี้ คือ การฝึกวิ่งเร็วตั้งแต่ 30 – 200 เมตร เป็นการฝึกระบบการทำงานของกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจนที่ให้ผลดีถึงร้อยละ 99 และการฝึกด้วยความเร็วสูงสุดสลับกับช่วงเวลาพัก การวิ่งเร็วในช่วง 30 วินาที สลับช่วงพัก 2 – 4 นาที วิ่ง 2 – 6 เที่ยว เป็นการฝึกทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนให้กล้ามเนื้อซึ่งได้ผลดีมาก ในนักกีฬาที่ต้องการเปลี่ยนจังหวะ และทิศทางการเคลื่อนไหวที่รวดเร็วบ่อยๆ และการฝึกระบบการทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนควรมีเวลาพักนาน สมรรถภาพของร่างกายที่ทำงานโดยไม่ใช้ออกซิเจนขึ้นอยู่กับสมรรถภาพของกล้ามเนื้อเอง โดยเฉพาะขบวนการเมตาบอลิซึมในกล้ามเนื้อ ซึ่งแยกกล่าวได้ 2 ลักษณะ คือ

1. สมรรถภาพการทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Capacity) เป็นความสามารถของกล้ามเนื้อที่ทนทำงานต่อไปได้ในสภาวะที่กล้ามเนื้อไม่ได้รับออกซิเจนอย่างเพียงพอ มีปริมาณกรดแลคติคมาก ความอดทนชนิดนี้มีความสำคัญมากในการทำงานระยะสั้นๆ และระยะกลางก็จะมีปริมาณกรดแลคติคมาก ความอดทนชนิดนี้อาจเรียกได้อีกอย่างหนึ่งว่า ความอดทนในการทำงานอย่างรวดเร็ว (Speed Endurance) ฟอล (Fall, 1968) สอดคล้องกับ เจริญ กระบวนรัตน์ (2538) รายงานว่าระบบพลังงานที่ไม่ใช้ออกซิเจนแบบเกิดการสะสมกรดแลคติคนี้ อัตราการสะสมกรดแลคติคจะยิ่งสูงขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อความหนักหรือความเร็วในการฝึกเพิ่มมากขึ้น อาการเหน็ดเหนื่อยเมื่อยล้าจะยิ่งปรากฏเร็วขึ้น เช่น การเร่งความเร็วเต็มที่ (Sprint) ที่ยาวนานในการวิ่ง 200,

400 เมตร เป็นต้น นีล (Neal, 1978) พบว่าในการทำงานที่ต้องใช้เวลาสั้นแต่ต้องใช้ความพยายามสูง ความอดทนสูงสุดจะทำได้เพียงระยะเวลา 30 วินาที และความเร็วจะค่อยๆ ลดลงจนเข้าสู่สภาวะหมดแรง ดินทิแมน (Dintiman, 1974) ได้ให้ความหมายของความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจนไว้ว่า คือสิ่งที่ทำให้นักวิ่งระยะสั้นค่อยๆ ลดความเร็วลงอย่างช้าๆ โดยยืดเวลาของความเร็วสูงสุดไปให้นานที่สุด นักวิ่งระยะสั้นที่ได้รับการฝึกที่ดีจะคงความเร็วสูงสุดไว้ได้นานและสามารถทนต่อการลดความเร็วได้ทีละน้อย (ต่ำกว่า 5%)

2. พลังงานสูงสุดแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Power) เป็นพลังงานที่ทำได้หรือความสามารถในการเคลื่อนที่อย่างรวดเร็วจากจุดหนึ่งไปสู่ที่ต่างๆ นั้นคือการได้พลังงานสูงสุดในเวลาสั้นที่สุด อาจจะกล่าวได้ว่ามีการแตกตัวของฟอสฟาเจนที่สูงมากในกล้ามเนื้อ ซึ่งในการทำงานแบบนี้ได้แก่ วิ่ง 100 เมตร แหล่งพลังงานแบบนี้ได้จากแอนแอโรบิกอะแลคตาซิค นักกีฬาที่มีความสามารถแบบนี้จะมีกล้ามเนื้อที่ใหญ่เพราะมีฟอสฟาเจน และจะเป็นผลดีในการมีพลังงานสูงสุดและอดทนต่อการทำงานแบบแรงเต็มที่ได้เป็นเวลานาน

ในเรื่องการฝึกความเร็วกับสมรรถภาพการทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนนั้น สามารถสรุปได้ว่า มีความสำคัญยิ่งกับนักกีฬาที่ต้องการเปลี่ยนจังหวะ และทิศทางการเคลื่อนไหวที่รวดเร็วบ่อยๆ นักกีฬาหรือผู้ฝึกสอนสามารถจัดโปรแกรมฝึกความเร็วเพื่อพัฒนาปรับปรุงสมรรถภาพแบบไม่ใช้ออกซิเจนให้กับนักกีฬาโดย การฝึกวิ่งเร็วตั้งแต่ 30 – 200 เมตร โดยการฝึกด้วยความเร็วสูงสุดสลับกับช่วงเวลาพัก การวิ่งเร็วในช่วง 30 วินาที สลับช่วงพัก 2 – 4 นาที วิ่ง 2 – 6 เที่ยว การฝึกระบบการทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนควรใช้เวลาพักที่นาน

6. ความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรง ความเร็ว และความอดทน

การพัฒนาความแข็งแรง ความเร็ว และความอดทน จะมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน กล่าวคือ การพัฒนาความแข็งแรงต้องอาศัยความอดทนเป็นพื้นฐาน การพัฒนาความเร็วต้องอาศัยความแข็งแรงและความอดทนเป็นพื้นฐาน ขณะที่การพัฒนาความอดทนก็ต้องอาศัยความแข็งแรงเช่นเดียวกัน ดังนั้นจึงมีความยากยิ่งที่ในการที่จะพัฒนาสมรรถภาพทางกกลไกให้เพิ่มสูงขึ้นถ้านักกีฬาพิจารณาการฝึกซ้อมโดยขึ้นอยู่กับความเฉพาะเจาะจงของกีฬาและความต้องการของนักกีฬาเพียงอย่างเดียว นอกจากนี้ ความจริงกีฬาส่วนใหญ่จะไม่ได้มีความต้องการสมรรถภาพใดสมรรถภาพหนึ่งเพียงชนิดเดียว เมื่อมีสมรรถภาพทางกลไกหนึ่งมีความสำคัญอย่าง

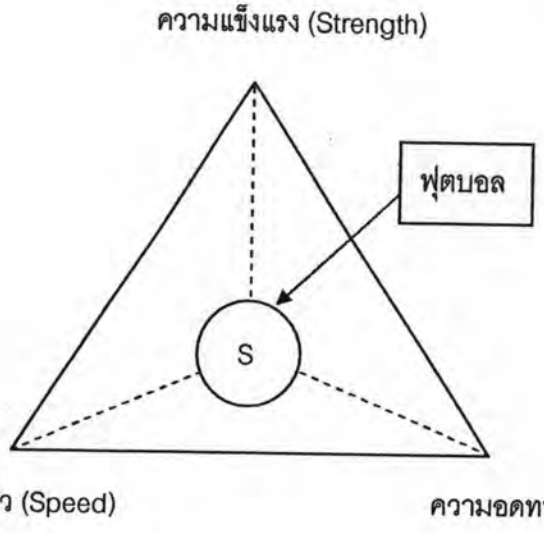
สูงสมรรถภาพอีกสองอย่างจะไม่มีส่วนแบ่งหรือมีส่วนร่วม ซึ่งความต้องการสมรรถภาพทางกลไกที่ชัดเจนอาจจะมีเพียงกีฬาไม่กี่ชนิดที่เป็นไปตามนั้น เพราะในกีฬาส่วนใหญ่จะต้องการผสมผสานกันระหว่างสมรรถภาพทางกลไกทั้งสาม ซึ่งจะนำไปสู่สมรรถภาพที่เฉพาะเจาะจง โดยที่ในแต่ละสมรรถภาพจะมีความสำคัญใกล้เคียงกัน (สนธยา สีละมาด, 2547)

รูปภาพที่ 7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพกลไกที่สำคัญของประเภทกีฬาที่ต้องการความแข็งแรงเป็นหลัก (1) ประเภทกีฬาที่ต้องการความเร็วเป็นหลัก (2) และประเภทกีฬาที่ต้องการความอดทนเป็นหลัก (แหล่งที่มา: สนธยา สีละมาด, 2547)

ความสามารถในการเคลื่อนไหว (Biomotor Abilities) เป็นความสามารถที่แสดงออกถึงความแข็งแรง ความเร็ว และความอดทน ในการเล่นกีฬา ซึ่งกีฬาแต่ละชนิดจะมีลักษณะการเคลื่อนไหวที่แตกต่างกันออกไป เช่นบางชนิดต้องการความแข็งแรง บางชนิดต้องการความเร็ว บางชนิดต้องการความอดทน การฝึกจึงควรเน้นไปในทางด้านที่นักกีฬาต้องการใช้แต่ กีฬาเกือบทุกชนิดมักจะใช้ความสามารถในการเคลื่อนไหวหลายๆ ด้านในเวลาเดียวกันจึงเกิดการผสมผสานความสามารถในการเคลื่อนไหวหลายๆ ด้านเข้าด้วยกัน (Bompa, 1993)

จะเห็นได้ว่าความแข็งแรง ความเร็ว และความอดทน มีความสัมพันธ์กันมากระยะแรกของการฝึกความสามารถทั้งหมดจะถูกพัฒนาเพื่อเป็นการสร้างพื้นฐานสำหรับการฝึกให้ชำนาญ ระยะต่อมาจะเป็นการฝึกในนักกีฬาขั้นสูง เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพของการฝึกที่ชำนาญเป็นพิเศษ จึงมีการกำหนดขนาดของความแข็งแรง ความเร็ว และความอดทนให้เหมาะสมกับชนิดกีฬาและความต้องการของนักกีฬา

สำหรับกีฬาฟุตบอลนั้นบอมพา (Bompa, 1999) ได้กล่าวว่า ความสามารถในการเคลื่อนไหว (Biomotor Abilities) ที่ต้องการของนักกีฬาฟุตบอลนั้นโดยเฉพาะในตำแหน่งกองกลางนั้นสิ่งที่ต้องการคือ ความเร็วและความอดทน ซึ่งอธิบายได้ดังภาพคือ



รูปภาพที่ 8 แสดงตำแหน่งความสำคัญระหว่างความสามารถในการเคลื่อนไหวสำหรับกีฬาฟุตบอล (แหล่งที่มา: Bompa, 1999)

ซึ่งการผสมผสานของความแข็งแรง ความเร็ว และความอดทนในกีฬาฟุตบอลนั้นพบว่า มีความต้องการการพัฒนาความแข็งแรงของกีฬาฟุตบอลนั้นเพื่อที่จะใช้พัฒนาความสามารถของผู้เล่นในตำแหน่งกองหลัง ในการใช้เพื่อพลังในการเปลี่ยนทิศทาง (Reactive Power) พลังในการเร่งความเร็ว (Acceleration Power) และพลังในการลดความเร็ว (Deceleration Power) สำหรับในตำแหน่งกองกลางนั้นเพื่อพลังในการเร่งความเร็ว (Acceleration Power) พลังในการลดความเร็ว (Deceleration Power) และเพื่อใช้ความอดทนของกล้ามเนื้อในระดับปานกลาง สำหรับตำแหน่งกองหน้าในการใช้เพื่อพลังในการเร่งความเร็ว (Acceleration Power) พลังในการลดความเร็ว (Deceleration Power) และพลังในการเปลี่ยนทิศทาง (Reactive Power)

จากความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรง ความเร็ว และความอดทนนั้น สามารถสรุปได้ว่าในการแข่งขันกีฬาฟุตบอลนักกีฬาจะต้องมีการใช้ความสามารถในหลายปัจจัย ประกอบด้วยปัจจัยหลัก คือ ความความอดทนแบบแอโรบิก ความแข็งแรง ตลอดจนปัจจัยด้านอื่นๆ ซึ่งในกีฬา

ฟุตบอลนักกีฬาต้องใช้ความสามารถในการเคลื่อนไหวหลายๆ ด้านในเวลาเดียวกันจึงมีความต้องการผสมผสานความสามารถในการเคลื่อนไหวหลายๆ ด้านเข้าด้วยกัน ซึ่งทั้ง 3 ปัจจัยมีความสัมพันธ์กันในการฝึก โดยที่ระยะแรกของการพัฒนาทั้ง 3 ปัจจัยจะพัฒนาเป็นพื้นฐานในการฝึกนักกีฬาขั้นสูงในระยะเวลาต่อมาเพื่อนำไปสู่สมรรถภาพทางกายในด้านอื่นต่อไป

7. พลังอดทนของกล้ามเนื้อ

7.1 ความหมายของพลังอดทนของกล้ามเนื้อ

พลังความอดทน (Power Endurance) เป็นความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะใช้พลังสูงสุดในการกระทำซ้ำกันหลายครั้ง โดยที่ความถี่และความเร็วของร่างกายไม่ลดลงหรือกระทำได้นานขึ้น (Bompa, 1993) กล้ามเนื้อจะหดตัวด้วยความเร็ว โดยใช้ระยะทางหรือเวลาที่ยาวนานจนกว่าจะถึงแอนแอโรบิก เธรสโฮลด์ (Anaerobic Threshold) หรือพลังความอดทนเป็นความสามารถในการใช้ความแข็งแรงและความเร็วในการทำงานที่ยาวนาน (พลังความอดทน = ความแข็งแรง x ความเร็ว x ความไกลหรือความนาน) (O' Shea, 2000) เป็นการทำงานแบบแอนแอโรบิกหรือระบบที่ไม่ใช้ออกซิเจน เช่น วิ่ง 200 – 400 เมตร ว่ายน้ำ 100 เมตร ซึ่งจะใช้พลังงานในรูป เอทีพี – ซีพี และกรดแลคติค (McArdle et al, 1996) เป็นความสามารถของกล้ามเนื้อที่ออกแรงสูงสุดภายใน 90 วินาที (Marcinik, 1988)

ชนิดของพลังความอดทน

พลังความอดทนสามารถแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ ได้แก่

1. พลังความอดทนในระยะสั้น (Shot – Term Explosive Power Endurance) ได้แก่ นักวิ่งระยะสั้นและระยะกลาง นักยิมนาสติก นักกีฬาที่เล่นๆ หยุดๆ เช่น รักบี้ฟุตบอล มวย ฟุตบอล บาสเกตบอล เป็นต้น

2. พลังความอดทนในระยะยาว (Long – Term Explosive Power Endurance) ได้แก่ นักวิ่งระยะไกล นักจักรยานระยะไกล เป็นต้น

ในเรื่องของพลังอดทนของกล้ามเนื้อนั้น สามารถสรุปได้ว่า เป็นความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะใช้พลังสูงสุดในการกระทำซ้ำกันหลายครั้ง โดยที่ความถี่และความเร็วของร่างกายไม่ลดลงหรือกระทำได้นานขึ้น ซึ่งเกิดจากความสามารถในการใช้ความแข็งแรงและความเร็วใน

การทำงานที่ยาวนาน (พลังความอดทน = ความแข็งแรง x ความเร็ว x ความไกลหรือความนาน) ซึ่งประกอบด้วยพลังความอดทนในระยะสั้น (Shot – Term Explosive Power Endurance) พลังความอดทนในระยะยาว สำหรับนักกีฬาฟุตบอลนั้นมีลักษณะการใช้พลังอดทนในระยะสั้น

7.2 การพัฒนาพลังอดทนของกล้ามเนื้อ

บอมพา (Bompa, 1993) มีหลักการฝึกพลังความอดทน โดยจะใช้ความหนักที่ 70 – 85% ของความแข็งแรงสูงสุดทำอย่างซ้ำๆ แต่ยังคงทำอย่างแรงระเบิด คือ กระทำด้วยจังหวะเร็วและแรงอย่างต่อเนื่อง 20 -30 ครั้ง โดยเริ่มที่จำนวนครั้งน้อยก่อน (8 – 15 ครั้ง) และเพิ่มขึ้นตามลำดับ ในการพัฒนาความอดทนของการฝึกความเร็วจะต้องเพิ่มจำนวนครั้งและจำนวนชุด ซึ่งนักกีฬาจะต้องมีจิตใจที่เข้มแข็งพอ ที่จะทนต่อความเมื่อยล้าและต้องมีความมุ่งมั่นทำให้เต็มที่และเมื่อทำหลายชุดจะมากขึ้นถึง 20 -30 ครั้ง ซึ่งจะต้องกระทำอย่างเร็วและแรง และจะต้องใช้เวลาพักนานถึง 8 -10 นาที ผู้ฝึกสอนต้องเน้นให้ผู้ฝึกกระทำอย่างเต็มที่ทั้งเร็วและแรง มิฉะนั้นจะไม่ได้พัฒนาพลังความอดทนแต่อาจจะได้ในลักษณะของการฝึกเพื่อเสริมสร้างขนาดของกล้ามเนื้อ (Hypertrophy)

โอเช (O' Shea, 2000) ได้กล่าวถึง การฝึกพลังความอดทนโดยใช้โปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนักแบบสลับช่วง โดยใช้การฝึกด้วยน้ำหนักแล้วตามด้วยการฝึกแบบแอนแอโรบิก 2 – 3 นาที (เช่น การขี่จักรยาน) การฝึกความแข็งแรงแบบเต็มช่วงของการเคลื่อนไหวและการฝึกแบบพลังแบบแอนแอโรบิกจะเป็นส่วนสำคัญในการพัฒนาพลังความอดทนแบบแรงระเบิดได้ การฝึกด้วยน้ำหนักแบบสลับช่วง จะใช้ท่าเพาเวอร์คลีนและท่าสควอทด้วยจำนวนครั้งมาก

สูตรของการฝึกด้วยน้ำหนักแบบสลับช่วงมี 2 ช่วง คือ

ช่วงที่ 1 (ช่วงฝึกด้วยน้ำหนัก) โดยจะฝึกด้วยน้ำหนักในท่าเพาเวอร์สแนทช์ หรือท่าเพาเวอร์คลีน 1 ชุด แล้วตามด้วยการออกกำลังกายด้วยการขี่จักรยานหรือวิ่งบนลู่กลให้ถึงระดับแอนแอโรบิก เธรสโฮลด์ที่ระดับ 90 -95% ของชีพจรสูงสุด เป็นเวลา 2 – 3 นาที พัก 2 – 3 นาที ด้วยการเดินหรือยืดเหยียด โดยให้ชีพจรลงมาที่ 110 ครั้งต่อนาที แล้วทำการฝึกในชุดที่ 2 และ 3 ต่อไป ถ้าขณะพักชีพจรยังไม่ลงมาที่ 110 ครั้งต่อนาที ให้ลดงานการออกกำลังลงมาเมื่อครบ 3 ชุดแล้ว ให้พัก 5 นาที เพื่อที่จะเริ่มขั้นที่ 2 ด้วยท่าสควอท

ช่วงที่ 2 (ช่วงฝึกด้วยน้ำหนักแบบหมุนเวียน) โดยจะใช้ท่าในการฝึก 3 – 4 ท่าๆ ละ 8 – 12 ครั้ง พัก 1 นาที แล้วตามด้วยการออกกำลังด้วยการขี่จักรยานหรือวิ่งบนลู่กลให้ถึงระดับแอนแอโรบิก

เธรสโฮลด์ที่ระดับ 90 – 95% ของชีพจรสูงสุด เป็นเวลา 2 – 3 นาที พัก 2 - 3 นาที ด้วยการเดินหรือยืดเหยียด โดยให้ชีพจรลงมาที่ 110 ครั้งต่อนาที ทำ 3 – 4 ชุด ขึ้นอยู่กับความสามารถของนักกีฬา

โปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนักสลับช่วง (Interval Weight Training)

ระยะที่ 1 ฝึกด้วยน้ำหนักสลับช่วง

รอบที่ 1 ใช้ท่าเพาเวอร์คลีน

ชุดที่ 1: ฝึกด้วยน้ำหนัก 80 - 90% ของ 3 RM 10 - 12 ครั้ง

ขี่จักรยานอยู่กับที่ 2 – 3 นาที ที่หรือเกินระดับแอนแอโรบิก เธรสโฮลด์

พัก 2 – 3 นาที พร้อมยืดเหยียด

ชุดที่ 2 และ 3 ทำเหมือนชุดที่ 1

พัก 5 นาที

รอบที่ 2 ใช้ท่าสควอท

ชุดที่ 1: ฝึกด้วยน้ำหนัก 80 – 90 % ของ 3 RM 10 - 12 ครั้ง

ขี่จักรยานอยู่กับที่ 2 -3 นาที ที่หรือเกินระดับแอนแอโรบิกเธรสโฮลด์

พัก 2 – 3 นาทีพร้อมยืดเหยียด

ชุดที่ 2 และ 3 ทำเหมือนชุดที่ 1

พัก 5 นาที

ระยะที่ 2 ฝึกแบบหมุนเวียนสลับช่วง

ชุดที่ 1: ฝึกท่าละ 8 - 12 ครั้ง พักระหว่างท่า 30 - 60 วินาที

พักระหว่างชุด 2 – 3 นาที พร้อมยืดเหยียดกล้ามเนื้อ

ชุดที่ 2 และ 3 ทำเหมือนชุดที่ 1

การฝึกด้วยน้ำหนักสลับช่วง เพื่อพัฒนาพลังความอดทนนั้น การฝึกสลับช่วง ถือได้ว่าเป็นการฝึกสมรรถภาพทางกายที่ดีวิธีหนึ่ง ซึ่งมีผู้ที่กล่าวถึงในเรื่องของการฝึกสลับช่วงไว้ว่า การฝึกด้วยน้ำหนักสลับช่วงเป็นการฝึกเพื่อพัฒนาพลังความอดทนและความสามารถทางแอโรบิก โดยการฝึกให้ถึงระดับแอนแอโรบิกเธรสโฮลด์ วิธีที่จะฝึกให้ถึงระดับแอนแอบิก เธรสโฮลด์ในระดับสูงสามารถทำได้โดยการขี่จักรยาน วิ่งหรือว่ายน้ำ โดยฝึกที่ระดับของการใช้ออกซิเจนสูงสุด โดยที่ไม่ทำให้เกิดกรดแลคติคมากเกินไป ข้อดีอีกประการหนึ่ง ของการฝึกด้วยน้ำหนักสลับช่วง ก็คือ ช่วยพัฒนาการฟื้นตัว (Recovery Fitness) ได้ดีอีกด้วย เพราะการฟื้นตัวที่รวดเร็วในระหว่างการฝึกหรือการแข่งขันจะทำให้สามารถฝึกด้วยความหนักที่สูงได้มากครั้งและยังทำให้การแข่งขันมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (O' Shea, 2000)

ในการเล่นกีฬาประเภททีมหรือบุคคลนั้น นักกีฬาต้องการความสามารถในการใช้พลังสูงสุดเป็นจำนวนมากหลายครั้งติดต่อกัน เช่น ในการวิ่งเร็วแบบสปริ้นท์ในนักวิ่ง นักฟุตบอล นักรักบี้ฟุตบอล และนักฮอกกี้ ล้วนต้องการใช้พลังแบบแรงระเบิดที่กระทำซ้ำๆ กัน จนกว่าจะเสร็จสิ้นการแข่งขัน พลังที่ว่านี้คือ พลังความอดทนซึ่งเป็นการแสดงความสามารถของร่างกายในการเคลื่อนไหว เพื่อไม่ให้ความถี่ในการก้าวเท้าและความเร็วในการวิ่งเสียไป การฝึกแบบนี้จะทำให้เกิดกรดแลคติคในระดับสูง ซึ่งอาจจะทำให้นักกีฬาเสียความสามารถในการฝึก ดังนั้นก่อนที่จะฝึกในชุดต่อไปจะต้องให้กรดแลคติคสลายไปอย่างน้อย 50% ส่วนจังหวะและความเร็วของการฝึกจะต้องให้เร็วมากและให้เป็นแบบแรงระเบิด ถ้าผู้สอนไม่สังเกตดูหรือไม่เข้มงวด ก็จะไม่ได้ผลทางด้านพลังความอดทนแต่จะเป็นการฝึกขนาดของกล้ามเนื้อไป จึงต้องจัดโปรแกรมการฝึกพลังอดทนของกล้ามเนื้อให้เหมาะสม

การกระโดดรีบาวน์ลูกในบาสเก็ตบอล การกระโดดตบลูกวอลเลย์บอล และการกระโดดแย่งลูกรักบี้ฟุตบอล การกระทำเหล่านี้ต้องใช้พลังและพลังความอดทนเป็นหลักทั้งนั้น และซู (Chu, 1996) กล่าวว่า การฝึกด้วยน้ำหนักเป็นการกระตุ้นให้ระบบประสาทตื่นตัวถึง 0.5% เพื่อเตรียมพร้อมที่จะรับภาวะงานอื่นต่อไป โดยเฉพาะการฝึกด้วยน้ำหนักที่ปานกลางถึงสูง จำนวนครั้งน้อยจะช่วยกระตุ้นประสาทการเคลื่อนไหวได้เป็นอย่างดีและจะส่งผลไปยังการฝึกแบบอื่นๆ อีกด้วย ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและพลังกล้ามเนื้อ มีความสัมพันธ์กับระดับความสามารถของนักกีฬา (Bloomfield, Ackland and Elliott, 1994) จึงมีการใช้วิธีการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและพลังกล้ามเนื้อก็เพื่อที่จะพัฒนาความสามารถในการออกแรงที่กระทำคู่ต่อสู้หรืออุปกรณ์กีฬาในจังหวะเวลาที่เหมาะสม ในความเร็วที่ต้องการและทิศทางที่ถูกต้อง นักกีฬาจะต้องรู้ตัวเองว่าจะต้องออกแรงมากน้อยแค่ไหนในการแข่งขัน นักกีฬาที่มีความแข็งแรงสูง ก็จะสามารถเคลื่อนไหวด้วยความรวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากกว่า (Dintiman, Ward and Tellez, 1998) พลังกล้ามเนื้อและความสามารถในการเคลื่อนไหวทางกีฬานั้นสามารถพัฒนาได้ดีที่สุด โดยการฝึกด้วยน้ำหนักที่ใช้ความหนักระดับสูง และพยายามยกน้ำหนักในลักษณะแรงระเบิด ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาการทำงานของระบบประสาท ซึ่งจะทำให้ความสามารถในการเคลื่อนไหวทางกีฬาดีขึ้น (Behm and Sale, 1993) เพราะการฝึกด้วยน้ำหนักทั่วไปนั้นมีผลทำให้พลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น (Adams et al, 1992; Wilson et al,1993; Williams, 1999)

ในเรื่องของการพัฒนาพลังอดทนของกล้ามเนื้อนั้น สามารถสรุปได้ว่า การฝึกพลังความอดทนสามารถทำได้โดยการฝึกที่ใช้ความหนัก 70 – 85% ของความแข็งแรงสูงสุด โดยทำซ้ำๆ

อย่างเร็วที่สุดแรงอย่างต่อเนื่อง 20 - 30 ครั้ง โดยเริ่มที่จำนวนครั้ง 8 – 15 ครั้ง และเพิ่มขึ้นตามลำดับ โดยใช้เวลาพัก 8 -10 นาที นอกจากนั้นอาจใช้การฝึกในลักษณะการฝึกสลับช่วงเพราะการฝึกลักษณะนี้จะช่วยป้องกันการสะสมของกรดแลคติคที่มากเกินไป

7.3 การพัฒนาพลังอดทนของกล้ามเนื้อด้วยวิธีการฝึกพลัยโอเมตริก

การฝึกพลัยโอเมตริกเป็นการฝึกที่ใช้การกระโดดในลักษณะต่างๆ ด้วยความรวดเร็ว โดยเฉพาะการฝึกควบคู่นั้นจะต้องฝึกให้เกิดความเร็วสูงสุด และในการฝึกพลัยโอเมตริกของขานั้นจะต้องเน้นการเคลื่อนไหวของเท้าอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะความสามารถในการดีดหรือยกเท้าขึ้นจากพื้นอย่างรวดเร็ว (Chu, 1996) ซึ่งการฝึกพลัยโอเมตริกเพียงอย่างเดียวสามารถพัฒนาพลังกล้ามเนื้อได้เช่นกัน (Wilson et al, 1993) การฝึกความเร็วเพื่อพัฒนาพลังความอดทนนั้นความเร็วของการวิ่งขึ้นอยู่กับปัจจัย 2 ประการ คือ ความยาวของช่วงก้าวและความถี่ในการก้าวเท้า ความถี่ในการก้าวเท้านั้นจะขึ้นอยู่กับชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อของนักกีฬา เมื่อมีการฝึกเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วจะทำให้นักกีฬามีการหดตัวของกล้ามเนื้ออย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ ส่วนการฝึกเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้าจะทำให้นักกีฬามีความอดทนทำงานได้เป็นเวลานานกว่า โดยทั่วไปนักกีฬาไม่สามารถพัฒนาความถี่ของช่วงก้าวได้ เพราะการพัฒนาความถี่ของช่วงก้าวอาจจะทำได้ยาก จึงต้องไปพัฒนาความยาวของช่วงก้าวเท้าแทนและประมาณได้ว่า แม้จะพัฒนาความแข็งแรงได้ถึง 300 เปอร์เซ็นต์ แต่จะไปเพิ่มความเร็วของการวิ่งได้เพียงประมาณ 10% เท่านั้น วิธีการฝึกให้มีพลังในการก้าวเท้าวิ่งจะต้องฝึกด้วยความหนักสูงในระยะสั้นๆ และพักนานหรือฝึกเพื่อเน้นคุณภาพไม่ใช่ปริมาณ (Chu, 1996) กิจกรรมการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกวิ่งเร็วนั้น จะต้องเลียนแบบการเคลื่อนไหวให้ใกล้เคียงกับการเคลื่อนไหวจริงมาว่าจะเป็นความหนักท่าทางในการเคลื่อนไหว หรือความเร็วก็จะทำให้พลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นสามารถที่จะสร้างพลังกล้ามเนื้อที่ทำให้มีการเคลื่อนไหวในสภาพการแข่งขันได้มากขึ้น (Spraque, 1996)

ในเรื่องของการพัฒนาพลังอดทนของกล้ามเนื้อด้วยวิธีการฝึกพลัยโอเมตริกนั้น สามารถสรุปได้ว่า การฝึกพลัยโอเมตริกเป็นการฝึกที่ใช้การเคลื่อนไหวต่างๆ ด้วยความรวดเร็ว ทำให้สามารถพัฒนาพลังกล้ามเนื้อได้ และถ้ามีการฝึกความเร็วควบคู่ก็จะทำให้มีพลังความอดทนของกล้ามเนื้อ เนื่องจากเมื่อมีการฝึกเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วจะทำให้นักกีฬามีการหดตัวของกล้ามเนื้ออย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ ส่วนการฝึกเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้าจะทำให้นักกีฬามีความอดทนและทำงานได้เป็นเวลานานกว่า

7.4 การฝึกสลับช่วงแบบแอนแอโรบิก

การฝึกสลับช่วงแบบแอนแอบิกหรือแบบไม่ใช้ออกซิเจน เป็นการฝึกวิ่งเร็วสูงสุดที่กระทำซ้ำกัน (Repeated Maximal Sprint Training) หรือการฝึกวิ่งเร็วเกินระดับสูงสุด (Supramaximal Sprint Training) ซึ่งมีรูปแบบการฝึกหลากหลายขึ้นอยู่กับความหนักและเวลาในการฝึกและเวลาพัก การฝึกรูปนี้จะช่วยพัฒนาระบบแอนแอโรบิกและสามารถช่วยพัฒนาระบบการใช้ออกซิเจนได้อีกด้วย ในการฝึกความเร็งสูงสุดนั้น เวลาในการพักจะต้องนานพอที่จะทำให้ครีอาตินฟอสเฟต (CP) สังเคราะห์กลับมาใหม่ เช่น การฝึกวิ่งระยะทาง 100, 120 และ 150 เมตรที่ 88 – 90% ของความสามารถสูงสุด จะต้องใช้เวลาพักแบบบริหารกาย 5 – 6 นาที ซึ่งเป็นการฝึกในระบบแอนแอโรบิกทั้งแบบไม่เกิดกรดแลคติคหรือระบบเอทีพี – ซีพี และแบบเกิดกรดแลคติค หรือระบบแลคติค ความสามารถในการฝึกความเร็วสูงสุดนั้นขึ้นอยู่กับเวลาในการพักด้วย (Billat, 2001) การฝึกสลับช่วงเป็นการฝึกช่วงหนักสลับกับช่วงบรรเทา (Relief Period) ช่วงบรรเทานี้มักให้ออกกำลังกายเบาๆ การฝึกสลับช่วงนี้จะใช้พลังงานจากระบบกรดแลคติคน้อยกว่าการฝึกตลอดเวลา ทำให้มีกรดแลคติคคั่งน้อยกว่าจึงเมื่อยล้าช้า เพราะช่วงบรรเทานั้นเป็นการชดใช้หนี้ออกซิเจนและส่วนหนึ่งของออกซิเจน – มัยโอโกลบินที่เก็บสำรองไว้ก็จะสามารถเสริมสร้างขึ้นมาใหม่ ทำให้ช่วงบรรเทาจะมีการสร้างพลังงานขึ้นใหม่ได้

ข้อดีของการฝึกสลับช่วง

1. จะทำให้เอทีพีและซีพีที่เก็บสะสมไว้ถูกนำมาใช้ จึงเป็นตัวกระตุ้นที่เพียงพอ จะช่วยเร่งความสามารถของระบบนี้ และจะช่วยประวิงเวลาความเมื่อยล้า โดยไม่ทำให้มีการสลายกลัยโคเจนแบบแอนแอโรบิกมากเกินไป

2. เมื่อมีการปรับช่วงเวลาฝึกและชนิดของช่วงบรรเทา จะทำให้การสลายกลัยโคเจนแบบแอนแอโรบิกเป็นไปได้เต็มที่ ซึ่งจะสามารถได้รับการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น (ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกันยา ปาละวิวัธน์, 2536)

การศึกษาเปรียบเทียบผลการฝึกสลับช่วง กับการฝึกต่อเนื่องในการออกกำลังกายที่เท่ากัน ที่มีต่อสมรรถภาพทางด้านระบบไหลเวียนเลือดและการหายใจ พบว่าการฝึกสลับช่วงจะช่วยพัฒนาระบบไหลเวียนและหายใจได้ดีกว่าการฝึกแบบต่อเนื่อง (May, 1996) และมีการศึกษาผลของการฝึกความแข็งแรงควบคู่กับการฝึกสลับช่วงสามารถพัฒนาความแข็งแรงได้ดี (Coburn, 1990) ซึ่งการฝึกสลับช่วงเป็นพื้นฐานที่ดีในทางสรีรวิทยาและการเผาผลาญพลังงาน ตัวอย่างเช่น

ในการวิ่งต่อเนื่อง 1 ไมล์ ในเวลา 4 นาที จะใช้พลังงานในรูปแบบแอโรบิกกลัยโคลัยซีสและภายใน 1 หรือ 2 นาที ปริมาณกรดแลคติคจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจะทำให้นักวิ่งหมดแรงแต่การฝึกสลับช่วงจะมีช่วงหนักสลับพัก ทำให้กรดแลคติคไม่สะสมหรือเพิ่มมากเกินไป แหล่งพลังงานมาจากฟอสเฟสความเมื่อยล้าจะเกิดขึ้นน้อยและฟื้นตัวได้เร็ว (O' Shea, 2000)

