บทที่ 2

วรรณคดีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเรื่อง "การเปรียบเทียบผลของการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่การฝึกด้วยน้ำหนัก การฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนักและการฝึกเชิงซ้อนที่มีต่อการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขา" จึงได้นำความรู้รวมทั้งงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้ามาพอสรุปได้ดังนี้

1. ความสำคัญของพลังกล้ามเนื้อ
2. แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ
3. ระบบพลังงานที่ใช้ในการทำงานของกล้ามเนื้อ
4. กลไกการทำงานของกล้ามเนื้อขา
5. แนวคิดเกี่ยวกับการวางแผนระยะยาวของการฝึกกล้ามเนื้อ
6. วิธีการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อตามแนวคิดเกี่ยวกับการฝึกพลัยโอเมตริก
7. วิธีการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อตามแนวคิดเกี่ยวกับการฝึกด้วยน้ำหนัก
8. วิธีการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อตามแนวคิดการรวมกันระหว่างการฝึกพลัยโอเมตริกกับการฝึกด้วยน้ำหนัก
    - 8.1 การฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่การฝึกด้วยน้ำหนักและการวิจัยที่เกี่ยวข้อง
    - 8.2 การฝึกพลัยโอมเตริกด้วยน้ำหนักและการวิจัยที่เกี่ยวข้อง
    - 8.3 การฝึกเชิงซ้อนและการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความสำคัญของพลังกล้ามเนื้อ

ในการแข่งขันกีฬานั้น นักกีฬาจำเป็นต้องมีการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อของตน เพื่อใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ของการแข่งขัน ซึ่งอาจจะแตกต่างกันไปบ้างตามชนิดกีฬา บอมพา (Bompa,1993) ได้สรุปรูปแบบของพลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในสถานการณ์ของการแข่งขันกีฬาไว้ ดังนี้

1. พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการลงสู่พื้นและเปลี่ยนทิศทาง (Landing/reactive power) ในการแข่งขันกีฬาหลายชนิดนั้น ทักษะในการลงสู่พื้นเป็นทักษะที่สำคัญอย่างหนึ่ง และมักจะต่อเนื่องกับทักษะของการเปลี่ยนทิศทางหรือการกระโดด นักกีฬาจำเป็นต้องใช้พลังกล้ามเนื้อในการควบคุมร่างกายในขณะลงสู่พื้น และสามารถที่จะปฏิบัติทักษะที่ตามมานั้นได้อย่างรวดเร็ว ไม่ว่าจะเป็นการเปลี่ยนทิศทางหรือการกระโดดก็ตาม

พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการควบคุมร่างกายและลดแรงกระแทกในขณะลงสู่พื้น จะมีความสัมพันธ์กับความสูงของการตกลงสู่พื้นนั้น การลงสู่พื้นจากความสูง 80-100 เซนติเมตรนั้น ข้อเท้าจะต้องรับน้ำหนักประมาณ 6 - 8 เท่าของน้ำหนักตัว ซึ่งในขณะที่ลงสู่พื้นนั้น กล้ามเนื้อจะหดตัวแบบความยาวเพิ่มขึ้น (Eccentric contraction) นักกีฬาที่ได้รับการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อมาอย่างดีแล้ว ก็จะสามารถควบคุมร่างกายและลดแรงกระแทกในขณะลงสู่พื้นได้ ซึ่งกล้ามเนื้อจะหดตัวแบบความยาวเพิ่มขึ้น หลังจากนั้นถ้ามีการกระโดดขึ้นในทันทีหรือมีการเปลี่ยนทิศทางกล้ามเนื้อมัดนั้นก็จะหดตัวแบบความยาวลดลง (Concentric contraction) สถานการณ์เหล่านี้จะเกิดขึ้นในการแข่งขันกีฬาประเภททีมชนิดต่าง ๆ และกีฬาที่ใช้แร็คเก็ต (racket)

2. พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการทุ่ม - พุ่ง - ขว้าง (Throwing power) ในการแข่งขันกีฬาหลายชนิดที่ต้องมีการทุ่ม - พุ่ง - ขว้าง อุปกรณ์กีฬาแต่ละชนิดนั้น ต้องการพลังกล้ามเนื้อเพื่อที่จะสร้างความเร็วให้กับอุปกรณ์กีฬาเหล่านั้นจากจุดเริ่มต้นให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ และมีอัตราเร่งเพิ่มขึ้นตลอดระยะทางของการเคลื่อนที่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกีฬาชนิดที่จะต้องปล่อยอุปกรณ์ออกไปจากมือเพื่อให้ได้ระยะทางมากที่สุด

3. พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการกระโดดขึ้นจากพื้น (Take - off power) ในการแข่งขันกีฬาหลายชนิดที่มีการกระโดดนั้น ต้องการพลังกล้ามเนื้อในลักษณะแรงระเบิด (explosive) เพื่อให้ประสิทธิภาพของการกระโดดดีที่สุด ซึ่งเป็นการกระโดดในขณะที่วิ่งมาด้วยความเร็วสูง หรือมีการย่อตัวก่อนที่จะกระโดดขึ้นไป ซึ่งถ้ายิ่งย่อตัวลงมากก็จะต้องมีพลังกล้ามเนื้อมากเพื่อที่จะออกแรงยกตัวลอยขึ้นจากพื้นได้อย่างรวดเร็ว แต่ถ้านักกีฬามีพลังกล้ามเนื้อไม่มากพอก็จะทำให้การกระโดดนั้นช้าลงและมีผลให้ประสิทธิภาพของการกระโดดลดลงด้วย

4. พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเริ่มต้นเคลื่อนที่ (Starting power) ในการแข่งขันกีฬาหลายชนิดที่ความเร็วต้นของการเคลื่อนที่มีผลต่อประสิทธิภาพของการเคลื่อนที่นั้น ๆ สถานการณ์เหล่านี้จะเกิดขึ้นในการแข่งขันกีฬาที่มีการต่อสู้ การออกอาวุธได้เร็วกว่าย่อมได้เปรียบคู่ต่อสู้ รวมทั้งการเริ่มต้นวิ่งออกจากที่ยันเท้าของนักวิ่งระยะสั้น ผู้ที่มีพลังกล้ามเนื้อมากกว่าก็จะเริ่มต้นวิ่งได้เร็วกว่า

5. พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการชะลอความเร็ว (Deceleration power) ในการแข่งขันกีฬาประเภททีมชนิดต่างๆและกีฬาที่ใช้แร็คเก็ต ที่มีการหลอกล่อคู่ต่อสู้หรือมีการชะลอความเร็วสลับกับการเร่งความเร็วหรือมีการชะลอความเร็วแล้วเปลี่ยนทิศทาง ต้องการพลังกล้ามเนื้อเป็นอย่างมาก ซึ่งกล้ามเนื้อจะหดตัวแบบความยาวเพิ่มขึ้นเพื่อรับแรงกระแทกจากการวิ่ง จำเป็นต้องมีพลังกล้ามเนื้อมากพอ ซึ่งการเคลื่อนไหวในลักษณะนี้จะเกิดการบาดเจ็บกล้ามเนื้อได้ง่าย

6. พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเร่งความเร็ว (Acceleration power) ในการแข่งขันกีฬาประเภททีมและกีฬาประเภทบุคคลชนิดต่างๆทั้งที่แข่งขันกันบนบกและในน้ำ ต่างก็มีสถานการณ์ในการเร่งความเร็วด้วยกันทั้งสิ้น พลังกล้ามเนื้อเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการขับเคลื่อนร่างกายไปข้างหน้าอย่างรวดเร็วหรือสามารถเอาชนะแรงต้านทานของน้ำได้

รูปแบบของพลังกล้ามเนื้อทั้งหกลักษณะนี้ เป็นความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะออกแรงได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งมีพื้นฐานมาจากความแข็งแรงของกล้ามเนื้อโดยการทำงานของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดที่หดตัวได้เร็ว (Fast twitch fiber) ด้วยกันทั้งสิ้น

แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ

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

1. ใช้เวลาน้อยลงในการระดมหน่วยยนต์ (Motor unit recruitment) โดยเฉพาะอย่างยิ่งเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดที่หดตัวได้เร็ว

2. เซลประสาทยนต์ (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

ดังนั้นการพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อเพื่อนำไปใช้ในการแข่งขันกีฬานั้น โปรแกรมการฝึกจะต้องมีความเฉพาะเจาะจงกับกีฬาแต่ละชนิด โดยใช้ท่าฝึกที่ใกล้เคียงกับทักษะ

กีฬานั้นๆ ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ กล้ามเนื้อที่ได้รับการฝึกในท่าทางที่ใกล้เคียงกับทักษะกีฬามากเท่าใดก็จะเกิดประสิทธิภาพมากขึ้นเท่านั้น

นิวตัน และ เครเมอร์ (Newton and Kraemer, 1994) กล่าวว่า พลังระเบิดของกล้ามเนื้อ หมายถึง พลังกล้ามเนื้อที่เกิดจากการที่กล้ามเนื้อออกแรงเต็มที่อย่างรวดเร็วหนึ่งครั้ง ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญของประสิทธิภาพในการเคลื่อนไหวที่ต้องการความเร็วสูงในขณะที่ปล่อยอุปกรณ์กีฬาออกไป หรือต้องการความเร็วสูงที่จุดกระทบ นอกจากนั้น ยังมีผลต่อการเคลื่อนไหวที่มีการเปลี่ยนทิศทางอย่างรวดเร็ว ตลอดจนการเร่งความเร็วในระหว่างการแข่งขันกีฬาชนิดต่างๆ ด้วย ในขณะที่นักกีฬาพยายามที่จะออกแรงเพื่อทำให้เกิดพลังระเบิดของกล้ามเนื้อให้มากที่สุดนั้น นักกีฬาจะต้องพยายามใช้เวลาในการออกแรงและเร่งความเร็วของส่วนต่างๆ ของร่างกายโดยใช้เวลาน้อยลง ทั้งนี้เกิดจากมีการพัฒนากลไกการทำงานของกล้ามเนื้อที่สำคัญสองประการ คือ

1. ความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะออกแรงได้มากภายในเวลาสั้น ซึ่งเรียกว่า อัตราการพัฒนาแรง (Rate of force development)

2. ความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะออกแรงได้มากอย่างต่อเนื่อง ในขณะที่ความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น

ซึ่งคุณสมบัติอันสำคัญทั้งสองประการนี้เอง เป็นแนวทางในการหายุทธวิธีของการฝึกเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด สรุปได้ว่า การพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อนั้น จะต้องมีการพัฒนาองค์ประกอบห้าประการของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ 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 (Intermuscular coordination & skill)

องค์ประกอบทั้งห้าประการนี้จะต้องได้รับการพัฒนาควบคู่กันไป จึงจะเกิดพลังระเบิดของกล้ามเนื้อสูงสุด ดังนั้น ยุทธวิธีของการฝึกที่เหมาะสมก็คือ ใช้การผสมผสานวิธีการฝึกแบบต่างๆเข้าด้วยกัน ไม่ใช่การฝึกด้วยน้ำหนักหรือการฝึกพลัยโอเมตริกอย่างใดอย่างหนึ่งแต่เพียงอย่างเดียว

วิลสัน (Wilson, 1994) กล่าวว่า เนื่องจากในการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบความยาวลดลงนั้น ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมีความสัมพันธ์ในทางตรงข้ามกับความเร็วในการออกแรงของกล้ามเนื้อ ดังนั้นจึงไม่สามารถที่จะพัฒนาคุณสมบัติทั้งสองประการนี้ให้เพิ่มมากที่สุดในเวลาเดียวกันได้ การพัฒนาพลังกล้ามเนื้อซึ่งเป็นผลจากความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกับความเร็วในการออกแรงของกล้ามเนื้อนี้ จึงมีสามวิธี ดังนี้

1. ให้กล้ามเนื้อออกแรงมากด้วยความเร็วต่ำ โดยการฝึกด้วยน้ำหนักที่ใช้ความหนักในระดับสูง

2. ให้กล้ามเนื้อออกแรงน้อยด้วยความเร็วสูง โดยการฝึกพลัยโอเมตริกที่ใช้น้ำหนักตัวเป็นแรงต้าน

3. ให้กล้ามเนื้อออกแรงปานกลางด้วยความเร็วปานกลาง โดยการฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก โดยใช้น้ำหนักจากภายนอกเพิ่มเข้าไปด้วยความหนัก 30 - 45 % ของความแข็งแรงสูงสุด

เยสซิส (Yessis, 1994) กล่าวว่า ในกีฬาชนิดที่ต้องใช้พลังกล้ามเนื้อนั้น มีการเคลื่อนไหวในลักษณะเป็นแรงระเบิด ซึ่งประกอบไปด้วยการเคลื่อนไหวสามส่วนด้วยกัน คือ ความเฉื่อย (inertia) โมเมนตัม (momentum) และความเร่ง (acceleration) โดยเมื่อมีการเคลื่อนไหวในลักษณะเป็นแรงระเบิดจะเริ่มต้นออกแรงเอาชนะความเฉื่อยก่อน และการออกแรงนั้นจะต้องไม่คงที่ เพื่อให้เกิดโมเมนตัม และความเร่งตามมา ซึ่งเป็นการทำงานในระดับสูงของระบบประสาทที่จะต้องปล่อยกระแสประสาทไปยังกล้ามเนื้อที่ออกแรงนั้น ในเวลาที่สั้นที่สุดเท่าที่จะทำได้ อีกทั้งยังต้องการข้อต่อที่ใช้ในการเคลื่อนที่หลาย ๆ ข้อต่อมาทำงานสัมพันธ์กัน ซึ่งแต่ละข้อต่อก็จะมีช่วงเวลาของการเร่งความเร็ว และช่วงเวลาของการลดความเร็ว ในการเคลื่อนที่ของข้อต่อนั้น ๆ แตกต่างกันไป ในการปฏิบัติทักษะกีฬาบางชนิดเป็นการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็วด้วยความแข็งแรง (speed - strength) ซึ่งต้องการความเร็วมากกว่าความแข็งแรง ได้แก่ วิ่งระยะสั้น ทักษะกีฬาบางชนิดต้องใช้ความแข็งแรงด้วยความเร็ว (strength - speed) ซึ่งต้องการความแข็งแรงมากกว่าความเร็ว ได้แก่ ยกน้ำหนัก ดังนั้นในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อที่ประกอบไปด้วยการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และการพัฒนาความเร็วในการออกแรงของกล้ามเนื้อนั้น เปอร์เซ็นต์ในการพัฒนาแต่ละส่วน จะแตกต่างกันไปตามลักษณะของกีฬาแต่ละชนิด

ชู (Chu , 1996) กล่าวว่า ในร่างกายมนุษย์นั้น มีทั้งเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วและเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้า เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้า เรียกว่า ชนิด I ซึ่งสามารถ

ออกแรงเกือบสูงสุดได้ในระยะเวลานาน เป็นเส้นใยกล้ามเนื้อที่ใช้ในการทำงานแบบใช้ออกซิเจน เช่น การวิ่งระยะไกล เป็นต้น เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วนั้น แบ่งออกเป็นชนิด IIa และชนิด IIb ซึ่งสามารถออกแรงสูงสุดได้ในระยะเวลาสั้นเป็นเส้นใยกล้ามเนื้อที่ใช้ในการทำงานแบบใช้ความแข็งแรง และพลังกล้ามเนื้อ เช่น นักฟุตบอล และนักวิ่งระยะสั้น เป็นต้น ความแตกต่างระหว่างเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วทั้งสองชนิดนี้ก็คือ ชนิด IIa มีความอดทนในการหดตัวมากกว่า ในขณะที่ชนิด IIb มีความเร็วในการหดตัวมากกว่า ในกีฬาหลายชนิดที่เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วทั้งสองชนิดที่ถูกใช้งาน ซึ่ง ชนิด IIb จะหดตัวก่อน เมื่อเกิดความเมื่อยล้าแล้ว ชนิด IIa ก็จะหดตัวแทนต่อไป นอกจากนั้นยังมีเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด IIc ซึ่งสามารถพัฒนาให้ทำงานได้ทั้งแบบเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็ว และแบบเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้า ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีการฝึก

ถึงแม้จะถือได้ว่านักกีฬาประเภทที่ใช้ความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อจะต้องมีเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วมากกว่าเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้าก็ตาม แต่เส้นใยกล้ามเนื้อทั้งสองลักษณะนี้ต่างก็มีความสำคัญต่อการพัฒนานักกีฬาในภาพรวมทั้งหมด เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วช่วยให้นักกีฬาสามารถเคลื่อนไหวได้อย่างรวดเร็วและในลักษณะเป็นแรงระเบิด เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้าจะทำหน้าที่รักษาความมั่นคงและท่าทางของนักกีฬาในขณะที่ทำการเคลื่อนไหวใด ๆ ทำให้เป็นการเคลื่อนไหวที่สมบูรณ์

สโตน และบอร์เดน (Stone and Borden, 1997) สรุปว่า แนวคิดเกี่ยวกับกิจกรรมการฝึกที่เฉพาะเจาะจง เป็นสิ่งที่สำคัญอันดับแรกในการเลือกอุปกรณ์ที่เหมาะสมสำหรับการฝึกโดยใช้แรงต้าน ซึ่งความเฉพาะเจาะจงนี้เกี่ยวข้องกับระบบพลังงานของร่างกาย และกลไกการเคลื่อนที่ของร่างกาย ในส่วนของกลไกการเคลื่อนที่ของร่างกายนั้น คำนึงถึงความคล้ายคลึงกันระหว่างกลไกการเคลื่อนที่ของร่างกายของกิจกรรมการฝึกกับกลไกการเคลื่อนที่ของร่างกายในขณะที่แสดงความสามารถออกมาในขณะแข่งขัน ซึ่งประกอบไปด้วยรูปแบบของการเคลื่อนที่แรงสูงสุด (peak force) อัตราการพัฒนาแรง การเร่งความเร็วและอัตราเร็ว ดังนั้น ถ้ากลไกการเคลื่อนที่ของร่างกายในขณะฝึกเหมือนกับในขณะแข่งขัน ก็จะมีการถ่ายโยงกลไกการเคลื่อนที่ของร่างกายได้มากขึ้น

ในการพัฒนากล้ามเนื้อของนักกีฬาที่ยังไม่เคยฝึกมาก่อนนั้น การฝึกด้วยน้ำหนักที่ใช้ความหนักในระดับสูงจะให้ประโยชน์มากกว่า ส่วนนักกีฬาที่มีประสบการณ์ในการฝึกมาแล้วจำเป็นจะต้องได้รับการฝึกให้กล้ามเนื้อออกแรงด้วยความเร็วสูง ซึ่งจะเป็นการเพิ่มอัตราการพัฒนาแรง และความเร็วในการเคลื่อนที่

สำหรับอุปกรณ์ที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อก็คือ น้ำหนักอิสระ (free weights) ได้แก่ บาร์เบล (barbell) ดัมพ์เบล (dumbbell) ซึ่งสามารถจัดท่าฝึกให้ข้อต่อหลาย ๆ ข้อต่อได้ทำงานประสานกัน และทำให้กลไกการเคลื่อนที่ของร่างกายคล้ายคลึงกับกลไกการเคลื่อนที่ของร่างกายตามธรรมชาติ

โอ'เช (O'Shea, 2000) เสนอแนะว่า ในการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและพลังกล้ามเนื้อโดยการฝึกด้วยน้ำหนักนั้น จะต้องใช้ท่าฝึกในรูปแบบของกีฬา (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 หรือการฝึกโดยใช้เครื่องมือฝึกด้วยน้ำหนักทั่ว ๆ ไป

นอกจากนั้น โอ'เช ได้แบ่งเส้นใยกล้ามเนื้อออกเป็นสามกลุ่ม ด้วยกัน คือ

1. เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้าแบบออกซิเดทีฟ (Slow - twitch oxidative)

2. เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วแบบออกซิเดทีฟ (Fast - twitch oxidative) หรือเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วชนิดที่อดทนต่อความเมื่อยล้า (Fast - twitch fatigue resistant)

3. เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วแบบกลัยโคลัยติก (Fast - twitch glycolytic) หรือเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วชนิดที่เมื่อยล้าได้ง่าย (Fast - twitch fatigable)

ในการฝึกความแข็งแรงนั้น หน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้าแบบออกซิเดทีฟจะถูกระดมมาทำงานก่อน ทั้งนี้เนื่องจากมีขนาดเล็กและมีจุดเริ่มต้นของการกระตุ้นต่ำ จากนั้นหน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วแบบออกซิเดทีฟและหน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วแบบกลัยโคลัยติกจะถูกระดมมาทำงานตามลำดับ ซึ่งลำดับของการระดมหน่วยยนต์ที่กำหนดขึ้นโดยหลักของขนาด (Size principle) นี้ จะไม่ครอบคลุมถึงการเคลื่อนที่ที่ใช้พลังระเบิดสูงสุดของกล้ามเนื้อ การเคลื่อนที่ลักษณะเช่นนี้ หน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็ว จะถูกระดมมาทำงานเป็นส่วนใหญ่ และ โอ'เช ได้รายงานการศึกษาเกี่ยวกับ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เปอร์เซ็นต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อแต่ละชนิด ที่ถูกระดมมาทำงานในการยกน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัวของนักกีฬาที่ได้รับการฝึกมาแล้ว โดยใช้ความหนัก 60 % 70 % 80 % 90 % และ 100 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม ตามลำดับ อย่างละหนึ่งครั้ง การศึกษาครั้งนี้ได้ใช้เครื่องมือวัดคลื่นไฟฟ้า กล้ามเนื้อติดไว้ที่กล้ามเนื้อควอไดรเซ็พส์

ตารางที่ 1 แสดงเปอร์เซ็นต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อแต่ละชนิด ที่ถูกระดมมาทำงาน ในระดับความหนักต่าง ๆ

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

โอ'เช ได้สรุปจากผลของการศึกษาในครั้งนี้ว่า การฝึกความแข็งแรงที่ใช้ท่าฝึกในรูปแบบของกีฬา (athletic - type) นั้น ในการพัฒนาเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วแบบกลัยโคลัยติกจะต้องใช้ความหนักตั้งแต่ 70 % ของหนึ่งอาร์เอ็มขึ้นไป ถ้าจะทำให้เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วแบบกลัยโคลัยติกนี้ ถูกระดมมาทำงานเป็นส่วนใหญ่ ก็จะต้องใช้ความหนักตั้งแต่ 90 % ของหนึ่งอาร์เอ็มขึ้นไป และมีการเคลื่อนที่ในลักษณะพลังระเบิดสูงสุดของกล้ามเนื้อ

ฮัยดอค (Hydock, 2001) เสนอแนะว่า ในการพัฒนาพลังสูงสุดของกล้ามเนื้อและพลังความอดทนของกล้ามเนื้อสำหรับนักกีฬาที่จำเป็นต้องใช้ในสถานการณ์ต่างๆของการแข่งขันกีฬานั้น สามารถใช้ท่ายกน้ำหนักมาเป็นท่าฝึกได้เป็นอย่างดี ซึ่งในการยกน้ำหนักท่าคลีนแอนเจิร์ค (clean and jerk) และท่าสแนทช์ (snatch) นั้น สามารถทำให้เกิดความหลากหลายได้ โดยการเริ่มยกน้ำหนักจากระดับเหนือเข่า ระดับเข่า ใต้ระดับเข่า หรือจากพื้น ทั้งนี้จะต้องยกด้วยความเร็วสูง ซึ่งพลังกล้ามเนื้อที่เกิดจากการฝึกด้วยท่ายกน้ำหนักนี้ จะมากกว่าพลังกล้ามเนื้อที่เกิดจากการฝึกด้วยท่าฝึกด้วยน้ำหนักที่ใช้กันตามประเพณีนิยม ซึ่งได้แก่ ท่าแบก