การศึกษาผลของการฝึกด้วยน้ำหนักแบบสลับช่วงที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ พลังกล้ามเนื้อ ระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ โดยเปรียบเทียบกับการฝึกด้วยน้ำหนักแบบหมุนเวียน พบว่าการฝึกด้วยน้ำหนักแบบสลับช่วงจะได้ผลดีกว่าการฝึกด้วยน้ำหนักแบบหมุนเวียนและการฝึกด้วยน้ำหนักสลับช่วง จะสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อได้ดีกว่าการฝึกด้วยน้ำหนักในท่าสควอทแบบหมุนเวียน (Jun, 1986) การฝึกสลับช่วงแบบแอนแอโรบิก จะช่วยให้การปรับตัวทางสรีรวิทยาได้เร็วกว่าการฝึกแบบแอโรบิกแบบต่อเนื่อง เช่น พัฒนาระดับแอนแอโรบิกเธรสโฮลด์ การใช้พลังใน 30 วินาที และการใช้พลังรวมในการทดสอบด้วยวินเกต (Villani, Fernhall and Miller, 1999)

การฝึกสลับช่วงแบบแอนแอโรบิกพลังกล้ามเนื้อ

การแสดงทักษะกีฬาในแต่ละชนิดนั้น จะมีลักษณะการเคลื่อนไหวที่แตกต่างกัน เช่นในการวิ่งระยะสั้น ร่างกายต้องเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็ว ซึ่งต้องการเน้นความเร็วมากกว่าความแข็งแรง และในการยกน้ำหนักร่างกายต้องใช้ความแข็งแรงสูงสุดด้วยความเร็ว ซึ่งจะต้องเน้นความแข็งแรงมากกว่าความเร็ว ซึ่งสำหรับในการเคลื่อนไหวของกีฬาฟุตบอลนั้นนักกีฬาต้องการความแข็งแรงและความเร็วควบคู่กันไป ดังนั้นในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อที่ประกอบไปด้วยการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและการพัฒนาความเร็วในการออกแรงของกล้ามเนื้อนั้น ซึ่งความมุ่งหมายในการพัฒนานั้นก็ขึ้นอยู่กับความต้องการที่แตกต่างกันไปตามลักษณะของชนิดกีฬานั้นๆ

ในเรื่องของการฝึกสลับช่วงแบบแอนแอโรบิกพลัง สามารถสรุปได้ว่า เป็นการฝึกสลับช่วงแบบแอนแอบิกหรือแบบไม่ใช้ออกซิเจน เป็นการฝึกวิ่งเร็วสูงสุดซ้ำกัน หรือการฝึกวิ่งเร็วเกินระดับสูงสุด ซึ่งมีรูปแบบการฝึกหลากหลายขึ้นอยู่กับความหนักและเวลาในการฝึกและเวลาพัก การฝึกรูปนี้จะช่วยพัฒนาระบบแอนแอโรบิกและสามารถช่วยพัฒนาระบบการใช้ออกซิเจนได้อีกด้วย และจะช่วยพัฒนาพลังกล้ามเนื้อได้จากการฝึกที่เน้นให้ตรงตามลักษณะของกีฬานั้น

8. พลังกล้ามเนื้อ

8.1 ความหมายของพลังกล้ามเนื้อ

พลังกล้ามเนื้อ (Muscular Power) หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อที่ออกแรงเต็มที่ด้วยความเร็วสูงสุด โดยสร้างขึ้นจากองค์ประกอบทางด้านความแข็งแรงกับความเร็ว (O' Shea, 1999)

ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร และกุลธิดา เชิงฉลาด (2544) ได้ให้ความหมายของพลังกล้ามเนื้อ (Muscular Power) ว่าหมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อหรือกลุ่มกล้ามเนื้อที่พยายามจะออกแรงสูงสุดในเวลาที่สั้นที่สุด

ข้อได้เปรียบของการมีพลังกล้ามเนื้อคือ ความสามารถในการเร่งความเร็วนักกีฬามีความสามารถวิ่งได้เร็วกว่าผู้ที่มีความแข็งแรงเพียงอย่างเดียว ความสามารถในการเร่ง หรืออัตราเร่งนั้นเป็นความสามารถในการเปลี่ยนความเร็วได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้นในการแข่งขันกีฬาเมื่อนักกีฬามีองค์ประกอบทางความสามารถด้านอื่นเท่ากันแล้ว พลังกล้ามเนื้อจะเป็นตัวตัดสินว่าใครจะชนะใครจะแพ้ได้เช่นกัน (O' Shea, 1999) พลังกล้ามเนื้อเป็นความสามารถของกล้ามเนื้อที่ก่อให้เกิดงานในระดับสูงได้อย่างรวดเร็วซึ่งเป็นผลจากการออกแรงและได้ระยะทางจากการออกแรงนั้น หรือเป็นผลมาจากความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความเร็วในการออกแรงกล้ามเนื้อ (Bloomfield et. al, 1994) พลังกล้ามเนื้อเป็นผลของความเร็วและความเร็วเป็นการใช้แรงอย่างเต็มที่ภายในหนึ่งหน่วยเวลา พลังกล้ามเนื้อเป็นสิ่งสำคัญต่อการแสดงความสามารถของทักษะกีฬาต่างๆ ซึ่งลักษณะพิเศษของพลังกล้ามเนื้อ มี 3 ประการ คือ พลังนั้นมาจากการหดตัวแบบความยาวของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น (Eccentric Contraction) มาจากการใช้วงจรเหยียดสั้น (Stretch Shortening Cycle) และมาจากความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ (Elasticity) (Radcliffe and Farrentinos, 1999)

นิวตัน และเครย์เมอร์ (Newton and Kraemer, 1994) กล่าวว่า พลังกล้ามเนื้อที่แสดงออกสูงสุดอาจจะเรียกว่า พลังระเบิดกล้ามเนื้อ (Explosive Muscular Power) ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญของการแสดงความสามารถในกิจกรรมที่ต้องการเคลื่อนไหวด้วยความเร็วสูงสุดในการปล่อยวัตถุหรือการกระโดด นอกจากนั้นยังใช้ในการเปลี่ยนทิศทางหรือความเร่งอย่างรวดเร็วใน

กีฬาชนิดต่างๆ เช่น ความสูงของการกระโดดขึ้นรับลูกบาสเกตบอล โดยพิจารณาจากความเร็วที่กระโดดขึ้นจากพื้นและมีหลักที่สำคัญ 2 ประการ ซึ่งเป็นกลไกที่เหมาะสมของกล้ามเนื้อ คือ

1. ความสามารถที่จะพัฒนาแรงในเวลาอันสั้นที่สุด

2. ความสามารถของกล้ามเนื้อในการสร้างแรงสูงสุดอย่างต่อเนื่องด้วยความเร็วสูงสุด

จากความหมายของพลังกล้ามเนื้อนั้น สามารถสรุปได้ว่า หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อหรือกลุ่มกล้ามเนื้อที่พยายามจะออกแรงสูงสุดในเวลาที่สั้นที่สุด โดยการออกแรงเต็มที่ด้วยความเร็วสูงสุด โดยสร้างขึ้นจากองค์ประกอบทางด้านความแข็งแรงกับความเร็ว มีบทบาทสำคัญในการแสดงความสามารถที่ต้องการเคลื่อนไหวด้วยความเร็วสูงสุดในการปล่อยวัตถุหรือการกระโดด การเปลี่ยนทิศทาง หรือการเพิ่มความเร่งอย่างรวดเร็ว เป็นต้น

8.2 ความสำคัญของพลังกล้ามเนื้อ

ในการแข่งขันกีฬานั้นนักกีฬาจำเป็นต้องมีการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อของตนเพื่อใช้ในสถานการณ์ต่างๆ ของการแข่งขัน ซึ่งอาจจะแตกต่างกันไปบ้างตามชนิดกีฬา บอมพา (Bompa, 1993) ได้สรุปแบบของพลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในสถานการณ์ของการแข่งขันกีฬาไว้ ดังนี้

1. พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการลงสู่พื้นและเปลี่ยนทิศทาง (Landing/ Reactive Power) ในการแข่งขันกีฬาหลายชนิดนั้น ทักษะในการลงสู่พื้นเป็นทักษะที่สำคัญอย่างหนึ่ง และมักจะต่อเนื่องกับทักษะของการเปลี่ยนทิศทางหรือการกระโดด นักกีฬาจำเป็นต้องใช้พลังกล้ามเนื้อในการควบคุมร่างกายในขณะลงสู่พื้น และสามารถที่จะปฏิบัติทักษะที่ตามมานั้นได้อย่างรวดเร็วไม่ว่าจะเป็นการเปลี่ยนทิศทางหรือการกระโดดก็ตาม

พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการควบคุมร่างกายและลดแรงกระแทกในขณะลงสู่พื้น จะมีความสัมพันธ์กับความสูงของการตกลงสู่พื้นนั้น การลงสู่พื้นจากความสูง 80 – 100 เซนติเมตรนั้น ข้อเท้าจะต้องรับน้ำหนักประมาณ 6 – 8 เท่าของน้ำหนักตัว ซึ่งในขณะที่ลงสู่พื้นนั้น กล้ามเนื้อจะหดตัวแบบความยาวเพิ่มขึ้น (Eccentric Contraction) นักกีฬาที่ได้รับการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อมาอย่างดีแล้ว ก็จะสามารถควบคุมร่างกายและลดแรงกระแทกในขณะลงสู่พื้นได้ ซึ่งกล้ามเนื้อจะหดตัวแบบความยาวเพิ่มขึ้น หลังจากนั้นถ้ามีการกระโดดขึ้นในทันทีหรือมีการเปลี่ยนทิศทางกล้ามเนื้อมัดนั้นก็จะหดตัวแบบความยาวลดลง (Concentric Contraction) สถานการณ์เหล่านี้จะเกิดขึ้นในการแข่งขันกีฬาประเภททีมชนิดต่างๆ และกีฬาที่ใช้แร็คเก็ต (Racket)

2. พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการทุ่ม – พุ่ง – ขว้าง (Throwing Power) ในการแข่งขันกีฬาหลายชนิดที่ต้องมีการทุ่ม – พุ่ง – ขว้างอุปกรณ์กีฬาแต่ละชนิดนั้นต้องการพลังกล้ามเนื้อเพื่อที่จะสร้างความเร็วให้กับอุปกรณ์กีฬาเหล่านั้นจากจุดเริ่มต้นให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ และมีอัตราเร่งเพิ่มขึ้นตลอดระยะทางของการเคลื่อนที่โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกีฬาชนิดที่จะต้องปล่อยอุปกรณ์ออกไปจากมือเพื่อให้ได้ระยะทางมากที่สุด

3. พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการกระโดดขึ้นจากพื้น (Take – off Power) ในการแข่งขันกีฬาหลายชนิดที่มีการกระโดดนั้นต้องการพลังกล้ามเนื้อในลักษณะแรงระเบิด (Explosive) เพื่อให้ประสิทธิภาพของการกระโดดดีที่สุด ซึ่งเป็นการกระโดดในขณะที่วิ่งมาด้วยความเร็วสูงหรือมีการย่อตัวก่อนที่จะกระโดดขึ้นไป ซึ่งถ้ายิ่งย่อตัวลงมากก็จะต้องมีพลังกล้ามเนื้อมากเพื่อที่จะออกแรงยกตัวลอยขึ้นจากพื้นได้อย่างรวดเร็ว แต่ถ้านักกีฬามีพลังกล้ามเนื้อไม่มากพอก็จะทำให้การกระโดดนั้นช้าลงและมีผลให้ประสิทธิภาพของการกระโดดลดลงด้วย

4. พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเริ่มต้นเคลื่อนที่ (Starting Power) ในการแข่งขันกีฬาหลายชนิดที่ความเร็วต้นของการเคลื่อนที่มีผลต่อประสิทธิภาพของการเคลื่อนที่นั้นๆ สถานการณ์เหล่านี้จะเกิดขึ้นในการแข่งขันกีฬาที่มีการต่อสู้ การออกอาวุธได้เร็วกว่าย่อมได้เปรียบคู่ต่อสู้รวมทั้งการเริ่มต้นวิ่งออกจากที่ยันเท้าของนักวิ่งระยะสั้น ผู้ที่มีพลังกล้ามเนื้อมากกว่าก็จะเริ่มต้นวิ่งได้เร็วกว่า

5. พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการชะลอความเร็ว (Deceleration Power) ในการแข่งขันกีฬาประเภททีมชนิดต่างๆ และกีฬาที่ใช้แร็คเก็ตที่มีการหลอกล่อคู่ต่อสู้หรือมีการชะลอความเร็วสลับกับการเร่งความเร็วหรือมีการชะลอความเร็วแล้วเปลี่ยนทิศทางต้องการพลังกล้ามเนื้อเป็นอย่างมากซึ่งกล้ามเนื้อจะหดตัวแบบความยาวเพิ่มขึ้นเพื่อรับแรงกระแทกจากการวิ่งจำเป็นต้องมีพลังกล้ามเนื้อมากพอ ซึ่งการเคลื่อนไหวในลักษณะนี้จะเกิดการบาดเจ็บกล้ามเนื้อได้ง่าย

6.พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเร่งความเร็ว (Acceleration Power) ในการแข่งขันกีฬาประเภททีมและกีฬาประเภทบุคคลชนิดต่างๆ ทั้งที่แข่งขันกันบนบกและในน้ำต่างก็มีสถานการณ์ในการเร่งความเร็วด้วยกันทั้งสิ้น พลังกล้ามเนื้อเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการขับเคลื่อนร่างกายไปข้างหน้าอย่างรวดเร็วหรือสามารถเอาชนะแรงต้านทานของน้ำได้

รูปแบบของพลังกล้ามเนื้อทั้งหกลักษณะนี้เป็นความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะออกแรงได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งมีพื้นฐานมาจากความแข็งแรงของกล้ามเนื้อโดยการทำงานของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดที่หดตัวได้เร็ว (Fast Twitch Fiber)

จากความสำคัญของพลังกล้ามเนื้อนั้น สามารถสรุปได้ว่า พลังกล้ามเนื้อมีความสำคัญในการใช้พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการลงสู่พื้นและเปลี่ยนทิศทาง (Landing/ Reactive Power) พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการทุ่ม – พุ่ง – ขว้าง (Throwing Power) พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการกระโดดขึ้นจากพื้น (Take – off Power) พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเริ่มต้นเคลื่อนที่ (Starting Power) พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการชะลอความเร็ว (Deceleration Power) พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเร่งความเร็ว (Acceleration Power) โดยพลังของกล้ามเนื้อเกิดจากความสามารถพื้นฐานของความแข็งแรง

8.3 แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ

บอมพา (Bompa, 1993) ได้สรุปผลการศึกษาของแฮคคิเนน และโคมิ (Hakkinen and Komi, 1983) พบว่าการพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อที่เกิดขึ้นจากการฝึกนั้นมีพื้นฐานมาจากมีการเปลี่ยนแปลงของระบบประสาทที่ทำให้กล้ามเนื้อมีประสิทธิภาพในการทำงานเพิ่มขึ้นด้วยเหตุผลดังต่อไปนี้

1.ใช้เวลาน้อยลงในการระดมหน่วยยนต์ (Motor Unit Recruitment) โดยเฉพาะอย่างยิ่งเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดที่หดตัวได้เร็ว

2. เซลล์ประสาทยนต์ (Motor Neurons) มีความอดทนเพิ่มขึ้นในการเพิ่มความถี่ของการปล่อยกระแสประสาท

3. มีความสอดคล้องกันมากขึ้นและดีขึ้นของหน่วยยนต์ (Motor Units) กับรูปแบบของการปล่อยกระแสประสาท

4. กล้ามเนื้อทำงานโดยใช้จำนวนเส้นใยกล้ามเนื้อมากขึ้นในเวลาสั้น

5. มีการพัฒนาการทำงานประสานกันภายในกล้ามเนื้อ (Intramuscular Coordination) หรือมีการทำงานประสานกันมากขึ้นระหว่างปฏิกิริยาเร่งการทำงานของกล้ามเนื้อ (Excitatory Reaction) กับปฏิกิริยารั้งการทำงานของกล้ามเนื้อ (Inhibitory Reaction) ซึ่งเกิดจากการเรียนรู้ของระบบประสาทส่วนกลาง

6. มีการพัฒนาการทำงานประสานกันระหว่างกล้ามเนื้อที่ร่วมกันทำงาน (Intermuscular Coordination) ระหว่างกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่หดตัวออกแรง (Agonistic Muscles) กับกล้ามเนื้อที่อยู่ตรงกันข้ามซึ่งทำหน้าที่คลายตัว (Antagonistic Muscles) เป็นผลให้กล้ามเนื้อหดตัวออกแรงได้เร็วขึ้น

ดังนั้นการพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อเพื่อนำไปใช้ในการแข่งขันกีฬานั้นโปรแกรมการฝึกจะต้องมีความเฉพาะเจาะจงกับกีฬาแต่ละชนิด โดยใช้ท่าฝึกที่ใกล้เคียงกับทักษะกีฬานั้นๆ ให้

มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ กล้ามเนื้อที่ได้รับการฝึกในท่าทางที่ใกล้เคียงกับทักษะกีฬามากเท่าใดก็จะเกิดประสิทธิภาพมากขึ้นเท่านั้น

นิวตัน และ เครเมอร์ (Newton and Kraemer, 1994) กล่าวว่า พลังระเบิดของกล้ามเนื้อหมายถึง พลังกล้ามเนื้อที่เกิดจากการที่กล้ามเนื้อออกแรงเต็มที่อย่างรวดเร็วหนึ่งครั้งซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญของประสิทธิภาพในการเคลื่อนไหวที่ต้องการความเร็วสูงในขณะที่ปล่อยอุปกรณ์กีฬาออกไป หรือต้องการความเร็วสูงที่จุดกระทบ นอกจากนั้นยังมีผลต่อการเคลื่อนไหวที่มีการเปลี่ยนทิศทางอย่างรวดเร็ว ตลอดจนการเร่งความเร็วในระหว่างการแข่งขันกีฬาชนิดต่างๆ ด้วย ในขณะที่นักกีฬาพยายามที่จะออกแรงเพื่อทำให้เกิดพลังระเบิดของกล้ามเนื้อให้มากที่สุดนั้นนักกีฬาจะต้องพยายามใช้เวลาในการออกแรงและเร่งความเร็วของส่วนต่างๆ ของร่างกายโดยใช้เวลาน้อยลง ทั้งนี้เกิดจากมีการพัฒนากลไกการทำงานของกล้ามเนื้อที่สำคัญสองประการ คือ

1.ความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะออกแรงได้มากภายในเวลาสั้น ซึ่งเรียกว่าอัตราการพัฒนาแรง (Rate of Force Development)

2.ความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะออกแรงได้มากอย่างต่อเนื่อง ในขณะที่ความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น

ซึ่งคุณสมบัติอันสำคัญทั้งสองประการนี้เองเป็นแนวทางในการหายุทธวิธีของการฝึกเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด สรุปได้ว่า การพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อนั้นจะต้องมีการพัฒนาองค์ประกอบห้าประการของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ คือ

1.ความแข็งแรงที่ความเร็วต่ำ (Slow Velocity Strength)

2.ความแข็งแรงที่ความเร็วสูง (High Velocity Strength)

3.อัตราการพัฒนาแรง (Rate of Force Development)

4.วงจรเหยียดตัวออก – หดตัวสั้นลง (Stretch – Shortening Cycle)

5.การทำงานประสานกันระหว่างกล้ามเนื้อที่ร่วมกันทำงานและทักษะของการเคลื่อนไหว (Intramuscular Coordination & Skill)

องค์ประกอบทั้งห้าประการนี้จะต้องได้รับการพัฒนาควบคู่กันไปจึงจะเกิดพลังระเบิดของกล้ามเนื้อสูงสุด ดังนั้นยุทธวิธีของการฝึกที่เหมาะสมก็คือ ใช้การผสมผสานวิธีการฝึกแบบต่าง ๆ เข้าด้วยกันไม่ใช่การฝึกด้วยน้ำหนักหรือการฝึกพลัยโอเมตริกอย่างใดอย่างหนึ่งแต่เพียงอย่างเดียว

วิลสัน (Wilson, 1994) กล่าวว่า เนื่องจากในการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบความยาวลดลงนั้น ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมีความสัมพันธ์ในทางตรงข้ามกับความเร็วในการออกแรงของกล้ามเนื้อ ดังนั้นจึงไม่สามารถที่จะพัฒนาคุณสมบัติทั้งสองประการนี้ให้เพิ่มมากที่สุดในเวลาเดียวกันได้ การพัฒนาพลังกล้ามเนื้อซึ่งเป็นผลจากความแข็งแรงกล้ามเนื้อกับความเร็วในการออกแรงของกล้ามเนื้อนี้จึงมีสามวิธี ดังนี้

1.ให้กล้ามเนื้อออกแรงมากด้วยความเร็วต่ำ โดยการฝึกด้วยน้ำหนักที่ใช้ความหนักในระดับสูง

2.ให้กล้ามเนื้อออกแรงปานกลางด้วยความเร็วสูง โดยการฝึกพลัยโอเมตริกที่ใช้น้ำหนักตัวเป็นแรงต้าน

3.ให้กล้ามเนื้อออกแรงปานกลางด้วยความเร็วปานกลาง โดยการฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก โดยใช้น้ำหนักจากภายนอกเพิ่มเข้าไปด้วยความหนัก 30 – 45% ของความแข็งแรงสูงสุด

เยสซิส (Yessis, 1994) กล่าวว่า ในกีฬาชนิดที่ต้องใช้พลังกล้ามเนื้อนั้นมีการเคลื่อนไหวในลักษณะเป็นแรงระเบิดซึ่งประกอบไปด้วยการเคลื่อนไหวสามส่วนด้วยกัน คือความเฉื่อย (Inertia) โมเมนตัม (Momentum) และความเร่ง (Acceleration) โดยเมื่อมีการเคลื่อนไหวในลักษณะเป็นแรงระเบิดจะเริ่มต้นออกแรงเอาชนะความเฉื่อยก่อน และการออกแรงนั้นจะต้องไม่คงที่เพื่อให้เกิดโมเมนตัม และความเร่งตามมา ซึ่งเป็นการทำงานในระดับสูงของระบบประสาทที่จะต้องปล่อยกระแสประสาทไปยังกล้ามเนื้อที่ออกแรงนั้นในเวลาที่สั้นที่สุดเท่าที่จะทำได้อีกทั้งยังต้องการข้อต่อที่ใช้ในการเคลื่อนที่หลายๆ ข้อต่อมาทำงานสัมพันธ์กัน ซึ่งแต่ละข้อต่อก็จะมีช่วงเวลาของการเร่งความเร็ว และช่วงเวลาของการลดความเร็วในการเคลื่อนที่ของข้อต่อนั้นๆ แตกต่างกันไปในการปฏิบัติทักษะกีฬาบางชนิดเป็นการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็วด้วยความแข็งแรง (Speed – Strength) ซึ่งต้องการความเร็วมากกว่าความแข็งแรง ได้แก่ วิ่งระยะสั้น ทักษะกีฬาบางชนิดต้องใช้ความแข็งแรงด้วยความเร็ว (Strength – Speed) ซึ่งต้องการความแข็งแรงมากว่าความเร็ว ได้แก่ ยกน้ำหนัก ดังนั้นในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อที่ประกอบไปด้วยการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และการพัฒนาความเร็วในการออกแรงของกล้ามเนื้อนั้นเปอร์เซ็นต์ในการพัฒนาแต่ละส่วนจะแตกต่างกันไปตามลักษณะของกีฬาแต่ละชนิด

ชู (Chu, 1996) กล่าวว่า ในร่างกายมนุษย์นั้นมีทั้งเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วและเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้า เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้า เรียกว่า ชนิด I ซึ่งสามารถออกแรงเกือบ

สูงสุดได้ในระยะเวลานาน เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วนั้น แบ่งออกเป็นชนิด IIa และชนิด IIb ซึ่งสามารถออกแรงสูงสุดได้ในระยะเวลาสั้นเป็นเส้นใยกล้ามเนื้อที่ใช้ในการทำงานแบบใช้ความแข็งแรง และพลังกล้ามเนื้อ เช่น นักฟุตบอล และนักวิ่งระยะสั้น เป็นต้น ความแตกต่างระหว่างเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วทั้งสองชนิดนี้ก็คือ ชนิด IIa มีความอดทนในการหดตัวมากกว่า ในขณะที่ชนิด IIb จะหดตัวก่อนเมื่อเกิดความเมื่อยล้าแล้วชนิด IIa ก็จะหดตัวแทนต่อไป นอกจากนั้นยังมีเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด IIc ซึ่งสามารถพัฒนาให้ทำงานได้ทั้งแบบเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็ว และแบบเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้า ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีการฝึก

ถึงแม้จะถือได้ว่านักกีฬาประเภทที่ใช้ความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อจะต้องมีเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วมากกว่าเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้าก็ตาม แต่เส้นใยกล้ามเนื้อทั้งสองลักษณะนี้ต่างก็มีความสำคัญต่อการพัฒนานักกีฬาในภาพรวมทั้งหมด เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วช่วยให้นักกีฬาสามารถเคลื่อนไหวได้อย่างรวดเร็วในลักษณะเป็นแรงระเบิด เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้าจะทำหน้าที่รักษาความมั่นคงและท่าทางของนักกีฬาในขณะที่ทำการเคลื่อนไหวใด ๆ ทำให้เป็นการเคลื่อนไหวที่สมบูรณ์

สโตน และบอร์เดน (Stone and Borden, 1997) สรุปว่า แนวคิดเกี่ยวกับกิจกรรมการฝึกที่เฉพาะเจาะจงเป็นสิ่งที่สำคัญอันดับแรกในการเลือกอุปกรณ์ที่เหมาะสมสำหรับการฝึกโดยใช้แรงต้าน ซึ่งความเฉพาะเจาะจงนี้เกี่ยวข้องกับระบบพลังงานของร่างกาย และกลไกการเคลื่อนที่ของร่างกาย ในส่วนของกลไกการเคลื่อนที่ของร่างกายนั้น คำนึงถึงความคล้ายคลึงกันระหว่างกลไกการเคลื่อนที่ของร่างกายของกิจกรรมการฝึกกับกลไกการเคลื่อนที่ของร่างกายในขณะที่แสดงความสามารถออกมาในขณะแข่งขัน ซึ่งประกอบไปด้วยรูปแบบของการเคลื่อนที่แรงสูงสุด (Peak Force) อัตราการพัฒนาแรงการเร่งความเร็วและอัตราเร็ว ดังนั้นถ้ากลไกการเคลื่อนที่ของร่างกายในขณะฝึกเหมือนกับในขณะแข่งขัน ก็จะมีการถ่ายโยงกลไกการเคลื่อนที่ของร่างกายได้มากขึ้น

ในการพัฒนากล้ามเนื้อของนักกีฬาที่ยังไม่เคยฝึกมาก่อนนั้น การฝึกด้วยน้ำหนักที่ใช้ความหนักในระดับสูงจะให้ประโยชน์มากกว่า ส่วนนักกีฬาที่มีประสบการณ์ในการฝึกมาแล้วจำเป็นจะต้องได้รับการฝึกให้กล้ามเนื้อออกแรงด้วยความเร็วสูง ซึ่งจะเป็นการเพิ่มอัตราการพัฒนาแรง และความเร็วในการเคลื่อนที่

สำหรับอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อก็คือ น้ำหนักอิสระ (Free Weights) ได้แก่ บาร์เบล (Barbell) ดัมพ์เบล (Dumbbell) ซึ่งสามารถจัดท่าฝึกให้ข้อต่อหลายๆ ข้อ

ต่อได้ทำงานประสานกัน และทำให้กลไกการเคลื่อนที่ของร่างกายคล้ายคลึงกับกลไกการเคลื่อนที่ของร่างกายตามธรรมชาติ

โอ'เช (O'Shea, 2000) เสนอแนะว่า ในการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและพลังกล้ามเนื้อโดยการฝึกด้วยน้ำหนักนั้นจะต้องใช้ท่าฝึกในรูปแบบของกีฬา (Athletic – Type) ได้แก่ ท่าเพาเวอร์สแนทช์ (Power Snatch) ท่าเพาเวอร์คลีน (Power Clean) ท่าพูล (Pulls) และท่าแบกน้ำหนักย่อตัว (Squat) ซึ่งล้วนเป็นท่าฝึกที่ใช้การยืนที่เป็นอิสระ และใช้กลุ่มกล้ามเนื้อมัดใหญ่ในการยก คุณค่าของการใช้ท่าฝึกเหล่านี้ก็คือ ความสามารถที่จะเลียนแบบการใช้กล้ามเนื้อมัดใหญ่และแรงระเบิดที่ต้องการเมื่อมีการขี่จักรยาน วิ่ง ว่ายน้ำ กระโดด ทุ่ม พุ่ง ขว้าง ตี และการแทค (Tackling) โดยที่กล้ามเนื้อออกแรงในปริมาณที่เหมาะสมตลอดช่วงของการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วตามระยะทางและเวลาที่ต้องการของกีฬาแต่ละชนิด ซึ่งท่าฝึกในรูปแบบของกีฬานี้จะพัฒนาระบบประสาทสรีรวิทยา (Neurophysiological System) และระบบประสาทจิตวิทยา (Neuropsychological System) ซึ่งหาไม่ได้จากการฝึกเพาะกาย หรือการฝึกโดยใช้เครื่องมือฝึกด้วยน้ำหนักทั่วๆ ไป

นอกจากนั้นเส้นใยกล้ามเนื้อแบ่งออกเป็นสามกลุ่มด้วยกัน คือ

1.เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้าแบบออกซิเดทีฟ (Slow – Twitch Oxidative)

2.เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วแบบออกซิเดทีฟ (Fast – Twitch Oxidative) หรือเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วชนิดที่อดทนต่อความเมื่อยล้า (Fast – Twitch Fatigue Resistant)

3.เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วแบบกลัยโคลัยติค (Fast – Twitch Glycolytic) หรือใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วชนิดที่เมื่อยล้าได้ง่าย (Fast – Twitch Fatigable)

ในการฝึกความแข็งแรงนั้น หน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้าแบบออกซิเดทีฟจะถูกระดมมาทำงานก่อน ทั้งนี้เนื่องจากมีขนาดเล็กและมีจุดเริ่มต้นของการกระตุ้นต่ำจากนั้นหน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วแบบออกซิเดทีฟและหน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วแบบกลัยโคลัยติกจะถูกระดมมาทำงานตามลำดับ ซึ่งลำดับของการระดมหน่วยยนต์ที่กำหนดขึ้นโดยหลักของขนาด (Size Principle) นี้จะไม่ครอบคลุมถึงการเคลื่อนที่ที่ใช้พลังระเบิดสูงสุดของกล้ามเนื้อ การเคลื่อนที่ลักษณะเช่นนี้หน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็ว จะถูกระดมมาทำงานเป็นส่วนใหญ่ และโอ'เช (O' Shea, 1989) ได้รายงานการศึกษาเกี่ยวกับเปอร์เซ็นต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อแต่ละชนิด ที่ถูกระดมมาทำงานในการยกน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัวของนักกีฬาที่ได้รับการฝึกมาแล้ว โดยใช้ความหนัก 60% 70% 80% 90% และ 100% ของ

หนึ่งอาร์เอ็ม ตามลำดับ อย่างละหนึ่งครั้ง การศึกษาครั้งนี้ได้ใช้เครื่องมือวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อติดไว้ที่กล้ามเนื้อควอไดรเซ็พส์

ตารางที่ 19 แสดงเปอร์เซ็นต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อแต่ละชนิดที่ระดมมาทำงานในความหนักต่างๆ

ชนิดของกล้ามเนื้อ	% ของ 1 อาร์เอ็ม				
	60%	70%	80%	90%	100%
เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้าแบบออกซิเดทีฟ	60%	40%	25%	15%	5%
เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วแบบออกซิเดทีฟ	30%	40%	40%	25%	25%
เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วแบบกลัยโคลัยติด	10%	20%	35%	60%	70%

โอ'เช (O'Shea, 1989) ได้สรุปจากผลการศึกษาในครั้งนี้ว่า การฝึกความแข็งแรงที่ใช้ท่าฝึกในรูปแบบของกีฬา (Athletic – Type) นั้นในการพัฒนาเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วแบบกลัยโคลัยติกจะต้องใช้ความหนักตั้งแต่ 70% ของหนึ่งอาร์เอ็มขึ้นไปถ้าจะทำให้เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วแบบกลัยโคลัยติกนี้ถูกระดมมาทำงานเป็นส่วนใหญ่ก็จะต้องใช้ความหนักตั้งแต่ 90% ของหนึ่งอาร์เอ็มขึ้นไป และมีการเคลื่อนที่ในลักษณะพลังระเบิดสูงสุดของกล้ามเนื้อ

ฮัยดอค (Hydock, 2001) เสนอแนะว่า ในการพัฒนาพลังสูงสุดของกล้ามเนื้อและพลังความอดทนของกล้ามเนื้อสำหรับนักกีฬาที่จำเป็นต้องใช้ในสถานการณ์ต่างๆ ของการแข่งขันกีฬานั้น สามารถใช้ท่ายกน้ำหนักมาเป็นท่าฝึกได้เป็นอย่างดี ซึ่งในการยกน้ำหนักท่าคลีนแอนเจิร์ค (Clean and Jerk) และท่าสแนทช์ (Snatch) นั้นสามารถทำให้เกิดความหลากหลายได้โดยการเริ่มยกน้ำหนักจากระดับเหนือเข่า ระดับเข่า ใต้ระดับเข่า หรือจากพื้น ทั้งนี้จะต้องยกด้วยความเร็วสูง ซึ่งพลังกล้ามเนื้อที่เกิดจากการฝึกด้วยท่ายกน้ำหนักนี้ จะมากกว่าพลังกล้ามเนื้อที่เกิดจากการฝึกด้วยท่าฝึกด้วยน้ำหนักที่ใช้กันตามประเพณีนิยม ซึ่งได้แก่ ท่าแบกน้ำหนักย่อตัว ท่านอนดันบนม้านั่ง และท่าเดดลิฟท์ (Dead Lift) ซึ่งจะยกด้วยความเร็วต่ำสิ่งที่ถูกมองข้ามไปหรือไม่ให้ความสำคัญมากพอในขณะฝึกก็คือ ช่วงเวลาของการดึงน้ำหนัก (Pull Movement) ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่สำคัญสำหรับการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ ไม่ว่าจะฝึกด้วยท่าคลีนแอนเจิร์ค หรือท่าสแนทช์ก็ตาม ช่วงเวลาของการ

ดึงน้ำหนักเริ่มต้นจากการดึงครั้งที่ 1 (First Pull) ด้วยการออกแรงดึงน้ำหนักขึ้นจากพื้นมาอยู่ที่ระดับเข่า โดยใช้กล้ามเนื้อเหยียดเข่าจากนั้นกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกจะเริ่มทำงาน หัวเข่าก็จะงอลงอีกครั้งโดยอัตโนมัติเรียกช่วงเวลานี้ว่า ช่วงงอเข่าครั้งที่ 2 (Second Knee Bend) และช่วงนี้เองร่างกายจะอยู่ในท่าเริ่มต้นที่สมบูรณ์ของการดึงครั้งที่ 2 (Second Pull) ด้วยลักษณะเป็นแรงระเบิด