น้ำหนักย่อตัว ท่านอนดันบนม้านั่ง และ ท่าเดดลิฟท์ (Dead lift) ซึ่งจะยกด้วยความเร็วต่ำ สิ่งที่ถูกมองข้ามไปหรือไม่ให้ความสำคัญมากพอในขณะฝึก ก็คือ ช่วงเวลาของการดึงน้ำหนัก (pull movement) ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่สำคัญสำหรับการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ ไม่ว่าจะฝึกด้วยท่าคลีนแอนเจิร์ค หรือท่าสแนทช์ ก็ตาม ช่วงเวลาของการดึงน้ำหนักเริ่มต้นจากการดึงครั้งที่ 1 (first pull) ด้วยการออกแรงดึงน้ำหนักขึ้นจากพื้นมาอยู่ที่ระดับเข่า โดยใช้กล้ามเนื้อเหยียดเข่า จากนั้นกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกจะเริ่มทำงาน หัวเข่าก็จะงอลงอีกครั้งโดยอัตโนมัติ เรียกช่วงเวลานี้ว่า ช่วงงอเข่าครั้งที่ 2 (second knee bend) และช่วงนี้เองร่างกายก็จะอยู่ในท่าเริ่มต้นที่สมบูรณ์ของการดึงครั้งที่ 2 (second pull) ด้วยลักษณะเป็นแรงระเบิด

คาร์พ (Karp, 2001) กล่าวว่า มีหลักฐานที่ได้ให้ความเห็นว่า การระดมหน่วยยนต์ที่กำหนดขึ้นโดยหลักของขนาดนั้น จะมีการเปลี่ยนลำดับของการระดมหน่วยยนต์มาทำงานโดยที่เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วจะถูกระดมมาทำงานก่อนเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้าเมื่อกล้ามเนื้อหดตัวแบบความยาวเพิ่มขึ้นหรือในขณะที่ทำงานอย่างรวดเร็ว สำหรับกล้ามเนื้อที่หดตัวแบบความยาวเพิ่มขึ้นนั้น การระดมหน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วจะขึ้นอยู่กับความเร็วในการทำงานของกล้ามเนื้อ ซึ่งจะต้องทำงานด้วยความเร็วปานกลางจนถึงความเร็วสูงเท่านั้น

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 ถ้ากำหนดให้มีการฝึกสามวันต่อสัปดาห์ ก็จะกำหนดให้มีการฝึกด้วยความหนักในระดับสูง ความหนักในระดับปานกลางและความหนักในระดับต่ำ อย่างละหนึ่งวัน เพื่อให้เกิดความแตกต่างในความหนักของการฝึก ซึ่งจะเกิดการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อที่ได้ผลดี

เพียร์สัน (Pearson, 2000) ได้ให้ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับการฝึกโดยใช้แรงต้านของนักกีฬาไว้ ดังนี้

1. ในการกำหนดโปรแกรมการฝึกโดยใช้แรงต้านจะต้องคำนึงถึงลักษณะพื้นฐานคือการฝึกเกินพิกัดที่มีการเพิ่มขึ้นไปเรื่อย ๆ (Progressive overload) โดยมุ่งไปสู่การพัฒนาประสิทธิภาพของระบบประสาท และกล้ามเนื้อ ตลอดจนความสามารถในทางกีฬา

2. โปรแกรมการฝึกโดยใช้แรงต้านเพื่อพัฒนาความสามารถในทางกีฬาที่ถูกกำหนดขึ้นมานั้น จะต้องยึดหลักการฝึกที่เฉพาะเจาะจง (Principle of training specificity) เพื่อที่จะฝึกนักกีฬาได้ตรงกับความต้องการของกีฬาแต่ละชนิด

3. โปรแกรมการฝึกโดยใช้แรงต้านเพื่อพัฒนาความสามารถในทางกีฬาที่ดี ควรจะมีการวางแผนการฝึกระยะยาว เพื่อที่จะให้เกิดการพัฒนาอย่างเหมาะสม และลดโอกาสของภาวะซ้อมเกิน

4. โปรแกรมการฝึกโดยใช้แรงต้านที่มีการฝึกหลายชุด (multiple - set) จะให้ผลดีกว่าการฝึกชุดเดียว (single - set) ซึ่งไม่มีการแบ่งระยะเวลาของการฝึกเพื่อพัฒนาร่างกายตลอดโปรแกรมการฝึกระยะยาว

5. จะต้องให้ความระมัดระวังเมื่อจะกำหนดโปรแกรมการฝึกโดยใช้แรงต้านสำหรับเด็กและผู้สูงอายุ ต้องมีการปรับปริมาณของการฝึก ความหนักของการฝึก และเวลาพักให้เหมาะสมกับแต่ละบุคคล

จากแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ สามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการจัดโปรแกรมการฝึกเพื่อพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขาได้เป็นอย่างดี โดยที่ส่วนหนึ่งต้องคำนึงถึงระบบพลังงาน (Energy system) หรือ แหล่งพลังงาน (Energy source) ที่สอดคล้องกับการทำงานของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ และอีกส่วนหนึ่งคือกลไกการทำงานของกล้ามเนื้อขา เพื่อให้โปรแกรมการฝึกเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

สรุป

ในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขา จะต้องใช้ท่าฝึกที่ประกอบไปด้วยหลายข้อต่อที่ทำให้กล้ามเนื้อขามัดต่างๆทำงานต่อเนื่องกัน โดยเริ่มจากกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก กล้ามเนื้อเหยียดเข่า และกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า ทั้งนี้เป็นการทำให้กล้ามเนื้อแต่ละมัดได้ออกแรงมากในเวลาที่รวดเร็ว ท่าฝึกต่าง ๆ ที่นำมาใช้ ได้แก่ ท่าเพาเวอร์สแนทช์ ท่าเพาเวอร์คลีน ท่าพูลและท่าแบกน้ำหนักย่อตัว สำหรับท่าฝึกที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นท่าแบกน้ำหนักย่อตัวให้เข่าเป็นมุมฉากต่อเนื่องกับ

ท่าเขย่งยกส้นเท้า ซึ่งผู้วิจัยได้ทดลองใช้แล้ว พบว่ามีประสิทธิภาพสูง เพราะนักกีฬาสามารถออกแรงได้เต็มที่ด้วยกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก กล้ามเนื้อเหยียดเข่า และกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า โดยไม่มีการผ่อนแรงลดอัตราความเร็วลงในระยะที่ใกล้จะถึงจุดสิ้นสุดของการเคลื่อนที่ แต่การที่ปลายเท้าของนักกีฬายังสัมผัสกับพื้น หรือลอยพ้นพื้นได้เพียงเล็กน้อย เนื่องจากใช้ความหนักในระดับสูง คือ 90 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม ซึ่งจากการศึกษาของ โอ'เช (O'Shea, 2000) พบว่า สามารถระดมเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วชนิดที่เมื่อยล้าได้ง่าย มาทำงานถึง 60 % และท่าแบกน้ำหนัก ย่อตัวให้เข่าเป็นมุมฉากนี้ เป็นท่าที่เลียนแบบมุมของข้อต่อและท่าทางของการเคลื่อนที่ของท่าการกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งโดยไม่ใช้แขนช่วยได้ดีกว่าท่าเพาเวอร์สแนทช์ ท่าเพาเวอร์คลีน หรือท่าพูล

ระบบพลังงานที่ใช้ในการทำงานของกล้ามเนื้อ

ในส่วนของระบบพลังงาน หรือแหล่งพลังงาน ได้มีผู้ให้แนวคิดเพื่อเป็นแนวทางในการจัดโปรแกรมการฝึกให้สอดคล้องกับการทำงานของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ พอสรุปได้ดังนี้

เฟล็ค และเครเมอร์ (Fleck and Kraemer, 1987) กล่าวว่า แหล่งพลังงานสุดท้ายที่ใช้ในการทำงานของกล้ามเนื้อ คือ โมเลกุลของแอดดิโนซีน ไตรฟอสเฟส หรือ เอทีพี (adenosine triphosphate molecule or ATP) เมื่อเอทีพีแตกตัวออกเป็นแอดดิโนซีน ไดฟอสเฟส หรือ เอดีพี (adenosine diphosphate or ADP) โมเลกุลฟอสเฟสอิสระ (free phosphate molecule) และพลังงานที่ถูกปล่อยออกมาใช้ในการทำให้มัยโอซิน ครอสบริดจ์ (myosin crossbridges) ดึงเส้นใยแอคติน (actin filaments) ให้ประสานกับเส้นใยมัยโอซิน (myosin filaments) ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดการหดตัวของกล้ามเนื้อ

แหล่งพลังงานนี้แบ่งออกเป็นสามชนิด คือ

1. แหล่งพลังงานเอทีพี - พีซี (ATP - PC energy source) เอทีพีและพีซีที่สะสมไว้ในกล้ามเนื้อและพร้อมที่จะให้พลังงานได้ในทันที ในส่วนที่เป็นเอทีพี เมื่อแตกตัวเป็นเอดีพี โมเลกุลฟอสเฟสอิสระ และพลังงานที่ปล่อยออกมาใช้ในการทำงานของกล้ามเนื้อได้ในทันที ส่วนที่เป็นฟอสโฟครีเอทีน หรือพีซี (phosphocreatine or PC) นั้น เมื่อแตกตัวเป็นครีเอทีน (creatine) โมเลกุลฟอสเฟสอิสระ และพลังงานที่ปล่อยออกมา แต่ยังไม่สามารถใช้ในการทำงานของกล้ามเนื้อได้ต้องมีการรวมตัวกับเอดีพี และโมเลกุลฟอสเฟสอิสระกลับไปเป็นเอทีพีก่อน แล้ว

เอทีพีจะแตกตัวเป็นเอดีพี โมเลกุลฟอสเฟสอิสระ และพลังงานที่ปล่อยออกมาใช้ในการทำงานของกล้ามเนื้อต่อไป

เอทีพี และพีซี ที่สะสมไว้ในกล้ามเนื้อ และไม่ต้องการออกซิเจนมาช่วยในการปล่อยพลังงานออกมา จึงเรียกว่าเป็นแหล่งพลังงานแอนแอโรบิก (anaerobic source of energy) แต่อย่างไรก็ตาม ปริมาณของเอทีพีและพีซีที่สะสมไว้ในกล้ามเนื้อนั้น มีปริมาณที่จำกัด ดังนั้นปริมาณของพลังงานที่ได้จากแหล่งพลังงานนี้จึงมีความจำกัดไปด้วย สามารถให้พลังงานได้ในเวลา 30 วินาทีหรือน้อยกว่า แต่มีสิ่งที่เป็นข้อได้เปรียบจากแหล่งพลังงานนี้คือ สามารถนำพลังงานมาใช้ได้ในทันที และพลังงานนั้นเกิดขึ้นในปริมาณที่มากและในเวลาที่รวดเร็ว ดังนั้นแหล่งพลังงานนี้จึงใช้ในรูปแบบของพลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในสถานการณ์ของการแข่งขันกีฬาต่างๆ

ในการใช้พลังงานจากแหล่งพลังงานเอทีพี – พีซีนั้น จะใช้ในสถานการณ์ที่นักกีฬาต้องเคลื่อนที่ด้วยความรวดเร็ว หรือออกแรงอย่างมากในเวลาสั้น เอทีพี – พีซีก็จะหมดไป เมื่อมีการหยุดพักก็จะมีการสะสมเอทีพี – พีซีไว้ในกล้ามเนื้ออีก ตามระยะเวลา ดังนี้

20	วินาที	จะสะสมเอทีพี – พีซี	ได้	50 %
40	วินาที	จะสะสมเอทีพี – พีซี	ได้	75 %
60	วินาที	จะสะสมเอทีพี – พีซี	ได้	87 %
3 – 4	นาที	จะสะสมเอทีพี – พีซี	ได้	100 %