คาร์พ (Karp, 2001) กล่าวว่า มีหลักฐานที่ได้ให้ความเห็นว่าการระดมหน่วยยนต์ที่กำหนดขึ้นหลักของขนาดนั้นจะมีการเปลี่ยนลำดับของการระดมหน่วยยนต์มาทำงานโดยที่เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วจะถูกระดมมาทำงานก่อนเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้าเมื่อกล้ามเนื้อหดตัวแบบความยาวเพิ่มขึ้นหรือในขณะที่ทำงานอย่างรวดเร็ว สำหรับกล้ามเนื้อที่หดตัวแบบความยาวเพิ่มขึ้นนั้น การระดมหน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วจะขึ้นอยู่กับความเร็วในการทำงานของกล้ามเนื้อซึ่งจะต้องทำงานด้วยความเร็วปานกลางจนถึงความเร็วสูงเท่านั้น

เบเกอร์ (Baker, 2001) กล่าวว่า ความหนักที่ใช้ในการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อนั้นเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปมีสองลักษณะ คือ จำนวนครั้งที่ยกได้มากที่สุด (Repetition Maximum) และเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่ยกได้มากที่สุดหนึ่งครั้ง (% of 1 RM) ส่วนความหนักที่ใช้ในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อก็อาจจะใช้ในลักษณะเปอร์เซ็นต์ของพลังกล้ามเนื้อที่ได้สูงสุด ดังนั้นความหนักที่ใช้ในการฝึกก็คือความหนักที่ทำให้เกิดพลังกล้ามเนื้อได้ใกล้เคียงกับพลังกล้ามเนื้อที่ได้สูงสุดเท่าที่จะทำได้ เพราะฉะนั้น ความหนักที่ทำให้เกิดพลังกล้ามเนื้อ 80 – 100% ของพลังกล้ามเนื้อที่ได้สูงสุด อาจจะเป็นเพียงน้ำหนักแค่ 40 – 60% ของหนึ่งอาร์เอ็ม

ในการกำหนดโปรแกรมการฝึกเพื่อพัฒนาพลังกล้ามเนื้อนั้น โดยทั่วไปแล้วจะมีการปรับเปลี่ยนปริมาณการฝึกและความหนักของการฝึกภายในแต่ละสัปดาห์ ได้แก่ ถ้ากำหนดให้มีการฝึกสองวันต่อสัปดาห์ ก็จะกำหนดให้มีการฝึกด้วยความหนักในระดับสูง และความหนักในระดับต่ำอย่างละหนึ่งวัน ถ้ากำหนดให้มีการฝึกสามวันต่อสัปดาห์ก็จะกำหนดให้มีการฝึกด้วยความหนักในระดับสูง ความหนักในระดับปานกลางและความหนักในระดับต่ำอย่างละหนึ่งวันเพื่อให้เกิดความแตกต่างในความหนักของการฝึก ซึ่งจะเกิดการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อที่ได้ผลดี

เพียร์สัน (Pearson, 2000) ได้ให้ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับการฝึกโดยใช้แรงต้านของนักกีฬาไว้ ดังนี้

1.ในการกำหนดโปรแกรมการฝึกโดยใช้แรงต้านจะต้องคำนึงถึงลักษณะพื้นฐานคือการฝึกเกินพิกัดที่มีการเพิ่มขึ้นไปเรื่อยๆ (Progressive Overload) โดยมุ่งไปสู่การพัฒนาประสิทธิภาพของระบบประสาท และกล้ามเนื้อ ตลอดจนความสามารถในทางกีฬา

2.โปรแกรมการฝึกโดยใช้แรงต้านเพื่อพัฒนาความสามารถในทางกีฬาที่ถูกกำหนดขึ้นมานั้น จะต้องยึดหลักการฝึกที่เฉพาะเจาะจง (Principle of Training Specificity) เพื่อที่จะฝึกนักกีฬาได้ตรงกับความต้องการของกีฬาแต่ละชนิด

3.โปรแกรมการฝึกโดยใช้แรงต้านเพื่อพัฒนาความสามารถในทางกีฬาที่ดีควรจะมีการวางแผนการฝึกระยะยาว เพื่อที่จะให้เกิดการพัฒนาอย่างเหมาะสม และลดโอกาสของภาวะข้อมเกิน

4.โปรแกรมการฝึกโดยใช้แรงต้านที่มีการฝึกหลายชุด (Multiple – Set) จะให้ผลดีกว่าการฝึกชุดเดียว (Single – Set) ซึ่งไม่มีการแบ่งระยะเวลาของการฝึกเพื่อพัฒนาร่างกายตลอดโปรแกรมการฝึกระยะยาว

5.จะต้องให้ความระมัดระวังเมื่อจะกำหนดโปรแกรมการฝึกโดยใช้แรงต้านสำหรับเด็กและผู้สูงอายุต้องมีการปรับปริมาณของการฝึก ความหนักของการฝึก และเวลาพักให้เหมาะสมกับแต่ละบุคคล

จากแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อสามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการจัดโปรแกรมการฝึกเพื่อพัฒนาพลังกล้ามเนื้อได้เป็นอย่างดี

จากแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อนั้น สามารถสรุปได้ว่า การพัฒนาพลังระเบิดสามารถทำได้โดยให้กล้ามเนื้อออกแรงมากด้วยความเร็วต่ำ ให้กล้ามเนื้อออกแรงปานกลางด้วยความเร็วสูง หรือให้กล้ามเนื้อออกแรงปานกลางด้วยความเร็วปานกลาง ใช้น้ำหนักจากภายนอกเพิ่มเข้าไปด้วยความหนัก 30 – 45% ของความแข็งแรงสูงสุด และนอกจากนั้นการพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อเพื่อนำไปใช้ในการแข่งขันกีฬานั้นโปรแกรมการฝึกจะต้องมีความเฉพาะเจาะจงกับกีฬาแต่ละชนิด โดยใช้ท่าฝึกที่ใกล้เคียงกับทักษะกีฬานั้นๆ ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ กล้ามเนื้อที่ได้รับการฝึกในท่าทางที่ใกล้เคียงกับทักษะกีฬา ระบบพลังงาน (Energy System) หรือแหล่งพลังงาน (Energy Source) เพื่อให้โปรแกรมการฝึกเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากเท่าใดก็จะเกิดประสิทธิภาพมากขึ้นเท่านั้น โดยท่าฝึกในรูปแบบของกีฬา (Athletic – Type) ได้แก่ ท่าเพาเวอร์สแนทช์ (Power Snatch) ท่าเพาเวอร์คลีน (Power Clean) ท่าพูล (Pulls) และท่าแบกน้ำหนักย่อตัว (Squat) ซึ่งเป็นท่าฝึกที่ใช้การยืนที่เป็นอิสระ และใช้กลุ่มกล้ามเนื้อมัดใหญ่

ในการยก คุณค่าของการใช้ท่าฝึกเหล่านี้ก็คือ ความสามารถที่จะเลียนแบบการใช้กล้ามเนื้อมัดใหญ่และแรงระเบิดที่ต้องการเมื่อมีการขี่จักรยาน วิ่ง กระโดด เตะ ทุ่ม และการปะทะ โดยที่กล้ามเนื้อออกแรงในปริมาณที่เหมาะสมตลอดช่วงของการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วตามระยะทางและเวลาที่ต้องการของกีฬาแต่ละชนิด ซึ่งท่าฝึกในรูปแบบของกีฬานี้จะพัฒนาระบบประสาทสรีรวิทยา (Neurophysiological System) และระบบประสาทจิตวิทยา (Neuropsychological System)

9. ความคล่องแคล่วว่องไว

9.1 ความหมายของความคล่องแคล่วว่องไว

ความคล่องแคล่วว่องไว (Agility) หมายถึง ความสามารถในการควบคุมเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนไหวได้อย่างรวดเร็วและตรงเป้าหมาย (ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ และกุลธิดา เชิงฉลาด, 2544)

เคนท์ (Kent, 1994) ได้ให้ความหมายของความคล่องความคล่องแคล่วว่องไวว่าคือ ความสามารถในการเปลี่ยนทิศทางอย่างรวดเร็ว โดยไม่เสียการทรงตัว ซึ่งขึ้นอยู่กับพลังกล้ามเนื้อ เวลาปฏิกิริยา การทำงานประสานกันของกล้ามเนื้อ และความอ่อนตัวของร่างกาย

บลูมฟิลด์ (Bloomfeld, 1994) กล่าวว่า ความคล่องความคล่องแคล่วว่องไว หมายถึง ส่วนประกอบที่สำคัญในการเคลื่อนที่อย่างรวดเร็ว การเปลี่ยนทิศทางของร่างกายอย่างรวดเร็วโดยไม่เสียการทรงตัว

บราวน์ (Brown, 2000) กล่าวว่า ความคล่องแคล่วว่องไว หมายถึง ความสามารถในการเร่งความเร็ว การชะลอความเร็ว การเปลี่ยนทิศทางอย่างรวดเร็วทั้งรักษาความสมดุลของร่างกายโดยที่ความเร็วไม่ลดลง

ไรย์ลีย์ (Reilly, 2007) กล่าวว่า ความคล่องแคล่วว่องไวหมายถึงความสามารถในการเปลี่ยนทิศทางอย่างรวดเร็ว โดยปราศจากการเสียสมดุล ซึ่งมีความสำคัญยิ่งในนักกีฬุตบอลชั้น

เลิศ เพราะความคล่องแคล่วว่องไวจะต้องใช้ในการเลี้ยงบอล หรือการรับ – ส่งบอล เมื่อบอลมาถึง เพื่อครอบครองลูกบอล หรือตอบสนองการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็ว

สุเนต นวกิจกุล (2519) ได้กล่าวถึง ความคล่องแคล่วว่องไว และการทำงานประสานกันว่า แม้ว่าการฝึกยกน้ำหนักจะกลายเป็นส่วนหนึ่งของโปรแกรมการสร้างสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาได้อย่างรวดเร็ว แต่ก็ยังมีผู้ฝึกหลายท่านมีความเชื่อว่า การฝึกยกน้ำหนักทำให้เกิดความเชื่องช้า ทำลายความคล่องตัวและความสัมพันธ์ของนักกีฬา แต่การศึกษาอย่างละเอียดได้ชี้ให้เห็นว่าความเชื่องช้ามิได้เป็นผลเสียมาจากการฝึกยกน้ำหนัก และก็ไม่เสียในเรื่องความคล่องตัวอีกด้วย

ความคล่องแคล่วว่องไว คือ ความสามารถในการเปลี่ยนทิศทางอย่างรวดเร็วของร่างกายที่กำลังเคลื่อนไหว หรือส่วนของร่างกายที่เคลื่อนไหวอยู่ การทำงานประสานกันนั้นหมายถึงความสามารถที่จะรวมเอาการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อทั้งหมดเพื่อทำให้เกิดประสิทธิภาพในการเคลื่อนไหวอย่างหนึ่งอย่างใดหรือในการเคลื่อนไหวหลายๆ อย่าง ลักษณะการเคลื่อนไหวที่เกี่ยวข้องกับความคล่องตัว ได้แก่ การหมุนตัวในบาสเกตบอล การหลบหลีกในฟุตบอล ซึ่งการเคลื่อนไหวทั้งหมดนี้ต้องใช้การควบคุมร่างกายและการเปลี่ยนทิศทางอย่างรวดเร็ว ทักษะในการเคลื่อนไหวเหล่านี้สามารถที่จะปรับปรุงได้โดยการฝึกหัดติดต่อกันไปเรื่อยๆ ซึ่งการฝึกยกน้ำหนักช่วยเกี่ยวกับความคล่องตัวโดยการปรับปรุงสมรรถภาพทางกายของกล้ามเนื้อซึ่งเป็นของสำคัญต่อความคล่องตัว และการยกน้ำหนักนี้จะช่วยเพิ่มความคล่องตัวเนื่องจากช่วยปรับปรุงความแข็งแรง พลังกล้ามเนื้อ และความเร็วด้วย

จากความหมายของความคล่องแคล่วว่องไวนั้นสามารถสรุปได้ว่า หมายถึงความสามารถของการทำงานประสานกัน ในการเร่งความเร็ว การชะลอความเร็ว ควบคุมเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็วและตรงเป้าหมายทั้งรักษาความสมดุลของร่างกายโดยที่ความเร็วไม่ลดลง ซึ่งขึ้นอยู่กับพลังกล้ามเนื้อ เวลาปฏิกิริยา การทำงานประสานกันของกล้ามเนื้อและความอ่อนตัวของร่างกาย

1 24415832

9.2 องค์ประกอบในการพัฒนาความคล่องแคล่ววองไว

การพัฒนาความคล่องแคล่ววองไวนั้นมีองค์ประกอบที่สำคัญ ได้แก่ ความเร็ว ในส่วนของความสามารถในการเร่งความเร็ว พลังระเบิดของกล้ามเนื้อ ในส่วนของพลังระเบิดกล้ามเนื้อขา และความอ่อนตัว ในส่วนความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ของสะโพก โดยมุ่งที่การพัฒนาเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดที่ตัวเร็วแบบ เอ เป็นหลักเพราะคุณสมบัติที่สำคัญของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดนี้ คือ หดตัวได้เร็ว และมีความทนทานการทำกิจกรรมที่หนักและทำด้วยความเร็วสูง ซึ่ง โอ'เช (O'Shea, 2000) ได้กล่าวว่า การหดตัวของกล้ามเนื้อเกิดจากกระแสประสาทที่ส่งมาตามเส้นประสาท จนถึงส่วนที่รับกระแสประสาท (Motor End Plate) ที่อยู่บนเส้นใยกล้ามเนื้อแล้วสั่งให้กล้ามเนื้อเกิดการหดตัวเพื่อให้ร่างกายเคลื่อนไหว ซึ่งปัจจัยที่ทำให้เกิดการหดตัวของกล้ามเนื้อ มีดังนี้

1. พันธุกรรม แม้ว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจะขึ้นอยู่กับพันธุกรรมก็ตาม แต่การฝึกนั้นสามารถพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อได้ตามต้องการ
2. ชนิดของกล้ามเนื้อมีผลต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ถ้ากล้ามเนื้อมีขนาดใหญ่แรงในการหดตัวก็จะมากขึ้นด้วย
3. จำนวนของเส้นใยกล้ามเนื้อในการหดตัว การระดมหน่วยยนต์มีผลต่อความแรงของกล้ามเนื้อ เมื่อมีการระดมหน่วยยนต์มาก แรงในการหดตัวก็จะมากขึ้นด้วย
4. ความเข้มข้นของสารละลายเอทีพี มีผลต่อการหดตัวของกล้ามเนื้อเช่นเดียวกัน เมื่อมีสารละลายเอทีพีมาก แรงในการหดตัวก็จะมาก
5. ความหนักของงาน เมื่อกล้ามเนื้อไม่มีแรงต้าน กล้ามเนื้อก็จะหดตัวอย่างรวดเร็ว เมื่อความหนักของงานเพิ่มมากขึ้น ความเร็วในการหดตัวก็จะลดลงตามความหนักของงาน
6. ระบบคานเคลื่อนไหว กระดูกนั้นทำหน้าที่เป็นคาน กล้ามเนื้อจะออกแรงให้กระดูกเคลื่อนไหว เมื่อมีแรงกล้ามเนื้อมากระบบคานก็จะดี จะส่งผลให้เกิดแรงอย่างมาก
7. สภาพของกล้ามเนื้อ ถ้าจำนวนสารอาหารที่ใช้ในการหดตัวของกล้ามเนื้อลดลง หรือสภาพกล้ามเนื้อที่เกิดความเมื่อยล้า ความสามารถในการหดตัวของกล้ามเนื้อจะลดลง เพราะพลังงานที่ถูกใช้ไป ความล้าของกล้ามเนื้อจะทำให้การหดตัวของกล้ามเนื้อและการเผาผลาญเสียไป

ในเรื่องขององค์ประกอบในการพัฒนาความคล่องแคล่ววองไวนั้น สามารถสรุปได้ว่าองค์ประกอบในเรื่องพันธุกรรม ชนิดของกล้ามเนื้อมีผลต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ จำนวนของเส้นใยกล้ามเนื้อในการหดตัว ความเข้มข้นของสารละลายเอทีพี ความหนักของงาน ระบบคาน

เคลื่อนไหว กระดูก และสภาพหรือความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ จะมีผลต่อการพัฒนาความคล่องแคล่วว่องไว

9.3 องค์ประกอบในการฝึกความคล่องว่องไว

บอมพา (Bompa, 1999) ได้กล่าวว่า ความคล่องแคล่วว่องไว ประกอบด้วยองค์ประกอบของสมรรถภาพทางกาย 4 ส่วนผสมผสานกันคือ การทำงานประสานกันของกล้ามเนื้อทุกส่วน (Coordination) พลังกล้ามเนื้อ (Power) ความเร็ว (Speed) และ ความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อ (Flexibility) โดยที่องค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายทั้ง 4 ส่วนนี้จะทำงานสนับสนุนซึ่งกันและกัน ในการพัฒนาความคล่องแคล่วว่องไวนั้นสามารถพัฒนาได้โดยการฝึกองค์ประกอบต่างๆ ดังนี้

1. การทำงานประสานกันอย่างมีประสิทธิภาพของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ คือ การทำงานร่วมกันของกล้ามเนื้อในการเคลื่อนไหวแบบใดแบบหนึ่งซึ่งจำเป็นต่อกิจกรรมนั้นๆ

2. พลังกล้ามเนื้อ คือ การที่มีพลังของกล้ามเนื้อที่ดีนั้นจะช่วยเพิ่มเติมความคล่องตัว เพราะกล้ามเนื้อมีแรงมากในการที่จะสามารถออกแรงเคลื่อนที่จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งได้อย่างรวดเร็ว โดยการเคลื่อนที่อย่างรวดเร็วต้องใช้พลังมาก เพื่อที่จะหยุดหรือเปลี่ยนทิศทางของร่างกายและในการเร่งความเร็ว หรือการพุ่งออกตัวไปข้างหน้าต้องอาศัยพลัง แต่การที่จะมีพลังนั้นต้องมีความแข็งแรง และความเร็วด้วย ถ้ามีพลังกล้ามเนื้อไม่ดีก็จะทำให้การควบคุมแรงเฉื่อยของร่างกายจะเป็นไปได้ไม่ดี

3. ความเร็ว ซึ่งคุณสมบัติส่วนหนึ่งที่ได้มาจากการถ่ายทอดทางพันธุกรรมและอีกส่วนหนึ่งได้มาจากการเรียนรู้หรือการฝึกหัดเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด Type II ซึ่งมีบทบาทหน้าที่รับผิดชอบในด้านความเร็วและความแข็งแรงเนื่องจากเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดนี้สามารถหดตัวได้อย่างรวดเร็วและให้แรงตึงตัวได้สูงสุดสามารถทำงานได้ดีในช่วงระยะเวลาไม่เกิน 2 นาที ซึ่งความเร็วนั้นเป็นปรากฏการณ์ที่แสดงถึงความสัมพันธ์ของการทำงานประสานกันของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ กล่าวคือการพัฒนาที่จะทำให้เกิดความเร็วได้นั้น ต้องเรียนรู้ลำดับขั้นตอนของการเคลื่อนไหวของร่างกาย ความเร็วของขานั้นขึ้นอยู่กับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (Quardriceps) และกล้ามเนื้อน่อง (Calf) ซึ่งมีส่วนช่วยในการพัฒนากำลังในแต่ละช่วงก้าวของการเคลื่อนไหวและความเร็วในการก้าวเท้าเคลื่อนที่

4. ความอ่อนตัว การที่กล้ามเนื้อจะมีความอ่อนตัวได้มากนั้นหมายถึงการที่กล้ามเนื้อสามารถที่จะเคลื่อนไหวได้อย่างเต็มช่วงของการเคลื่อนไหว ซึ่งจะทำให้การเคลื่อนไหวเป็นไปได้อย่างราบเรียบและมีประสิทธิภาพ

เฉลิมวุฒิ อาภานุกูล (2548) ได้สรุปการพัฒนาความคล่องแคล่วว่องไวนั้นสามารถพัฒนาได้โดยการฝึกในส่วนที่เป็นองค์ประกอบต่างๆ ดังนี้

1. การทำงานประสานกันของกล้ามเนื้อ ต้องพยายามให้เกิดการทำงานร่วมกันในการเคลื่อนไหวที่เป็นแบบหนึ่งแบบใดที่จำเป็นสำหรับกิจกรรมนั้นๆ นั่คือ การฝึกซ้อมตามแบบเฉพาะแต่ละชนิดกีฬานั่นเอง เพื่อให้นักกีฬาได้เกิดความเคยชินกับรูปแบบการเคลื่อนไหวหรือท่าทางในการเคลื่อนที่ในชนิดกีฬานั้นๆ และสามารถแสดงศักยภาพออกมาได้เต็มที่ในขณะทำการแข่งขัน

2. พลังกล้ามเนื้อ จะช่วยเพิ่มความคล่องแคล่วว่องไวได้ถ้าพลังกล้ามเนื้อไม่ดี การควบคุมแรงเฉื่อยของร่างกายจะเป็นไปได้ไม่ดี ตัวอย่างเช่น ในการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็วย่อมต้องการกำลังอย่างมาก เพื่อทำให้ร่างกายหยุดหรือทำให้ร่างกายเปลี่ยนทิศทาง และในการพุ่งตัวไปข้างหน้าหรือการเร่งความเร็วซึ่งขึ้นอยู่กับพลังกล้ามเนื้อ ก็ย่อมต้องอาศัยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และความความเร็วด้วย

3. เวลาปฏิกิริยา เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ตอบสนองต่อสิ่งที่มากระตุ้นนั้นมีความสำคัญอย่างมากต่อการพัฒนาความคลื่องแคล่วว่องไว การตอบสนองอย่างรวดเร็วในสถานการณ์การแข่งขันกีฬาหรือการเคลื่อนไหวของฝ่ายตรงข้ามนั้นยิ่งตอบสนองได้รวดเร็วเท่าใดนั้นทำให้เราเกิดความได้เปรียบในการแข่งขัน และแก้ไขสถานการณ์ได้อย่างทันท่วงที

4. ความอ่อนตัว การที่กล้ามเนื้อมีความอ่อนตัวมากนั้นย่อมหมายถึงการที่กล้ามเนื้อมีการเคลื่อนไหวเต็มช่วงการเคลื่อนไหว ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวราบเรียบและมีประสิทธิภาพ อีกทั้งการที่กล้ามเนื้อมีความอ่อนตัวดีนั้นยังช่วยลดความเสี่ยงในการบาดเจ็บจากการเล่นกีฬาหรือการแข่งขันได้ด้วย

จากองค์ประกอบในการฝึกความคล่องแคล่วว่องไวนั้น สามารถสรุปได้ว่ามีองค์ประกอบในการฝึกที่สัมพันธ์ต่อการเพิ่มประสิทธิภาพความคล่องแคล่วว่องไว คือ การพัฒนาการทำงานประสานกันอย่างมีประสิทธิภาพของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ พลังกล้ามเนื้อ ความเร็ว ความอ่อนตัว และเวลาปฏิกิริยา

10. การฝึกเพื่อพัฒนารูปแบบการฝึกที่ผสมผสานความอดทน ความแข็งแรงและความเร็ว เพื่อพัฒนาสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาฟุตบอล

เนื่องจากรูปแบบการฝึกที่ผสมผสานความอดทน ความแข็งแรงและความเร็ว เพื่อพัฒนาสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาฟุตบอล มีการฝึกที่ประกอบด้วย 2 ระยะการฝึกซึ่งในแต่ละระยะการฝึกก็มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อพัฒนาสมรรถภาพทางกาย ดังนี้

ระยะที่ 1 รูปแบบการฝึกที่ผสมผสานความอดทนและความแข็งแรง เพื่อพัฒนาสมรรถภาพทางกายนักกีฬาฟุตบอล การฝึกในระยะที่ 1 นี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อพัฒนาการปรับตัวทางกายวิภาคที่มุ่งเน้นการพัฒนาความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิต และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ก่อนที่นักกีฬาจะใช้การฝึกด้วยน้ำหนักในความหนักที่มากเนื่องจากนักกีฬาที่เป็นกลุ่มตัวอย่างนั้นไม่เคยใช้การฝึกด้วยน้ำหนักมาก่อนดังนั้นการฝึกเพื่อการปรับตัวทางกายวิภาคเป็นการส่งเสริมให้นักกีฬากลุ่มตัวอย่างทุกคนมีความแข็งแรงพื้นฐานเป็นอย่างดี ดังที่บอมพา (1996) ได้กล่าวถึงการฝึกเพื่อการปรับตัวทางกายวิภาค ว่าการฝึกระยะนี้เป็นการให้กล้ามเนื้อ เอ็นข้อต่อ เอ็นกล้ามเนื้อ ได้มีการปรับตัวให้รับสภาพการฝึกที่หนักต่อไป และการฝึกระยะนี้จะต้องสร้างความแข็งแรงที่สมดุลกันในการงอและเหยียดของกล้ามเนื้อ ซึ่งเป็นระยะที่เตรียมความแข็งแรงพื้นฐาน ที่จะนำไปสู่การฝึกความแข็งแรงสูงสุดต่อไป โดยใช้เวลา 8 - 10 สัปดาห์ ดังนั้นในระยะที่ 1 นี้ผู้วิจัยจึงใช้รูปแบบการฝึกที่ผสมผสานความอดทนและความแข็งแรง เพื่อพัฒนาสมรรถภาพทางกาย โดยใช้การฝึกความแข็งแรงแบบหมุนเวียนเป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาสมรรถทางกายของกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม

การฝึกแบบหมุนเวียน

บอมพา (Bompa, 1993) ได้กล่าวว่า การฝึกแบบหมุนเวียนสามารถใช้ในการฝึกฝนที่พัฒนาระบบหายใจที่มีผลต่อหัวใจให้มีความทนทาน เช่นเดียวกับรวมเอาความแข็งแรงเข้าไปด้วยเพื่อจุดประสงค์หรือผลสำเร็จตามความมุ่งหมายของการฝึกเพื่อการปรับตัวทางกายวิภาค โดยที่การฝึกฝนลักษณะนี้จะทำการปรับปรุงให้การทำงานของระบบดังกล่าวมีการพัฒนาความแข็งแรงทนทานเพิ่มขึ้น

วิริยา บุญชัย (2527 อ้างถึงในเอกวิทย์ แสวงผล 2535) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การฝึกด้วยน้ำหนักแบบหมุนเวียนเป็นการฝึกด้วยการเคลื่อนไหวจากจุดหนึ่งไปยังอีกสถานีหนึ่ง โดยฝึกกลุ่ม

กล้ามเนื้อที่แตกต่างกัน เช่น ท่าฝึกที่ใช้เพคโทราลิส (Pectoralis) ต่อไปเป็นท่าที่ใช้กล้ามเนื้อหลัง สลับกันไปเรื่อยๆ จนครบจำนวนเท่าที่กำหนดไว้โดยมีกลักการฝึกที่สำคัญ คือ ใช้น้ำหนักน้อย แต่จำนวนครั้งในการยกมากในเวลาที่กำหนด (Low Resistance – High Repetition) เช่น ในเวลา 30 – 40 นาที แต่ละช่วงพักระหว่างสถานี คือ 10 – 20 วินาที ในการฝึกแต่ละครั้งอาจจะทำ 2 – 3 เซต

ดำรง กิจกุศล (2547) กล่าวว่า การฝึกยกน้ำหนักแบบวงจร เป็นการออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่นอกจากจะได้ประโยชน์ต่อปอดและหัวใจไม่น้อยกว่าการออกกำลังกายแบบแอโรบิกอื่นๆ แล้วยังช่วยให้มีรูปร่างที่ดี มีพละกำลังมาก เพราะเป็นการออกกำลังกายที่ทำให้กล้ามเนื้อมีความแข็งแรงด้วย

การฝึกแบบหมุนเวียนจะช่วยพัฒนาความแข็งแรงไปพร้อมกับการพัฒนาความอดทนของระบบหัวใจไหลเวียนเลือด การฝึกแบบหมุนเวียนเป็นการจัดสถานีหลายสถานี โดยการสลับกลุ่มกล้ามเนื้อจากสถานีหนึ่งไปอีกสถานีหนึ่ง ซึ่งในรอบการฝึกอาจประกอบด้วยการออกกำลังกาย 6 – 15 สถานี และอาจมีการทำซ้ำหลายเที่ยวขึ้นอยู่กับจำนวนการออกกำลังกาย จำนวนสถานี จำนวนครั้งต่อสถานี และความหนัก ขึ้นอยู่กับความอดทนต่อการทำงานของสมรรถภาพทางกายในช่วงการฝึกซ้อม การฝึกซ้อมแบบหมุนเวียนควรมีช่วงเวลาพักระหว่างสถานี 60 – 90 วินาที และระหว่างรอบการฝึกซ้อม 1 – 3 นาที และควรหาความหนักสูงสุดที่สามารถยกได้ 1 ครั้ง (1RM) เพื่อใช้ในการคำนวณหาความหนักของการฝึกซ้อม และทดสอบทุกๆ 2 - 3 สัปดาห์ เพื่อปรับปรุงความหนักของการฝึกซ้อม รายละเอียดดังตารางที่ 20 (สนธยา สีละมาด, 2547)

ตารางที่ 20 แสดงรายละเอียดการฝึกซ้อมแบบสถานีของนักกีฬาหัดใหม่ และนักกีฬาที่มีประสบการณ์

ตัวแปรของการฝึกซ้อม	นักกีฬาหัดใหม่	นักกีฬาที่มีประสบการณ์
ระยะเวลา	8 – 10 สัปดาห์	3 – 5 สัปดาห์
ความหนัก	30 – 40%	40 – 60%
จำนวนสถานี/ รอบการฝึก	9 – 12(15)	6 – 9
จำนวนรอบการฝึก/ การฝึกซ้อมในแต่ละครั้ง	2 – 3	3 – 5
จำนวนเวลา/ การฝึกซ้อมในแต่ละครั้ง	20 - 25 นาที	30 – 40 นาที
ระยะเวลาพักระหว่างสถานี	90 วินาที	60 วินาที
ระยะเวลาพักระหว่างรอบ	2 – 4	1 – 3 นาที
ความบ่อย/ ครั้ง	2 - 3	3 – 4

จากการฝึกแบบหมุนเวียนสามารถสรุปได้ว่า การฝึกแบบหมุนเวียนเป็นการฝึกแบบหลายสถานีซึ่งจะช่วยให้นักกีฬาสามารถพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อควบคู่ไปกับการพัฒนาความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตได้ตรงตามวัตถุประสงค์ของการพัฒนาในระยะที่ 1 รูปแบบการฝึกที่ผสมผสานความอดทนและความแข็งแรง เพื่อพัฒนาสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาฟุตบอล ที่มีวัตถุประสงค์หลักที่มุ่งเน้นการฝึกเพื่อการปรับตัวทางกายวิภาคก่อนที่นักกีฬาจะเข้าสู่การฝึกในระยะที่ 2 ต่อไป

ระยะที่ 2 รูปแบบการฝึกที่ผสมผสานความอดทน ความแข็งแรงและความเร็ว เพื่อพัฒนาสมรรถภาพทางกายนักกีฬาฟุตบอล การฝึกในระยะที่ 2 นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสมรรถภาพทางกายสูงสุดสำหรับนักกีฬาฟุตบอล โดยใช้รูปแบบการฝึกที่ผสมผสานความอดทน ความแข็งแรงและความเร็ว เพื่อพัฒนาสมรรถภาพทางกายนักกีฬาฟุตบอล โดยมุ่งพัฒนาความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ และการพัฒนาพลังอดทนของกล้ามเนื้อ ดังที่ บอมพา (Bompa, 1996) ได้กล่าวถึงการฝึกความแข็งแรงสูงสุด จะทำให้พัฒนาให้เกิดแรงสูงสุด โดยใช้น้ำหนักมากถึง 85% ของ 1 RM ขึ้นไป ใช้เวลาฝึก 4 - 12 สัปดาห์ ขึ้นอยู่กับชนิดกีฬาและความต้องการของนักกีฬา และการฝึกที่นำไปสู่การฝึกแบบอื่น การฝึกระยะนี้เพื่อให้ความแข็งแรงสูงสุดที่ฝึกมาไปใช้กับการฝึกแบบเฉพาะเจาะจง ไม่ว่าจะเป็นการฝึกพลังหรือความอดทนของกล้ามเนื้อ โดยใช้เวลา 4

- 5 สัปดาห์ ในการพัฒนาพลัง และใช้เวลา 6 - 8 สัปดาห์ ในการพัฒนาความอดทนของกล้ามเนื้อ เพราะการฝึกความอดทนของกล้ามเนื้อ จะสัมพันธ์กับกิจกรรมที่ต้องการเวลาในการปรับตัวที่ยาวนานกว่า ซึ่งรูปแบบการฝึกที่ผสมผสานความอดทน ความแข็งแรงและความเร็ว เพื่อพัฒนาสมรรถภาพทางกายนักกีฬาฟุตบอลนี้จะช่วยส่งเสริมสมรรถภาพทางกายในด้านอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับนักกีฬาฟุตบอลต่อไป ซึ่งการวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้การฝึกความแข็งแรงเป็นปัจจัยหลักเพื่อนำไปสู่การพัฒนาสมรรถภาพด้านอื่นๆ ต่อไป ซึ่งการฝึกความแข็งแรงสูงสุดในระยะที่ 2 นี้ กลุ่มทดลองที่ 1 ใช้การฝึกความแข็งแรงด้วยโปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนัก และกลุ่มทดลองที่ 2 ใช้การฝึกเชิงซ้อนสำหรับกลุ่มทดลองที่ 2

การฝึกด้วยน้ำหนัก

การฝึกด้วยน้ำหนักตามประเพณีนิยมมีเป้าหมายเพื่อพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ จึงเรียกได้อีกอย่างหนึ่งว่า การฝึกความแข็งแรงตามประเพณีนิยม (Traditional Strength Training) จากการศึกษาของเบอร์เกอร์ (Berger, 1962) พบว่า การใช้ความหนักในระดับสูง คือ 80 – 90% ของหนึ่งอาร์เอ็ม ในจำนวน 4 - 8 ครั้ง เป็นผลทำให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นมากที่สุด

เหตุผลของการค้นพบนั้น ชมิทไบลเชอร์ (Schmidtbleicher, 1988) ได้อธิบายว่าตั้งอยู่บนรากฐานของทฤษฎีแห่งขนาดของการระดมหน่วยยนต์ (Size Theory of Motor Unit Recruitment) หน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้าซึ่งมีขนาดเล็กจะถูกระดมให้มาทำงานก่อน ส่วนหน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วซึ่งมีขนาดใหญ่ จะถูกระดมมาทำงานก็ต่อเมื่อมีการเคลื่อนไหวที่เร็วและต้องออกแรงมากเท่านั้น ด้วยเหตุนี้จึงต้องใช้ความหนักในระดับสูงมาใช้ในการฝึกเพื่อพัฒนาความสามารถในการเคลื่อนไหวทางการกีฬา ซึ่งเป็นหลักประกันว่าหน่วยยนต์ทั้งของเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้า และหน่วยยนต์ที่หดตัวได้เร็วจะถูกระดมมาทำงานทั้งหมด

เมื่อความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นก็จะส่งผลให้พลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นด้วยดังที่ รูเธอร์ฟอร์ด และคณะ (Rutherford et al., 1986) ได้รายงานว่า ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อมีความสัมพันธ์อย่างสูงกับพลังกล้ามเนื้อ

เนื่องจากความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อมีลักษณะที่แตกต่างกัน เบมและเซล (Behm and Sale, 1993) ได้แนะนำว่า พลังกล้ามเนื้อและความสามารถในการเคลื่อนไหวทางการกีฬานั้น จะสามารถพัฒนาได้ดีที่สุดโดยใช้การฝึกความแข็งแรงตามประเพณีนิยม ที่ใช้ความหนักในระดับสูง ด้วยการพยายามยกน้ำหนักนั้นในลักษณะแรงระเบิด ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาการทำงานของประสาท จึงทำให้ความสามารถในการเคลื่อนไหวทางการกีฬาดีขึ้น

สคอเอนเฟลด์ (Schoenfeld, 2000) กล่าวว่า เนื่องมาจากการฝึกด้วยน้ำหนักที่ใช้ความหนักในระดับสูงและจำนวนน้อยครั้งนั้น จำเป็นต้องใช้กล้ามเนื้อหดตัวแบบความยาวลดลงในลักษณะเป็นแรงระเบิด ทั้งนี้ปรากฏหลักฐานที่ได้มีผู้ศึกษาค้นพบว่า หน่วยยนต์มีจุดเริ่มต้นของการถูกกระตุ้นสูงจะถูกระดมมาทำงานในขณะที่หน่วยยนต์ที่มีจุดเริ่มต้นของการถูกกระตุ้นต่ำจะถูกรั้งหรือยับยั้งไม่ให้ทำงาน

ชมิทไบลเชอร์ (Schmidtbleicher, 1992) ได้เสนอแนะวิธีการฝึกพลังกล้ามเนื้อ โดยการฝึกด้วยน้ำหนัก (Weight training) โดยใช้ระยะเวลาของการฝึก 6 – 8 สัปดาห์ ดังนี้

1. วิธีการฝึกให้กล้ามเนื้อหดตัวเต็มที่ (Maximal Concentric Contraction)) ลักษณะสำคัญของวิธีนี้ คือ การให้กล้ามเนื้อหดตัวเต็มที่แบบความยาวลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงเวลาสั้น โดยการออกแรงเอาชนะน้ำหนักในลักษณะต่างๆ ดังนี้

1.1 หดตัวเกือบเต็มที่แบบความยาวลดลง (Near - Maximal Concentric Contraction)

ความหนัก	90	95	97	100	100(+1กก.)	% ของหนึ่งอาร์เอ็ม
จำนวนครั้ง	3	1	1	1	1	ครั้ง
จำนวนชุด					5	ชุด
เวลาพัก					3 – 5	นาที
จังหวะของการยก					เร็ว	
ความถี่ของการฝึก					3	ครั้ง/ สัปดาห์

1.2 หดตัวเต็มที่แบบความยาวลดลง (Maximal Concentric Contraction)

ความหนัก	100% ของหนึ่งอาร์เอ็ม
จำนวนครั้ง	1 ครั้ง

จำนวนชุด	5	ชุด
เวลาพัก	3 – 5	นาที
จังหวะของการยก	เร็ว	
ความถี่ของการฝึก	3	ครั้ง/ สัปดาห์

1.3 หดตัวเต็มที่แบบความยาวลดลง – ความยาวเพิ่มขึ้น (Concentric – Eccentric Maximal Contraction)

ความหนัก	70 - 90%	ของหนึ่งอาร์เอ็ม
จำนวนครั้ง	6 - 8	ครั้ง
จำนวนชุด	3 - 5	ชุด
เวลาพัก	5	นาที
จังหวะของการยก	เร็ว	(เฉพาะขณะหดสั้นลง)
ความถี่ของการฝึก	3	ครั้ง/ สัปดาห์

วิธีการฝึกให้กล้ามเนื้อหดตัวได้เต็มที่ในลักษณะต่างๆ เหล่านี้ เน้นที่จังหวะของการยก ซึ่งจะต้องพยายามออกแรงให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อให้น้ำหนักที่นำมาใช้ฝึกนั้นเคลื่อนไปอย่างเร็ว แต่แท้ที่จริงแล้วไม่สามารถที่จะเคลื่อนที่ไปอย่างรวดเร็วตามที่ต้องการได้ เนื่องจากน้ำหนักที่นำมาใช้ฝึกนั้นมีความหนักนั่นเอง

2. วิธีการฝึกแบบผสม (Mixed Method) ลักษณะสำคัญของวิธีนี้ คือ การพัฒนาความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ และพลังกล้ามเนื้อในโปรแกรมการฝึกเดียวกัน โดยออกแรงเอาชนะน้ำหนักในลักษณะต่างๆ ดังนี้

2.1 วิธีการฝึกความแข็งแรงแบบรวดเร็ว (Speed Strength Method)

ความหนัก	30 - 50%	ของหนึ่งอาร์เอ็ม
จำนวนครั้ง	7	ครั้ง
จำนวนชุด	5	ชุด
เวลาพัก	3 – 5	นาที
จังหวะของการยก	เร็ว	(เฉพาะขณะความยาวลดลง)

2.2 วิธีการฝึกแบบปิรามิด (Pyramid Method)

ความหนัก	80	85	90	95	100	95	85%	ของหนึ่งอาร์เอ็ม
จำนวนครั้ง	7	5	3	2	1	2	5	ครั้ง
จำนวนชุด						7		ชุด

เวลาพัก	3 – 5	นาที
จังหวะของการยก	เร็ว	

บอมพา (Bompa, 1993) ได้เสนอแนะวิธีการฝึกพลังกล้ามเนื้อ โดยการฝึกด้วยน้ำหนัก (Weight Training) ดังนี้

1. วิธีการฝึกแบบไอโซโทนิก (Isotonic Method) โดยการพยายามที่จะทำให้น้ำหนักเคลื่อนที่ให้เร็วที่สุดและแรงที่สุดเท่าที่จะทำได้ตลอดช่วงของการเคลื่อนที่ น้ำหนักที่ใช้นั้นเป็นแรงต้านภายนอก (External Resistance) ส่วนแรงที่จะเอาชนะความเฉื่อยของน้ำหนักที่ใช้นั้นเป็นความแข็งแรงภายใน (Internal Strength) ซึ่งจะต้องมากกว่าแรงต้านทานภายนอก ถ้าความแข็งแรงภายในเพิ่มขึ้นก็จะสามารถทำให้น้ำหนักเคลื่อนที่ด้วยความเร่งเพิ่มขึ้น ช่วงของการเคลื่อนที่ลำบากที่สุดก็คือช่วงเริ่มต้นของการเคลื่อนที่ ดังนั้นความแข็งแรงสูงสุดจึงมีความสำคัญต่อการฝึกพลังกล้ามเนื้อ โดยเฉพาะอย่างยิ่งจะทำให้เกิดการเริ่มต้นเคลื่อนที่ในลักษณะเป็นแรงระเบิดเพิ่มขึ้น และที่สำคัญไปกว่านั้นก็คือ จะต้องมีความสามารถที่จะใช้ความแข็งแรงสูงสุดนั้นด้วยความเร็วสูง โปรแกรมการฝึกดังนี้

ความหนัก

นักกีฬาที่ใช้ความพยายามซ้ำๆ กัน	30 – 50%	ของหนึ่งอาร์เอ็ม
นักกีฬาที่ใช้ความพยายามครั้งเดียว	50 – 80%	ของหนึ่งอาร์เอ็ม
จำนวนครั้ง	4 – 10	ครั้ง
จำนวนชุด	3 - 6	ชุด
เวลาพัก	2 - 6	นาที
จังหวะของการยก	เร็ว	
ความถี่ของการฝึก	2 - 3	ครั้ง/ สัปดาห์

2. วิธีการฝึกแบบพลังต้าน (Power – Resisting Method) โดยการสลับความหนักของการฝึก ซึ่งใช้น้ำหนักมากก่อน เพื่อเป็นการกระตุ้นการทำงานของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ แล้วตามด้วยการใช้น้ำหนักน้อยในทันทีโดยใช้จังหวะการยกที่เร็วเป็นลักษณะของแรงระเบิด มีโปรแกรมการฝึกดังนี้

ความหนัก

น้ำหนักมาก	80 – 90 %	ของหนึ่งอาร์เอ็ม

น้ำหนักน้อย	30 – 50%	ของหนึ่งอาร์เอ็ม
จำนวนครั้ง		
น้ำหนักมาก	2 – 4	ครั้ง
น้ำหนักน้อย	2 – 4	ครั้ง
รวม	4 – 8	ครั้ง
จำนวนชุด	3 – 5	ชุด
เวลาพัก	2 – 4	นาที
จังหวะของการยก		
น้ำหนักมาก	ช้า	
น้ำหนักน้อย	เร็ว	
ความถี่ของการฝึก	1 – 2	ครั้ง/ สัปดาห์

ข้อดีของการฝึกด้วยน้ำหนัก

การใช้ความหนักในระดับสูง คือ 80 – 90% ของหนึ่งอาร์เอ็ม จะเป็นการรับประกันได้ว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจะต้องเพิ่มขึ้นอย่างแน่นอน (Berger, 1962) จึงทำให้พลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นด้วย เนื่องจากความแข็งแรงสูงสุด (Maximum Strength) มีความสัมพันธ์สูงกับพลังกล้ามเนื้อ (Rutherford et al., 1986)

ข้อเสียของการฝึกด้วยน้ำหนัก

เอลเลียท, วิลสัน และเคอร์ (Elliot, Wilson and Kerr, 1989) พบว่า ถ้ายกน้ำหนักในท่าเบนช์เพรส (Bench Press) ด้วยความเร็วเต็มที่ โดยใช้ความหนัก 1 อาร์เอ็ม จะมีช่วงของการลดความเร็วเป็น 24% จากอัตราความเร็วของการทำงานในลักษณะหดสั้นเข้า แต่ถ้าลดความหนักลงเหลือ 81% ของ 1 อาร์เอ็ม กลับทำให้ช่วงของการลดความเร็วเพิ่มขึ้นเป็น 52% ทั้งนี้เนื่องมาจากเมื่อเริ่มยกด้วยอัตราความเร็วสูงขึ้นนั้น ก็ต้องผ่อนความเร็วลงในระยะที่จะสุดช่วงของการเคลื่อนที่เพื่อให้น้ำหนักหยุดนิ่งอยู่ที่จุดสิ้นสุดการเคลื่อนที่พอดี

จากสูตร Power = Strength x Speed

จะเห็นได้ว่า ถ้าต้องการให้พลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น จะต้องทำให้ความแข็งแรงเพิ่มขึ้น หรือความเร็วเพิ่มขึ้น หรือทั้งความแข็งแรง และความเร็วเพิ่มขึ้น ดังนั้นพลังกล้ามเนื้อที่เพิ่มขึ้นจากการฝึกด้วยน้ำหนักตามแบบที่ใช้ทั่วไป จึงมีข้อจำกัด

ในขณะที่นิวตัน และเครเมอร์ (Newton and Kraemer, 1994) ให้ความเห็นว่า การที่ผู้เชี่ยวชาญในการฝึกความแข็งแรงและสมรรถภาพทางกายหลายท่านเชื่อว่าในขณะที่ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น จะทำให้พลังกล้ามเนื้อและความสามารถในการเคลื่อนไหวเพิ่มขึ้นนั้นเป็นเรื่องที่ถูกต้อง แต่ถ้าพิจารณาให้ลึกซึ้งไปกว่านั้นจะเห็นได้ว่าความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อนั้น เป็นการทำงานของกล้ามเนื้อด้วยอัตราความเร็วต่ำ ซึ่งเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สนับสนุนให้เกิดพลังระเบิด การเคลื่อนไหวในลักษณะพลังระเบิดเป็นการเคลื่อนไหวโดยเริ่มจากอัตราความเร็วเป็นศูนย์หรือจากอัตราความเร็วต่ำ ดังนั้น ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อจึงมีส่วนช่วยพัฒนาพลังกล้ามเนื้อในระยะเริ่มต้นการเคลื่อนไหวเท่านั้น

อย่างไรก็ตามในขณะที่กล้ามเนื้อเริ่มหดตัวสิ้นลงด้วยอัตราความเร็วที่สูงนั้น ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อที่ทำงานด้วยอัตราความเร็วต่ำก็จะส่งผลแต่เพียงเล็กน้อยต่อความสามารถของกล้ามเนื้อในการที่จะออกแรงมากขึ้นในอัตราความเร็วที่สูงดังกล่าว

ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ (2545) ได้สรุปผลของการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อโดยใช้การฝึกด้วยน้ำหนักว่า

1. การฝึกด้วยน้ำหนักตามประเพณีนิยม โดยการใช้ความหนักในระดับสูงและกล้ามเนื้อทำงานด้วยอัตราความเร็วต่ำ จะนำไปสู่การพัฒนาความแข็งแรงสูงสุดเป็นหลัก และการพัฒนาลดลงเมื่อกล้ามเนื้อทำงานด้วยอัตราความเร็วสูงขึ้น ส่วนการฝึกด้วยน้ำหนักโดยการใช้ความหนักในระดับต่ำลงมา และกล้ามเนื้อทำงานด้วยอัตราความเร็วสูงขึ้น จะนำไปสู่การพัฒนากล้ามเนื้อให้ออกแรงทำงานด้วยอัตราความเร็วได้สูงมากขึ้น และมีอัตราการพัฒนาแรงสูงขึ้น (Hakkinen and Komi, 1985)

2. ถึงแม้ว่าการปรับตัวของกล้ามเนื้อจะเกิดขึ้นจากการฝึกด้วยอัตราความเร็วใดๆ นั้น ความสามารถที่เปลี่ยนไปก็ใช่ว่าจะเป็นไปตามหลักการนี้เสมอไป ทั้งนี้เนื่องมาจากลักษณะทางธรรมชาติที่สลับซับซ้อนของการทำงานแบบพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และการรวมกันระหว่างความต้องการของการออกแรงที่ช้าและเร็วภายในความสมบูรณ์ของการเคลื่อนไหวแต่ละครั้งยิ่งไปกว่านั้นก็ยากที่จะสังเกตผลของการปรับตัวในผู้ที่ไม่เคยได้รับการฝึก เนื่องจากมีตัวแปรแทรกซ้อน

ต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อการพัฒนาความแข็งแรง และพลังกล้ามเนื้อ นิวตัน และเครเมอร์ (Newton and Kraemer, 1988)

3. การปรับตัวของกล้ามเนื้อขึ้นอยู่กับสภาวะของการฝึกแต่ละคน อาจไม่เป็นไปตามหลักการที่กล้ามเนื้อจะพัฒนาการออกแรงทำงานในอัตราความเร็วที่ฝึกนั้น คนที่มีพื้นฐานความแข็งแรงต่ำอาจพัฒนาตลอดการฝึกไม่ว่าจะใช้ความหนักของการฝึกในระดับใด หรือใช้วิธีการฝึกแบบใด (Komi and Hakkinen, 1988)

4. การปรับตัวของกล้ามเนื้อในองค์ประกอบใดองค์ประกอบหนึ่ง (แรงสูง พลังสูง) จะเกิดขึ้นหลังจากมีพื้นฐานการฝึกความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อเท่านั้น หรืออีกนัยหนึ่งถ้านักกีฬามี พื้นฐานความแข็งแรงเพียงพอแล้ว การพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อโดยการฝึกด้วยน้ำหนักตามประเพณีนิยมก็จะไม่ส่งผลดี ดังนั้นจึงต้องคิดค้นวิธีการฝึกที่เฉพาะเจาะจงมากกว่านี้ (Hakkinen, 1989)

5. การพัฒนาพลังกล้ามเนื้อของนักกีฬาที่เคยได้รับการฝึกมาแล้ว คงจะต้องใช้ยุทธวิธีการฝึกเชิงซ้อน มากกว่าที่จะใช้ตามแนวคิดที่ผ่านมา (Wilson et. al., 1993)

6. กีฬาประเภทที่ต้องใช้พลังกล้ามเนื้อจะต้องอาศัยความเร็วและความสัมพันธ์ระหว่างประสาทกับกล้ามเนื้อในการปฏิบัติทักษะกีฬาบางประเภทเป็นการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็วด้วยความแข็งแรง (Speed – Strength) ซึ่งต้องการความเร็วมากกว่าความแข็งแรง เช่น วิ่งระยะสั้น กีฬาบางประเภทเป็นการเคลื่อนไหวอย่างแข็งแรงด้วยความเร็ว เช่น ยกน้ำหนัก ถึงแม้ว่าจะต้องมีการรวมกันระหว่างกันทั้งความเร็วและความแข็งแรงก็ตาม เปอร์เซ็นต์ของการรวมกันระหว่างกันจะแตกต่างกันไปตามลักษณะเฉพาะของกีฬาแต่ละประเภท (Yessis, 1994)

จากการฝึกด้วยน้ำหนักเพื่อพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและการพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อสามารถสรุปได้ว่า การฝึกด้วยน้ำหนักความหนักในระดับสูง จะทำให้ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น และทำให้พลังกล้ามเนื้อและความสามารถในการเคลื่อนไหวเพิ่มขึ้น เนื่องจากความแข็งแรงสูงสุด (Maximum Strength) มีความสัมพันธ์สูงกับพลังกล้ามเนื้อ นอกจากนั้นถ้าต้องการให้พลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น จะต้องทำให้ความแข็งแรงเพิ่มขึ้น หรือความเร็วเพิ่มขึ้น หรือทั้งความแข็งแรง และความเร็วเพิ่มขึ้น ดังนั้นความเร็วในการยกจึงต้องใช้ความพยายามยกน้ำหนักนั้นในลักษณะแรงระเบิด ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาการทำงานของประสาท จึงทำให้ความสามารถในการเคลื่อนไหวทางการกีฬาดีขึ้นความเร็วที่สูงแม้ว่าน้ำหนักที่เป็นแรงต้านจากภายนอกจะมีมาก

การฝึกเชิงซ้อน

ชู (Chu, 1996) กล่าวว่าในร่างกายมนุษย์ มีทั้งเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วและเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้า เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้า เรียกว่า ชนิด I ซึ่งสามารถออกแรงเกือบสูงสุดได้ในระยะเวลานาน เป็นเส้นใยกล้ามเนื้อที่ใช้ในการทำงานแบบออกซิเจน เช่น การวิ่งระยะไกล เป็นต้น เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วนั้นแบ่งออกเป็นชนิด IIa และชนิด IIb ซึ่งสามารถออกแรงสูงสุดได้ในระยะเวลาอันสั้น เป็นเส้นใยกล้ามเนื้อที่ใช้ในการทำงานแบบใช้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและพลังกล้ามเนื้อ เช่น นักกีฬาฟุตบอล และนักวิ่งระยะสั้น เป็นต้น ความแตกต่างระหว่างเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วทั้งสองชนิดนี้ก็คือ ชนิด IIa มีความอดทนในการหดตัวมากกว่า ในขณะที่ชนิด IIb มีความเร็วในการหดตัวมากกว่า ในกีฬาหลายชนิดที่เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วทั้งสองชนิดที่ถูกใช้งานซึ่งชนิด IIb จะหดตัวก่อน เมื่อเกิดความเมื่อยล้าแล้ว ชนิด IIa ก็จะหดตัวแทนต่อไป นอกจากนั้นยังมีกล้ามเนื้อชนิด IIc ซึ่งสามารถพัฒนาให้ทำงานได้ทั้งแบบเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็ว และแบบเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้า ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีการฝึก

ถึงแม้จะถือได้ว่านักกีฬาประเภทที่ใช้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและพลังกล้ามเนื้อจะต้องมีเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วมากกว่าเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้าก็ตาม แต่เส้นใยกล้ามเนื้อทั้งสองลักษณะนี้ต่างก็มีความสำคัญต่อการพัฒนานักกีฬาในภาพรวมทั้งหมด เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วช่วยให้นักกีฬาสามารถเคลื่อนไหวได้อย่างรวดเร็วและในลักษณะแรงระเบิด เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้าจะทำหน้าที่รักษาความมั่นคง และท่าทางของนักกีฬาในขณะที่ทำการเคลื่อนไหว ทำให้เป็นการเคลื่อนไหวที่สมบูรณ์

ในบริบทของการฝึกเชิงซ้อนนั้น เป้าหมายหลักของนักกีฬาประเภทที่ใช้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและพลังกล้ามเนื้อก็คือ เน้นการฝึกเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด IIb เป็นสำคัญ และให้เส้นใยกล้ามเนื้อชนิด IIc ได้พัฒนาให้ทำงานแบบเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด IIb เส้นใยกล้ามเนื้อชนิด IIa ถึงแม้ว่าจะเป็นเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็ว แต่ก็มักจะไม่ค่อยจะมีประโยชน์ต่อนักกีฬาหลายชนิด เช่น ยกน้ำหนัก และนักเพาะกาย ได้มีการฝึกเพื่อพัฒนาเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด IIa เป็นอย่างมากแต่ก็ไม่สามารถที่จะแสดงความแข็งแรงที่เกิดขึ้นมานั้นในลักษณะการเคลื่อนไหวที่รวดเร็วได้ อีกตัวอย่างหนึ่งก็คือ ความแข็งแรงของกลุ่มกล้ามเนื้อแฮมสตริง (Hamstring) ซึ่งมีความสำคัญเป็นอันดับแรกของนักวิ่งระยะสั้น และกลุ่มกล้ามเนื้อนี้จะประกอบไปด้วยเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด IIb เป็นส่วนใหญ่ สามารถพิสูจน์ได้ว่ากลุ่มกล้ามเนื้อแฮมสตริง ของนักวิ่งระยะสั้นจะพัฒนาขึ้นมากกว่านักเพาะกาย อย่างเห็นได้ชัด

ในการฝึกโดยใช้แรงต้านที่นำมาเป็นส่วนหนึ่งของการฝึกเชิงซ้อนนั้น จะทำให้มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความมั่นคงมากขึ้น ซึ่งมีความสำคัญต่อการพัฒนานักกีฬาในภาพรวมทั้งหมด โดยเฉพาะอย่างยิ่งมีความสำคัญต่อการป้องกันการบาดเจ็บอีกด้วย อย่างไรก็ตามในขณะที่นักกีฬามีสมรรถภาพทางกายสูงขึ้นนั้น จะต้องลดปริมาณของการทำงานของกล้ามเนื้อชนิด IIa ลง และเน้นที่การทำงานของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด IIb

ความมหัศจรรย์และศักยภาพอันมหาศาลของร่างกายมนุษย์นั้น มักจะถูกละเลยแม้กระทั่งในความรู้สึกของนักกีฬาชั้นยอดทั้งหลาย เมื่ออยู่ในสถานการณ์ของการท้าทาย ร่างกายมนุษย์ก็จะมีความสามารถที่จะเปลี่ยนแปลงที่สำคัญได้ สิ่งหนึ่งในนั้นก็คือ การเปลี่ยนแปลงหน้าที่การทำงานของเส้นใยกล้ามเนื้อ จากผลของการวิจัยแสดงให้เห็นว่า มีความเป็นไปได้ที่จะฝึกเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวเร็วให้ทำงานในลักษณะของเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้า และในทางตรงข้ามฝึกเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้าให้ทำงานในลักษณะของเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็ว (ดังนั้นนักกีฬาประเภทที่จะต้องอาศัยการทำงานของกล้ามเนื้อแบบใช้ออกซิเจน จะต้องระมัดระวังไม่ให้มีการฝึกเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วมากจนเกินไป มิฉะนั้นจะเป็นภัยต่อเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้า ซึ่งจะเรียนรู้การทำงานในลักษณะของเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็ว) อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงทั้งสองลักษณะนี้เกิดขึ้นได้ยาก และต้องการปริมาณการฝึกที่มาก และเป็นเรื่องที่น่าทึ่งว่า เหตุผลต่างๆ ของสถานการณ์ของการท้าทายนั้น มีความแตกต่างกันโดยสิ้นเชิง

ความยากในการฝึกกล้ามเนื้อ เนื่องมาจากผลของการประกอบภารกิจประจำวันที่มีการเคลื่อนไหวด้วยความเร็วต่ำ จึงเป็นสภาวะที่ทำให้ร่างกายทำงานอย่างช้าๆ ดังนั้นทุกสิ่งทุกอย่างที่นักกีฬาทำนอกเหนือไปจากโปรแกรมของการฝึก จึงเป็นอุปสรรคต่อโปรแกรมการฝึกที่มุ่งเน้นให้กล้ามเนื้อหดตัวได้เร็วขึ้นทั้งสิ้น เปรียบเสมือนทุกๆ สองก้าว ในการพัฒนาของการฝึกจะมีการถอยหลังกลับมาหนึ่งก้าว เพื่อมีชีวิตความเป็นอยู่ตามปกติที่นอกเหนือจากโปรแกรมการฝึกเสมอ โชคดีที่เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วที่นักกีฬามีอยู่ในตัวแล้วนั้นมั่นคงมากกว่าอุปสรรคที่ทำให้เปลี่ยนแปลง ในการเปลี่ยนลักษณะการทำงานของกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วไปสู่ลักษณะการทำงานของกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้านั้น ต้องใช้โปรแกรมการฝึกโดยใช้แรงต้านที่หนักใช้จำนวนครั้งของการปฏิบัติน้อย และเคลื่อนไหวไปด้วยความเร็วต่ำ ละเว้นการปฏิบัติด้วยความเร็วสูงและลักษณะเป็นแรงระเบิดไปอย่างสิ้นเชิง

การทำงานของระบบกล้ามเนื้อจะคล้ายกับระบบคอมพิวเตอร์ในแง่ที่ว่า นักกีฬาป้อนอะไรเข้าไปจะได้รับสิ่งนั้นกลับออกมา กล้ามเนื้อจะต้องทำงานอย่างสมบูรณ์ด้วยอาการที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดเท่าที่กล้ามเนื้อได้เรียนรู้มา ถ้านักกีฬาสอนให้กล้ามเนื้อทำงานอย่างช้าๆ

แต่เพียงอย่างเดียว กล้ามเนื้อก็จะทำด้วยอาการเช่นนั้น ในทำนองเดียวกัน นักกีฬาที่ต้องการให้กล้ามเนื้อทำงานด้วยความเร็วสูงขึ้น จึงต้องฝึกให้กล้ามเนื้อได้เรียนรู้ถึงการทำงานอย่างเหมาะสมด้วยความเร็วที่สูงขึ้นนั้น การฝึกให้กล้ามเนื้อทำงานด้วยความเร็วต่ำจึงไม่สามารถที่จะพัฒนาพลังกล้ามเนื้อได้

เยสซิส (Yessis, 1994) กล่าวว่าในวงการกีฬานั้น เป็นที่เข้าใจกันโดยทั่วไปว่าพลัง (Power) เปรียบดุจดังแรงระเบิด (Explosiveness) ซึ่งเป็นการรวมกันระหว่างความเร็ว (Speed) กับความแข็งแรง (Strength) แรงระเบิด (Explosiveness) นี้จะแสดงออกมาเมื่อนักกีฬาเอาชนะแรงต้านทานหรือน้ำหนักได้ภายในเวลาที่สั้นที่สุดเท่าที่จะทำได้

จากสูตร $P = \frac{F \times d}{t}$

ในที่นี้ P = พลัง

F = แรง (Force)

d = ระยะทาง (Distance)

t = เวลา (Time)

ในเมื่อ ความเร็ว $= \frac{\text{ระยะทาง}}{\text{เวลา}}$

ดังนั้น พลัง = แรง x ความเร็ว

ในการปฏิบัติทักษะกีฬาใดๆ ให้เกิดพลัง (Power) สูงสุดนั้น มักจะเป็นการรวมกันระหว่างการออกแรงมาก กับการเคลื่อนไหวที่เร็วมาก มากกว่าการพยายามที่จะออกแรงให้มากที่สุด หรือเคลื่อนไหวให้เร็วที่สุด แต่เพียงอย่างเดียว

ชู (Chu , 1996) ได้เสนอแนะกระบวนการ 2 ขั้นของการฝึกเชิงซ้อน (Complex Training) ซึ่งแต่ละขั้นมีความสำคัญเท่าเทียมกันดังนี้

ขั้นที่ 1 เป็นการฝึกด้วยน้ำหนักโดยใช้ความหนักในระดับสูง ซึ่งเป็นการฝึกเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด IIb และให้เส้นใยกล้ามเนื้อชนิด IIc ได้ทำงานแบบเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด IIb

ขั้นที่ 2 เป็นการฝึกให้กล้ามเนื้อได้ทำงานด้วยความเร็วที่สูงที่สุดเท่าที่จะทำได้ซึ่งหลังจากเสร็จสิ้นการฝึกด้วยน้ำหนักในแต่ละชุดนั้น จึงใช้การฝึกพลัยโอเมตริกทันที ซึ่งเป็นการเคลื่อนไหวแบบแรงระเบิด โดยใช้ท่าที่เสมอเหมือนกับท่าของการฝึกด้วยน้ำหนักเพื่อกระตุ้นกล้ามเนื้อในขั้นแรก

ชู (Chu , 1996) และเวอโควานสกี (Verkhovansky, 1986) ได้ลงความเห็นว่ากลไกในการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญที่สุดที่เกิดจากการฝึกเชิงซ้อน คือประสาทกล้ามเนื้อ (Neuromuscular) ซึ่งการฝึกด้วยน้ำหนักที่ใช้ความหนักในระดับสูง จะเป็นการเพิ่มการกระตุ้นเส้นใยประสาทและการเสริมฤทธ์ของรีเฟล็กซ์ (Reflex Potentiation) ซึ่งเกิดสภาวะที่เหมาะสมต่อการฝึกพลัยโอเมตริกที่ตามมา ความเมื่อยล้าที่เกิดจากการฝึกด้วยน้ำหนักจะเป็นแรงกระตุ้นให้ระดมหน่วยยนต์มาทำงานเพิ่มขึ้นในช่วงของการฝึกพลัยโอเมตริก

เอบเบนและวัตต์ (Ebben and Watt, 1998) กล่าวว่า ปัจจุบันนี้ยังเป็นการยากในการให้คำอธิบายที่เชื่อถือได้ต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาที่เกิดจากการฝึกเชิงซ้อน ในทางทฤษฎีนั้นมีองค์ประกอบต่างๆ ที่มีบทบาทในการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยานี้ ได้แก่

- ประสาทกล้ามเนื้อ
- ฮอร์โมน
- การเผาผลาญอาหาร
- การสร้างเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ
- การเรียนรู้ทางกลไก

เอบเบนและวัตต์ (Ebben and Watt, 1998) ได้สรุปข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการฝึกเชิงซ้อนที่ได้มีผู้กล่าวถึงไว้ ดังนี้

1. การฝึกเชิงซ้อน เป็นเรื่องจำเป็นที่จะต้องจัดไว้ในโปรแกรมการฝึกซ้อม ซึ่งนักกีฬาจะต้องมีความแข็งแรงพื้นฐานโดยการฝึกด้วยน้ำหนักมาก่อน และควรจะใช้การฝึกพลัยโอเมตริกโดยใช้ความหนักในระดับต่ำควบคู่ไปด้วยในระยะเตรียม และเริ่มมีการจับคู่ท่าฝึกการฝึกด้วยน้ำหนักกับการฝึกพลัยโอเมตริก มาฝึกในลักษณะของการฝึกเชิงซ้อนได้ตั้งแต่ระยะก่อนการแข่งขัน แล้วค่อยๆ ปรับกิจกรรมของการเคลื่อนไหวในการฝึกเชิงซ้อนให้เหมือนกับการเคลื่อนไหวในการแข่งขันจริง อีกทั้งยังเป็นการประหยัดเวลาและเพิ่มความหลากหลายของการฝึกระยะแข่งขันอีกด้วย

2. ความหนักและปริมาณของการฝึกที่ใช้ในการฝึกเชิงซ้อนนั้นจำเป็นต้องใช้ความหนักในระดับสูงทั้งการฝึกด้วยน้ำหนัก และการฝึกพลัยโอเมตริก ในปริมาณที่ไม่มากเพื่อป้องกันความเมื่อยล้าที่มากเกินไปจนนักกีฬาไม่สามารถมุ่งความสนใจไปยังกิจกรรมการฝึกได้ควรอยู่ระหว่าง 2 ถึง 5 ชุด โดยในแต่ละชุดมีการฝึกด้วยน้ำหนัก 2 - 8 ครั้ง และการฝึกพลัยโอเมตริก 5 - 15 ครั้ง

3. การเลือกท่าฝึกที่นำมาใช้ในการฝึกเชิงซ้อน ควรคำนึงถึงหลักการทางด้านชีวกลศาสตร์และความเร็วที่ต้องการในกีฬาแต่ละชนิด ซึ่งท่าของการฝึกด้วยน้ำหนักนั้นควรเป็นท่าฝึกที่ใช้หลายข้อต่อด้วยกัน และตามด้วยท่าฝึกของการฝึกพลัยโอเมตริกที่มีการเคลื่อนไหวในลักษณะเดียวกัน นอกจากนั้นควรมีการใช้ท่าฝึกที่ใช้แขนหรือขาเพียงข้างเดียวเพื่อให้มีการกระตุ้นหน่วยยนต์เต็มที่

4. ความถี่ของการฝึกและเวลาพักในการฝึกเชิงซ้อน มีการฝึก 1 - 3 ครั้งต่อสัปดาห์ โดยมีการพักระหว่างการฝึกแต่ละครั้ง 48 - 96 ชั่วโมง สำหรับการพักกล้ามเนื้อมัดที่ได้รับการฝึกนั้น เป็นการป้องกันปัญหาที่เกิดจากการฝึกด้วยน้ำหนักในวันหนึ่ง แล้วตามด้วยการฝึกพลัยโอเมตริกในวันถัดไป ซึ่งกล้ามเนื้อได้รับการฝึกนั้นเวลาพักไม่เพียงพอ การฝึกเชิงซ้อนในระยะก่อนการแข่งขันมีการฝึก 2 - 3 ครั้งต่อสัปดาห์ และเมื่อถึงระยะแข่งขันก็จะลดลงเหลือ 1 - 2 ครั้งต่อสัปดาห์ โดยการใช้ความหนักในระดับสูงและปริมาณที่ไม่มาก

5. ลำดับของท่าฝึกในการฝึกเชิงซ้อน ที่เริ่มจากการฝึกด้วยน้ำหนักก่อนนั้นก็เพื่อเพิ่มการกระตุ้นระบบประสาทให้มีการระดมหน่วยยนต์จำนวนมาก และเมื่อตามด้วยการฝึกพลัยโอเมตริกในทันทีก็จะเกิดพลังกล้ามเนื้อมาก ทั้งที่การฝึกเชิงซ้อนที่ใช้หลายข้อต่อด้วยกันนี้ควรจะจัดให้มีการฝึกก่อนกิจกรรมอื่นๆ เพื่อให้แน่ใจว่านักกีฬาได้ฝึกในกิจกรรมที่อยู่ในระดับความหนักที่ต้องการจริงๆ

6. เวลาพักหลังจากสิ้นสุดการฝึกด้วยน้ำหนักแล้วตามด้วยฝึกพลัยโอเมตริกในทันทีภายในเวลาไม่เกิน 30 วินาที เพื่อใช้ประโยชน์จากการระดมหน่วยยนต์จำนวนมากนั้นเมื่อจบการฝึก 1 ชุดในลักษณะของการฝึกเชิงซ้อนแล้วใช้เวลาพัก 2 - 10 นาที

เอบเบน (Ebben, 2002) ยังได้ทำการศึกษาเพิ่มเติมและได้สรุปเพิ่มเติมไว้ว่า การฝึกเชิงซ้อนเป็นที่นิยมโดยรวมเอาการฝึกด้วยน้ำหนักกับการฝึกพลัยโอเมตริกเข้าด้วยกัน มีรายงานว่าการฝึกเชิงซ้อนเป็นการฝึกเพื่อพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ และความสามารถของนักกีฬาให้ดีขึ้นตลอดจนการฝึกเชิงซ้อนมีผลในการเพิ่มประสิทธิภาพของงาน (Ergogennic) แบบเฉียบพลันระยะยาว และควรใช้ความหนักระดับสูงในการฝึกด้วยน้ำหนัก