2. แหล่งพลังงานกรดแลคติก (Latic acid energy source) คาร์โบไฮเดรทจะถูกสะสมไว้ในกล้ามเนื้อในรูปของกลัยโคเจน (glycogen) กลัยโคเจนประกอบไปด้วยโมเลกุลของน้ำตาลที่เรียกว่า กลูโคส (glucose) เมื่อโมเลกุลของกูลโคสแบ่งตัวออกเป็นสองส่วน ทำให้เกิดสารประกอบที่เรียกว่า ไพรูเวท (pyruvate) และพลังงานที่ปล่อยออกมา พลังงานที่ปล่อยออกมาจากโมเลกุลของกูลโคสแต่ละโมเลกุลจะได้สองเอทีพี ส่วนไพรูเวทจะเปลี่ยนสภาพเป็นกรดแลคติก กระบวนการนี้ไม่ต้องการออกซิเจนมาช่วยในการปล่อยพลังงานออกมา และเรียกกระบวนการทั้งหมดนี้ว่า แอนแอโรบิก กลัยโคลัยซิส (anaerobic glycolysis)

กรดแลคติกที่เกิดขึ้นจากกระบวนการแอนแอโรบิกกลัยโคลัยซิสนี้ จะถูกสะสมไว้ในเลือดและกล้ามเนื้อ ซึ่งมีผลข้างเคียงตามมาก็คือ ถ้ากรดแลคติกเกิดขึ้นมาก ก็จะมีผลต่อจุดเชื่อมระหว่างเส้นประสาทกับเส้นใยกล้ามเนื้อที่เป็นสาเหตุให้เกิดอาการปวดคล้ายถูกเข็มแทง ในขณะเดียวกันภายในเซลกล้ามเนื้อจะมีสภาพเป็นกรดมากขึ้น ซึ่งเป็นการรบกวนกระบวนการทางเคมีภายในเซลล์ รวมทั้งกระบวนการผลิตเอทีพีอีกด้วย ดังนั้นปริมาณของพลังงานที่ได้จากแหล่งพลังงานนี้จึงมีความจำกัดอันเนื่องมาจากผลข้างเคียงของกรดแลคติกดังกล่าว

อย่างไรก็ตามพลังงานที่ได้จากแหล่งพลังงานกรดแลคติกนี้ มีปริมาณมากกว่าที่ได้จากแหล่งพลังงานเอทีพี - พีซี แต่ก็ไม่สามารถให้พลังงานแก่กล้ามเนื้อในปริมาณที่มากและในเวลาที่รวดเร็วเหมือนกับแหล่งพลังงานเอทีพี - พีซี ดังนั้น แหล่งพลังงานกรดแลคติกจึงเป็นแหล่งพลังงานหลักในสถานการณ์ของการแข่งขันกีฬาที่ใช้เวลาประมาณ 1 - 3 นาที

3. แหล่งพลังงานออกซิเจน (Oxygen energy source) เป็นแหล่งพลังงานที่ต้องการออกซิเจนมาช่วยในการผลิตเอทีพี มีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า แหล่งพลังงานแอโรบิก (aerobic energy source) แหล่งพลังงานนี้เกิดจากการเผาผลาญอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรทและไขมัน โดยปกติในขณะพักนั้น ปริมาณเอทีพีทั้งหมดที่ร่างกายต้องการจะได้รับจากการเผาผลาญอาหารประเภทไขมันประมาณหนึ่งในสาม และได้รับจากการเผาผลาญอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรทประมาณสองในสาม เมื่อมีการออกกำลังกายจะมีการเผาผลาญอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรทเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ในขณะที่มีการเผาผลาญอาหารประเภทไขมันลดลงเรื่อยๆ เช่นกัน

การเผาผลาญอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรทโดยใช้ออกซิเจนนี้เริ่มต้นเหมือนกับกระบวนการแอนแอโรบิกกลัยโคลัยซิส แต่เนื่องจากมีออกซิเจนอย่างเพียงพอ สารประกอบไพรูเวทที่เกิดขึ้นจึงไม่เปลี่ยนสภาพเป็นกรดแลคติก แต่จะเข้าไปในขั้นตอนของปฏิกิริยาทางเคมีที่เรียกว่า วงจรเคร็บ (Kreb's cycle) และการขนส่งอิเล็คตรอน (eletron transport) ในขั้นสุดท้ายจะได้คาร์บอนไดออกไซด์ (carbon dioxide) น้ำและเอทีพี ซึ่งกลัยโคเจนหนึ่งโมเลกุลจะได้ 39 เอทีพี ส่วนการเผาผลาญอาหารประเภทไขมันจะแตกต่างออกไป โดยจะเข้าไปในขั้นตอนของปฏิกิริยาทางเคมีที่เรียกว่า เบตา ออกซิเดชัน (beta oxidation) และเข้าสู่วงจรเคร็บโดยตรง ในขั้นสุดท้ายจะได้ คาร์บอนไดออกไซด์ น้ำและเอทีพี เช่นเดียวกัน

ปริมาณของพลังงานที่ได้จากแหล่งพลังงานนี้ ขึ้นอยู่กับปริมาณของออกซิเจนที่ร่างกายได้รับและปริมาณของออกซิเจนที่ร่างกายสามารถนำไปใช้ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา โดยทั่วไปจะใช้เป็นมิลลิลิตรต่อน้ำหนักตัวหนึ่งกิโลกรัมต่อนาที เมื่อเปรียบเทียบกับแหล่งพลังงานอีกสองชนิดแล้ว แหล่งพลังงานออกซิเจนจะให้พลังงานต่อหน่วยเวลาได้น้อยที่สุด ดังนั้นแหล่งพลังงานออกซิเจน จึงเป็นแหล่งพลังงานหลักในสถานการณ์ของการแข่งขันกีฬาที่ใช้ระยะเวลานาน ที่มีความหนักในระดับต่ำ และปริมาณที่ไม่จำกัดตราบเท่าที่ยังมีอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรท และอาหารประเภทไขมัน

รูปแบบของพลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในสถานการณ์ของการแข่งขันกีฬานั้น เป็นการทำงานของกล้ามเนื้ออย่างแรงและรวดเร็ว ทั้งในลักษณะเป็นพลังระเบิดของกล้ามเนื้อเพียงหนึ่งครั้ง และในลักษณะเป็นพลังความอดทนของกล้ามเนื้อที่ทำงานอย่างแรงและรวดเร็วซ้ำๆกันในระยะเวลาหนึ่ง ซึ่งต้องอาศัยพลังงานจากแหล่งพลังงานเอทีพี - พีซี โดยที่มีนักสรีรวิทยาได้ระบุถึงพลังงาน

ที่ได้จากแหล่งพลังงานนี้ ในระยะเวลาที่แตกต่างกัน ได้แก่ เฟล็ค และเครเมอร์ (Fleck and Kraemer, 1987) ระบุว่า สามารถให้พลังงานได้ในเวลา 30 วินาที หรือน้อยกว่า วิลมอร์ และคอสติล (Wilmore and Costill, 1994) ระบุว่า สามารถให้พลังงานได้ในเวลา 3 - 15 วินาที แมคอาร์เดิล แคทช์ และแคทช์ (McArdle, Katch and Katch, 1996) ระบุว่า สามารถให้พลังงานได้ในเวลา 5 - 6 วินาที ฮอว์ลีย์ และเบอร์เก (Hawley and Burke, 1998) ระบุว่า สามารถให้พลังงานได้ในเวลา 6 วินาที

นอกจากนั้น บังสโบ และคณะ (Bangsbo et al., 1990) ได้ทำการศึกษาถึงพลังงานที่ต้องการสำหรับนักกีฬาที่ใช้ความหนักในระดับสูง พบว่า พลังงานที่ได้จากแหล่งพลังงานแอนแอโรบิก จะลดลงเรื่อย ๆ ในขณะที่ระยะเวลาของการแข่งขันเพิ่มขึ้น ดังนี้

ระยะเวลา 6 วินาที

- ใช้พลังงานจากเอทีพี 6.3 %
- ใช้พลังงานจากซีพี 49.6 %
- ใช้พลังงานจากแอนแอโรบิก กลัยโคลัยติก (anaerobic glycolytic) 44.1 %

ระยะเวลา 30 วินาที

- ใช้พลังงานจากแอนแอโรบิก กลัยโคลัยติก 60 %
- ใช้พลังงานจากแอโรบิก กลัยโคลัยติก (aerobic glycolytic) 40 %

ระยะเวลา 60 วินาที

- ใช้พลังงานจากแอนแอโรบิก กลัยโคลัยติก 50 %
- ใช้พลังงานจากแอโรบิก กลัยโคลัยติก 50 %

ระยะเวลา 120 วินาที

- ใช้พลังงานจากแอนแอโรบิก กลัยโคลัยติก 35 %
- ใช้พลังงานจากแอโรบิก กลัยโคลัยติก 65 %

ระยะเวลา 1 ชั่วโมง

- ใช้พลังงานจากแอโรบิก กลัยโคลัยติก 92 %
- ใช้พลังงานจากแอโรบิก ไลโปลัยติก (aerobic lipolytic) 8 %

ระยะเวลา 4 ชั่วโมง

- ใช้พลังงานจากแอโรบิก กลัยโคลัยติก 50 %
- ใช้พลังงานจากแอโรบิก ไลโปลัยติก 50 %

สรุป

ถึงแม้ว่าในการศึกษาเกี่ยวกับแหล่งพลังงานเอทีพี - พีซี หรือแหล่งพลังงานเอทีพี - ซีพี จะมีการระบุถึงความสามารถให้พลังงานได้ในเวลาที่แตกต่างกันไป ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากพื้นฐานของนักกีฬา และความหนักของกีฬาที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งหนึ่งครั้ง ในลักษณะที่เป็นแรงระเบิดจากท่าย่อตัวให้เข่าเป็นมุมฉาก ซึ่งใช้พลังงานจากแหล่งพลังงานเอทีพี - พีซีเป็นหลัก ส่วนพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งอย่างแรงและรวดเร็วซ้ำๆกัน ในเวลา 30 วินาที จากท่าย่อตัวให้เข่าเป็นมุมฉาก ซึ่งใช้พลังงานจากแหล่งพลังงานแอนแอโรบิก กลัยโคลัยติก เป็นหลัก ซึ่งจากการศึกษาของบังสโบ และคณะ (Bangsbo et al., 1990) พบว่า ในนักกีฬาที่ใช้ความหนักในระดับสูง เป็นระยะเวลา 30 วินาที จะใช้พลังงานจากแอนแอโรบิก กลัยโคลัยติก ถึง 60 %

กลไกการทำงานของกล้ามเนื้อขา

ในส่วนของกล้ามเนื้อขา ได้มีผู้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขา พอสรุปได้ดังนี้

ไวเนค (Weineck, 1990) ได้วิเคราะห์กล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ออกแรงทำให้เกิดการเคลื่อนที่บริเวณข้อต่อต่าง ๆ ของขา โดยเรียงลำดับจากกล้ามเนื้อมัดที่ออกแรงมากไปหาน้อยตามลำดับ ดังนี้

กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก ประกอบด้วย

- กล้ามเนื้อกลูเตียส แมกซิมัส (gluteus maximus)
- กล้ามเนื้อแอดดัคเตอร์ แมกนัส (adductor magnus)
- กล้ามเนื้อเซมิเมมเบรโนซัส (semimembranosus)
- กล้ามเนื้อเซมิเทนดิโนซัส (semitendinosus)
- กล้ามเนื้อกลูเตียสมีเดียส (glueus medius)
- กล้ามเนื้อควอดราตัส ฟีมอรีส (quadratus femoris)

กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า ประกอบด้วย

- กล้ามเนื้อควอไดรเซ็พส์ ฟีมอรีส (quadriceps femoris)
- กล้ามเนื้อเรคตัส ฟีมอรีส (rectus femoris)
- กล้ามเนื้อเทนเซอร์ ฟาสเซีย ลาตี (tensor fasciae latae)

กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า ประกอบด้วย

- กล้ามเนื้อแกสตรอคนีเมียส (gastrocnemius)
- กล้ามเนื้อโซเลียส (Soleus)
- กล้ามเนื้อเฟล็กเซอร์ ฮอลลูซีส ลองกัส (flexor hallucis longus)
- กล้ามเนื้อเฟล็กเซอร์ ดิจิตอรัม ลองกัส (flexor digitorum longus)
- กล้ามเนื้อทิเบียลิส โพสทีเรีย (tibialis posterior)
- กล้ามเนื้อเพอโรเนียส ลองกัส (peroneus longus)
- กล้ามเนื้อเพอโรเนียส เบรวิส (peroneus brevis)