เวอโคซานสกี และทัตยัน (Verkhoshansky and Tatyan, 1973) ได้ศึกษาเพื่อเปรียบเทียบการฝึกเชิงซ้อนกับการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่กับการฝึกด้วยน้ำหนัก ทั้งในลักษณะที่ฝึกตามโปรแกรมฝึกพลัยโอเมตริกก่อน และในลักษณะที่ฝึกตามโปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนักก่อน โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกรีฑาประเภทลู่และประเภทลานที่เพิ่งเริ่มเล่น จำนวน 96 คน ใช้เวลาในการฝึก 14 สัปดาห์ แต่ไม่ปรากฏผลการวิจัย นอกจากนั้นในปีเดียวกันยังได้ศึกษาเพื่อเปรียบเทียบการฝึกเชิงซ้อน ทั้งในลักษณะที่ฝึกด้วยน้ำหนักแล้วตามด้วยการฝึกพลัยโอเมตริกในทันทีและในลักษณะที่ฝึกพลัยโอเมตริกและตามฝึกด้วยน้ำหนักในทันที โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกรีฑาประเภทลู่และประเภทลานที่เพิ่งเริ่มเล่น จำนวน 96 คน ใช้เวลาในการฝึก 12 สัปดาห์ ซึ่งไม่ปรากฏผลการวิจัย เช่นเดียวกัน

โดยสรุปแล้วผู้ฝึกสอนและนักวิทยาศาสตร์การกีฬาทั้งหลายต่างเห็นพ้องต้องกันว่า การฝึกเชิงซ้อนเป็นวิธีการฝึกที่มีประโยชน์และอาจจะเป็นวิธีที่ดีที่สุดเนื่องจากสามารถใช้การเคลื่อนไหวของทักษะกีฬาควบคู่กันไปในการพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อได้ และใช้ระยะเวลาในการทดลองระหว่าง 12 – 14 แม้จะไม่ปรากฏผลการวิจัยก็ตาม

ชู (Chu, 1996) ได้เสนอแนะให้แบ่งระยะเวลาของการฝึกเชิงซ้อนออกเป็นสี่ระยะคือ

1. ระยะเตรียม (Preparation Phase) ใช้เวลา 2 - 6 สัปดาห์

ตารางที่ 21 แสดงการฝึกเชิงซ้อนในระยะเตรียม

รายการ	ฝึกด้วยน้ำหนัก	ฝึกพลัยโอเมตริก
ความหนัก	60 - 70% ของหนึ่งอาร์เอ็ม	พลัยโอเมตริกระดับที่ 1
จำนวนครั้ง	10 - 15 ครั้ง	10 - 12 ครั้ง
จำนวนชุด	2 - 4 ชุด	2 - 3 ชุด

2. ระยะก่อนการแข่งขัน (Precompetition Phase) ใช้เวลา 8 - 12 สัปดาห์ ประกอบด้วยระยะแรก และระยะหลัง

ตารางที่ 22 แสดงการฝึกเชิงซ้อนในระยะก่อนการแข่งขันระยะแรก

รายการ	ฝึกด้วยน้ำหนัก	ฝึกพลัยโอเมตริก
ความหนัก	70 - 85% ของหนึ่งอาร์เอ็ม	พลัยโอเมตริกระดับที่ 1
จำนวนครั้ง	6 - 10 ครั้ง	10 - 12 ครั้ง
จำนวนชุด	3 ชุด	3 ชุด

ตารางที่ 23 แสดงการฝึกเชิงซ้อนในระยะก่อนการแข่งขันระยะหลัง

รายการ	ฝึกด้วยน้ำหนัก	ฝึกพลัยโอเมตริก
ความหนัก	70 - 85% ของหนึ่งอาร์เอ็ม	พลัยโอเมตริกระดับที่ 1
จำนวนครั้ง	4 - 6 ครั้ง	5 – 10 ครั้ง
จำนวนชุด	4 ชุด	4 ชุด

3. ระยะแข่งขัน (Competition Phase) ใช้เวลา 4 สัปดาห์

ตารางที่ 24 แสดงการฝึกเชิงซ้อนในระยะแข่งขัน

รายการ	ฝึกด้วยน้ำหนัก	ฝึกพลัยโอเมตริก
ความหนัก	80 - 100% ของหนึ่งอาร์เอ็ม	พลัยโอเมตริกระดับที่ 2
จำนวนครั้ง	1 - 3 ครั้ง	5 - 6 ครั้ง
จำนวนชุด	3 - 5 ชุด	3 – 5 ชุด

4. ระยะส่งผ่าน (Transition phase) หรือระยะเวลาของการพัก โดยมีกิจกรรม (Active Rest) ซึ่งเป็นการหลีกหนีจากโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนในระยะเวลาหนึ่ง โดยใช้กิจกรรมเบาๆ ที่ใช้ระบบพลังงานแบบแอโรบิก และเตรียมตัวเข้าสู่ระยะเวลาของการฝึกในปีต่อไป

นอกจากนี้ ชู (1996) ได้เสนอแนะแนวท่าฝึกพลัยโอเมตริกสำหรับกล้ามเนื้อขาไว้ ดังนี้

พลัยโอเมตริก ระดับที่ 1 ได้แก่

- ยืนกระโดดไกล (Standing Long Jump)

- กระโดดข้ามสิ่งกีดขวาง (Barrier Jump) ในความสูงระดับต่างๆ
- กระโดดข้ามสิ่งกีดขวางทางด้านข้าง (Lateral Barrier Jump)
- กระโดดลงจากกล่อง (Jump from Box)
- กระโดดขึ้นกล่อง (Jump to Box)
- กระโดดขึ้นกล่องในแนวดิ่ง (Vertical Jump)

พลัยโอเมตริกระดับที่ 2 ได้แก่

- ยืนเขย่งก้าวกระโดด (Standing Triple Jump)
- เด็พธ์จัมพ์ (Depth Jump)
- เขย่งข้ามรั้ว (Hurdle Hop)
- กระโดดไปข้างหน้าหลายครั้ง (Multiple Jumps)
- เขย่งข้ามสิ่งกีดขวางหลายทิศทาง (Multidirectional Barrier Hop)
- กระโดดในแนวราบ (Bounding)
- เขย่งขาเดียว (Single – Leg Hop)

จากการฝึกเชิงซ้อนเพื่อพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและการพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อสามารถสรุปได้ว่า การฝึกเชิงซ้อนสามารถพัฒนาความแข็งแรงสูงสุดและพลังระเบิดของกล้ามเนื้อได้เนื่องจากการฝึกเชิงซ้อนนั้นมีการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักโดยใช้ความหนักในระดับสูง ซึ่งส่งผลให้เกิดความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อตลอดจนเป็นการฝึกเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด IIb และให้เส้นใยกล้ามเนื้อชนิด IIc ได้ทำงานแบบเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด IIb และการเคลื่อนไหวแบบพลัยโอเมตริกในทักษะที่ต้องการฝึก เพื่อให้กล้ามเนื้อได้ทำงานด้วยความเร็วที่สูงที่สุดเท่าที่จะทำได้ซึ่งหลังจากเสร็จสิ้นการฝึกด้วยน้ำหนักในแต่ละชุดนั้น ซึ่งเป็นการเคลื่อนไหวแบบแรงระเบิด โดยใช้ท่าที่เสมอเหมือนกับท่าของการฝึกด้วยน้ำหนักเพื่อกระตุ้นกล้ามเนื้อในขั้นแรก ทำให้เกิดการพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อสูงสุดที่สามารถนำไปใช้กับทักษะกีฬาได้ทันที เนื่องจากการพัฒนาพลังจะเป็นการรวมกันระหว่างการออกแรงมาก กับการเคลื่อนไหวที่เร็วมาก มากกว่าการพยายามที่จะออกแรงให้มากที่สุด หรือเคลื่อนไหวให้เร็วที่สุด แต่เพียงอย่างเดียว

11. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

11.1 งานวิจัยภายในประเทศ

โสรัตน์ สีสรรพ์ (2530) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ความแม่นยำในการเตะลูกรักบี้จากผลการฝึก 2 วิธี กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชายวิทยาลัยพลศึกษาจังหวัดมหาสารคาม ปีการศึกษา 2529 จำนวน 60 คน แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มควบคุม ฝึกความแม่นยำในการเตะลูกรักบี้เพียงอย่างเดียว กลุ่มทดลอง ฝึกความแม่นยำในการเตะลูกรักบี้ควบคู่กับการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาโดยการถ่วงน้ำหนักตามวิธีของเดอโลม โดยทำการฝึกสัปดาห์ละ 3 วัน คือ วันจันทร์ พุธ และวันศุกร์ วันละ 1 ชั่วโมง และทำการทดสอบความแม่นยำในการเตะลูกรักบี้ฟุตบอล ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2, 4, 6 และ 8 ผลการวิจัยพบว่า การฝึกความแม่นยำในการเตะลูกรักบี้ควบคู่กับการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา มีผลต่อความแม่นยำในการเตะลูกรักบี้ฟุตบอลทั้ง 2 ระยะ ในสัปดาห์ที่ 2 และ 4 ไม่แตกต่างกันแต่ในสัปดาห์ที่ 6 และ 8 ระยะทาง 20 เมตร และ 30 เมตร กลุ่มฝึกความแม่นยำในการเตะลูกรักบี้ควบคู่กับการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา มีความแม่นยำสูงกว่ากลุ่มฝึกการเตะลูกรักบี้ฟุตบอลเพียงอย่างเดียว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ .01 ตามลำดับ นอกจากนี้ระยะเวลา 8 สัปดาห์ มีผลต่อความแม่นยำในการเตะลูกรักบี้ฟุตบอลสูงขึ้นกว่าก่อนการฝึกทั้ง 2 กลุ่ม ทั้ง 2 ระยะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุขไสว จีระยา (2531) ได้ทำการศึกษาการเปรียบเทียบสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดในการออกกำลังกายในที่ระดับสูงจากน้ำทะเลแตกต่างกันกลุ่มตัวอย่างแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม โดยวิธีการจับคู่กลุ่ม กลุ่มละ 10 คน ฝึกวิ่งเหยาะรอบสนาม 70% ของอัตราการเต้นของชีพจรสูงสุด ทำการฝึก 8 สัปดาห์ๆ ละ 4 วัน ผลการวิจัยพบว่าการออกกำลังกายโดยการวิ่งเหยาะทำให้สมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ.05 และการเปรียบเทียบผลของการออกกำลังกายในที่สูงต่อกัน พบว่า การจับออกซิเจนสูงสุดไม่ต่างกัน

ราตรี จำปาจันทร์ และคณะ (2535) ได้ทำการวิจัยเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างปฏิกิริยาเวลาการตอบสนองของมือและเท้า ความเร็ว และความอดทนของกล้ามเนื้อกับผลของการแข่งขันของนักมวยสากล ในการแข่งขันกีฬาแห่งชาติ ครั้งที่ 24 ประจำปี 2534 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักมวยสากลสมัครเล่น 9 รุ่น จำนวน 59 คน ผลการวิจัยพบว่า

1. ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนกับเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของมือและเท้าอยู่ในระดับดี

2. ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนกับเปอร์เซนต์ความอดทนของกล้ามเนื้อมีค่าสูง แสดงว่าผู้ที่มีคะแนนสูงสามารถออกหมัดติดต่อกันได้นานโดยไม่เมื่อยล้า

3. ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนกับความเร็วของกล้ามเนื้อมีค่าสูงแสดงว่าผู้ที่ได้คะแนนสูงจะสามารถรุกและรับได้อย่างรวดเร็ว

4. เวลาปฏิกิริยาการตอบสนองของตาและเท้าของนักมวยที่ชนะเลิศ เปรียบเทียบนักมวยที่ได้ที่สองของทุกรุ่นน้ำหนักแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถติที่ระดับ .05

เกียรติวัฒน์ วัชญากาญจน์ (2535) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ผลการฝึกกล้ามเนื้อด้วยน้ำหนักที่มีต่อความสามารถในการเสิร์ฟเซปักตะกร้อ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชาย ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 24 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มควบคุม ฝึกการเสิร์ฟตะกร้อเพียงอย่างเดียว และกลุ่มทดลอง ฝึกการเสิร์ฟตะกร้อควบคู่กับการฝึกด้วยน้ำหนัก ฝึกเป็นเวลา 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 วัน ผลการวิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการเสิร์ฟเซปักตะกร้อก่อนและหลังสัปดาห์ที่ 2, 4, 6 และ 8 ของกลุ่มทดลอง ซึ่งฝึกการเสิร์ฟตะกร้อควบคู่กับการฝึกด้วยน้ำหนักมีอัตราการเพิ่มสูงกว่ากลุ่มควบคุมซึ่งฝึกทักษะการเสิร์ฟตะกร้อเพียงอย่างเดียว

พรหมเมศ จักษุรักษ์ (2535) ได้ทำการศึกษาเรื่องผลของการฝึกเสริมด้วยน้ำหนักและพลัยโอเมตริก ที่มีต่อความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อของนักกีฬารักบี้ฟุตบอล โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลของการเสริมการฝึกด้วยน้ำหนัก และการเสริมการฝึกพลัยโอเมตริกที่มีต่อความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อของนักกีฬารักบี้ฟุตบอล กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนักกีฬารักบี้ฟุตบอลระดับเยาวชนทีมชาติ และระดับโรงเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในโรงเรียนเตรียมทหารปีการศึกษา 2534 มีอายุระหว่าง16-19 ปี จำนวน 40 คน ทดสอบความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อแล้วแบ่งนักกีฬาออกเป็นกลุ่มที่มีความสามารถเท่ากัน 4 กลุ่ม กลุ่มละ 10 คน

กลุ่มที่ 1 ฝึกเสริมด้วยน้ำหนัก 30 นาที แล้วฝึกแบบปกติอีก 1 ชั่วโมง ในวันจันทร์ วันพุธ และวันพฤหัสบดี

กลุ่มที่ 2 ฝึกเสริมด้วยพลัยโอเมติก 30 นาที แล้วฝึกแบบปกติอีก 1 ชั่วโมง ในวันจันทร์ วันพุธ และวันพฤหัสบดี

กลุ่มที่ 3 ฝึกเสริมด้วยน้ำหนักควบคู่กับพลัยโอเมตริก 30 นาที (โดยฝึกพลัยโอเมตริกก่อน) ทั้งนี้จะลดจำนวนชุดของการฝึกเสริมด้วยน้ำหนัก และการฝึกเสริมด้วยพลัยโอเมตริก ให้จำนวน

ครั้งของท่าฝึกในการฝึกเสริมทั้งหมดในแต่ละแบบเท่ากับครึ่งหนึ่งของจำนวนเดิม แล้วฝึกแบบปกติอีก 1 ชั่วโมง ในวันจันทร์ วันพุธ และวันพฤหัสบดี

กลุ่มที่ 4 ฝึกแบบปกติ 1 ชั่วโมง ในวันจันทร์ วันพุธ และวันพฤหัสบดี

ใช้เวลาในการฝึก 8 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า

1. หลังการฝึกเสริมด้วยน้ำหนัก เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา พลังกล้ามเนื้อขา พลังกล้ามเนื้อแขนและไหล่ ในการทดสอบก่อนและหลังการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

2. หลังการฝึกเสริมด้วยพลัยโอเมตริก เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าค่าเฉลี่ยของพลังกล้ามเนื้อแขนและไหล่ ในการทดสอบก่อนและหลังการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

3. หลังการฝึกเสริมด้วยน้ำหนักควบคู่กับพลัยโอเมตริก เป็นเวลา 8 สัปดาห์พบว่า ค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนซ้ายและแขนขวา ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา พลังกล้ามเนื้อขา และพลังกล้ามเนื้อแขนและไหล่ ในการทดลองก่อนและหลังการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

4. หลังการฝึกแบบปกติ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า ค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนซ้าย ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา พลังกล้ามเนื้อขา และพลังกล้ามเนื้อแขนและไหล่ ในการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

5. หลังการฝึกเสริมด้วยน้ำหนัก การฝึกเสริมด้วยพลัยโอเมตริก การฝึกเสริมด้วยน้ำหนักควบคู่กับพลัยโอเมตริก และการฝึกแบบปกติเป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า ค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ขันติ พุทธพงศ์ (2536) ได้ทำการศึกษาเรื่องผลของการฝึกเสริมแบบพลัยโอเมตริกที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อขาของนักกีฬา โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลและเปรียบเทียบการฝึกเสริมแบบพลัยโอเมตริกที่มีต่อความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อขาของนักกีฬา กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนักกีฬาชายประเภทบาสเกตบอล วอลเลย์บอล ฟุตบอล และกรีฑา ของโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ฝ่ายมัธยม) ปีการศึกษา 2534 มีอายุระหว่าง 14 - 17 ปี จำนวน 30 คน ทดสอบความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อขาแล้วแบ่งนักกีฬาออกเป็นกลุ่มที่มีความสามารถเท่ากัน 3 กลุ่ม กลุ่มละ 10 คน

กลุ่มที่ 1 ฝึกแบบปกติ 1 ชั่วโมง ในวันจันทร์ ถึง วันศุกร์

กลุ่มที่ 2 ฝึกเสริมแบบพลัยโอเมตริก 30 นาที แล้วฝึกแบบปกติอีก 1 ชั่วโมง ในวันอังคาร และวันพฤหัสบดี ส่วนในวันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์ ให้ฝึกแบบปกติ 1 ชั่วโมง

กลุ่มที่ 3 ฝึกเสริมแบบพลัยโอเมตริก 30 นาที แล้วฝึกแบบปกติอีก 1 ชั่วโมง ในวันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์ ส่วนในวันอังคาร และวันพฤหัสบดีให้ฝึกแบบปกติ 1 ชั่วโมง

ใช้เวลาในการฝึก 8 สัปดาห์ ผลการวิจัยปรากฏว่า

1. หลังการฝึกเสริมแบบพลัยโอเมตริกสัปดาห์ละ 2 วัน เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ค่าเฉลี่ยของพลังงานกล้ามเนื้อขา ในการทดสอบก่อนและหลังการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. หลังการฝึกแบบปกติ การฝึกเสริมแบบพลัยโอเมตริกสัปดาห์ละ 2 วัน และการฝึกเสริมแบบพลัยโอเมตริกสัปดาห์ละ 3 วัน เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อขา ในการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. หลังการฝึกแบบปกติ การฝึกเสริมแบบพลัยโอเมตริก สัปดาห์ละ 2 วัน และการฝึกเสริมแบบพลัยโอเมตริกสัปดาห์ละ 3 วัน เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าค่าเฉลี่ยความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อขา ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วันชัย บุญรอด (2538) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การพัฒนาโปรแกรมการฝึกนักกรีฑาด้วยการเสริมวิธีการฝึกแบบพลัยโอเมตริกและไอโซคิเนติก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและประเมินโปรแกรมการฝึกนักกรีฑาด้วยการเสริมวิธีการฝึกแบบพลัยโอเมตริก และไอโซคิเนติก ที่มีต่อความสามารถในการวิ่ง 100 เมตร 200 เมตร ทุ่มน้ำหนัก ขว้างจักร ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและพลังกล้ามเนื้อ กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนิสิต ภาควิชาพลศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2537 ที่ผ่านการเรียนหรือกำลังเรียนวิชาเทคนิคและทักษะกรีฑาลู่หรือเทคนิคและทักษะกรีฑาลานมาแล้ว มีอายุระหว่าง 18-24 ปี จำนวน 84 คน แบ่งนิสิตออกเป็น 12 กลุ่ม โดยการสุ่มแบบกำหนดลงกลุ่มละ 7 คน ฝึกตามโปรแกรม ดังนี้

โปรแกรมการฝึกวิ่ง 100 เมตร

1. กลุ่มฝึกเสริมด้วยพลัยโอเมตริก ฝึกด้วยน้ำหนัก 30 นาที ฝึกแบบพลัยโอเมตริก 25 นาที แล้วฝึกทักษะกรีฑา วิ่ง 100 เมตร อีก 50 นาที ในวันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์ ส่วนวันอังคาร และวันพฤหัสบดี ให้ฝึกทักษะกรีฑาวิ่ง 100 เมตร 55 นาที

2. กลุ่มฝึกเสริมด้วยไอโซคิเนติก ฝึกด้วยน้ำหนัก 30 นาที ฝึกแบบไอโซคิเนติก 10 นาที แล้วฝึกทักษะกรีฑาวิ่ง 100 เมตร อีก 50 นาที ในวันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์ ส่วนวันอังคาร และวันพฤหัสบดี ให้ฝึกทักษะกรีฑาวิ่ง 100 เมตร 55 นาที

3. กลุ่มควบคุม ฝึกด้วยน้ำหนัก 55 นาที แล้วฝึกทักษะกรีฑาวิ่ง 100 เมตร อีก 50 นาที ในวันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์ ส่วนวันอังคาร และวันพฤหัสบดี ให้ฝึกทักษะกรีฑาวิ่ง 100 เมตร 55 นาที

ดังนั้น การฝึกทักษะกรีฑาวิ่ง 100 เมตรจะเพิ่มขึ้นจาก 50 นาที เป็น 55 นาที และจาก 55 นาที เป็น 60 นาที ในสัปดาห์ที่ 11 และ 12

โปรแกรมการฝึกวิ่ง 200 เมตร

1. กลุ่มฝึกเสริมด้วยพลัยโอเมตริก ฝึกด้วยน้ำหนัก 30 นาที ฝึกแบบพลัยโอเมตริก 25 นาที แล้วฝึกทักษะกรีฑา วิ่ง 200 เมตร อีก 50 นาที ในวันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์ ส่วนวันอังคาร และวันพฤหัสบดี ให้ฝึกทักษะกรีฑาวิ่ง 200 เมตร 55 นาที

2. กลุ่มฝึกเสริมด้วยไอโซคิเนติก ฝึกด้วยน้ำหนัก 30 นาที ฝึกแบบไอโซคิเนติก 10 นาที แล้วฝึกทักษะกรีฑาวิ่ง 200 เมตร อีก 50 นาที ในวันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์ ส่วนวันอังคาร และวันพฤหัสบดี ให้ฝึกทักษะกรีฑาวิ่ง 200 เมตร 55 นาที

3. กลุ่มควบคุม ฝึกด้วยน้ำหนัก 55 นาที แล้วฝึกทักษะกรีฑาวิ่ง 200 เมตร อีก 50 นาที ในวันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์ ส่วนวันอังคาร และวันพฤหัสบดี ให้ฝึกทักษะกรีฑาวิ่ง 200 เมตร 55 นาที

ทั้งนี้การฝึกทักษะกรีฑาวิ่ง 200 เมตรจะเพิ่มขึ้นจาก 50 นาที เป็น 55 นาที และจาก 55 นาที เป็น 60 นาที ในสัปดาห์ที่ 11 และ สัปดาห์ที่ 12

โปรแกรมการฝึกทุ่มน้ำหนัก

1. กลุ่มฝึกเสริมด้วยพลัยโอเมตริก ฝึกทักษะทุ่มน้ำหนัก 50 นาที ฝึกด้วยนำหนัก 30 นาที แล้วฝึกแบบพลัยโอเมตริก 25 นาที ในวันจันทร์ และวันศุกร์ ฝึกด้วยน้ำหนัก 30 นาที ฝึกแบบพลัยโอเมตริก 25 นาที และฝึกทักษะทุ่มน้ำหนัก 50 นาที ในวันอังคาร และวันพฤหัสบดี ส่วนในวันพุธ ให้ฝึกทักษะทุ่มน้ำหนัก 50 นาที

2. กลุ่มฝึกเสริมด้วยไอโซคิเนติก ฝึกทักษะทุ่มน้ำหนัก 50 นาที ฝึกด้วยน้ำหนัก 30 นาที แล้วฝึกแบบไอโซคิเนติก 10 นาที ในวันจันทร์ และวันศุกร์ ฝึกด้วยน้ำหนัก 30 นาที ฝึกแบบไอโซคิเนติก 10 นาที และฝึกทักษะทุ่มน้ำหนัก 50 นาที ในวันอังคาร และวันพฤหัสบดี ส่วนในวันพุธ ให้ฝึกทักษะทุ่มน้ำหนัก 50 นาที

3. กลุ่มควบคุม ฝึกทักษะทุ่มน้ำหนัก 50 นาที แล้วฝึกด้วยน้ำหนัก 55 นาที ในวันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์ ฝึกด้วยน้ำหนัก 55 นาที แล้วฝึกทักษะทุ่มน้ำหนัก 50 นาที ในวันอังคาร และวันพฤหัสบดี ส่วนในวันพุธ ให้ฝึกทักษะทุ่มน้ำหนัก 50 นาที

โปรแกรมการฝึกขว้างจักร

1. กลุ่มฝึกเสริมด้วยพลัยโอเมตริก ฝึกทักษะขว้างจักร 50 นาที ฝึกด้วยน้ำหนัก 30 นาที แล้วฝึกแบบพลัยโอเมตริก 25 นาที แล้วฝึกทักษะขว้างจักร 50 นาที ในวันอังคารและวันพฤหัสบดี ส่วนในวันพุธ ให้ฝึกทักษะขว้างจักร 50 นาที

2. กลุ่มฝึกเสริมด้วยไอโซคิเนติก ฝึกทักษะขว้างจักร 50 นาที ฝึกด้วยน้ำหนัก 30 นาที แล้วฝึกแบบไอโซคิเนติก 10 นาที ในวันจันทร์ และวันศุกร์ ฝึกด้วยน้ำหนัก 30 นาที ฝึกแบบไอโซคิเนติก 10 นาที และฝึกทักษะขว้างจักร 50 นาที ในวันอังคาร และวันพฤหัสบดี ส่วนในวันพุธ ให้ฝึกทักษะขว้างจักร 50 นาที

3. กลุ่มควบคุม ฝึกทักษะขว้างจักร 50 นาที แล้วฝึกด้วยน้ำหนัก 55 นาที ในวันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์ ฝึกด้วยน้ำหนัก 55 นาที แล้วฝึกทักษะขว้างจักร 50 นาที ในวันอังคาร และวันพฤหัสบดี ส่วนในวันพุธให้ฝึกทักษะขว้างจักร 50 นาที

โดยที่กลุ่มควบคุมทั้ง 4 กลุ่มนั้น ฝึกตามโปรแกรมของสมาคมกรีฑาสมัครเล่นแห่งประเทศไทยที่ได้ปรับปรุงให้เหมาะสมกับนักกรีฑาที่เริ่มเล่น

ใช้เวลาในการฝึก 12 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า

1. โปรแกรมการฝึกนักกรีฑาด้วยการเสริมวิธีการฝึกแบบพลัยโอเมตริก โปรแกรมการฝึกนักกรีฑาด้วยการเสริมวิธีการฝึกแบบไอโซคิเนติก และโปรแกรมการฝึกนักกรีฑาของสมาคมกรีฑาสมัครเล่นแห่งประเทศไทย มีผลต่อความสามารถในการวิ่ง 100 เมตร ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05

2. โปรแกรมการฝึกนักกรีฑาด้วยการเสริมวิธีการฝึกแบบพลัยโอเมตริก มีผลต่อความสามารถในการวิ่ง 200 เมตร ดีกว่าโปรแกรมการฝึกนักกรีฑาของสมาคมกรีฑาสมัครเล่นแห่งประเทศไทย หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 และ 12 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และโปรแกรมการฝึกนักกรีฑาด้วยการฝึกเสริมวิธีการฝึกแบบไอโซคิเนติก มีผลต่อความสามารถในการวิ่ง 200 เมตร ดีกว่าโปรแกรมการฝึกนักกรีฑาของสมาคมกรีฑาสมัครเล่นแห่งประเทศไทย หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 12 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. โปรแกรมการฝึกนักกรีฑาของสมาคมกรีฑาสมัครเล่นแห่งประเทศไทย มีผลต่อความสามารถในการทุ่มน้ำหนัก ดีกว่าโปรแกรมการฝึกนักกรีฑาด้วยการเสริมวิธีการฝึกแบบ

พลัยโอเมตริก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 และ 12 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และดีกว่าโปรแกรมการฝึกนักกรีฑาด้วยการฝึกเสริมวิธีการฝึกแบบไอโซคิเนติก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 12 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. โปรแกรมการฝึกนักกรีฑาด้วยการเสริมวิธีการฝึกแบบพลัยโอเมตริก โปรแกรมการฝึกนักกรีฑาด้วยการฝึกเสริมวิธีการฝึกแบบไอโซคิเนติก และโปรแกรมการฝึกนักกรีฑาของสมาคมกรีฑาสมัครเล่นแห่งประเทศไทย มีผลต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อดีกว่าโปรแกรมการฝึกนักกรีฑาด้วยการเสริมวิธีการฝึกแบบพลัยโอเมตริกและโปรแกรมการฝึกนักกรีฑาด้วยการฝึกเสริมวิธีการฝึกแบบไอโซคิเนติก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สมภพ สาครดี (2540) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ผลของการฝึกพลัยโอเมตริกที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อขาของนักกีฬายกน้ำหนักในท่า สแนทช์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลและเปรียบเทียบความแตกต่างของการฝึกพลัยโอเมตริกที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อขาของนักกีฬายกน้ำหนักในท่าสแนทช์ กลุ่มตัวอย่างประชากร เป็นนักกีฬายกน้ำหนัก จังหวัดกาญจนบุรี ทั้งชายและหญิง มีอายุระหว่าง 17 - 23 ปี จำนวน 20 คน ทดสอบพลังกล้ามเนื้อขาในการเหยียดเข่าข้างที่ถนัด การเหยียดเข่าข้างที่ไม่ถนัด การงอเข่าข้างที่ถนัด การงอเข่าข้างที่ไม่ถนัด และความสามารถในการยกน้ำหนักท่า สแนทช์ แล้วนำค่าพลังกล้ามเนื้อขาในการเหยียดเข่าข้างที่ถนัด มาแบ่งนักกีฬาออกเป็นกลุ่มที่มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน จำนวน 2 กลุ่ม กลุ่มละ 10 คน

กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุม ฝึกตามโปรแกรมยกน้ำหนักเพียงอย่างเดียว 90 นาที ในวันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์

กลุ่มที่ 2 กลุ่มทดลอง ฝึกพลัยโอเมตริก 30 นาที แล้วฝึกตามโปรแกรมยกน้ำหนักอีก 90 นาที ในวันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์

ใช้เวลาในการฝึก 8 สัปดาห์ ทั้งนี้ในการฝึกพลัยโอเมตริก จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมตลอดระยะเวลาของการฝึก ผลการวิจัยพบว่า

1. หลังการฝึกตามโปรแกรมยกน้ำหนักเพียงอย่างเดียว และการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่กับการฝึกตามโปรแกรมยกน้ำหนัก เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า ค่าเฉลี่ยของพลังกล้ามเนื้อขาในการเหยียดเข่าข้างที่ถนัด ในการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. หลังการฝึกตามโปรแกรมยกน้ำหนักเพียงอย่างเดียว เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า ค่าเฉลี่ยของพลังกล้ามเนื้อขาในการเหยียดเข่าข้างที่ไม่ถนัด งอเข้าข้างที่ถนัด งอเข่าข้างที่

ไม่ถนัด และความสามารถในการยกน้ำหนักท่าสแนทช์ ในการทดสอบก่อนและหลังการทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. หลังการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่กับการฝึกตามโปรแกรมยกน้ำหนักเป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า ค่าเฉลี่ยของพลังกล้ามเนื้อขาในการเหยียดเข่าข้างที่ไม่ถนัดและความสามารถในการยกน้ำหนักท่าสแนทช์ ในการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. หลังการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่กับการฝึกตามโปรแกรมยกน้ำหนักเป็นเวลา 4 สัปดาห์ และ 8 สัปดาห์ พบว่าค่าเฉลี่ยของพลังกล้ามเนื้อขาในการงอเข่าข้างที่ถนัด และงอเข่าข้างที่ไม่ถนัด ในการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ภูสิต ถาดา (2540) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การเปรียบเทียบผลระหว่างการฝึกเสริมไอโซโทนิกควบคู่พลัยโอเมตริกกับไอโซโทนิก ไอโซเมตริกควบคู่กับพลัยโอเมตริก ที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อขาและแขน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลและเปรียบเทียบระหว่างการฝึกเสริมไอโซโทนิกควบคู่กับพลัยโอเมติกกับไอโซโทนิก ไอโซเมตริกควบคู่กับพลัยโอเมตริก ที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อขาและแขน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาฟุตบอล และรักบี้ฟุตบอล ของวิทยาลัยพลศึกษาจังหวัดมหาสารคาม ปีการศึกษา 2540 มีอายุระหว่าง 18 – 22 ปี โดยวิธีการสุ่มแบบเจาะจง จำนวน 65 คน ทดสอบพลังกล้ามเนื้อขาและแขน นำผลการทดสอบมาเรียงลำดับตั้งแต่ 1 – 65 แล้วตัดนักกีฬาที่มีพลังกล้ามเนื้อขาและแขนที่ดีที่สุดและต่ำที่สุด 10 ลำดับแรกและหลังออก คัดเอาลำดับที่ 11 - 55 จำนวน 45 คน แล้วแบ่งนักกีฬาออกเป็น 3 กลุ่ม โดยการสุ่มแบบกำหนดลงกลุ่มละ 15 คน แล้วนำทั้ง 3 กลุ่มมาทำการสุ่มอย่างง่าย เพื่อเลือกโปรแกรมการฝึกดังนี้

กลุ่มควบคุม ฝึกปกติ 90 นาที ในวันจันทร์ พุธ และวันศุกร์

กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกเสริมด้วยน้ำหนักแบบไอโซโทนิกควบคู่พลัยโอเมตริก 30 นาที (โดยฝึกพลัยโอเมตริกก่อน) แล้วฝึกปกติอีก 60 นาที ในวันจันทร์ พุธ และวันศุกร์

กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกเสริมด้วยน้ำหนักแบบไอโซโทนิก แบบไอโซเมตริกควบคู่พลัยโอเมตริก 30 นาที (โดยฝึกพลัยโอเมตริกก่อน) แล้วฝึกปกติอีก 60 นาที ในวันจันทร์ พุธ และวันศุกร์

ใช้เวลาในการฝึก 6 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า

1. หลังการฝึกแบบปกติและฝึกเสริมด้วยน้ำหนักแบบไอโซโทนิกควบคู่พลัยโอเมตริก การฝึกแบบปกติและฝึกเสริมด้วยน้ำหนักแบบไอโซโทนิก ไอโซเมตริกควบคู่พลัยโอเมตริก เป็นเวลา 6

สัปดาห์ พบว่า พลังกล้ามเนื้อแขนและขา ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาและแขนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. หลังการฝึกแบบปกติและฝึกเสริมด้วยน้ำหนักแบบไอโซโทนิกควบคู่พลัยโอเมตริก การฝึกแบบปกติและฝึกเสริมด้วยน้ำหนักแบบไอโซโทนิก ไอโซเมตริกควบคู่พลัยโอเมตริก เป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่า ค่าเฉลี่ยพลังกล้ามเนื้อแขนและขา ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาและแขนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อทดสอบเป็นรายคู่ พบว่า ค่าเฉลี่ยพลังกล้ามเนื้อแขนและขาของกลุ่มควบคุม ซึ่งฝึกแบบปกติกับกลุ่มทดลองที่ 2 ซึ่งเป็นการฝึกแบบปกติและฝึกเสริมด้วยน้ำหนักแบบไอโซโทนิก ไอโซเมตริกควบคู่พลัยโอเมตริก มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนกลุ่มควบคุมซึ่งฝึกแบบปกติกับกลุ่มทดลองที่ 1 ซึ่งฝึกแบบปกติและฝึกเสริมด้วยน้ำหนักแบบไอโซโทนิก ไอโซเมตริกควบคู่พลัยโอเมตริก ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และพบว่า กลุ่มทดลองที่ 1 กับกลุ่มทดลองที่ 2 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. หลังการฝึกแบบปกติ การฝึกเสริมด้วยน้ำหนักแบบไอโซโทนิกควบคู่พลัยโอเมตริก และการฝึกเสริมด้วยน้ำหนักแบบไอโซโทนิก ไอโซเมตริกควบคู่พลัยโอเมตริก เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงกล้ามเนื้อแขนและขามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อทดสอบเป็นรายคู่ พบว่า ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงกล้ามเนื้อแขนและขาของกลุ่มควบคุม ซึ่งฝึกแบบปกติกับกลุ่มทดลองที่ 1 ซึ่งฝึกแบบปกติ และฝึกเสริมด้วยน้ำหนักแบบไอโซโทนิก ควบคู่พลัยโอเมตริก กับกลุ่มทดลองที่ 2 ซึ่งฝึกแบบปกติและฝึกเสริมด้วยน้ำหนักแบบไอโซโทนิก ไอโซเมตริกควบคู่พลัยโอเมตริก มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และพบว่า กลุ่มทดลองที่ 1 กับกลุ่มทดลองที่ 2 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

หนึ่งฤทัย สระทองเวียน (2541) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการฝึกพลัยโอเมตริกและการฝึกความเร็วที่มีต่อพลังสูงสุดแบบไม่ใช้ออกซิเจนในนักกีฬาฮอกกี้ กลุ่มตัวอย่างคือ นักกีฬาฮอกกี้หญิงของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อายุ 18 – 22 ปี จำนวน 30 คน แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 3 วัน ทำการทดสอบพลังสูงสุดแบบไม่ใช้ออกซิเจน กำลังกล้ามเนื้อขาและความเร็วในการวิ่ง 50 เมตร ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ในช่วงก่อนฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ 8 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กำลังกล้ามเนื้อขาภายในกลุ่มฝึกทักษะกีฬาฮอกกี้เพียงอย่างเดียว และกลุ่มฝึกทักษะกีฬาฮอกกี้ควบคู่การฝึกพลัยโอเมตริกในช่วงก่อนและ

หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 มีพัฒนาการดีขึ้นกว่าก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ยกเว้นกลุ่มฝึกทักษะฮอกกี้ควบคู่การฝึกความเร็วในช่วงก่อนการฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความเร็วในการวิ่ง 50 เมตรของทั้ง 3 กลุ่มในช่วงก่อนการฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สมพงษ์ วัฒนาโภคยกิจ (2541) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ผลของการฝึกพลัยโอเมตริกโดยใช้กล่องระดับความสูงต่างกันที่มีความสามารถในการกระโดดของนักวอลเลย์บอลชายโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลและหาค่าความแตกต่างของการฝึกพลัยโอเมตริก โดยใช้กล่องระดับความสูงต่างกันที่มีต่อความสามารถในการกระโดดของนักวอลเลย์บอลชาย กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนักกีฬาวอลเลย์บอลชายตัวแทนโรงเรียน อายุระหว่าง 16 - 18 ปี จำนวน 40 คน ทดสอบความสามารถในการยืนกระโดดแตะฝาผนัง แล้วแบ่งนักกีฬาออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 10 คน โดยการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย

กลุ่มควบคุม ฝึกวอลเลย์บอลเพียงอย่างเดียว 60 นาที ในวันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์

กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกด้วยกล่องไม้สูง 45 เซนติเมตร 30 นาที แล้วฝึกวอลเลย์บอลอีก 60 นาที ในวันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์

กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกด้วยกล่องไม้สูง 60 เซนติเมตร 30 นาที แล้วฝึกวอลเลย์บอลอีก 60 นาที ในวันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์

กลุ่มทดลองที่ 3 ฝึกพลัยโอเมตริกด้วยกล่องไม้สูง 75 เซนติเมตร 30 นาที แล้วฝึกวอลเลย์บอลอีก 60 นาที ในวันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์

ใช้เวลาในการฝึก 8 สัปดาห์ ทั้งนี้ในการฝึกพลัยโอเมตริก จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมตลอดระยะเวลาของการฝึก ผลการวิจัยพบว่า

1. หลังการฝึกพลัยโอเมตริก ด้วยกล่องไม้สูง 45 เซนติเมตร ควบคู่กับการฝึกวอลเลย์บอล การฝึกพลัยโอเมตริกด้วยกล่องไม้สูง 60 เซนติเมตรควบคู่กับการฝึกวอลเลย์บอลและการฝึกพลัยโอเมตริกด้วยกล่องไม้สูง 75 เซนติเมตร ควบคู่กับการฝึกวอลเลย์บอล เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าค่าเฉลี่ยความสามารถในการยืนกระโดดแตะฝาผนัง ในการทดลองก่อนและหลังการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. หลังการฝึกวอลเลย์บอลเพียงอย่างเดียว การฝึกพลัยโอเมตริกด้วยกล่องไม้สูง 45 เซนติเมตรควบคู่กับการฝึกวอลเลย์บอล การฝึกพลัยโอเมตริกด้วยกล่องไม้สูง 45 เซนติเมตร

ควบคู่กับการฝึกวอลเลย์บอล การฝึกพลัยโอเมตริกด้วยกล่องไม้สูง 60 เซนติเมตรควบคู่กับการฝึกวอลเลย์บอล การฝึกพลัยโอเมตริกด้วยกล่องไม้สูง 75 เซนติเมตรควบคู่กับการฝึกวอลเลย์บอล เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าค่าเฉลี่ยความสามารถในการยืนกระโดดแตะฝาผนัง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่โดยวิธีการของตูกี พบว่า ค่าเฉลี่ยความสามารถในการยืนกระโดดแตะฝาผนังของกลุ่มควบคุม ซึ่งฝึกวอลเลย์บอลเพียงอย่างเดียว กับ กลุ่มทดลองที่ 2 ซึ่งฝึกพลัยโอเมตริกด้วยกล่องไม้สูง 60 เซนติเมตร ควบคู่กับการฝึกวอลเลย์บอล มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ (2544) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การเปรียบเทียบผลของการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่กับการฝึกด้วยน้ำหนัก การฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก และการฝึกเชิงซ้อนที่มีต่อการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขา โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาประเภททีมของวิทยาลัยพลศึกษาจังหวัดสมุทรสาคร จำนวน 72 คน แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 18 คน มีกลุ่มควบคุมการฝึกปกติ กลุ่มทดลองการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่ฝึกด้วยน้ำหนัก กลุ่มทดลองฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก และกลุ่มทดลองฝึกเชิงซ้อน ทำการฝึก 2 วันต่อสัปดาห์ และฝึก 12 สัปดาห์ ทำการทดสอบพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา พลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา และความแข็งแรงสูงสุดแบบไอโซโทนิกของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า

1. การฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่การฝึกด้วยน้ำหนัก การฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก และการฝึกเชิงซ้อน มีผลต่อการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขาไม่แตกต่างกัน

2. การฝึกเชิงซ้อนมีผลต่อการพัฒนาพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขามากกว่าการฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. การฝึกเชิงซ้อนและการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่กับการฝึกด้วยน้ำหนัก มีผลต่อการพัฒนาความแข็งแรงสูงสุดแบบไอโซโทนิกของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว มากกว่าการฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ชัยสิทธิ์ ภาวิลาส (2544) ได้กล่าวไว้ว่า วิธีการฝึกความเร็วมีวิธีการฝึกแบบซ้ำๆ วิธีนี้ถือว่าเป็นพื้นฐานในการฝึกความเร็ว เพราะนักกีฬาจะมีการเคลื่อนไหวที่ซ้ำกันในการเล่นกีฬา ซึ่งวิธีการฝึกซ้ำกันมีอยู่ 2 วิธี คือ การฝึกด้วยความเร็วสูงสุดด้วยการลดแรงต้านทาน (Decreased Resistance) วิธีนี้ใช้กันหลายชนิดกีฬา เช่น การลดแขนของแรงจากไม้พายของเรือพาย เรือแคนนู

หรือการลดการต้านของกระแสลมช่วยดึงให้จักรยานเคลื่อนที่ได้เร็วขึ้น การฝึกความเร็วสูงสุดด้วยการเพิ่มแรงต้านทาน (Increased Resistance) วิธีนี้จะทำให้การฝึกเพิ่มความเร็วให้มากขึ้น เช่น การฝึกกล้ามเนื้อโดยเครื่องฝึกกล้ามเนื้อเฉพาะส่วน การใช้ยางแถบยาวในการฝึกว่ายน้ำ หรือการใช้เสื้อผ้าที่หนักกว่าปกติในการเล่นสกีหรือสเก็ต เมื่อนักกีฬามีการเคลื่อนที่แบบอิสระขณะแข่งขันจะทำให้นักกีฬารู้สึกเบาและเพิ่มความเร็วได้

ชิษณุ สุทธะพินทุ (2544) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการฝึกพลัยโอเมตริกร่วมกับการฝึกด้วยเครื่องลากถ่วง และการฝึกพลัยโอเมตริกอย่างเดียวต่อความเร็วในการวิ่ง 100 เมตร กลุ่มตัวอย่างคือ นักศึกษาวิทยาลัยพลศึกษา จังหวัดสุโขทัย ชั้นปีที่ 2 จำนวน 40 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มๆ ละ 20 คน ซึ่งได้ทำการทดสอบก่อนและหลังเข้ารับการฝึกพลัยโอเมตริกร่วมกับการฝึกด้วยเครื่องลากถ่วง และการฝึกพลัยโอเมตริกอย่างเดียวเป็นเวลา 6 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลการเปรียบเทียบการฝึกด้วยโปรแกรมฝึกพลัยโอเมตริกร่วมกับการฝึกด้วยเครื่องลากถ่วงน้ำหนักก่อนและหลังการทดสอบ ได้ค่าเฉลี่ยผลต่างเท่ากับ 1.06 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.28

2. ผลการฝึกผลัยโอเมตริกอย่างเดียวก่อนและหลังการทดสอบได้ค่าเฉลี่ยผลต่างเท่ากับ 0.35 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.11

ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ (2545) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ผลของการฝึกเชิงซ้อนที่มีต่อการเร่งความเร็วของนักวิ่ง 100 เมตร ทีมชาติไทย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักวิ่ง 100 เมตรทีมชาติไทย จำนวน 8 คน โดยใช้วิธีการจัดกระทำแบบสุ่ม แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 4 คน มีกลุ่มทดลองฝึกเชิงซ้อน และกลุ่มควบคุมฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่ฝึกด้วยน้ำหนัก ทำการฝึก 2 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 6 สัปดาห์ มีการทดสอบความเร็วที่จุด 10 เมตร จุด 20 เมตร จุด 30 เมตร และจุด 40 เมตร ก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 6 สัปดาห์

ผลการวิจัยพบว่า

1. กลุ่มฝึกเชิงซ้อน สามารถเร่งความเร็วจากเส้นเริ่มถึงจุด 20 เมตร จุด 30 เมตร และจุด 40 เมตร ได้มากกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. กลุ่มฝึกเชิงซ้อน สามารถเร่งความเร็วจากเส้นเริ่มถึงจุด 40 เมตร ได้มากกว่ากลุ่มฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่ฝึกด้วยน้ำหนัก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ณัชธกรม์ เปียงเจริญ (2545) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการฝึกความมั่นคงของลำตัวในนักวิ่งระยะสั้นระดับเยาวชน กลุ่มตัวอย่างคือ นักกรีฑาของสมาคมกีฬาจังหวัดเชียงใหม่ อายุ 14 - 16 ปี จำนวน 10 คน เป็นชาย 6 คน และหญิง 4 คน แบ่งกลุ่มโดยใช้หลักการจับคู่จากสถิติในการวิ่ง 100 เมตร ใช้ระยะเวลาในการฝึก 6 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า เวลาในการวิ่ง 100 เมตรของกลุ่มทดลองมีค่าลดลงมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

เนตร ทองธาระ (2545) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ผลของการฝึกเสริมพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนักที่มีต่อการพัฒนาความเร็วของนักกีฬาฟุตบอล เพื่อศึกษาผลของการฝึกเสริมพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนักที่มีต่อการพัฒนาความเร็วของนักกีฬาฟุตบอล กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาฟุตบอลชายมหาวิทยาลัยพลศึกษาจังหวัดสมุทรสาคร จำนวน 24 คน โดยทำการสุ่มแบบกำหนดลงในกลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกตามปกติและฝึกความเร็ว และกลุ่มที่ 2 ฝึกตามปกติ ฝึกความเร็วและฝึกเสริมพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก ทำการฝึก 2 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ทำการทดสอบความเร็วในการวิ่ง 27 เมตร ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ นำผลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ทางสถิติ โดยหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ และทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีการทดสอบของตูกี เอ (Tukey a)

วรเชษฐ์ จันติยะ (2545) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อสะโพกด้วยวิธีการถ่วงน้ำหนักที่มีต่อความเร็วในการวิ่ง 40 เมตร กลุ่มตัวอย่างคือ นักกรีฑาของสมาคมกรีฑาจังหวัดเชียงใหม่ อายุ 14 – 22 ปี จำนวน 14 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม โดยกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีการทดสอบวิ่ง 50 เมตร และวัดน้ำหนัก 10RM ของท่าฝึกยกน้ำหนักก่อนและหลังการฝึกโปรแกรม ใช้ระยะเวลาในการฝึก 8 ผลการวิจัยพบว่า หลังการทดลองกลุ่มทดลองมีสถิติในการวิ่งดีขึ้นแตกต่างจากการฝึกก่อนการเข้าสู่โปรแกรม กลุ่มควบคุมไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางสถิติ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ค่าเฉลี่ยความแตกต่างของความเร็วในการวิ่ง 50 เมตร ก่อนและหลังการฝึกมีค่ามากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อสะโพกในการวัด 10RM กลุ่มทดลองมีความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้นภายในกลุ่ม กลุ่มควบคุมมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นเล็กน้อย

ไวพจน์ จันทร์เสม (2545) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาโปรแกรมการฝึกเพื่อพัฒนาความอดทนของกล้ามเนื้อขาในนักกีฬารักบี้ฟุตบอล โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมการฝึกเพื่อพัฒนาพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาในนักกีฬารักบี้ฟุตบอล กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักกีฬารักบี้ฟุตบอลระดับอุดมศึกษาของวิทยาลัยพลศึกษาจังหวัดสมุทรสาคร จำนวน 30 คน ทำการสุ่มลงกลุ่มในการทดลองกลุ่มละ 10 คน กลุ่มที่ 1 ใช้โปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนักควบคู่การวิ่งสองนาที กลุ่มที่ 2 ใช้โปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่การวิ่ง 2 นาที และกลุ่มที่ 3 โปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนัก ทำการฝึก 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 วัน ผลการวิจัยพบว่า

1. โปรแกรมการฝึกเพื่อพัฒนาพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาในนักกีฬารักบี้ฟุตบอล ทั้ง 3 โปรแกรมไม่สามารถพัฒนาพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และทั้ง 3 โปรแกรมไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. โปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่กับการวิ่งสองนาที และโปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนักควบคู่การวิ่งสองนาที ใช้เวลาในการวิ่งน้อยกว่าโปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. โปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่กับการวิ่งสองนาที และโปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนักควบคู่การวิ่งสองนาทีมีความเร็วเฉลี่ยในการวิ่ง 40 เมตร มากกว่าโปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. โปรแกรมการฝึกเพื่อพัฒนาพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาในนักกีฬารักบี้ฟุตบอล ทั้ง 3 โปรแกรม สามารถพัฒนาความอดทนของกล้ามเนื้อขาได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และทั้ง 3 โปรแกรมไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กัณฑิมา เนียมโภคะ (2546) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการฝึกความเร็วของสเต็ปเท้าในรูปแบบต่างๆ ที่มีต่อความสามารถในการวิ่งระยะทาง 50 เมตรกลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนหญิงโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อายุ 11 – 12 ปี จำนวน 40 คน แบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 4 กลุ่มๆ ละ 10 คน โดยทำการสุ่ม กลุ่มที่ 1 ฝึกโปรแกรมกรีฑาวิ่งระยะสั้น กลุ่มที่ 2 ฝึกโปรแกรมความเร็วสเต็ปเท้า โดยใช้ตาราง 9 ช่อง ควบคู่การฝึกโปรแกรมกรีฑาวิ่งระยะสั้น กลุ่มที่ 3 ฝึกโปรแกรมความเร็วสเต็ปเท้า โดยใช้ตาราง 9 ช่อง ควบคู่โปรแกรมกรีฑาวิ่งระยะสั้น กลุ่มที่ 4 ฝึกโปรแกรมความเร็วสเต็ปเท้าโดยใช้บันไดลิง ควบคู่การฝึกโปรแกรมกรีฑาวิ่งระยะสั้น โดยฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ และทำการทดสอบความเร็วของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดก่อนการฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำ และเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่

ระหว่างกลุ่มและภายในกลุ่ม โดยใช้วิธีของตูกี (Tukey) ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบของการฝึกทั้ง 4 รูปแบบ ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ ส่งผลต่อความเร็วในการวิ่งระยะทาง 40 เมตร ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และพบว่า ระยะเวลาการฝึกก่อนและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ 8 ส่งผลต่อความเร็วในการวิ่งระยะทาง 50 เมตร มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากข้อค้นพบดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่า ในการฝึกโปรแกรมกรีฑาระยะสั้นนั้นสามารถนำรูปแบบการฝึกความเร็วของสเต็ปเท้าทั้ง 3 โปรแกรม ได้แก่ โปรแกรมสเต็ปเท้าโดยใช้รั้วพีวีซี โปรแกรความเร็วสเต็ปเท้า โดยใช้ตาราง 9 ช่อง โปรแกรมความเร็วสเต็ปเท้าโดยใช้บันไดลิงมาใช้ควบคู่กับการฝึกโปรแกรมกรีฑาวิ่งระยะสั้น ซึ่งจะส่งผลให้นักกีฬาสามารถพัฒนาความเร็วในการวิ่ง โดยใช้เวลาน้อยกว่าการฝึกโดยใช้โปรแกรมกรีฑาวิ่งระยะสั้นเพียงอย่างเดียว

เกชา พูลสวัสดิ์ (2548) ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกเสริมพลัยโอเมตริกที่มีต่อการพัฒนาความคล่องแคล่วว่องไวของนักกีฬาฟุตบอลอายุระหว่าง 14 – 16 ปี วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฝึกเสริมพลัยโอเมตริกที่มีต่อการพัฒนาความคล่องแคล่วว่องไวของนักกีฬาฟุตบอล อายุระหว่าง 14 – 16 ปี กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาฟุตบอลชายโรงเรียนอัสสัมชัญพานิชยการ ปีการศึกษา 2548 จำนวน 30 คน และทำการสุ่มเพื่อเข้ากลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองฝึกเสริมพลัยโอเมตริกและฝึกตามปกติ ผลการวิจัยพบว่า หลังการทดลอง 3 และ 6 สัปดาห์กลุ่มทดลองมีความคล่องแคล่วว่องไว ความสามารถในการเร่งความเร็วมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และหลังการทดลอง 6 สัปดาห์กลุ่มทดลองมีพลังระเบิดและความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ มากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนั้นพบว่าความคล่องแคล่วว่องไวมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการเร่งความเร็วอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในกลุ่มทดลอง ทั้งก่อนและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์

เสาวลักษณ์ ศิริปัญญา (2550) ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกเชิงซ้อนแบบผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักกับการเคลื่อนที่ในลักษณะแรงระเบิดที่มีต่อสมรรถภาพทางกายของกล้ามเนื้อในนักกีเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทย วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฝึกเชิงซ้อนแบบผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักกับการเคลื่อนที่ในลักษณะแรงระเบิดที่มีต่อสมรรถภาพทางกายของกล้ามเนื้อในนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทย จำนวน 15 คน ทดลองฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนแบบผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักกับการเคลื่อนที่ในลักษณะแรงระเบิด ทำการฝึก 2 วันต่อสัปดาห์ ทำการทดลอง 6 สัปดาห์ ทดสอบความ

แข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว ความสามารถในการเร่งความเร็ว ความอ่อนตัว พลังกล้ามเนื้อขา และความคล่องแคล่วว่องไว ก่อนและหลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า

- หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว ความสามารถในการเร่งความเร็ว ความอ่อนตัว พลังกล้ามเนื้อขา และความคล่องแคล่วว่องไว มากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

- หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว ความอ่อนตัว พลังกล้ามเนื้อขาในการยืนกระโดดไกล และความคล่องแคล่วว่องไว ไม่แตกต่างกับหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนความสามารถในการเร่งความเร็ว พลังกล้ามเนื้อในการกระโดดฟาดของตำแหน่งหน้าขวา และพลังกล้ามเนื้อขาในการกระโดดสกัดกั้นของตำแหน่งหน้าขวา มีค่าน้อยกว่าหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

11.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

วิลมอร์ (Wilmore, 1967) ได้ทำการศึกษา ค่าความสัมพันธ์ระหว่างการจับออกซิเจนสูงสุดกับความอดทนในการทำงานโดยใช้วิธีวิเคราะห์อากาศที่หายใจกับเวลาที่ใช้ขี่จักรยานวัดงาน ผลการศึกษาพบว่า สหสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดที่มีหน่วยเป็นลิตรต่อนาทีกับความอดทนในการทำงานมีค่าเท่ากับ .84 แต่สหสัมพันธ์จะลดลงอีกเมื่อสมรรถภาพการจับออกซิเจนมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักตัว มีค่าเท่ากับ .37 และสหสัมพันธ์จะลดลงอีกเมื่อสมรรถภาพการจับออกซิเจนมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักตัวที่ไม่คิดไขมันคือมีค่าเท่ากับ .18

ออสตรานด์ (Astrand, 1970) ได้ทำการศึกษา ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจ กับการใช้ออกซิเจนสูงสุดในการทำงานระดับเกือบสูงสุดถีบจักรยานวัดงาน 50 รอบต่อนาที ผลการศึกษาพบว่า อัตราการเต้นหัวใจมีความสัมพันธ์กับการใช้ออกซิเจนสูงสุดในขณะทำงาน และสามารถใช้อัตราการเต้นของหัวใจในภาวะคงที่ ในการทำงานเกือบสูงสุดมาเป็นเครื่องบอกการใช้ออกซิเจนสูงสุด โดยมีโนโมแกรมและตารางแปลค่ากำหนดไว้

ฟาเรีย (Faria, 1970) ได้ทำการศึกษา อิทธิพลของการฝึกซ้อมที่มีความหนักของงานต่างกันต่อประสิทธิภาพของระบบไหลเวียนโลหิต กลุ่มตัวอย่างนักศึกษาชายอุดมศึกษา 40 คน แบ่งเป็น 4 กลุ่ม กลุ่ม 1 - 3 เป็นกลุ่มทดลอง กลุ่มที่ 4 เป็นกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองทั้ง 3 กลุ่มฝึกก้าวขึ้นลงบนม้านั่งสูง 17 นิ้วครึ่งในอัตราความเร็ว 30 ก้าวต่อนาที จนอัตราการเต้นของหัวใจเท่ากับ 120 - 130, 140 - 150 และ 160 - 170 ครั้งต่อนาทีตามลำดับ ทำการฝึกสัปดาห์ละ 5 วัน เป็นเวลา 4 สัปดาห์ เมื่อสิ้นสุดการอดลองทำการทดสอบความสามารถการทำงานของร่างกายด้วยจักรยานโมนาร์ค (Monark Bicycle Ergometer) ผลการศึกษา พบว่า

1. กลุ่มที่ฝึกจนกระทั่งอัตราการเต้นของชีพจรถึง 140 - 150 ครั้งต่อนาที และกลุ่มที่ฝึกจนกระทั่งอัตราการเต้นของชีพจรถึง 160 - 170 ครั้งต่อนาที ทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานของหัวใจและหลอดเลือดเหลือเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างทั้ง 2 กลุ่มนี้

2. กลุ่มที่ฝึกกระทั่งอัตราการเต้นของชีพจรถึง 120 - 130 ครั้งต่อนาที ทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานของระบบหายใจและหลอดเลือดเพิ่มขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

3. กลุ่มทดลองทั้ง 3 กลุ่มไม่มีความแตกต่างในการฟื้นตัวของชีพจรหลังจากออกกำลังกายในวันแรกและวันสุดท้าย

4. การวิจัยได้สนับสนุนสมมติฐานว่าการจะเพิ่มความสามารถในการทำงานของร่างกายจะต้องเพิ่มความหนักของการฝึก เอเวนต์ และคณะ (Event et. al, 1971) ได้ทำการศึกษาลักษณะการทำงานของหัวใจและหลอดเลือดโลหิตของนักกรีฑาที่เข้าแข่งขันในรอบสุดท้าย ผู้เข้ารับการการทดสอบแบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ นักวิ่งระยะสั้น ระยะกลาง และระยะไกล จากการทดสอบสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดด้วยวิธีของออสตรานด์ ผลการวิจัยพบว่า สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดมีค่าเท่ากับ 2.6 ลิตรต่อนาที 3.2 ลิตรต่อนาที และ 3.8 ลิตรต่อนาทีตามลำดับ

เกรเกอรี่ (Gregory, 1970) ได้ทำการศึกษา ความสัมพันธ์ระหว่างการวิ่ง 12 นาทีกับสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดของนักศึกษาชายในมหาวิทยาลัย พบว่า มีความสัมพันธ์ของการวิ่ง 12 นาที กับสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด

ยีเกอร์ และบรัยทีสัน (Yeager and Bynteson, 1970) ได้ทำการศึกษา ผลของระยะการฝึกซ้อมที่มีต่อประสิทธิภาพการทำงานของหัวใจและหลอดโลหิตในนักศึกษาหญิง แบ่งผู้รับการทดสอบเป็น 3 กลุ่ม ฝึก 6 สัปดาห์ๆ ละ 3 วัน แต่ละกลุ่มฝึก 10, 20 และ 30 นาที ตามลำดับ โดย

ฝึกถีบจักรยานจนกระทั่งชีพจรเท่ากับ 144 ครั้งต่อนาที วัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างสมรรถภาพการจับบอกซิเจนสูงสุดจากจักรยานวัดงาน ผลการศึกษาพบว่าทั้ง 3 กลุ่มมีพัฒนาการด้านประสิทธิภาพของระบบไหลเวียนโลหิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

วิลคอกซ์ (Wilcox, 1972) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การเปรียบเทียบวิธีการยกน้ำหนักที่มีผลต่อการพัฒนาความแข็งแรงของขา กลุ่มตัวอย่างคือ นักศึกษาระดับมหาวิทยาลัยที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการฝึกยกน้ำหนัก ก่อนการฝึกทุกคนผ่านการทดสอบความแข็งแรงของขาทั้งหมด การกระโดดขีดฝาผนัง (Vertical Jump) การงองุ้มฝ่าเท้า (Plantar Flexion) การเหยียดของขา การเหยียดของสะโพก การงอของสะโพก แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม ฝึกติดต่อกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์ๆ ละ 2 วัน โดยกลุ่มที่ 1 ฝึกเวล่า 13.00 – 15.00 น. โดยใช้เลกเพรสแมชชีน (Leg Press Machine) ฝึกเวลา 10.00 – 12.00 น. โดยใช้เบนช์สควอท (Bench Squats) ทั้ง 2 กลุ่ม ฝึกยกน้ำหนักรวม 5 ท่า ฝึกวันละ 3 ชุดๆ ละ ไม่เกิน 10 ครั้ง หลังจากฝึกครบ 8 สัปดาห์ ทดสอบเหมือนกับก่อนการฝึก ผลการวิจัยพบว่า

1. วิธีฝึกโดยใช้เลกเพรสแมชชีน (Leg Press Machine) มีการพัฒนาความแข็งแรงของขาและการกระโดดขีดฝาผนังอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

2. การฝึกทั้ง 2 แบบ มีผลระยะเวลาอันสั้นต่อการงองุ้ม การเหยียดของเข่า การงอสะโพกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

3. ความแข็งแรงของขาทั้งหมดมีความสัมพันธ์ต่ำกับความสามารถในการกระโดดขีดฝาผนังอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

เกทแมน และคณะ (Gettman et al, 1978) ได้ทำการศึกษาถึง ผลของการฝึกยกน้ำหนักแบบวงจรที่มีผลต่อความแข็งแรง ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและปริมาณไขมันในวัยรุ่นชายโดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ยกน้ำหนักแบบวงจร กลุ่มที่ 2 ฝึกวิ่ง กลุ่มที่ 3 กลุ่มควบคุมใช่การฝึก 20 สัปดาห์ๆ ละ 3 วัน โดยทำการฝึกดังนี้ กลุ่มที่ 1 ฝึกยกน้ำหนักแบบวงจร 10 สถานีๆ ละ 15 ครั้ง และพักระหว่างสถานี 20 – 25 วินาที โดยฝึก 2 วงจร กลุ่มที่ 2 ฝึกวิ่ง 85 % ของชีพจรสูงสุด ผลวิจัยพบว่า การฝึกยกน้ำหนักแบบวงจรมีผลต่อการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ มีผลทำให้ปริมาณไขมันในร่างกายลดลงส่วนการเปลี่ยนแปลงของระบบไหลเวียนโลหิตวิ่งทดสอบด้วยการวิ่งบนลู่กล มีการพัฒนาเล็กน้อย

โอเซน (Olsen, 1980 อ้างใน วิริยา บุญชัย, 1984) ได้ทำการศึกษาและสังเกตถึงรายละเอียดของโปรแกรมการฝึกยกน้ำหนักแบบวงจร ที่มีต่อความแข็งแรง และความอดทนของกล้ามเนื้อ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชาย จำนวน 42 คน ที่ลงทะเบียนเรียนฝึกยกน้ำหนัก ใช้ระยะเวลาในการฝึก 7 สัปดาห์ๆ ละ 2 วันๆ ละ 2 รอบ ของ 10 สถานีฝึก และฝึกสถานีละ 20 วินาที พัก 10 วินาที เพื่อเปลี่ยนสถานที่ฝึก ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถสูงสุดของกล้ามเนื้อของการยกน้ำหนัก 1 ครั้ง มีมากขึ้นรวมทั้งความอดทนของกล้ามเนื้อก็เพิ่มขึ้นด้วย

เกทแมน และคณะ (Gettman et al, 1982) ได้ทำการศึกษาถึง ผลของการวิ่งควบคู่กับการฝึกยกน้ำหนักแบบหมุนเวียนกับการฝึกยกน้ำหนักแบบหมุนเวียน โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 77 คน เป็นชาย 41 คน หญิง 36 คน แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่มๆ ละเท่ากัน คือ กลุ่มที่ฝึกวิ่งควบคู่กับการฝึกยกน้ำหนักแบบวงจร ใช้ระยะเวลาในการฝึก 12 สัปดาห์ๆ ละ 3 วันๆ ละ 3 รอบ ของ 10 สถานีฝึก โดยในแต่ละสถานีฝึกให้ยก 12 – 15 ครั้ง ในเวลา 30 วินาที และใช้น้ำหนัก 40 % ของความหนักสูงสุดที่ยกได้ในหนึ่งครั้งของแต่ละสถานีฝึก สำหรับกลุ่มที่ฝึกควบคู่กับการฝึกยกน้ำหนักแบบวงจรให้เพิ่มการวิ่งอีก 30 วินาที ก่อนที่จะทำการฝึกยกน้ำหนัก ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มฝึกยกน้ำหนักแบบวงจรควบคู่การวิ่งมีสมรรถภาพสูงสุดในการจับออกซิเจนเพิ่มขึ้น 17% ความแข็งแรงของเพศหญิงเพิ่มขึ้น 24% เพศชายเพิ่มขึ้น 17% ส่วนกลุ่มที่ฝึกการยกน้ำหนักแบบวงจรสมรรถภาพสูงสุดในการจับออกซิเจนเพิ่มขึ้น 12% ความแข็งแรงเพิ่มขึ้น 17%

พอลแมน (Pohlman, 1982) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การปรับตัวทางสรีรวิทยาในการฝึกความแข็งแรงและความอดทน โดยกลุ่มที่ 1 ฝึกความแข็งแรงด้วยเครื่องไอโซคิเนติก กลุ่มที่ 2 ฝึกความอดทนโดยวิ่ง กลุ่มที่ 3 ฝึกทั้ง 2 โปรแกรม หลังจากการทดลองพบว่า กลุ่มที่ฝึกทั้ง 2 โปรแกรม ช่วยพัฒนาการใช้ออกซิเจนสูงสุดได้ดีกว่า แต่ในด้านพลังจะลดลง

พอลแมน (Pohlman, 1982) ได้ทำการศึกษา การฝึกความแข็งแรงและการฝึกความอดทนของกล้ามเนื้อที่มีต่อสัดส่วนร่างกาย การใช้ออกซิเจนสูงสุดและพลังกล้ามเนื้อ แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ฝึกความแข็งแรง โดยใช้เครื่องฝึกไอโซคิเนติกฝึกที่ความเร็ว 60 องศา 180 องศา และ 270 องศา โดยฝึก 3 ครั้งต่อสัปดาห์ กลุ่มที่ 2 ฝึกความอดทนโดยการวิ่ง และกลุ่มที่ 3 ฝึกทั้งสองโปรแกรม ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มที่ฝึกความแข็งแรงและความอดทน จะช่วยพัฒนาการใช้ออกซิเจนสูงสุดได้ดีกว่ากลุ่มอื่นแต่พลังจะลดลง ส่วนกลุ่มที่ฝึกความแข็งแรงจะช่วยพัฒนาพลัง

เพิ่มมากขึ้น แต่สัดส่วนร่างกายไม่เปลี่ยนแปลง ดังนั้นถ้าจะฝึกพลังกล้ามเนื้อจึงไม่ควรฝึกความแข็งแรงร่วมกับการฝึกความอดทน

เทอร์ไบซาน (Terbizan, 1982) ได้ทำการศึกษา ผลของการรวมชุดและจำนวนครั้งที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ โดยใช้การฝึกความแข็งแรงแบบไอโซโทนิก กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้หญิง อายุ 18 – 35 ปี กลุ่มตัวอย่าง 101 คน ฝึกความแข็งแรง 8 สัปดาห์ 3 ครั้งต่อสัปดาห์ กลุ่มตัวอย่างแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ฝึกความแข็งแรง 1 ชุด 6 – 9 ครั้ง กลุ่มที่ 2 ฝึกความแข็งแรง 1 ชุด 10 – 15 ครั้ง กลุ่มที่ 3 ฝึกความแข็งแรง 3 ชุด 6 – 9 ครั้ง และกลุ่มที่ 4 ฝึกความแข็งแรง 3 ชุด 10 -15 ครั้ง และกลุ่มควบคุมไม่มีการฝึก ผลการศึกษาพบว่า การฝึกความแข็งแรงในทุกกลุ่ม จะช่วยพัฒนาความแข็งแรงได้มากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม แต่ระหว่างกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันในเรื่องของความแข็งแรง ส่วนในเรื่องของสัดส่วนร่างกายจะเปลี่ยนไปโดยการเพิ่มของน้ำหนักตัว แต่ไม่มีความแตกต่างในเรื่องไขมัน