ไวเนค ได้สรุปผลจากการวิเคราะห์กล้ามเนื้อว่า ในกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก มีกล้ามเนื้อกลูเตียส แมกซิมัส เป็นกล้ามเนื้อมัดหนึ่งที่แข็งแรงที่สุดในร่างกาย มีหน้าที่หลักคือการเหยียดสะโพก ได้แก่ ในขณะที่ยกตัวขึ้นสู่ท่ายืนปกติจากท่าย่อตัว ในขณะวิ่ง และในขณะกระโดด ในกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า มีกล้ามเนื้อควอไดรเซ็พส์ ฟีมอรีส เป็นกล้ามเนื้อที่ใหญ่ที่สุดและแข็งแรงที่สุดในร่างกาย มีหน้าที่หลัก คือ การเหยียดเข่า ประกอบไปด้วยกล้ามเนื้อ เรคตัส ฟีมอรีส กล้ามเนื้อวาสตัส มีเดียลิส (vastus medialis) กล้ามเนื้อวาสตัส แลทเทอราลิส (vastus lateralis) และกล้ามเนื้อวาสตัส อินเตอร์มีเดียส (vastus intermedius) โดยที่กล้ามเนื้อเรคตัส ฟีมอรีส ประกอบไปด้วยเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วเป็นส่วนใหญ่ และนอกจากจะทำหน้าที่เหยียดเข่าแล้ว ยังทำหน้าที่งอสะโพกอีกด้วย ส่วนใหญ่กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้านั้นมีกล้ามเนื้อแกสตรอคนีเมียส เป็นกล้ามเนื้อที่ประกอบไปด้วยเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วเป็นส่วนใหญ่ มีหน้าที่หลักคือ การเหยียดข้อเท้าเพื่อยกข้อเท้าให้พ้นพื้น ได้แก่ ในขณะวิ่งและในขณะกระโดด

จากข้อสรุปของไวเนค จะเห็นได้ว่า ในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่ง (vertical jump) นั้น จะต้องพัฒนาพลังกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก กล้ามเนื้อเหยียดเข่า และกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อที่ประกอบไปด้วยเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นในการฝึกด้วยน้ำหนักเพื่อพัฒนาความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อ

ของกล้ามเนื้อเหล่านี้ จะต้องใช้ความหนักในระดับที่สามารถระดมเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วมาทำงานได้

เฮดริค และ แอนเดอร์สัน (Hedrick and Anderson, 1996) ได้สรุปวรรณคดีและกรณีศึกษาที่เกี่ยวกับการกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่ง (vertical jump) ว่า ได้มีการใช้การกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งเพื่อวัดการเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีรวิทยาที่เกิดขึ้นจากโปรแกรมการฝึก โดยทั่วไปใช้วัดการพัฒนาความสามารถในการกระโดด ได้แก่ นักกีฬาบาสเกตบอล ซึ่งจำเป็นต้องมีความสามารถในการกระโดดเป็นปัจจัยสำคัญในการแข่งขัน นอกจากนั้นยังใช้ในการวัดพลังกล้ามเนื้อขาในนักกีฬาที่ต้องการพลังกล้ามเนื้อขาในระดับสูง ได้แก่ นักกีฬาฟุตบอล

พลังกล้ามเนื้อขาทั้งหมดทั้งหมดที่ใช้ในการกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งนั้น มาจากกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก 40 % กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า 24.2 % และกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า 35.8 % ดังนั้นจึงใช้เป็นแนวทางในการเลือกท่าฝึกที่เหมาะสม ท่าฝึกที่ใช้กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก และกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า ได้แก่ ท่าแบกน้ำหนักย่อตัว ส่วนท่าฝึกที่ใช้กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า และกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า ได้แก่ท่าคลีน (Clean)

เมื่อใดก็ตามที่จะใช้การฝึกด้วยน้ำหนักเพื่อพัฒนาการเคลื่อนที่ที่มีลักษณะเฉพาะได้แก่การกระโดดขึ้นในแนวดิ่ง ท่าฝึกที่นำมาใช้นั้นจะต้องเลียนแบบมุมของข้อต่อ และท่าทางของการเคลื่อนที่นั้นๆด้วย อย่างไรก็ตามการใช้ท่าแบกน้ำหนักย่อตัว เป็นท่าฝึกหลักในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขาตลอดโปรแกรมการฝึกนั้น อาจจะได้ผลดีน้อยกว่าที่ควรจะเป็น ทั้งนี้เนื่องมาจากความซ้ำซากจำเจในหลายๆสัปดาห์หรือหลายๆเดือน นอกจากนั้นอาจเป็นผลให้เกิดภาวะซ้อมเกิน (overtraining) ได้

อัมเบอร์เกอร์ (Umberger, 1998) ได้สรุปกายวิภาคของขาที่แสดงให้เห็นถึงข้อเท็จจริงสองประการ ซึ่งมีความเกี่ยวข้องเป็นอย่างมากต่อประสิทธิภาพของการทำงานโดยใช้พลังระเบิดของกล้ามเนื้อ คือ

1. กล้ามเนื้อของขาหลายมัดที่ทอดข้ามข้อต่อมากกว่าหนึ่งข้อต่อ ซึ่งมีกล้ามเนื้อที่สำคัญได้แก่ เรคตัส ฟีมอรีส (rectus femoris) แกสตรอคนีเมียส (gastrocnemius) แฮมสตริงส์ (hamstrings) ซึ่งประกอบไปด้วย เซมิเมมเบรโนซัส (semimembranosus) เซมิเทนดิโนซัส (semitendinosus) และไบเซพส์ ฟีมอรีส (biceps femoris)

2. น้ำหนักส่วนใหญ่ของกล้ามเนื้อขาจะตกอยู่ใกล้กับข้อต่อที่อยู่ใกล้กับลำตัวซึ่งก็คือสะโพก น้ำหนักส่วนน้อยของกล้ามเนื้อขาจะตกอยู่ใกล้กับข้อต่อที่อยู่ไกลจากลำตัวซึ่งก็คือเข่ากับข้อเท้า ดังนั้นในการทำงานของขา จึงมีการถ่ายโยงพลังจากกล้ามเนื้อที่อยู่บริเวณสะโพกไปยัง

กล้ามเนื้อที่อยู่บริเวณเข่าและข้อเท้า เพื่อเป็นการชดเชยลักษณะทางกายวิภาคที่ถูกกำหนดขึ้นมาตามธรรมชาติให้กล้ามเนื้อบริเวณข้อต่อที่อยู่ไกลจากลำตัวนั้นมีน้ำหนักน้อย

ในการกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งนั้น กล้ามเนื้อขามัดต่างๆจะทำงานต่อเนื่องกัน เริ่มจากกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก กล้ามเนื้อเหยียดเข่าและกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้าตามลำดับ จนกว่าเท้าจะพ้นพื้น ซึ่งกล้ามเนื้อจะหดตัวแบบความยาวลดลง โดยที่ก่อนการกระโดดนั้น จะมีการเตรียมตัวด้วยการย่อตัวลง ซึ่งกล้ามเนื้อดังกล่าวจะหดตัวแบบความยาวเพิ่มขึ้น ก่อนจะหดตัวแบบความยาวลดลงอย่างรวดเร็ว

กล้ามเนื้อเรคตัส ฟีมอรีส ทอดข้ามข้อสะโพกและเข่าทางด้านหน้า มีหน้าที่งอสะโพกและเหยียดเข่า

กล้ามเนื้อแฮมสตริงส์ ทอดข้ามข้อสะโพกและเข่าทางด้านหลัง มีหน้าที่เหยียดสะโพกและงอเข่า

กล้ามเนื้อแกสตรอคนีเมียส ทอดข้ามเข่าและข้อเท้าทางด้านหลัง มีหน้าที่เหยียดข้อเท้า

ในขณะที่เริ่มต้นออกแรงเพื่อที่จะกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งนั้น กล้ามเนื้อเรคตัส ฟีมอรีส จะออกแรงเพื่อเหยียดเข่า แต่เนื่องจากเป็นกล้ามเนื้อที่ทอดข้ามสองข้อต่อ จึงมีการออกแรงเพื่องอสะโพกในเวลาเดียวกัน ส่วนกล้ามเนื้อแฮมสตริงส์จะออกแรงเพื่อเหยียดสะโพก ก็จะมีการออกแรงเพื่องอเข่าในเวลาเดียวกัน การทำงานเช่นนี้เป็นไปในลักษณะที่ปลายข้างหนึ่งของกล้ามเนื้อมีความยาวเพิ่มขึ้น ส่วนปลายอีกข้างหนึ่งมีความยาวลดลง ดังนั้นกล้ามเนื้อเรคตัส ฟีมอรีส และกล้ามเนื้อแฮมสตริงส์ จะทำงานด้วยความเร็วต่ำ จึงเกิดแรงมาก และสามารถถ่ายโยงไปยังเข่าได้ ส่วนกล้ามเนื้อแกสตรอคนีเมียสซึ่งเป็นกล้ามเนื้อที่ทอดข้ามสองข้อต่อเช่นเดียวกัน ก็จะมีการถ่ายโยงแรงไปยังข้อเท้าด้วย จากการวิเคราะห์ตามหลักชีวกลศาสตร์ พบว่า ในปริมาณพลังกล้ามเนื้อทั้งหมดที่ใช้ในการเหยียดเข่านั้น ได้รับการถ่ายโยงมาจากข้อสะโพก โดยผ่านกล้ามเนื้อเรคตัส ฟีมอรีส เป็นปริมาณ 21 % และในปริมาณพลังกล้ามเนื้อทั้งหมดที่ใช้ในการเหยียดข้อเท้านั้น ได้รับการถ่ายโยงมาจากเข่าโดยผ่านกล้ามเนื้อแกสตรอคนีเมียส เป็นปริมาณ 25 %

นอกจากนั้น อัมเบอร์เกอร์ ได้เสนอแนะว่า การที่จะวัดพลังกล้ามเนื้อที่ข้อต่อแต่ละข้อนั้น คงจะไม่ถูกต้องถ้าใช้การวัดโดยให้ข้อต่อแต่ละข้อทำงานเป็นอิสระต่อกัน และให้แนวคิดที่น่าเชื่อถือว่า วิธีการฝึกที่จะนำมาใช้นั้นจะต้องเลียนแบบหรือเหมือนกับกิจกรรมที่จะกระทำจริงๆ ซึ่งถ้าจะพัฒนาความสามารถในการกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่ง ก็จะต้องใช้ท่าฝึกที่ใช้กล้ามเนื้อขามัด

ต่างๆ ทำงานต่อเนื่องกันตามลำดับ ได้แก่ ท่าเพาเวอร์คลีน ท่าเพาเวอร์สแนทช์ ท่าแฮงค์คลีน (hang clean) หรือ พลัยโอเมตริก

ส่วนเฮวาด (Heyward, 1988) ได้เสนอแนะว่า ในการทดสอบความแข็งแรงสูงสุดแบบไอโซคิเนติกของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก กล้ามเนื้อเหยียดเข่า และกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้านั้น ให้ตั้งความเร็วของตัวหน่วงแรงที่ 30, 60 และ 30 องศาต่อวินาทีตามลำดับ

แนวคิดเกี่ยวกับการวางแผนระยะยาวของการฝึกกล้ามเนื้อ

ในส่วนของแนวคิดเกี่ยวกับการวางแผนระยะยาวของการฝึกกล้ามเนื้อ ได้มีผู้ให้แนวคิดไว้พอสรุปได้ ดังนี้