บอยด์ (Boyd, 1983) ได้ทำการศึกษา ผลของโปรแกรมการฝึกแรงต้านทาน 2 วิธี ที่มีต่อชายและหญิงอายุ 18 - 35 ปี โดย กลุ่มที่1 ฝึกแรงต้านทาน 8 - 12 ครั้ง กลุ่มที่2 ฝึกแกรงต้านทาน 18 - 22 ครั้ง เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ทำการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ พลังและความอดทน ความสามารถทางพลัง (มาร์กาเรีย - คาลาเมน) สัดส่วนร่างกาย (ชั่งน้ำหนักใต้น้ำ) วัดรอบและสมรรถภาพของระบบไหลเวียนเลือด (เครื่องลู่กลวิธีเบลกี้) ทุกกลุ่มมีการเพิ่มพลังและความอดทนในการหุบไหล่ ขณะที่กลุ่มผู้หญิงเพียงกลุ่มเดียวที่เพิ่มความแข็งแรง ผู้หญิงกลุ่มความอดทนเพิ่มความแข็งแรง พลังและความอดทนในการหุบไหล่ ขณะที่กลุ่มอื่นไม่แตกต่างกัน ความสามารถทางพลังไม่แตกต่างทั้งภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม

คลัทช์ และคณะ (Clutch et. al., 1983) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ผลของเด็พธ์จัมพ์ และการฝึกด้วยน้ำหนักที่มีต่อความแข็งแรงของขาและการกระโดดขึ้นในแนวดิ่ง กลุ่มตัวอย่างประชากรจำนวน 32 คน ซึ่งเป็นนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการฝึกด้วยน้ำหนัก จำนวน 16 คน และนักกีฬาวอลเลย์บอลชายของมหาวิทยาลัย จำนวน 16 คน แล้วแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม โดยการสุ่ม

กลุ่มที่ 1ฝึกเด็พธ์จัมพ์ควบคู่การฝึกด้วยน้ำหนัก

เด็พธ์จัมพ์	ชุดที่ 1	จากความสูง	.75	เมตร	10 ครั้ง
	ชุดที่ 2	จากความสูง	1.10	เมตร	10 ครั้ง

ชุดที่ 3 จากความสูง .75 เมตร 10 ครั้ง

ชุดที่ 4 จากความสูง 1.10 เมตร 10 ครั้ง

ฝึกด้วยน้ำหนักท่าเดดลิฟท์ นอนดันบนม้านั่ง และแบกน้ำหนักย่อตัวให้ต้นขาขนานกับพื้น (Parallel Squat) ความหนัก 80% ของหนึ่งอาร์เอ็ม 6 ครั้ง 3 ชุด

กลุ่มที่ 2 ฝึกด้วยน้ำหนักเพียงอย่างเดียว

ฝึกด้วยน้ำหนักท่าเดดลิฟท์ นอนดันบนม้านั่ง และแบกน้ำหนักย่อตัวให้ต้นขาขนานกับพื้น (Parallel Squat) ความหนัก 80% ของหนึ่งอาร์เอ็ม 6 ครั้ง 3 ชุด

ทำการฝึก 2 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 16 สัปดาห์ สำหรับนักกีฬาวอลเลย์บอลนั้น มีการฝึกกีฬาวอลเลย์บอลเพิ่มเติมอีก 5 วันต่อสัปดาห์ วันละ 2 ชั่วโมงครึ่ง ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มที่ฝึกด้วย น้ำหนักอย่างเดียว (ไม่ได้ฝึกเด็พธ์จัมพ์ หรือไม่ได้ฝึกกีฬาวอลเลย์บอล) จะมีความสามารถในการกระโดดขึ้นในแนวดิ่งไม่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนกลุ่มที่ฝึกเด็พธ์จัมพ์ควบคู่การฝึกด้วยน้ำหนักหรือฝึกด้วยน้ำหนักอย่างเดียว แต่มีการฝึกกีฬาวอลเลย์บอลเพิ่มเติมจะมีความสามารถในการกระโดดขึ้นในแนวดิ่งเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

กิลเลสพี (Gillespie, 1983) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ผลของการฝึกด้วยน้ำหนัก 3 วิธี ที่มีต่อความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ โดยกลุ่มที่ 1 ยก 3 ชุดๆ ละ 6 - 8 ครั้ง กลุ่มที่ 2 ยก 3 ชุดๆ ละ 15 - 20 ครั้ง กลุ่มที่ 3 ยก 3 ชุดๆ ละ 6 - 8 ครั้ง แล้วตามด้วยยก 3 ชุดๆ ละ 15 - 20 ครั้ง หลังจากการทดลองพบว่า ทุกกลุ่มช่วยเพิ่มความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อได้ดี

จีมาร์ (Gemar, 1986) ได้ทำการศึกษา การฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริกที่มีต่อการกระโดดสูง การกระโดดไกล และการวิ่งเร็ว 40 เมตร พบว่า การฝึกด้วยน้ำหนักพลัยโอเมตริกสามารถช่วยพัมนาการกระโดดสูง การกระโดดไกล และการวิ่งเร็ว 40 เมตรได้

จุน (Jun, 1986) ได้ทำการศึกษา ผลของการฝึกด้วยน้ำหนักแบบสลับช่วง (Interval Weight Training) ที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ พลัง และระบบไหลเวียนและหายใจของนักศึกษาชาย 16 คน ที่ลงทะเบียนเรียนการฝึกด้วยน้ำหนัก โดยกลุ่มทดลองจะฝึกด้วยน้ำหนักแบบสลับช่วง ส่วนกลุ่มควบคุมฝึกด้วยน้ำหนักแบบหมุนเวียน ฝึกวันละ 1 ชั่วโมง 2 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 6 สัปดาห์ ทดสอบก่อนและหลังการฝึก สรุปได้ว่า ใน 6 สัปดาห์ของการฝึกด้วยน้ำหนัก

แบบสลับช่วงจะได้ผลดีกว่าการฝึกด้วยน้ำหนักแบบหมุนเวียนในเรื่องของความแข็งแรงแต่ไม่ช่วยพัฒนาระบบไหลเวียนและหายใจ

กฤษณ์เพ็ชร์ (Kritpet, 1988) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการฝึกด้วยน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัวและพลัยโอเมตริกเป็นเวลา 6 สัปดาห์ ที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อกลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนักศึกษาชาย 15 คน และหญิง 2 คน ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการฝึกด้วยน้ำหนักขั้นสูง ในภาคฤดูหนาว นักศึกษา 9 คน ฝึกด้วยน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัว และอีก 8 คน ฝึกด้วยน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัวควบคู่พลัยโอเมตริกท่าเด็พธ์จัมพ์ และบ็อกซ์จัมพ์ดังนี้

กลุ่มที่ฝึกด้วยน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัว

สัปดาห์ที่ 1 - 2	70%	ของความสามารถ	8 - 10	ครั้ง	3 ชุด
สัปดาห์ที่ 3 - 4	80%	ของความสามารถ	5	ครั้ง	3 ชุด
สัปดาห์ที่ 5 - 6	90%	ของความสามารถ	3	ครั้ง	3 ชุด

กลุ่มที่ฝึกด้วยน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัวควบคู่พลัยโอเมตริก

สัปดาห์ที่ 1 - 2	แบกน้ำหนักย่อตัว 70% ของความสามารถ	10 ครั้ง	2 ชุด
	เด็พธ์จัมพ์ จากความสูง .71 เมตร	5 ครั้ง	2 ชุด
	บ็อกซ์จัมพ์ จากความสูง .71 เมตร	5 ครั้ง	2 ชุด
สัปดาห์ที่ 3 - 4	แบกน้ำหนักย่อตัว 80%ของหนึ่งอาร์เอ็ม	5 ครั้ง	2 ชุด
	เด็พธ์จัมพ์ จากความสูง .71 เมตร	5 ครั้ง	3 ชุด
	บ็อกซ์จัมพ์ จากความสูง .71 เมตร	5 ครั้ง	3 ชุด
สัปดาห์ที่ 5 - 6	แบกน้ำหนักย่อตัว 90% ของหนึ่งอาร์เอ็ม	2 ครั้ง	2 ชุด
	เด็พธ์จัมพ์ จากความสูง .71 เมตร	7 ครั้ง	3 ชุด
	บ็อกซ์จัมพ์ จากความสูง .71 เมตร	7 ครั้ง	3 ชุด

ใช้เวลาในการทดลอง 6 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า

1. หลังการฝึกด้วยน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัว และการฝึกด้วยน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัวควบคู่พลัยโอเมตริก เป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ของการฝึกทั้ง 2 โปรแกรม

2. หลังการฝึกด้วยน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัวควบคู่พลัยโอเมตริก เป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่า ค่าเฉลี่ยของพลังกล้ามเนื้อขาในการกระโดดขึ้นในแนวดิ่งที่ทดสอบได้ก่อนและหลังการทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. หลังการฝึกด้วยน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัว และการฝึกด้วยน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัวควบคู่พลัยโอเมตริก เป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่า ค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อขาท่อนบนด้านหน้ามีการเปลี่ยนแปลงดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

มาร์ซินิค (Marcinik, 1988) ได้ทำการศึกษา ผลของการฝึกด้วยน้ำหนักแบบวงจรที่มีผลต่อความอดทน ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ พลังความอดทน และจุดเริ่มสะสมกรดแลคติค กลุ่มตัวอย่าง เป็นชาย 18 คน อายุ 25 – 34 ปี แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ฝึกด้วยน้ำหนักแบบวงจร 10 คน และกลุ่มควบคุม 8 คน กลุ่มฝึกด้วยน้ำหนักแบบวงจร ฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่า ความแข็งแรงเพิ่มขึ้นในท่าเหยียดขา งอขา ส่วนพลังความอดทนในการเหยียดขาไม่เพิ่มขึ้น ดังนั้นการฝึกด้วยน้ำหนักแบบวงจรจะช่วยพัฒนาความสามารถในด้านความอดทนได้เพียงอย่างเดียว

เบลล์ (Bell, 1989) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การปรับตัวทางสรีรวิทยาของนักพายเรือ โดยการฝึกความอดทนและการฝึกด้วยน้ำหนัก ทั้งนี้กลุ่มที่ 1 ฝึกด้วยน้ำหนักด้วยความเร็วสูงก่อนแล้วฝึกความอดทน กลุ่มที่ 2 ฝึกด้วยน้ำหนักด้วยความเร็วต่ำก่อนและฝึกความอดทน กลุ่มที่ 3 ฝึกความอดทนและฝึกด้วยน้ำหนักด้วยความเร็วต่ำพร้อมกัน หลังจากการทดลองพบว่า กลุ่มที่ฝึกด้วยน้ำหนักความเร็วต่ำก่อนแล้วฝึกความอดทนจะช่วยเพิ่มความแข็งแรงได้ดีกว่ากลุ่มที่ฝึกด้วยน้ำหนักความเร็วสูงก่อนแล้วฝึกความอดทนจะเพิ่มการใช้ออกซิเจนสูงสุดดีกว่า และเพิ่มความเร็วรอบในการเหยียดและงอเข่า ส่วนกลุ่มที่ฝึกด้วยน้ำหนักพร้อมกับฝึกความอดทนจะเพิ่มงานรวมและขนาดของกล้ามเนื้อ

สปานอล (Spaniol, 1989) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ผลของการฝึกความแข็งแรงควบคู่การฝึกแอโรบิก โดยกลุ่มที่ 1 ฝึกความแข็งแรง กลุ่มที่ 2 ฝึกความแข็งแรงและฝึกแอโรบิก กลุ่มที่ 3 กลุ่มควบคุม ฝึกความแข็งแรงด้วยน้ำหนักท่าสควอทและเบนเพรส ฝึกแอโรบิกโดยการวิ่ง 15 - 20 นาที ที่ชีพจร 65 - 90% หลังจากการทดลองพบว่า การฝึกความแข็งแรงควบคู่การฝึกแอโรบิก ทำให้ความแข็งแรงเพิ่มขึ้น แต่พลังแบบแอนแอโรบิกและความสามารถแบบแอโรบิกไม่แตกต่างกัน

โคเบอร์น (Coburn, 1990) ได้ทำการศึกษา ผลของการฝึกความแข็งแรงควบคู่การฝึกสลับช่วงและการฝึกความแข็งแรงควบคู่การฝึกความอดทน ที่มีต่อความแข็งแรง และความอดทน กลุ่ม

ตัวอย่าง 21 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มแรกฝึกความแข็งแรง กลุ่มที่ 2 ฝึกความแข็งแรงและฝึกสลับช่วง กลุ่มที่ 3 ฝึกความแข็งแรงและฝึกความอดทน การฝึกความแข็งแรงในท่าสควอท โดยใช้โอลิมปิกบาร์เบล 2 วันต่อสัปดาห์ โดยขี่จักรยาน 10 นาที กลุ่มทดลองทุกกลุ่มมีการพัฒนาความแข็งแรงมากขึ้น แต่กลุ่มที่ฝึกความแข็งแรงและฝึกสลับช่วงจะมีการพัฒนาความแข็งแรงมากกว่ากลุ่มควบคุม

โลนี (Loney, 1990) ทำการศึกษาเรื่อง การศึกษาเปรียบเทียบผลของการฝึกด้วยน้ำหนักแบบหมุนเวียน กับการฝึกแอโรบิกแบบหมุนเวียน ใช้เวลาในการฝึก 6 สัปดาห์ ทำการวัดพลังแอโรบิก น้ำหนักตัว เปอร์เซนต์ไขมัน ความแข็งแรงของร่างกายส่วนบน และส่วนล่าง เปรียบเทียบการฝึกก่อนและหลังทั้ง 2 กลุ่ม มีการพัฒนาที่ไม่แตกต่างกัน กลุ่มที่ฝึกแอโรบิกแบบหมุนเวียน จะช่วยพัฒนาพลังแอโรบิกได้ดีกว่า แม้ว่าจะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

แม็คคาธี (McCarthy, 1991) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ผลของการฝึกด้วยความแข็งแรงและความอดทนในเวลาเดียวกันที่มีต่อการปรับตัวทางสรีรวิทยา โดยทำการทดลองโดยแบ่ง กลุ่มที่ 1 ฝึกด้วยน้ำหนัก 4 ชุด เซตละ 5 - 7 ครั้ง 8 ท่า กลุ่มที่ 2 ฝึกความอดทนโดยขี่จักรยาน 50 นาที กลุ่มที่3 ฝึกทั้ง 2 โปรแกรม ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่ฝึกทั้ง 2 โปรแกรม จะช่วยเพิ่มความแข็งแรง เพิ่มขนาดของกล้ามเนื้อ และการใช้ออกซิเจนสูงสุด

อดัมส์ และคณะ (Adams et. al., 1992) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ผลของการฝึกด้วยน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัว พลัยโอเมตริก และการฝึกด้วยน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัวควบคู่พลัยโอเมตริก เป็นเวลา 6 สัปดาห์ ที่มีผลต่อพลังกล้ามเนื้อ กลุ่มตัวอย่างประชากร จำนวน 48 คน ทดสอบความสามารถในการกระโดดขึ้นในแนวดิ่ง แล้วแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม เท่าๆ กันดังนี้

กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มควบคุม
กลุ่มที่ 2 ฝึกด้วยน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัวอย่างเดียว
กลุ่มที่ 3 ฝึกพลัยโอเมตริกอย่างเดียว
กลุ่มที่ 4 ฝึกด้วยน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัวควบคู่พลัยโอเมตริก

ทำการฝึก 2 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 6 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่ 4 ที่ฝึกด้วยน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัวควบคู่พลัยโอเมตริก พัฒนาพลังกล้ามเนื้อขาในการกระโดดขึ้นในแนวดิ่งได้ดีที่สุด

ดุค และอีลียาฮู (Duke and Eliyahu, 1992) ได้ทำการศึกษาเรื่อง พลัยโอเมตริก: การพัฒนาความสามารถทางกีฬาในด้านการกระโดดในแนวดิ่งกลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนักกีฬาระดับมหาวิทยาลัย จำนวน 10 คน ทดสอบความสามารถในการกระโดดขึ้นในแนวดิ่ง แล้วแบ่งนักกีฬาออกเป็น 2 กลุ่ม

กลุ่มที่ 1 ฝึกด้วยน้ำหนักอย่างเดียว

กลุ่มที่ 2 ฝึกด้วยน้ำหนักควบคู่พลัยโอเมตริก

ทำการฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 6 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่ 2 ที่ฝึกด้วยน้ำหนักควบคู่พลัยโอเมตริก พัฒนาความสามารถในการกระโดดขึ้นในแนวดิ่งได้ดีกว่า

ไฮด์ (Hyde, 1992) ทำการศึกษาเรื่อง การพัฒนาความอดทนของกล้ามเนื้อ โดยการฝึกระบบไหลเวียนเลือดโดยกลุ่มทดลองฝึกโปรแกรมการออกกำลังโดยการขี่จักรยานอยู่กับที่ 6 สัปดาห์ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองจะพัฒนาความอดทนของกล้ามเนื้อได้ดีกว่า

มิลเลอร์ (Miller, 1992) การเปรียบเทียบผลของการฝึกวิ่งขึ้นที่ชัน การฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกวิ่งเร็วที่มีต่อความสามารถในการวิ่ง 800 เมตร โดย กลุ่มที่ 1 ฝึกวิ่งขึ้นที่ชัน กลุ่มที่ 2 ฝึกด้วยน้ำหนัก กลุ่มที่ 3 ฝึกวิ่งเร็ว ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่ฝึกวิ่งขึ้นที่ชันและกลุ่มที่ฝึกวิ่งเร็วมีผลต่อความสามารถในการวิ่ง 800 เมตร ส่วนกลุ่มที่ฝึกด้วยน้ำหนักไม่มีผลต่อความสามารถในการวิ่ง 800 เมตร

ลัวเบอร์ (Luaber, 1993) ได้ทำการศึกษาเรื่องผลของการฝึกพลัยโอเมตริกที่มีต่อความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อขา เพื่อเปรียบเทียบกับการฝึกด้วยน้ำหนัก การฝึกพลัยโอเมตริก และการฝึกด้วยน้ำหนักควบคู่พลัยโอเมตริก กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนักศึกษาหญิงของมหาวิทยาลัยมิชิแกน จำนวน 39 คน ทดสอบความสามารถในการยืนกระโดดในแนวดิ่งแล้วแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มควบคุม

กลุ่มที่ 2 ฝึกด้วยน้ำหนักควบคู่พลัยโอเมตริก

กลุ่มที่ 3 ฝึกด้วยน้ำหนักอย่างเดียว

กลุ่มที่ 4 ฝึกพลัยโอเมตริกอย่างเดียว

ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่ 2 ที่ฝึกด้วยน้ำหนักควบคู่พลัยโอเมตริก มีพลังกล้ามเนื้อขาในการกระโดดขึ้นในแนวดิ่งดีที่สุด

วิลสัน และคณะ (Wilson et. al., 1993) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ภาระงานของการฝึกที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการพัฒนาความสามารถในการเคลื่อนไหวทางกีฬา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบวิธีการฝึก 3 แบบ ที่มีผลต่อการพัฒนาความสามารถในการเคลื่อนไหวทางกีฬาในลักษณะของการวิ่ง การกระโดด และการขี่จักรยาน กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นผู้ที่อยู่ในระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนัก มีประสบการณ์ในการฝึกมาแล้วไม่ต่ำกว่า 1 ปี และสามารถแบกน้ำหนักย่อตัวได้มากกว่าน้ำหนักตัว จำนวน 64 คน ทดสอบความสามารถในการเคลื่อนไหวทางกีฬาประกอบด้วย

- ยืนกระโดดสูงในลักษณะย่อตัวลงแล้วกระโดดขึ้นทันที (Countermovement Jump)
- ยืนกระโดดสูงในลักษณะย่อตัวลงค้างไว้แล้วกระโดด (Static Jump)
- แรงเหยียดขาแบบไอโซคิเนติก (Isokinetic Leg Extension)
- วิ่ง 30 เมตร (30 – m Sprint)
- พลังสูงสุดในการขี่จักรยาน 6 วินาที (6 – s Cycle Peak Force)
- แรงสูงสุดแบบไอโซเมตริกในท่าแบกน้ำหนักย่อตัว (Maximum Isometric Force)
- อัตราการพัฒนาแรง (Rate of Force Development)

แล้วแบ่งออกเป็นกลุ่มที่มีความสามารถไม่แตกต่างกัน 4 กลุ่ม กลุ่มละ 16 คน

กลุ่มที่ 1 ฝึกด้วยน้ำหนักตามแบบที่ใช้ทั่วไป โดยใช้น้ำหนัก 6 - 10 อาร์เอ็ม ฝึกสัปดาห์ละ 2 วัน ดังนี้

สัปดาห์ที่ 1 - 2	จำนวน	3	ชุด
สัปดาห์ที่ 3	จำนวน	4	ชุด
สัปดาห์ที่ 4	จำนวน	5	ชุด
สัปดาห์ที่ 5 - 10	จำนวน	6	ชุด

กลุ่มที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริก โดยใช้เด็พธ์จัมพ์ จำนวน 6 - 10 ครั้ง ฝึกสัปดาห์ละ 2 วัน ดังนี้

สัปดาห์ที่ 1 - 2	จำนวน	3	ชุด	จากความสูง	.20	เมตร
สัปดาห์ที่ 3	จำนวน	4	ชุด	จากความสูง	.40	เมตร
สัปดาห์ที่ 4	จำนวน	5	ชุด	จากความสูง	.60	เมตร
สัปดาห์ที่ 5 - 10	จำนวน	6	ชุด	จากความสูง	.80	เมตร

กลุ่มที่ 3 ฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก โดยกระโดดในจากท่าย่อตัว ใช้น้ำหนักประมาณ 30% ของความแข็งแรงสูงสุด จำนวน 6 - 10 ครั้ง ฝึกสัปดาห์ละ 2 วัน ดังนี้

สัปดาห์ที่	1 - 2	จำนวน	3	ชุด
สัปดาห์ที่	3	จำนวน	4	ชุด
สัปดาห์ที่	4	จำนวน	5	ชุด
สัปดาห์ที่	5 - 10	จำนวน	6	ชุด

กลุ่มที่ 4 เป็นกลุ่มควบคุม ให้ทำกิจกรรมในชีวิตประจำวันตามปกติตลอด 10 สัปดาห์

ทดสอบความสามารถในการเคลื่อนไหวทางกีฬา หลังจากฝึกสัปดาห์ที่ 5 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 10 ผลการวิจัยพบว่า

1. หลังจากฝึกเป็นเวลา 5 สัปดาห์ พบว่าค่าเฉลี่ยของความสามารถในการยืนกระโดดสูงในลักษณะย่อตัวลงแล้วกระโดดขึ้นทันที ของกลุ่มที่ 3 ซึ่งฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนักเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และหลังจากฝึก 10 สัปดาห์ พบว่า ค่าเฉลี่ยของกลุ่มที่ 1 ซึ่งฝึกด้วยน้ำหนักตามแบบที่ใช้ทั่วไป กลุ่มที่ 2 ซึ่งฝึกพลัยโอเมตริกและกลุ่มที่ 3 ซึ่งฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนักมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. หลังการฝึกเป็นเวลา 5 สัปดาห์ พบว่า ค่าเฉลี่ยของความสามารถในการยืนกระโดดสูงในลักษณะย่อตัวลงค้างไว้แล้วกระโดด ของกลุ่มที่ 3 ซึ่งฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนักเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และหลังการฝึก 10 สัปดาห์ พบว่า ค่าเฉลี่ยของกลุ่มที่ 1 ซึ่งด้วยน้ำหนักตามแบบที่ใช้ทั่วไป และกลุ่มที่ 3 ซึ่งฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนักมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. หลังการฝึกเป็นเวลา 5 สัปดาห์ และ 10 สัปดาห์ พบว่า ค่าเฉลี่ยของความสามารถในการออกแรงเหยียดขาแบบไอโซคิเนติก ของกลุ่มที่ 3 ซึ่งฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนักเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. หลังการฝึกเป็นเวลา 10 สัปดาห์ พบว่า ค่าเฉลี่ยของความสามารถในการวิ่ง 30 เมตร ของกลุ่มที่ 3 ซึ่งฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5. หลังการฝึกเป็นเวลา 5 สัปดาห์ พบว่า ค่าเฉลี่ยของแรงสูงสุดแบบไอโซเมตริกในท่าสควอท ของกลุ่มที่ 1 ซึ่งฝึกด้วยน้ำหนักตามแบบที่ใช้ทั่วไปเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

6. หลังการฝึกเป็นเวลา 5 สัปดาห์ พบว่า ค่าเฉลี่ยของแรงสูงสุดแบบไอโซเมตริกในท่าสควอท ของกลุ่มที่ 1 ซึ่งฝึกด้วยน้ำหนักตามแบบที่ใช้ทั่วไป เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อนึ่งแรงสูงสุดแบบไอโซเมตริกในท่าแบกน้ำหนักย่อตัว และอัตราพัฒนาแรงไม่สามารถทำการทดสอบหลังการฝึกเป็นเวลา 10 สัปดาห์ได้ เนื่องจากผู้รับการทดลองเกิดอาการบาดเจ็บในขณะทดสอบหลังการฝึกเป็นเวลา 5 สัปดาห์

ตารางที่ 25 สรุปการพัฒนาความสามารถในการเคลื่อนไหวทางกีฬา ภายหลังการฝึก 10 สัปดาห์

รายการทดสอบ	ฝึกด้วยน้ำหนัก (%)	ฝึกพลัยโอเมตริก (%)	ฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก (%)	ควบคุม (%)
ยืนกระโดดสูงในลักษณะย่อตัวลงแล้วกระโดดขึ้นทันที	5	10*	18*	ไม่เปลี่ยนแปลง
ยืนกระโดดสูงในลักษณะย่อตัวลงค้างไว้แล้วกระโดด	7	ไม่เปลี่ยนแปลง	15*	ไม่เปลี่ยนแปลง
แรงเหยียดขาแบบไอโซคิเนติก	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	7*	ไม่เปลี่ยนแปลง
วิ่ง 30 เมตร	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	1.5**	ไม่เปลี่ยนแปลง
พลังสูงสุดในการขี่จักรยาน 6 วินาที	6	ไม่เปลี่ยนแปลง	5*	ไม่เปลี่ยนแปลง
แรงสูงสุดแบบไอโซเมตริกในท่าแบกน้ำหนักย่อตัว	16	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง

* $P < .05$

** $P < .01$

ฟินเชอร์ (Fincher, 1996) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ผลของการฝึกความแข็งแรงด้วยความหนักสูงที่มีต่อพลังแอนแอโรบิกและความอดทน โดย กลุ่มที่ 1 ฝึกด้วยน้ำหนักโดยใช้น้ำหนักมากแบบวงจร 3 วัน/ สัปดาห์ กลุ่มที่ 2 กลุ่มควบคุม ฝึกด้วยน้ำหนักแบบทั่วไป ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่ฝึกด้วยน้ำหนักโดยใช้น้ำหนักมากแบบวงจรจะพัฒนาพลังแบบแอนแอโรบิกและความอดทนได้มากกว่า

ยาโน และคณะ (Yano H. et al., 1997) ได้ทำการศึกษา ผลของสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดในชาวประมงหญิง กลุ่มตัวอย่าง ชาวประมงหญิง 344 คน ฝึกวิ่ง 10 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่าหลังการฝึกวิ่ง 10 สัปดาห์สมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดและน้ำหนักตัวมีความสัมพันธ์กัน ซึ่งการจับออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้น แต่น้ำหนักตัวจะลดลง และถ้าเพิ่มความเร็วในการวิ่งมากขึ้นก็จะทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของการจับออกซิเจนสูงสุดกล้ามเนื้อบริเวณน่องและหัวใจมีความแข็งแรงขึ้น

ดัคส์ตรา (Dykstra, 1999) ได้ทำการศึกษา ผลของการฝึกวิ่งเร็วแบบสลับช่วงและการฝึกอดทน ที่มีต่อระบบแอนแอโรบิกและแอโรบิก ในเด็กก่อนวัยรุ่นและวัยรุ่น ศึกษากับเด็กก่อนวัยรุ่น 30 คนและวัยรุ่น 29 คน ทั้งชายและหญิง 3 กลุ่ม คือ กลุ่มฝึกความเร็วแบบสลับช่วง การฝึกความอดทน และกลุ่มควบคุม โดยแต่ละกลุ่มออกกำลังกาย โดยขี่จักรยาน 20 นาที ต่อวัน 4 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 6 สัปดาห์ ทำการวัดสัดส่วนและขนาดของร่างกาย แรงเหยียดขาสูงสุด แอนแอโรบิกแบบวินเกต และวัดการใช้ออกซิเจนสูงสุด ผลการวิจัยพบว่า การฝึกการวิ่งเร็วในเด็กก่อนวัยรุ่นจะช่วยพัฒนาระบบไหลเวียนเลือดและความอดทน แต่ไม่มีผลต่อความสามารถทางแอนแอโรบิก ส่วนการฝึกความอดทน ดูเหมือนจะไม่มีผลต่อระบบแอนแอโรบิกและแอโรบิกในเด็กวัยรุ่น การฝึกวิ่งเร็วจะช่วยพัฒนาทั้งความสามารถทางแอนแอโรบิกและแอโรบิก ขณะที่การฝึกความอดทน จะพัฒนาเพียงความสามารถทางแอโรบิก ซึ่งการศึกษานี้สนับสนุนทฤษฎีทางสรีรวิทยาว่าในเด็กก่อนวัยรุ่น ควรลดการฝึกแบบแอนแอโรบิก

วิลเลียมส์ (Williams, 1999) ได้ทำการศึกษา ผลของการฝึกพลัยโอเมตริก และการฝึกด้วยน้ำหนักในท่าสควอทที่มีต่อพลังและความเร็ว โดยวัดความสามารถในการพัฒนาการกระโดดและการวิ่งเร็ว 30 เมตร จากการฝึกพลัยโอเมตริกและการฝึกด้วยน้ำหนักในท่าสควอท โดยฝึก 8 สัปดาห์ แบ่งเป็น 4 กลุ่มคือ กลุ่มที่ 1 ฝึกเด็พธ์จัมพ์ กลุ่มที่ 2 ฝึกด้วยน้ำหนักท่าสควอท กลุ่มที่ 3 ฝึกเด็พธ์จัมพ์และตามด้วยท่าสควอท และกลุ่มที่ 4 กลุ่มควบคุม พบว่า การฝึกพลัยโอเมตริกแล้วตามด้วยการฝึกด้วยน้ำหนักท่าสควอทมีผลต่อการพัฒนาการกระโดดและการวิ่งเร็ว 30 เมตร การฝึกท่าสควอทมีผลต่อการพัฒนาการกระโดดแต่ไม่พัฒนาการวิ่งเร็ว 30 เมตร ดังนั้น การฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่กับการฝึกด้วยน้ำหนักท่าสควอท จะช่วยพัฒนาการกระโดดและการวิ่งเร็ว 30 เมตร ได้ดีกว่ากลุ่มอื่น

เอซิซ และคณะ (Aziz, et. al., 2000) ในการฝึกวิ่งระยะทาง 40 เมตร แบบการฝึกแบบซ้ำเที่ยว (Repeated Sprint) เป็นการฝึกที่ใช้พลังงานในระบบแอนแอโรบิก เพราะการวิ่งเร็วเป็นการฝึกเฉพาะเจาะจง หรือคล้ายกับการใช้ความสามรถในการแข่งขันจริงมากกว่าการฝึกแบบอื่นๆ และสามารถกำหนดรูปแบบการฝึกได้ เช่น ระยะทางในการวิ่ง จำนวนเที่ยวในการวิ่ง ระยะเวลาในการพักระหว่างเที่ยว ซึ่งสามารถปรับให้เหมาะสมกับการเล่นหรือแข่งขันจริง จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ออกซิเจนสูงสุดกับความสามารถในการวิ่งเร็ว 40 เมตรแบบซ้ำเที่ยว พบว่า การใช้ออกซิเจนสูงสุดไม่มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการวิ่งเร็ว 40 เมตร แสดงให้เห็นว่าการฝึกความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิต และระบบหายใจไม่ได้ช่วยในการพัฒนาความเร็วการวิ่ง 40 เมตร

อิสาเบล (Isabel, 2000) ได้ทำการศึกษา ผลของการฝึกผสมผสานความแข็งแรง และความอดทน โดยกลุ่มตัวอย่างจำนวน 45 คน เป็นอาสาสมัครนักเรียนระดับมหาวิทยาลัยเพศชายและหญิง และเป็นผู้ที่ออกกำลังกายเป็นส่วนใหญ่ แต่ไม่ได้ใช้การออกกำลังกายด้วยการฝึกสมรรถภาพทางกายเป็นประจำ ทำการสุ่มเพื่อเข้ากลุ่มในการทดลองจำนวน 4 กลุ่ม ประกอบด้วย กลุ่มที่ฝึกความแข็งแรงเพียงอย่างเดียว กลุ่มที่ฝึกความอดทนเพียงอย่างเดียว กลุ่มที่ฝึกผสมผสานความแข็งแรงและความอดทน และกลุ่มควบคุม ฝึกทั้งหมด 6 สัปดาห์ กลุ่มที่ฝึกความแข็งแรง และกลุ่มที่ฝึกความอดทน มีการฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ ในขณะที่กลุ่มฝึกความแข็งแรงและความอดทนพร้อมกันมีการออกกำลังกาย 6 วันต่อสัปดาห์ และกลุ่มควบคุมไม่มีการออกกำลังกายตลอด 12 สัปดาห์ มีการทดสอบก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ผลการทดลองพบว่า

- ความสามารถของการจับออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในกลุ่มที่มีการฝึกความอดทนเพียงอย่างเดียวและกลุ่มที่ฝึกผสมผสาน แต่ไม่สามารถบอกได้ว่ากลุ่มใดที่มีความสามารถของการจับออกซิเจนสูงสุดดีกว่า

- ในเพศชายและเพศหญิงที่มีการฝึกความแข็งแรงและที่มีการฝึกผสมผสานมีความแข็งแรงสูงสุด (1RM) ของกล้ามเนื้อขาทั้งสองข้างในท่าเลกส์เพรส (Legs Press) และกล้ามเนื้อขาเพียงข้างเดียวในท่าคนี เอ็กเทนชั่น (Knee Extension) เพิ่มขึ้นหลังจากการทดลอง 6 สัปดาห์ และ 12 สัปดาห์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่กลุ่มที่ฝึกความแข็งแรงเพียงอย่างเดียวมีความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขาเพียงข้างเดียวในท่าคนี เอ็กเทนชั่น (Knee Extension) สูงกว่าทุกกลุ่มทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่กลุ่มที่ฝึกความอดทนเพียงอย่างเดียวไม่มีการ

เปลี่ยนแปลงความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขาเพียงข้างเดียวในท่าคนี เอ็กเทนชั่น (Knee Extension) แต่หลังการฝึกมีการเพิ่มขึ้นของความแข็งแรงสูงสุด (1RM) ของกล้ามเนื้อขาทั้งสองข้างในท่าเลกส์เพรส (Legs Press) ในหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

- กลุ่มที่ฝึกผสมผสานเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม พบว่า มีการเพิ่มขึ้นของเลือดในกล้ามเนื้อหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

- ความเข้มข้นในปัสสาวะของฮอร์โมนคอร์ติซอลลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ลดลงในเพศชายกลุ่มที่ฝึกความอดทนเพียงอย่างเดียว หลังการทดลอง 12 สัปดาห์ และมีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหลังจาก 6 สัปดาห์ และ 12 สัปดาห์ของการฝึกในเพศหญิงที่ฝึกผสมผสาน โดยที่เพศหญิงมีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของความเข้มข้นในปัสสาวะของฮอร์โมนคอร์ติซอลมากกว่ากลุ่มทดลองอื่นๆ หลังการทดลอง 12 สัปดาห์