คอนลีย์ และโรเซเนค (Conley and Rozenek, 2001) สรุปว่า ในแต่ละครั้งของการฝึกโดยใช้แรงต้าน (resistance training) จะสังเกตได้ชัดว่าอัตราเต้นของหัวใจจะสูงขึ้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการ ได้แก่ ความหนักของการฝึก ปริมาณของการฝึก และกล้ามเนื้อที่ทำงาน เป็นต้น แต่เนื่องจากการฝึกโดยใช้แรงต้านเป็นการฝึกในลักษณะไม่ต่อเนื่อง มีการพักเป็นระยะ ๆ อัตราเต้นของหัวใจโดยเฉลี่ยจึงเป็นผลกระทบจากระยะเวลาพักระหว่างชุดและระหว่างท่าฝึกต่าง ๆ ดังนั้นอัตราชีพจรเฉลี่ยที่วัดได้ในแต่ละครั้งของการฝึกโดยใช้แรงต้านจึงไม่สามารถแสดงความหนักในการทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือดได้อย่างแม่นยำ หรืออีกนัยหนึ่งไม่สามารถที่จะประมาณค่าความหนักของกิจกรรมฝึกได้เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่าการพัฒนาความสามารถที่เกิดจากการฝึกด้วยแรงต้านนั้น อาศัยหลักการฝึกที่เฉพาะเจาะจง (principle of specificity of training) โดยที่การพัฒนาความสามารถที่เกิดขึ้นอย่างมากนั้นสังเกตได้จากการที่ผู้รับการฝึกแต่ละคนได้ปฏิบัติกิจกรรมที่คล้ายคลึงกับกิจกรรมที่ใช้ในการฝึก ซึ่งประกอบไปด้วยวิธีการฝึกที่นำมาใช้ รูปแบบของการเคลื่อนที่ ลักษณะของการทำงานของกล้ามเนื้อ ความเร็วในการทำงานของกล้ามเนื้อและมุมของข้อต่อ

แมคอาร์เดิล แคทช์ และแคทช์ (McArdle, Katch and Katch, 1996) กล่าวว่า แนวคิดเกี่ยวกับการวางแผนระยะยาวของการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อนั้น ได้เกิดขึ้นครั้งแรกในปี ค.ศ 1972 โดยนักวิทยาศาสตร์ชาวรัสเซีย ซึ่งนำมาเป็นหลักในการจัดโปรแกรมการฝึกให้กับนักกีฬาที่เพิ่งจะเริ่มเล่นรวมทั้งนักกีฬาชั้นนำด้วย แนวคิดนี้ได้มีการแบ่งระยะเวลาของการฝึกเป็นสามระยะ คือ แมคโครไซเคิล (Macrocycle) เมโซไซเคิล (Mesocycle) และไมโครไซเคิล

(Microcycle) ซึ่งหมายถึง ระยะเวลาของการฝึกที่แบ่งเป็น ปี เดือน และสัปดาห์ ตามลำดับ วัตถุประสงค์ของการแบ่งระยะเวลาของการฝึกออกเป็นส่วน ๆ ก็คือ ให้มีการควบคุมเกี่ยวกับความหนักของการฝึก ปริมาณของการฝึก ความถี่ของการฝึก จำนวนชุด จำนวนครั้ง และเวลาพัก เพื่อป้องกันปัญหาการซ้อมเกิน (overtraining) ตลอดจนความเบื่อหน่ายที่เกิดขึ้นจากการฝึก นอกจากนั้นยังมีการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมการฝึกให้มีความหลากหลาย และทำให้เกิดความสามารถสูงสุดของนักกีฬาในขณะแข่งขันอีกด้วย

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

1. ระยะพัฒนาขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ (Hypertrophy phase)

ความหนัก	50 - 75 %	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) ได้เสนอแนะการวางแผนระยะยาวของการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและพลังกล้ามเนื้อ โดยแบ่งออกเป็นระยะต่าง ๆ ดังนี้

1. ระยะการปรับตัวทางกายวิภาค (Anatomical adaptation phase) ใช้เวลา 8 - 10 สัปดาห์ สำหรับนักกีฬาที่เพิ่งเริ่มเล่น และ 3 - 5 สัปดาห์ สำหรับนักกีฬาที่มีประสบการณ์มาแล้ว โดยใช้รูปแบบของการฝึกเป็นวงจร (circuit training)

	นักกีฬาที่เพิ่งเริ่มเล่น		นักกีฬาที่มีประสบการณ์	
ความหนัก	30 – 40 %	ของหนึ่งอาร์เอ็ม	40 –60 %	ของหนึ่งอาร์เอ็ม
จำนวนท่าฝึก	9 –12 (15)	ท่า	6 – 9	ท่า
จำนวนรอบของการฝึก	2 – 3	รอบ	3 – 5	รอบ
ระยะเวลาที่ใช้ในการฝึก	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	ครั้งต่อสัปดาห์

2. ระยะพัฒนาขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ (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	ครั้งต่อสัปดาห์

สำหรับกีฬาประเภทที่ไม่ต้องการพัฒนาขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ ได้แก่ กีฬาที่มีการแบ่งรุ่นโดยน้ำหนักตัว ก็ไม่ต้องฝึกในระยะที่ 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)	ครั้งต่อสัปดาห์

4 .ระยะการเปลี่ยน (Conversion phase)

หลังจากได้พัฒนาความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อแล้ว ก็เป็นการเปลี่ยนความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อไปเป็นพลังกล้ามเนื้อในลักษณะต่าง ๆ ที่ต้องการใช้ในการแข่งขันกีฬาแต่ละชนิด ดังนี้

4.1 พลังกล้ามเนื้อ (Power) ใช้เวลา 4 - 5 สัปดาห์

ความหนัก

กีฬาที่ใช้ความพยายามซ้ำๆกัน 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 ครั้งต่อสัปดาห์	

4.2 พลังความอดทนของกล้ามเนื้อ (Power endurance) ใช้เวลา 4 - 6 สัปดาห์

ความหนัก	70 - 85 %	ของหนึ่งอาร์เอ็ม
จำนวนท่าฝึก	2 - 3	ท่า
จำนวนครั้ง	15 - 30	ครั้ง
จำนวนชุด	2 - 4	ชุด
เวลาพัก	8 - 10	นาที
จังหวะการยก	เร็วมาก	
ความถี่ของการฝึก	2 - 3 ครั้งต่อสัปดาห์	

4. ระยะคงสภาพกล้ามเนื้อ (Maintenance phase) การฝึกกล้ามเนื้อในระยะนี้เป็นการฝึกในระยะแข่งขัน (competitive phase) ซึ่งจำเป็นต้องมีการฝึกเพื่อคงสภาพกล้ามเนื้อไว้ไม่ให้ประสิทธิภาพของกล้ามเนื้อลดลง โดยการฝึกกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่หลัก (prime movers) ความถี่ของการฝึก 2 - 4 ครั้งต่อสัปดาห์ ซึ่งขึ้นอยู่กับระดับความสามารถของนักกีฬาและใช้เวลาในการฝึกแต่ละครั้งน้อยลง

5. ระยะการหยุดฝึก (Cessation phase) โดยการหยุดฝึกด้วยน้ำหนัก ก่อนการแข่งขันที่สำคัญ 5 - 7 วัน เพื่อใช้พลังงานทั้งหมดไปในการแข่งขัน

I 20169115

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

1. ช่วงเตรียม (Preparatory period) แบ่งเป็นสามระยะ คือ

1.1 ระยะพัฒนาขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ/ความอดทน (hypertrophy / endurance phase) ใช้เวลา 1 - 6 สัปดาห์ ใช้ความหนักในระดับต่ำ และจำนวนครั้งมาก วัตถุประสงค์ของการฝึกในระยะนี้ก็คือ พัฒนาความอดทนของระบบกล้ามเนื้อและระบบการเผาผลาญอาหาร (metabolic)

1.2 ระยะพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Strength phase)

ความหนักเกินกว่า 80 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม หรือ อยู่ระหว่างห้าอาร์เอ็มถึงแปดอาร์เอ็ม

1.3 ระยะพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ (Power phase)

ความหนักเกินกว่า 90 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม หรือ อยู่ระหว่างสองอาร์เอ็มถึงสี่อาร์เอ็ม

2. ช่วงแข่งขัน (Competition period) ใช้เวลา 1 - 3 สัปดาห์ ส่วนกีฬาประเภทที่มอาจจะใช้เวลาหลายเดือน สำหรับกีฬาที่ต้องการความสามารถสูงสุดของนักกีฬาในช่วงแข่งขันสั้น ๆ นั้น ให้ใช้ความหนักในระดับสูงมาก และจำนวนครั้งน้อยมาก

3. ช่วงการส่งผ่าน (Transition period) เป็นช่วงที่ไม่มีความเครียดจากการฝึกหรือการแข่งขัน ใช้การฝึกเป็นกิจกรรมนันทนาการที่มีความหนักในระดับต่ำ และจำนวนครั้งน้อย

แมคอาร์เดิล แคทช์ และแคทช์ (McArdle, Katch and Katch, 1996) ได้เสนอแนะให้แบ่งระยะเวลาของการฝึกความแข็งแรงในระยะเวลาหนึ่งปี ออกเป็นสี่ระยะ (phase) 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 เป็นกิจกรรมที่ใช้ความหนักในระดับต่ำเพื่อการพักฟื้น และเตรียมตัวเข้าสู่ระยะเวลาของการฝึกในปีต่อไป

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	1 - 2	นาที

4. ระยะความแข็งแรงและพลังสูงสุด (Peak phase) ใช้เวลา 2 สัปดาห์

ความหนัก	3 - 6	อาร์เอ็ม
จำนวนชุด	2 - 3	ชุด
เวลาพัก	1 - 2	นาที 30 วินาที

โอ'เช (O'Shea, 2000) ได้เสนอแนะวงจร (cycle) ของการฝึกด้วยน้ำหนัก ไว้ดังนี้

1. วงจรปรับสภาพทั่วไป (Conditioning cycle) ใช้เวลา 3 - 5 สัปดาห์ แต่ถ้าหยุดการฝึกซ้อมเกินกว่า 2 เดือน ให้เพิ่มเป็น 6 - 8 สัปดาห์

ความหนัก	60 – 70 %	ของ 10 อาร์เอ็ม
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 & power cycle) ใช้เวลา 3 - 4 สัปดาห์

ความหนัก	80 – 90 %	ของห้าอาร์เอ็ม
จำนวนครั้ง	2 - 3	ครั้ง
จำนวนชุด	2 - 3	ชุด

4. วงจรพลังสูงสุด (Peak power cycle) ใช้เวลา 2 - 3 สัปดาห์

ความหนัก	ตั้งแต่ 90 % ขึ้นไป	ของหนึ่งอาร์เอ็ม
จำนวนครั้ง	1 - 2	ครั้ง
จำนวนชุด	2 - 3	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

ในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อนั้น จำเป็นต้องมีการระดมหน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วออกมาให้มากที่สุด ดังนั้นจึงต้องใช้ความหนักตั้งแต่ 90 % ขึ้นไป ของหนึ่งอาร์เอ็ม ซึ่งในขณะที่ยกนั้นต้องคิดถึงความแข็งแรงและความเร็ว เพื่อให้การทำงานของ

กล้ามเนื้อมีประสิทธิภาพมากที่สุด และการฝึกในวงจรพลังสูงสุดนั้น ไม่ควรใช้เวลาในการฝึกเกินกว่า 3 สัปดาห์

เพียร์สัน (Pearson, 2000) ได้สรุปความคิดเห็นเกี่ยวกับโปรแกรมการฝึกระยะยาวว่า ในการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและพลังกล้ามเนื้อนั้น สามารถกำหนดวงจรของการฝึก (cycle) ได้มากกว่าหนึ่งวงจรต่อปี โดยทั่วไปจะใช้สามวงจรต่อปี ดังนั้นแนวคิดเกี่ยวกับความหลายหลายของการฝึกจึงเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการวางโปรแกรมการฝึกตลอดปี ซึ่งต้องอาศัยความสอดคล้องกันระหว่างความหนักของการฝึก ปริมาณของการฝึก เวลาพัก และกิจกรรมการฝึกหรือท่าฝึก

จากการที่มีผู้ศึกษาพบว่า การพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่เกิดขึ้นในระยะ 3–4 สัปดาห์แรกของการฝึกนั้นเกิดจากการปรับตัวของระบบประสาท (neurological adaptations) เป็นสำคัญ ส่วนการพัฒนาขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อนั้น จะสังเกตได้ชัดหลังจากการฝึก 8-12 สัปดาห์