จากผลการวิจัยครั้งนี้จึงกล่าวได้ว่าการฝึกที่ผสมผสานความแข็งแรงและความอดทนให้ผลที่แตกต่างจากการฝึกเพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าการฝึกที่ผสมผสานจะทำให้ความแข็งแรงเพิ่มขึ้นโดยที่ไม่มีผลกระทบหรือลดลงของความอดทน

เทียรรี่ และคณะ (Thierry et al., 2000) ได้ทำการศึกษา ผลของการฝึกการจับออกซิเจนสูงสุดและการเสริมสร้างร่างกายของนักกีฬาฟุตบอลหญิงระดับมหาวิทยาลัย เก็บข้อมูลทางสรีรวิทยาในนักกีฬาหญิงในระดับมหาวิทยาลัย ก่อนและหลังฤดูการแข่งขันของนักกีฬาในการพัฒนาทางสรีรวิทยา โดยวัดผลจากการฝึกในสมรรถภาพการจับออกซิเจน เปรียบเทียบความแตกต่างและบรรยายความแตกต่างด้วยค่าที (Paired t - tests) ผลการวิจัยพบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในการเปลี่ยนแปลงค่าการจับออกซิเจนสูงสุดระหว่างก่อนและหลังฤดูกาลแข่งขันแต่อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดเพิ่มขึ้น

สปอร์เรอร์ และเบนจามิน (Sporer and Benjamin, 2001) ได้ทำการศึกษา ผลของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกบนความแข็งแรงภายใต้ระยะเวลาที่แตกต่างกันของการพัก วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชนิดและความหนักของการฝึกแบบแอโรบิกส่งผลโดยรวมของช่วงเวลาภายหลังการฝึกความแข็งแรงหลังจากช่วงเวลาของการพัก 4, 8 และ 24 ชั่วโมง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาชายจำนวน 16 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ฝึกด้วยความหนักสูงสุด โดยทำการฝึกทั้งหมด 6 ช่วง ในหนึ่งช่วงนั้นจะประกอบด้วยการฝึกอย่างหนัก 3 นาที 85 -100% ของการออกกำลังกายที่การจับออกซิเจนสูงสุด และมีการพัก 3 นาที และอีกกลุ่มจะเป็นกลุ่มที่ฝึกด้วยความ

หนักรองสูงสุด โดยทำการออกกำลังกายแบบแอโรบิกต่อเนื่องประมาณ 70% ของการจับออกซิเจนสูงสุด ทั้งหมด 36 นาที ผู้เข้าร่วมต้องทำการฝึกความแข็งแรงทั้งหมด 4 เซ็ต ประมาณ 75% ของความหนักสูงสุด ใน 4 สถานการณ์ โดย 3 สถานการณ์คือ การฝึกแบบแอโรบิกกับการพัก 4, 8 และ 24 ชั่วโมง และอีกหนึ่งกลุ่มเป็นกลุ่มควบคุม ผลการวิจัยพบว่า เงื่อนไขในการพัก 4 และ 8 ชั่วโมง แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในระดับต่ำของผลรวมของจำนวนครั้งทั้งหมดของการฝึกกล้ามเนื้อขามากกว่ากลุ่มควบคุมและเงื่อนไขของการพัก 24 ชั่วโมง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ทำการพัก 24 ชั่วโมง จึงพบว่าไม่มีผลกระทบหลักในชนิดของการออกกำลังกายแบบแอโรบิก เมื่อการออกกำลังกายแบบแอโรบิกก่อนการฝึกความแข็งแรงได้รับการพักมากกว่า 8 ชั่วโมง ทำให้การฝึกกล้ามเนื้อมีความสามารถลดลง เมื่อการฝึกเกี่ยวข้องกับการฝึกแบบแอโรบิก

แคมโปส และคณะ(Campos et. al., 2002) ได้ทำการศึกษา การเปลี่ยนแปลงของกล้ามเนื้อในการตอบสนองที่เปลี่ยนแปลงในการฝึกกับแรงต้านที่ต่างกัน 3 รูปแบบ: ในการฝึกที่เฉพาะเจาะจงของบริเวณของการฝึกจำนวนครั้งของความหนักสูงสุด กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ไม่เคยได้รับการฝึก 22 คนชาย เข้าร่วมการฝึกความก้าวหน้า 8 สัปดาห์ ในโปรแกรมการฝึกแรงต้านเพื่อที่จะฝึกความแข็งแรงอดทนอย่างต่อเนื่อง ผู้เข้าร่วมถูกแยก 4 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 จำนวนครั้งต่ำฝึกด้วยความหนัก 3 - 5 ครั้งของความหนักสูงสุด สำหรับ 4 เซต กลุ่มที่ 2 จำนวนครั้งอย่างทันทีทันใด ของความหนัก 9 - 11 RM สำหรับ 3 เซต กลุ่ม 3 จำนวนครั้งที่สูงจำนวนครั้ง 20 - 28 RM สำหรับ 2 เซต และกลุ่มควบคุม โดยฝึกท่า Leg press, Squat, Knee Extension จำนวน 2 ครั้ง/ สัปดาห์ สำหรับ 4 สัปดาห์แรก และ 3 ครั้ง/ สัปดาห์ สำหรับ 4 สัปดาห์สุดท้าย การวัดประเมินทำในช่วงก่อนและหลังการทดลอง ผลการทดลองพบว่าความแข็งแรงสูงสุดมีการพัฒนาขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในกลุ่มจำนวนครั้งต่ำมากที่สุดในกลุ่มที่ได้รับการฝึก และจำนวนครั้งที่ 60% ของ 1RM มีการเปลี่ยนแปลงมากกว่ากลุ่มจำนวนครั้งสูง ในส่วนเพิ่มเติมพลังแอโรบิกสูงสุดและช่วงเวลาของความเหนื่อยมีการเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับก่อนทดลองเฉพาะในกลุ่มกลุ่มจำนวนครั้งสูง สำหรับเส้นใยกล้ามเนื้อมีการเปลี่ยนแปลงในเพิ่มขยายขนาดขึ้นในกลุ่มที่ 1 จำนวนครั้งต่ำ ฝึกด้วยความหนัก และ กลุ่มที่ 2 จำนวนครั้งอย่างทันทีทันใด แต่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงในกลุ่มอื่น อย่างไรก็ตามเปอร์เซนต์ของกล้ามเนื้อชนิด 2B ลดลง กับควบคู่กับการเพิ่มขึ้นของกล้ามเนื้อชนิด 2AB สำหรับการฝึกทั้ง 3 กลุ่มที่ได้รับการฝึกแม้ว่าทั้ง 3 กลุ่มที่ได้รับการฝึกจะมีผลที่เหมือนกันในการเปลี่ยนแปลงของเส้นใยกล้ามเนื้อจากชนิด 2B ไปสู่ 2A ในกลุ่มที่ 1 จำนวนครั้งต่ำ และกลุ่มที่ 2

จำนวนครั้งอย่างทันทีทันใด สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการขยายตัวของกล้ามเนื้อเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มจำนวนครั้งสูง แต่อย่างไรก็ตามกลุ่มจำนวนครั้งสูงปรากฏการเปลี่ยนแปลงของการจับออกซิเจนรองสูงสุดให้เพิ่มมากขึ้น และการหดตัวของกล้ามเนื้อมากที่สุด กับการเพิ่มขึ้นของพลังแอโรบิกสูงสุดและช่วงเวลาของความเหนื่อย ในกลุ่มที่ 1 จำนวนครั้งต่ำ และกลุ่มที่ 2 จำนวนครั้งอย่างทันทีทันใดปรากฏการเปลี่ยนแปลงของการฝึกที่เหมือนกันในจำนวนน้อย หลังจากช่วงเวลาระยะสั้นของการฝึกเมื่อเทียบกับก่อนการฝึก จากข้อมูลทั้งหมดแสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงทั้งความสามารถทางกายและการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาจากการฝึกด้วยความหนักและจำนวนครั้งของการฝึก และสามารถพัฒนาความแข็งแรงแบบอดทนอย่างต่อเนื่องได้

ฮอฟ และคณะ (Hoff et. al., 2002) ได้ทำการศึกษาการฝึกความอดทนแบบแอโรบิกอย่างเจาะจงในกีฬาฟุตบอลอาชีพ วัตถุประสงค์เพื่อที่จะหาข้อสรุปเกี่ยวกับการเลี้ยงบอลและการเล่นในกลุ่มเล็กเป็นกิจกรรมที่เหมาะสมสำหรับการฝึกแบบช่วง และอัตราการเต้นของหัวใจในการฝึกอย่างเฉพาะเจาะจงในกีฬาฟุตบอล นับเป็นการวัดที่เที่ยงตรงของความหนักของงานที่แท้จริง ผู้ผ่านการฝึกอย่างดีจำนวน 6 คน ทำการทดสอบผลของการฝึกแบบช่วง ผู้ทำการทดสอบวิ่งเลี้ยงบอลในรูปแบบที่จัดให้เป็นกลุ่มเล็กๆ เหมือนการเล่นฟุตบอล 5 คน การทดสอบในห้องทดสอบ เก็บข้อมูลเพื่อที่จะสร้างความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจและการจับออกซิเจนขณะวิ่งบนลู่วิ่ง และทำการทดสอบภาคสนามโดยใช้การวัดการจับออกซิเจนสูงสุดด้วยระบบการวัดแบบเคลื่อนย้าย ผลการวิจัยพบว่าการออกกำลังกายอย่างหนักระหว่างการเล่นแบบกลุ่มเล็ก มีค่าเท่ากับ 91.3 อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด หรือ 84.5% ของการจับออกซิเจนสูงสุด ค่าการเลี้ยงบอลมีค่าเท่ากับ 93.5 และ 91.7 พบว่าอัตราการเต้นของหัวใจไม่สูงกว่า เมื่อถูกสังเกตระหว่างการฝึกซ้อม การใช้การเลี้ยงบอลหรือการเล่นแบบกลุ่มเล็ก (ฟุตบอล 5 คน) เหมือนการฝึกแบบแอโรบิกแบบช่วง เพราะอัตราการเต้นของหัวใจจากเครื่องวัดระหว่างการออกกำลังกายแบบเฉพาะเจาะจงนี้ เป็นตัวบ่งชี้ของการออกกำลังกายอย่างหนักที่แท้จริง

เคมิ (Kemi, 2003) ได้ทำการศึกษา การทดสอบอย่างเฉพาะเจาะจงในกีฬาฟุตบอลของการจับออกซิเจนสูงสุด วัตถุประสงค์เพื่อวัดประเมินการจับออกซิเจนสูงสุดโดยการทดสอบภาคสนามเปรียบเทียบกับการวิ่งบนลู่วิ่งเทรดมิลล์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาชาย 10 คน เข้าร่วมการทดสอบและ 5 คนที่ได้รับการฝึกความอดทน ซึ่งแต่ละส่วนจะทำการเปรียบเทียบอุปกรณ์วัดแบบเคลื่อนย้ายและระบบการวัดการเผาผลาญพลังงานแบบไม่เคลื่อนที่ นักกีฬาทำการทดสอบ

บนลู่วิ่ง และทำการทดสอบในภาคสนาม เรื่องการเลี้ยงลูกบอล การกระโดดหลายๆ ครั้ง เรื่องของความเร่งและลดความเร็ว การปรับตัว และวิ่งไปข้างหลัง ผลการวิจัยพบว่า การจับออกซิเจนสูงสุดมีความเหมือนกันทั้งในภาคสนามและห้องทดสอบเช่นเดียวกับอัตราความถี่ของการหายใจสูงสุดและอัตราการแลกเปลี่ยนพลังงาน การนำเข้าของออกซิเจน แต่การระบายอากาศที่การจับออกซิเจนสูงสุดบนเทรดมิลล์ทำได้ดีกว่าการทดสอบภาคสนามจึงกล่าวได้ว่าการทดสอบการจับออกซิเจนสูงสุดระหว่างเทรดมิลล์และการทดสอบอย่างเฉพาะเจาะจงทางภาคสนามให้ผลที่เหมือนกัน ดังนั้นจึงควรทำการศึกษาเรื่องของความตรงทางการทดสอบการจับออกซิเจนสูงสุดในนักกีฬาฟุตบอล

อาร์เนสัน และคณะ (Arnason et. al., 2004) ได้ทำการศึกษา สมรรถภาพทางกาย การบาดเจ็บ และความสามารถของทีมในกีฬาฟุตบอล วัตถุประสงค์เพื่อที่จะทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพทางกาย และความสำเร็จของทีมฟุตบอลและเพื่อที่จะทดสอบความแตกต่างในสมรรถภาพทางกายระหว่างความแตกต่างของผู้เล่นในแต่ละตำแหน่ง ทำการทดสอบกับนักกีฬาฟุตบอลชายจำนวน 306 คนจากทีมฟุตบอลระดับดิวิชัน 2 ในประเทศไอซ์แลนด์ เริ่มเก็บข้อมูลในปี 1999 โดยศึกษาในเรื่องน้ำหนัก ส่วนสูง สัดส่วนของร่างกาย ความอ่อนตัว พลังของความแข็งแรงแบบ Leg Extension ความสูงในการกระโดด และการจับออกซิเจนสูงสุด การบาดเจ็บและการมีส่วนร่วมในแต่ละการแข่งขันของผู้เล่นและการฝึกซ้อมถูกเก็บข้อมูลในช่วง 4 เดือนของฤดูกาลแข่งขัน ค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพทางกายถูกเปรียบเทียบกับความสำเร็จของทีมโดยใช้รูปแบบของสมการในการทำนาย สมรรถภาพทางกายเปรียบเทียบกับผู้เล่นในแต่ละตำแหน่ง ผลการศึกษาพบว่ามีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างค่าเฉลี่ยของทีมในการกระโดดสูงและความสำเร็จของทีม และพบว่าพลังของ Leg Extension สัดส่วนของร่างกายและจำนวนวันทั้งหมดของการบาดเจ็บ/ทีม มีแนวโน้มของความสัมพันธ์กับความสำเร็จของทีม และพบว่าผู้รักษาประตูแสดงความแตกต่างของสมรรถภาพทางกายที่สูงในเรื่องของความสูงและมีค่าการยืดเหยียดของสะโพก (Hip Extension) การงอของหัวเข่า (Knee Flexion) และการยืดเหยียดของขา (Leg Extension) แต่มีค่าการจับออกซิเจนสูงสุดต่ำ ข้อเสนอแนะจากการวิจัยครั้งนี้นั้นผู้ฝึกสอนและการสนับสนุนทางการแพทย์ของทีมควรจะให้ความสนใจในเรื่องของการกระโดดและพลังในการฝึกเพื่อที่จะป้องกันการบาดเจ็บและการฟื้นฟูการบาดเจ็บของนักกีฬา

ดูปอนต์ และคณะ (Dupont et. al., 2004) ได้ทำการศึกษา ผลของการฝึกแบบช่วงด้วยความหนักสูงของนักกีฬาฟุตบอลในฤดูการแข่งขัน วัตถุประสงค์เพื่อที่จะศึกษาผลของการฝึกแบบช่วงของนักกีฬาฟุตบอลในช่วงฤดูการแข่งขันทำการทดลองกับผู้เข้าร่วม 22 คน ในระยะเวลาที่ต่อเนื่องกัน เป็นเวลา 10 สัปดาห์ โดยในช่วงแรกมีการควบคุมการฝึกแบบปกติ เปรียบเทียบกับช่วงที่ 2 ที่มีการฝึกแบบช่วงอย่างหนัก ผลจากการฝึกแบบช่วงอย่างหนักพบว่า ความเร็วแบบแอโรบิกสูงสุดถูกพัฒนาอย่างมีนัยสำคัญ และความเร็วในการวิ่งลดลง ในขณะที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงจึงสรุปได้ว่าในช่วงฤดูการแข่งขันก็สามารถพัฒนาความสามารถทางกายได้

ฮอฟ และเฮลเจอรัด (Hoff and Heljerud, 2004) ได้เสนอแนะการฝึกความแข็งแรงและความอดทน โดยคำนึงถึงหลักสรีรวิทยาในนักกีฬาฟุตบอลระดับสูงสุดมีความต้องการทางสรีรวิทยา เพื่อฝึกให้มีพื้นฐานที่พอเพียงในการแข่งขัน ในการพัฒนานักกีฬา ผู้ฝึกสอนและผู้จัดการทีมจะต้องรู้และเข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงที่เกี่ยวข้องกันของความสามารถด้านความอดทนเช่นเดียวกับประสาทและการเปลี่ยนแปลงของกล้ามเนื้อ เพื่อที่จะฝึกและเพิ่มความสามารถให้สูงยิ่งขึ้น การฝึกเป็นช่วงในการพัฒนาความอดทนใช้ความหนัก 90 - 95% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดใน 3 - 8 นาที การฝึกเพื่อพัฒนาความแข็งแรงใช้ความหนักที่สูงและการทำซ้ำจำนวนครั้งที่น้อยและมีการยืดออกอย่างเร็วที่สุด ในการฝึกเพื่อพัฒนาร่างกายในรูปแบบใหม่มีความสำคัญสำหรับความสำเร็จของนักกีฬาฟุตบอลอย่างยิ่ง ความท้าทายของนักกีฬาและผู้ฝึกสอนคือการพัฒนา การเปลี่ยนแปลงให้มีการพัฒนาสูงสุด

แมคมิลลัน และคณะ (McMillan, et. al., 2004) ได้ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาโดยใช้การฝึกความอดทนเฉพาะแบบกีฬาฟุตบอลในนักกีฬาฟุตบอลอาชีพระดับวัยรุ่น เนื่องจากต้องการพัฒนาความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุดของนักกีฬาฟุตบอลโดยใช้การฝึกที่มีความเจาะจงและเหมาะสมกับกีฬาฟุตบอล โดยการใช้วิธีฝึกที่ควบคู่กับการเล่นกับลูกบอลจำนวนเที่ยวของการฝึกวิ่งเร็วระยะสั้น และใช้หลักการฝึกความอดทนแบบแอโรบิกแบบหนักสลับเบา ในการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาหลังใช้โปรแกรมการฝึกความอดทนแบบแอโรบิกแบบหนักสลับเบาระดับหนัก โดยในการฝึกนั้นใช้โปรแกรมการฝึกที่เฉพาะเจาะจงของกีฬาฟุตบอลในการฝึกเลี้ยงลูกฟุตบอลในเกมรุก กลุ่มตัวอย่างจำนวน 7 คน เป็นนักกีฬาระดับวัยรุ่นโดยที่อายุเฉลี่ย 16.9 (±0.4) ใช้โปรแกรมการฝึก 2 ครั้ง/สัปดาห์ โดยใช้การฝึกความอดทนแบบเฉพาะเจาะจงแบบหนักสลับเบา ด้วยการฝึกเลี้ยงลูก

ฟุตบอล ในช่วงที่หนักอัตราการเต้นของหัวใจต้องอยู่ที่ 90 – 95% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด ระยะเวลา 4 นาที ในช่วงพักใช้การวิ่งเหยาะ 3 นาที อัตราการเต้นของหัวใจต้องอยู่ที่ 70% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด จำนวน 4 เซต ผลการวิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยของความสามารถของการจับออกซิเจนสูงสุดพัฒนาขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 จาก 63.4 (±5.6) ถึง 69.8 (±6.6) มิลลิลิตร/ กิโลกรัม/ นาที และความสามารถของการสควอทจัมพ์ และการกระโดดสูงต่อเนื่องพัฒนาขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่การสควอทจัมพ์เพิ่มขึ้นจาก 37.7 (±6.2) ถึง 40.3 (±6.1) เซนติเมตร และการกระโดดสูงต่อเนื่องเพิ่มขึ้นจาก 52.0 (±4.0) ถึง 53.4 (±4.2) เซนติเมตร แต่มวลร่างกาย ความเร็วในการวิ่งระดับต่ำ และอัตราของการพัฒนาแรง หรือความเร็วสูงสุดในการวิ่งระยะ 10 เมตร ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สรุปได้ว่าการฝึกหนักสลับเบาแบบเฉพาะเจาะจง ด้วยการฝึกเลี้ยงลูกบอล 4 นาที สามารถที่จะพัฒนาความสามารถของการจับออกซิเจนสูงสุด โดยที่ไม่ส่งผลกระทบต่อความสามารถของนักกีฬุตบอลในด้านความแข็งแรง ความสามารถในการกระโดด และความสามารถในการกระโดด และความสามารถในการวิ่งเร็วระยะสั้น

แธตเชอร์ (Thatcher, 2004) ได้ทำการศึกษา การพัฒนาและการสร้างความตรงของเครื่องมือวัดที่เฉพาะเจาะจงในกีฬาฟุตบอลสำหรับนักกีฬาฟุตบอลเยาวชนชั้นเลิศ วัตถุประสงค์เพื่อที่จะศึกษาปริมาณคุณลักษณะพิสัยการเคลื่อนไหวของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชนระดับอาชีพและพัฒนาความตรงของเครื่องมือวัดที่เฉพาะเจาะจงในกีฬาฟุตบอล ทำการศึกษานักกีฬาฟุตบอลระดับความเป็นเลิศใน 12 ทีมแรก และนักกีฬาที่ได้รับทุนเซ็นต์สัญญาการเป็นนักเตะในระดับอาชีพของสโมสรในลีกสูงสุดในประเทศอังกฤษ ทั้งนี้พิสัยการเคลื่อนไหวจากการวิเคราะห์ใช้พัฒนา SSEP สำหรับการวิเคราะห์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับการวิ่งบนลู่วิ่ง ผลการวิจัยพบว่าทีมนักกีฬาฟุตบอลเยาวชนมีระยะทางการวิ่งเฉลี่ยสูงกว่า ซึ่งครอบคลุมการวิ่งและการวิ่งเหยาะ โดยค่าเฉลี่ยถูกพบระหว่างการแข่งขันเท่ากับ 166 +/-1 ระหว่างการใช้แบบทดสอบ SSEP เท่ากับ 166 +/-12 ซึ่งไม่มีความแตกต่าง และพบว่าค่าเฉลี่ยของการใช้แบบทดสอบ SSEP ในการทดสอบการจับออกซิเจนเท่ากับ 0 +/-3 ของการจับออกซิเจนสูงสุด ค่าการสะสมของกรดแลคติในเลือดจากค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 5.37 +/-1.15 mmol x L(-1) ในครึ่งแรก และ 4.74 +/-1.25 mmol x L(-1) ในครึ่งหลัง ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของทั้งสองครึ่ง ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมคือ เครื่องมือนี้พัฒนาให้มีความคล้ายคลึงกับการทำงานทางสรีรวิทยาในการแข่งขันฟุตบอลในแต่ละแม็ตช์ และควรทำการศึกษาในปริมาณความต้องการทางสรีรวิทยาของกีฬาฟุตบอลต่อไป

ชามาริ และคณะ (Chamari et. al., 2005) ได้ทำการศึกษาการฝึกความอดทนและการทดสอบกับลูกบอลในนักกีฬาวัยรุ่นระดับยอดเยี่ยมเนื่องด้วยความสามารถแบบแอโรบิกของนักกีฬาฟุตบอลมีความสำคัญอย่างมากในการที่จะกำหนดความสามารถทางเทคนิคและยุทธวิธีที่จะเลือกเล่น วัตถุประสงค์ในการศึกษาเพื่อที่จะแสดงการทดสอบในการวัดความสามารถแบบแอโรบิกในนักกีฬาฟุตบอล โดยใช้การทดสอบฮอฟ (Hoff Test) ทำการทดสอบนักกีฬาชาย 18 คน อายุ 14 ปี ในห้องปฏิบัติการ และใช้การทดสอบฮอฟ ก่อนและหลัง 8 สัปดาห์ ผลปรากฏว่า หลังการฝึก 8 สัปดาห์ มีการเพิ่มขึ้นของการจับออกซิเจนสูงสุด ในห้องทดลอง และความสามารถในการทดสอบฮอฟ ข้อเสนอแนะจากการวิจัยครั้งนี้คือควรใช้การทดสอบนี้กับเด็กช่วงวัย 15 ปี ให้ครอบคลุมมากกว่า 2,100 เมตร ในการทดสอบฮอฟ ซึ่งจะพัฒนาการจับออกซิเจนสูงสุดเป็นอย่างน้อยในนักกีฬาฟุตบอลสมัยใหม่

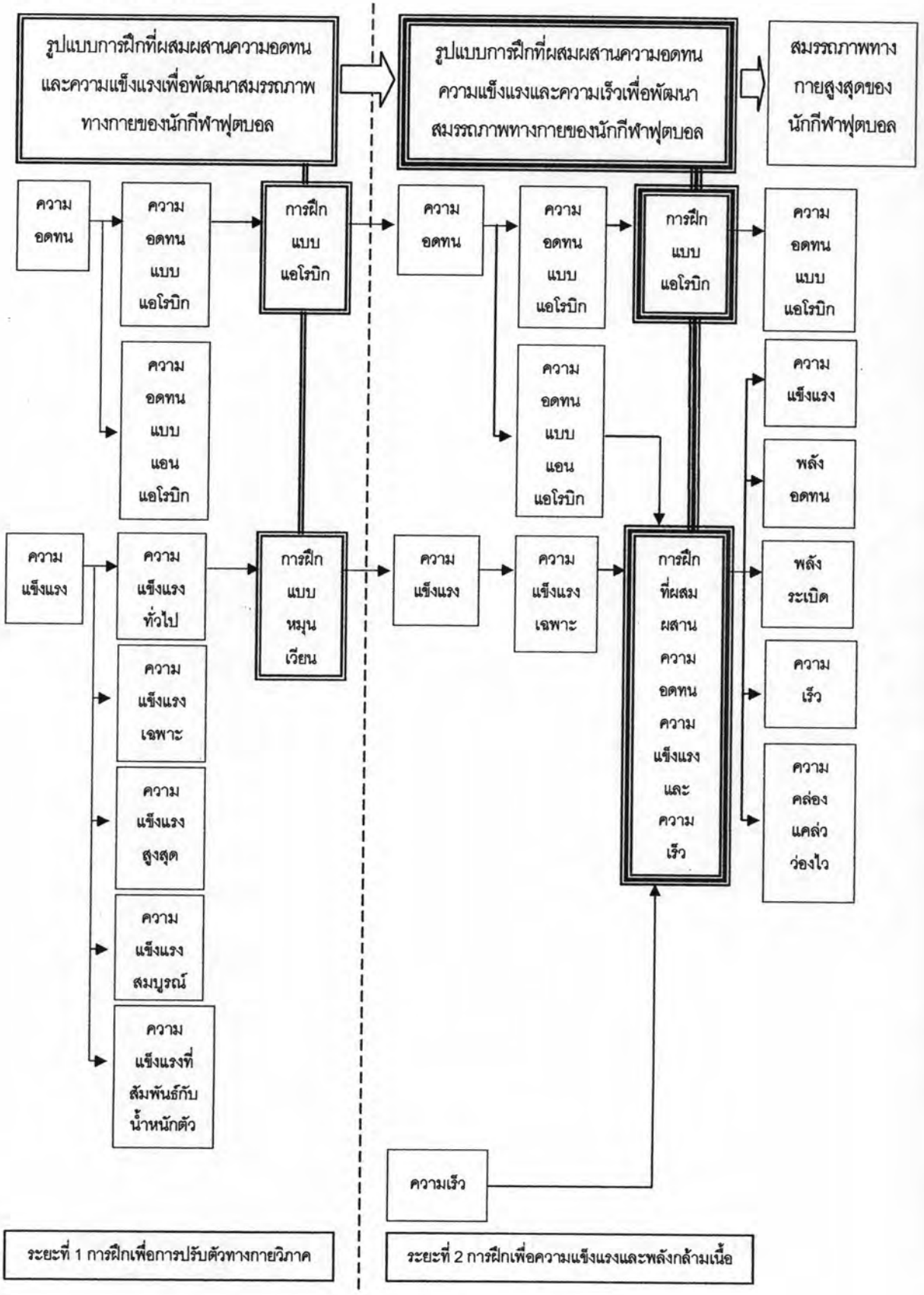
แมคมิลลาน และคณะ (Mcmillan et. al., 2005) ได้ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาเพื่อฝึกความอดทนในนักกีฬาฟุตบอลอาชีพในช่วงวัยรุ่น วัตถุประสงค์เพื่อที่จะศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาหลังการฝึกแอโรบิกอย่างหนักด้วยโปรแกรมการฝึกหนักสลับเบา กลุ่มตัวอย่างนักกีฬา 11 คน ได้รับการฝึกแบบปกติ และเพิ่มการฝึกแอโรบิกอย่างหนักด้วยโปรแกรมการฝึกหนักสลับเบา โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 2 ครั้งต่อสัปดาห์ รวม 10 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่าค่าเฉลี่ยการจับออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ การนั่งย่อแบกน้ำหนัก และการเคลื่อนไหวแบบกระโดดในทิศทางตรงกันข้ามเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญในมวลของร่างกาย อัตราการพัฒนาของแรงหรือการวิ่งระยะสั้น 10 เมตร ข้อเสนอแนะจากการวิจัยครั้งนี้ได้แก่การฝึกแบบช่วง 4 นาที ประกอบกับการฝึกแบบปกติมีผลในการพัฒนาการจับออกซิเจนสูงสุดของนักกีฬาฟุตบอล แต่ไม่มีผลกับความแข็งแรง ความสามารถในการกระโดด และความสามารถในการวิ่งอย่างรวดเร็วในระยะสั้น

แมทธิว และคณะ (Matthew et. al., 2005) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพทางกายแบบแอโรบิก การรักษาพลังและการจับออกซิเจนระหว่างการออกกำลังกายด้วยความหนักเป็นช่วงๆ วัตถุประสงค์เพื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างการจับออกซิเจนสูงสุดในการรักษาพลังและการนำออกซิเจนไปใช้ระหว่างการออกกำลังกายด้วยความหนักเป็นช่วงๆ กลุ่มตัวอย่างคือนักฟุตบอลหญิงกึ่งสมัครเล่นถูกมอบหมายเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ใช้พลังแอโรบิกแบบต่ำและกลุ่มพลังแอโรบิกแบบปานกลาง การจับออกซิเจนถูกวัดระหว่างกลุ่มตัวอย่างแสดง

ความสามารถบนจักรยานวัดงานผลการศึกษาพบว่าการจับออกซิเจนสูงสุดมีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของแอโรบิกเพื่อการนำไปใช้ในการเร่งความเร็ว - การพักฟื้น และส่งเสริมความสามารถของกลุ่มที่ใช้พลังแอโรบิกแบบปานกลาง

แวนไดค์ และคณะ (Vandyke et al., 2005) ได้ทำการศึกษาเรื่องผลของการฝึกพลัยโอเมตริกในนักกีฬาฟุตบอลวัยรุ่นหญิง วัตถุประสงค์เพื่อที่จะวัดผลของการฝึกพลัยโอเมตริกแบบแรงกระแทกต่ำบนการกระโดดแนวดิ่งและระยะทางในการเตะในนักกีฬาฟุตบอลวัยรุ่นหญิง กลุ่มตัวอย่างได้แก่นักกีฬาฟุตบอลวัยรุ่นหญิง โดยทำการเปรียบเทียบแยกเป็น 3 ช่วงเวลา ก่อนการทดสอบ หลังการทดสอบ 7 สัปดาห์ และหลังการทดสอบ 14 สัปดาห์ มีการฝึกและการทำการแข่งขันแบบปกติ และมีการฝึกพลัยโอเมตริกเพิ่ม 1 ครั้งในแต่ละสัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่าไม่มีความแตกต่างในการเตะระยะทางไกลระหว่างกลุ่มระหว่างก่อนการฝึกและภายหลังการฝึก 7 สัปดาห์ อย่างไรก็ตามมีผลแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในกลุ่มฝึกพลัยโอเมตริกในเรื่องความไกลของระยะทางในการเตะหลัง 14 สัปดาห์ กลุ่มควบคุมแสดงความแตกต่างที่ลดลงในระยะทางการเตะระหว่าง 7 และ 14 สัปดาห์ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของการกระโดดสูงในแนวดิ่งของระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองในก่อนการทดลองหรือภายหลังการฝึก 7 สัปดาห์ อย่างไรก็ตามกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริกภายหลัง 14 สัปดาห์ สามารถกระโดดสูงในแนวดิ่งได้มากกว่ากลุ่มควบคุมการฝึกพลัยโอเมตริกเพิ่มขึ้นหนึ่งครั้งต่อสัปดาห์จากการฝึกปกติ สามารถที่จะพัฒนาความสามารถในการเล่นกีฬาฟุตบอลได้

แอนโธนีโอ และคาร์โท (Antonio and Carto, 2006) ได้ทำการศึกษาสมรรถภาพทางกายแบบแอโรบิกและการทดสอบสมรรถภาพภาคสนามในผู้ตัดสินฟุตบอลชั้นยอดของประเทศเสปนที่มีอายุต่างกัน วัตถุประสงค์เพื่อการพิจารณาสมรรถภาพทางกายของผู้ตัดสินฟุตบอลชั้นยอดของประเทศเสปนกับความสัมพันธ์ในเรื่องของอายุ นอกจากนี้วัตถุประสงค์รองคือ การเข้าถึงเกณฑ์ของคนส่วนมากในด้านความตรงตามเกณฑ์ในการทดสอบการวิ่ง 12 นาที ทดสอบทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องของสมรรถภาพแบบแอโรบิกกับผู้ตัดสินฟุตบอลที่เข้าทำการทดสอบจำนวน 45 คน ผลการวิจัยพบว่า ผู้ตัดสินชั้นยอดที่มีอายุมากอาจมีความสามารถอย่างจำกัดในการใช้สมรรถภาพทางกายแบบแอโรบิกที่ลดลงตามจำนวนอายุ นอกจากนี้ก็ยังมีผลปรากฏว่าผู้ตัดสินที่มีอายุมากนั้นมีความสามารถในการเข้าถึงระดับการใช้สมรรถภาพทางกายได้เช่นเดียวกัน ดังนั้นการเลือกคู่การแข่งขันจะต้องมีเหมาะกับความต้องการตามความสามารถสมรรถภาพที่ผู้ตัดสินมี

คาสตูงา และคณะ (Castugna et. al., 2007) ได้ทำการศึกษา การตอบสนองของระบบไหลเวียนโลหิตระหว่างการเล่นฟุตบอลในร่ม 5 คน เพื่อนันทนาการ วัตถุประสงค์เพื่อที่จะทดสอบการตอบสนองของระบบไหลเวียนโลหิตที่ใช้ในการเล่นฟุตบอล 5 คน ใน 1 แม็ตช์การแข่งขัน และประเมินความตรงของอัตราการเต้นของชีพจร เพื่อที่จะประมาณค่าปริมาณการจับออกซิเจน Oxygen Uptake (Vo_2) ระหว่างเกมส์การแข่งขันที่แท้จริง กลุ่มตัวอย่างอายุ 16.8 +/- 1.5 การตอบสนองในเกม ระหว่าง 30 นาทีของการแข่งขันผลการวิจัยพบว่า อัตราการเต้นของชีพจรและการจับออกซิเจนสูงสุดในการตอบสนองของการเล่นฟุตบอลในร่ม 5 คน เท่ากับการออกกำลังกายอย่างหนักเมื่อเทียบกับการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ (ACSM) จึงกล่าวได้ว่าอัตราการเต้นของชีพจรในการเล่นฟุตบอล 5 คน มีความเชื่อถือได้เท่ากับการออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่มีความหนักเป็นช่วงๆ

กรอบแนวคิดในการวิจัย