สำหรับท่าฝึกเพื่อพัฒนากล้ามเนื้อมัดใหญ่นั้น ควรจะนำมาใช้เป็นท่าฝึกในลำดับแรกของการฝึกในแต่ละวัน และท่าฝึกในลักษณะดังกล่าว ได้แก่ ท่าแบกน้ำหนักย่อตัว ควรจะนำมาใช้ในโปรแกรมการฝึกไม่เกินสองครั้งต่อสัปดาห์

สรุป

การวางแผนระยะยาวของการฝึกกล้ามเนื้อเป็นระยะต่าง ๆ นั้น แต่ละระยะจะมีความสำคัญ และมีความสัมพันธ์กับระยะที่จะฝึกต่อไป ในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อโดยทั่วไปจะใช้สามระยะคือ

1. ระยะพัฒนาขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ โดยใช้การฝึกด้วยน้ำหนัก
2. ระยะพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ โดยใช้การฝึกด้วยน้ำหนัก
3. ระยะพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ โดยใช้การฝึกพลัยโอเมตริกหรือการฝึกด้วยน้ำหนัก

ส่วนการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อโดยใช้แนวคิดการรวมกันระหว่างการฝึกพลัยโอเมตริกกับการฝึกด้วยน้ำหนักนั้น เป็นการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อไปพร้อมๆกันกับการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ ดังนั้นจึงสามารถลดระยะการฝึกเหลือเพียงสองระยะ คือ

1. ระยะพัฒนาขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ โดยใช้การฝึกด้วยน้ำหนัก

2. ระยะพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและพลังกล้ามเนื้อ โดยใช้การรวมกันระหว่างการฝึกพลัยโอเมตริกกับการฝึกด้วยน้ำหนัก

ในส่วนของวิธีการฝึกเพื่อพัฒนาขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อนั้น ได้มีผู้ให้แนวคิดไว้พอสรุปได้ ดังนี้

แวกเนอร์ (Wagner, 1996) สรุปว่า การที่พื้นที่หน้าตัดของกล้ามเนื้อมีขนาดเพิ่มขึ้นนั้น เนื่องมาจากทั้งเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้าและเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วมีขนาดเพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วจะมีขนาดเพิ่มขึ้นมากกว่า

สคอเอนเฟลด์ (Schoenfeld, 2000) กล่าวว่า การพัฒนาขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อที่เกิดจากการฝึกด้วยน้ำหนักนั้น มีสาเหตุดังนี้

1. มีการกระตุ้นเส้นใยกล้ามเนื้อให้ทำงานด้วยจำนวนมากที่สุด
2. มีการหลั่งฮอร์โมนต่างๆในร่างกายในปริมาณที่สูง เนื่องจากเกิดกรดแลคติกที่เกิดขึ้น
3. ช่วยให้พลาสมา (plasma) เข้าไปในมัยโอไฟบริล (myofibril) ซึ่งเป็นสาเหตุให้มีการสังเคราะห์โปรตีน และรั้งหรือยับยั้งการแตกตัวของโปรตีน
4. มีการเพิ่มเวลาตึงตัวของกล้ามเนื้อ ทำให้มัยโอซินครอสบริดจ์ (myosin crossbridges) ดึงเส้นใยแอคติน (actin filaments) ประสานกับเส้นใยมัยโอซิน (myosin filaments) นานขึ้น จึงทำให้เนื้อเยื่อถูกทำลายมากขึ้น เป็นการบังคับให้มีการเพิ่มขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ

เทสช์ (Tesch, 1992) เสนอแนะว่า น้ำหนักที่ใช้ในการฝึกเป็นน้ำหนักที่สามารถยกได้จำนวน 6 - 12 ครั้ง และใช้เวลาพัก 1 - 2 นาที

ชมิทไบลเชอร์ (Schmidtbleicher, 1992) ได้เสนอแนะวิธีการฝึกเพื่อพัฒนาขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ โดยการฝึกด้วยน้ำหนัก ใช้ระยะเวลาของการฝึก 10 - 12 สัปดาห์ ดังนี้

1. วิธีมาตรฐานแบบที่ 1 (Standard method I) น้ำหนักคงที่

ลักษณะการหดตัวของกล้ามเนื้อ	แบบความยาวลดลง
ความหนัก	80 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม
จำนวนครั้ง	8 - 10 ครั้ง

จำนวนชุด 3 - 5 ชุด

เวลาพัก 3 นาที

2. วิธีมาตรฐานแบบที่ 2 (Standard method II) น้ำหนักเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ

ลักษณะการหดตัวของกล้ามเนื้อ แบบความยาวลดลงลง

ความหนัก 70 % 80 % 85 % 90 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม

จำนวนครั้ง 12 10 7 5 ครั้ง

จำนวนชุด 4 ชุด

เวลาพัก 2 นาที

3. วิธีเพาะกายแบบที่ 1 (Bodybuilding method I)

ลักษณะการหดตัวของกล้ามเนื้อ แบบความยาวลดลง

ความหนัก 60 - 70 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม

จำนวนครั้ง 15 - 20 ครั้ง

จำนวนชุด 3 - 5 ชุด

เวลาพัก 2 นาที

4. วิธีเพาะกายแบบที่ 2 (Bodybuilding method II)

ลักษณะการหดตัวของกล้ามเนื้อ แบบความยาวลดลง

ความหนัก 85 - 95 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม

จำนวนครั้ง 5 - 8 ครั้ง

จำนวนชุด 3 - 5 ชุด

เวลาพัก 3 นาที

5. วิธีไอโซคิเนติก (Isokinetic method)

ลักษณะการหดตัวของกล้ามเนื้อ แบบความยาวลดลงและความยาวเพิ่มขึ้น

ความหนัก 70 % ของทอร์คสูงสุด

จำนวนครั้ง 15 ครั้ง

จำนวนชุด 3 ชุด

เวลาพัก 3 นาที

บอมพา (Bompa, 1993) ได้เสนอแนะวิธีการฝึกเพื่อพัฒนาขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อโดยการฝึกด้วยน้ำหนัก ใช้ระยะเวลา 4 - 6 สัปดาห์ ดังนี้

ความหนัก	70 – 80 %	ของหนึ่งอาร์เอ็ม
จำนวนครั้ง	6 - 12	ครั้ง
จำนวนชุด	4 - 6 (8)	ชุด
เวลาพัก	3 - 5	นาที

เครเมอร์ (Kraemer, 1994) ได้เสนอแนะว่า ถ้าจะพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อไปพร้อมๆกัน ก็ให้ใช้ท่าเพาเวอร์คลีน ท่าเดดลิฟท์ หรือท่าแบกน้ำหนักย่อตัว โดยใช้ความหนัก 85 - 95 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม และเวลาพัก 30 วินาที ถึง 1 นาที

เฮดริค (Hedrick, 1995) ได้สรุปว่าในการฝึกเพื่อพัฒนาขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อนั้น เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็ว จะพัฒนาได้มากกว่าเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้า โดยการฝึกด้วยน้ำหนักที่สามารถยกได้ 6 - 12 ครั้ง และใช้เวลาพักน้อย

แซทซิออสกี (Zatsiorsky, 1995) ได้เสนอแนะว่า ถ้าจะพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อโดยการกระตุ้นให้มีการพัฒนาขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อโดยการฝึกด้วยน้ำหนักนั้น ให้ใช้ความหนัก 80 % หรือมากกว่า ของหนึ่งอาร์เอ็ม จำนวน 5 - 8 ครั้ง ต่อชุด

บอมพา (Bompa, 1998) ได้เสนอแนะเวลาพักที่สัมพันธ์กับจำนวนครั้งของการฝึกด้วยน้ำหนัก ที่ใช้สำหรับพัฒนาขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ สำหรับนักเพาะกายในระดับต่าง ๆ ดังนี้

	ระดับ เริ่มเล่น	ระดับ เล่นเพื่อนันทนาการ	ระดับ ก้าวหน้า	ระดับ อาชีพ
จำนวนครั้ง	6 – 12	9 –12	9 –12	9 – 12
เวลาพัก (วินาที)	60 –120	45 – 60	45 - 60	30 -45

การฝึกที่สามารถพัฒนาขนาดของกล้ามเนื้ออย่างถาวรได้นั้น ควรจะฝึกอย่างน้อย 6 สัปดาห์

สคอเอนเฟลด์ (Schoenfeld, 2000) ได้สรุปว่า จำนวนครั้งที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการพัฒนาขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ โดยการฝึกด้วยน้ำหนัก คือ 8 - 10 ครั้ง ต่อชุด

คาร์พ (Karp, 2001) ได้สรุปว่า ในการฝึกเพื่อพัฒนาขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อโดยการฝึกด้วยน้ำหนัก ให้ใช้ความหนักที่สามารถยกได้ 6 - 12 ครั้ง หลาย ๆ ชุด

ในส่วนของการฝึกด้วยน้ำหนักนั้น ได้มีผู้ที่กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งของการยกกับความหนักที่คิดเป็น % ของหนึ่งอาร์เอ็ม ได้แก่ วาเธน (Wathen, 1994) บอมพา (Bompa, 1998) และ บีเคิล เอิล และ วาเธน (Baechle, Earle and Wathen, 2000) สรุปเป็นตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2 แสดงจำนวนครั้งของการยกกับความหนักคิดเป็น % ของหนึ่งอาร์เอ็ม

จำนวนครั้ง	% ของหนึ่งอาร์เอ็ม		
	วาเธน (ค.ศ. 1994)	บอมพา (ค.ศ. 1998)	บีเคิล, เอิล และ วาเธน (ค.ศ. 2000)
1	100	100	100
2	93.5	95	95
3	91	-	93
4	88.5	90	90
5	86	-	87
6	83.5	85	85
7	81	-	83
8	78.5	80	80
9	76	-	77
10	73.5	75	75
11	-	-	70
12	-	-	67
15	-	-	65

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่า บีเคิล เอิล และวาเธน ได้สรุปความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งของการยกกับความหนักที่คิดเป็น % ของหนึ่งอาร์เอ็ม ได้ทันสมัยที่สุด และวาเธนยังเป็นคนเดียวกับวาเธนในปี ค.ศ. 1994 นอกจากนั้น ตัวเลขยังตรงกับบอมพาในปี ค.ศ. 1998 อีกด้วย

ดังนั้น ในการวิจัยครั้งนี้ จึงได้ยึดตัวเลขของบีเคิล เอิล และวาเธน ในปี ค.ศ. 2000 เป็นแนวทางในการจัดโปรแกรมการฝึก

ตารางที่ 3 แสดงความหนักคิดเป็น % ของหนึ่งอาร์เอ็ม จำนวนครั้งเป้าหมายและจำนวนชุดที่ใช้ในการฝึกกล้ามเนื้อ ตามเป้าหมายที่กำหนดไว้

เป้าหมายของการฝึก	ความหนัก (%ของหนึ่งอาร์เอ็ม)	จำนวนครั้งเป้าหมาย	จำนวนชุด
พัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ	ตั้งแต่ 85 % ขึ้นไป	ไม่เกิน 6 ครั้ง	2 - 6
พัฒนาพลังกล้ามเนื้อ			
กีฬาที่ใช้ความพยายามครั้งเดียว	80 - 90 %	1 - 2 ครั้ง	3 - 5
กีฬาที่ใช้ความพยายามซ้ำ ๆ กัน	75 - 85 %	3 - 5 ครั้ง	3 - 5
พัฒนาขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ	67 - 85 %	6 - 12 ครั้ง	3 - 6
พัฒนาความอดทนของกล้ามเนื้อ	ตั้งแต่ 67 % ลงมา	ตั้งแต่ 12 ครั้งขึ้นไป	2 - 3

บีเคิล เอิล และวาเธน ได้อธิบายว่า ในการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและการพัฒนาขนาดของกล้ามเนื้อนั้น ความหนักที่ใช้ในการฝึกที่คิดเป็น % ของหนึ่งอาร์เอ็ม จะสอดคล้องกับจำนวนครั้งของการยก ส่วนการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อที่ใช้ความหนักคาบเกี่ยวอยู่กับความหนักที่ใช้ในการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความหนักที่ใช้ในการพัฒนาขนาดของกล้ามเนื้อนั้น จำนวนครั้งของการยกจะลดลง เนื่องจากในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อต้องการให้ยกด้วยความเร็วเต็มที่ทุกครั้ง ดังนั้นจึงให้ความสำคัญกับคุณภาพของการยกมากกว่าปริมาณของการยกในแต่ละชุด

วิธีการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อตามแนวคิดเกี่ยวกับการฝึกพลัยโอเมตริก

พลัยโอเมตริก (Plyometric) เป็นส่วนหนึ่งของวงจรเหยียด - สั้น (Stretch - Shorten Cycle) โดยที่กล้ามเนื้อหดตัวแบบความยาวเพิ่มขึ้นก่อนแล้วจึงหดตัวแบบความยาวลดลง แต่จะเรียกว่าพลัยโอเมตริกได้ จะต้องเป็นไปในลักษณะที่หดตัวแบบความยาวเพิ่มขึ้นในช่วงสั้นๆ อย่างรวดเร็ว แล้วตามด้วยหดตัวแบบความยาวลดลงอย่างเต็มที่เท่านั้น (La Chance, 1995) การออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริก มีรากฐานมาจากความเชื่อที่ว่าการเหยียดตัวออกอย่างรวดเร็วของกล้ามเนื้อก่อนการหดตัว จะทำให้เกิดผลต่อการหดตัวของกล้ามเนื้ออย่างแรงมากขึ้น

การที่กล้ามเนื้อเหยียดตัวออกเร็วเท่าใด ก็ยิ่งมีการพัฒนาแรงหดตัวสั้นเข้าทันทีทันใดมากยิ่งขึ้นเท่านั้น (Huber, 1987 อ้างถึงใน ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ และ จรูญ มีสิน, 2536) ดังนั้น การฝึก พลัยโอเมตริก จึงมีเป้าหมายเพื่อเชื่อมระหว่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกับความเร็วของการเคลื่อนไหว ซึ่งก็คือการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อนั่นเอง

ชู (Chu, 1992) กล่าวว่าจากการวิจัยทางด้านสรีรวิทยาที่เกี่ยวกับพลัยโอเมตริก ทำให้เกิดความเห็นสอดคล้องกันว่า มีปัจจัยที่สำคัญสองประการ ที่ส่งผลต่อพลัยโอเมตริก คือ ความยืดหยุ่นตัวของกล้ามเนื้อ (Muscle Elasticity) และรีเฟล็กซ์ยืด (Stretch Reflex) ซึ่งจากการศึกษาของแอสมุสเซนและบอนด์ - ปีเตอร์สัน (Asmussen and Bonde - Peterson, 1974) พบว่า ขนาดของพลังงานที่เกิดจากการหดตัวแบบความยาวเพิ่มขึ้นของกล้ามเนื้อ สามารถจะถ่ายโยงไปสู่การหดตัวของกล้ามเนื้อแบบความยาวลดลงที่ตามมานั้นได้ แต่ถ้าการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบความยาวเพิ่มขึ้นนั้นใช้เวลานานขึ้น พลังงานที่ถ่ายโยงไปก็จะมีขนาดลดลง นั่นคือการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบความยาวเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยแต่อย่างรวดเร็ว มีแนวโน้มที่จะทำให้เกิดการเคลื่อนไหวที่มีประสิทธิภาพมากกว่าและถ่ายโยงพลังงานได้มากกว่า อย่างไรก็ตาม ช่วงเวลาระหว่างการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบความยาวเพิ่มขึ้นกับการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบความยาวลดลงนี้ จะเหมาะสมที่สุดสำหรับแต่ละคนนั้นขึ้นอยู่กับอายุ เพศ ชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อและความแข็งของพื้นผิวที่ใช้ในการฝึก

อัลเลอไฮลิเกน และ โรเจอร์ (Allerheiligen and Rogers , 1995) ได้เสนอแนะการออกแบบโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริก เพื่อเพิ่มพลังกล้ามเนื้อ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ข้อควรพิจารณาก่อนการฝึก

– อายุ เนื่องจากท่าฝึกพลัยโอเมตริกบางท่ามีความหนักอยู่ในระดับสูง และมีความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บในส่วนของกระดูกที่กำลังเจริญเติบโต จึงมีข้อแนะนำว่า นักกีฬาที่มีอายุต่ำกว่า 16 ปี จะต้องไม่ฝึกในท่าที่มีความหนักอยู่ในระดับช็อค (shock) ซึ่งเป็นระดับสูงสุด ซึ่งได้แก่ ท่าเด็พธ์จัมพ์ (Depth Jumps)

– น้ำหนักตัว ผู้ที่มีน้ำหนักเกิน 220 ปอนด์ ไม่ควรฝึกท่าเด็พธ์จัมพ์จากความสูงเกินกว่า 18 นิ้ว

– อัตราส่วนของความแข็งแรง หมายถึง น้ำหนักที่ยกท่าแบกน้ำหนักย่อตัวได้มากที่สุด หารด้วยน้ำหนักตัว ควรจะมีค่าระหว่าง 1.5 ถึง 2.5 จึงจะเหมาะสำหรับการ

ฝึกพลัยโอเมตริก ทั้งนี้ค่าของการฝึกแต่ละแบบ จำเป็นต้องใช้อัตราส่วนของความแข็งแรงแตกต่างกันไป

– โปรแกรมการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในปัจจุบัน ถ้าผู้ฝึกไม่ได้ฝึกในโปรแกรมการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้ออยู่ในขณะนั้น จะต้องจัดให้ฝึกในโปรแกรมดังกล่าวเสียก่อน อย่างน้อย 2 – 4 สัปดาห์ ก่อนที่จะฝึกพลัยโอเมตริก เพื่อให้อัตราส่วนของความแข็งแรงอยู่ในระดับที่เหมาะสม

– โปรแกรมการฝึกความเร็วในปัจจุบัน ถ้าผู้ฝึกไม่ได้ฝึกในโปรแกรมการฝึกความเร็วอยู่ในขณะนี้ จะต้องจัดให้ฝึกในโปรแกรมดังกล่าวเสียก่อน อย่างน้อย 2 – 4 สัปดาห์ ก่อนที่จะฝึกพลัยโอเมตริก เพื่อลดอัตราเสี่ยงต่อการบาดเจ็บ

– ประสบการณ์ ถ้าผู้ฝึกไม่มีประสบการณ์ในการฝึกมาก่อน จะต้องเริ่มจากปริมาณของการฝึกที่มากกว่าปกติ และความหนักของการฝึกที่น้อยกว่าปกติ และจะต้องค่อย ๆ พัฒนา การฝึกไปเรื่อย ๆ

– การบาดเจ็บ บริเวณที่บาดเจ็บได้ง่าย ได้แก่ เท้า ข้อเท้า หน้าแข้ง เข่า สะโพกและหลังส่วนล่าง ดังนั้นจึงต้องมีการประเมินการบาดเจ็บ เพื่อหลีกเลี่ยงการบาดเจ็บที่จะเกิดขึ้นในตอนเริ่มต้นของโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริก

– พื้นผิวของสถานที่ฝึก พื้นผิวตามอุดมคติก็คือ พื้นแบบที่ใช้ในกีฬายิมนาสติก หรือพรมที่มีความยืดหยุ่นที่สามารถรองรับการกระแทกได้ดี ส่วนพื้นไม้ของสนามบาสเกตบอล หรือพื้นลู่ยางสังเคราะห์ก็พอที่จะใช้ในการฝึกได้ และพื้นหญ้าก็อาจเป็นพื้นผิวตามอุดมคติได้

– ข้อควรพิจารณาทางด้านความปลอดภัย ในการฝึกพลัยโอเมตริกนั้นจะต้องเน้นให้ผู้ฝึกปฏิบัติด้วยเทคนิคที่ถูกต้อง ซึ่งผู้ฝึกสอนจะต้องแนะนำ และแก้ไขให้ถูกต้อง ซึ่งถ้าผู้ฝึกสอนละเลยก็จะเกิดการบาดเจ็บได้ง่าย และจะต้องกำหนดโปรแกรมการฝึกได้อย่างเหมาะสม

ขั้นที่ 2 ข้อควรพิจารณาเกี่ยวกับโปรแกรมการฝึก

– การอบอุ่นร่างกาย จะต้องมีการอบอุ่นร่างกายก่อนที่จะฝึกพลัยโอเมตริกเสมอ เพื่อป้องกันการบาดเจ็บและประสิทธิภาพในการฝึกจะเพิ่มขึ้น

– ชนิดของกีฬา จะต้องเลือกท่าของการฝึกให้สัมพันธ์กับทิศทางของการเคลื่อนไหวของกีฬาชนิดนั้น ๆ

– ช่วงเวลาของการฝึก จะต้องจัดปริมาณและความหนักของการฝึกให้สอดคล้องกับช่วงเวลาของการฝึกที่มีทั้งนอกฤดูกาลแข่งขัน ฤดูก่อนการแข่งขัน และฤดูแข่งขัน

– ระยะเวลาของโปรแกรมการฝึก จะใช้การฝึกพลัยโอเมตริกอยู่ในโปรแกรมการฝึก ระหว่าง 6 - 10 สัปดาห์

– ความถี่ของการฝึก โดยทั่วไปจะฝึก 1 – 3 ครั้งต่อสัปดาห์

– ลำดับขั้นของความหนัก ความหนักของการฝึกขึ้นอยู่กับวงจรเหยียด – สั้น ซึ่งเป็นผลมาจากความสูงของจุดศูนย์ถ่วงของร่างกาย ความเร็วพื้นราบ น้ำหนักตัว ความพยายามของแต่ละคน และความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะเอาชนะความต้านทาน

– ลำดับขั้นของปริมาณ ตามปกติแล้ว ปริมาณของการฝึกจะนับจากจำนวนครั้งที่ส้นเท้าสัมผัสพื้น และ/หรือ ระยะทางทั้งหมดในการฝึก ในขณะที่ความหนักของการฝึกเพิ่มขึ้น ปริมาณของการฝึกจะต้องลดลง

– เวลาพัก เนื่องจากการฝึกพลัยโอเมตริกนั้น จะใช้ความพยายามสูงสุดในแต่ละครั้ง จึงต้องมีเวลาพักระหว่างการปฏิบัติแต่ละครั้ง เวลาพักระหว่างชุดให้เหมาะสม เช่น การฝึกท่าเด็พธ์จัมพ์อาจจะพักระหว่างการปฏิบัติแต่ละครั้ง 15 – 30 วินาที และพักระหว่างชุด 3 – 4 นาที

– ความเมื่อยล้า จะเป็นสาเหตุที่ทำให้เทคนิค และคุณภาพของการฝึกลดลง อาจเป็นเหตุให้เกิดการบาดเจ็บได้ ความเมื่อยล้านี้อาจเป็นผลมาจากการฝึกพลัยโอเมตริกที่ยาวนาน หรือรวมกันระหว่างกับโปรแกรมการฝึกแบบอื่น ๆ เช่น การวิ่ง หรือการฝึกด้วยน้ำหนัก

ขั้นที่ 3 ลักษณะของการเคลื่อนไหว

– กระโดด (Jumps) ขาเดียวหรือสองขา และจบด้วยขาเดียวหรือสองขา ได้แก่

- กระโดดอยู่กับที่ (Jumps in place) โดยปกติจะเป็นกระโดดขึ้นในแนวดิ่ง
- ยืนกระโดด (Standing jumps) อาจจะเป็นในแนวราบ ในแนวดิ่ง หรือ ไปทางด้านข้าง

– เขย่ง (Hops) ขาเดียวหรือสองขา และจบด้วยขาเดียวหรือสองขาในแนวราบ ที่มีเป้าหมายให้ได้ระยะทางมากที่สุด ได้แก่

- ระยะสั้น (10 ครั้ง หรือน้อยกว่า)
- ระยะไกล (มากกว่า 10 ครั้ง)

— ช็อค (Shock) เป็นพลัยโอเมตริกที่ระบบประสาทต้องทำงานอย่างหนัก และเกิดความเครียดที่กล้ามเนื้อ และเนื้อเยื่อเกี่ยวพันเป็นอย่างมาก ได้แก่ เด็พธ์จัมพ์ ซึ่งมีทั้งการเคลื่อนไหวในแนวดิ่งและแนวราบ

ขั้นที่ 4 ลำดับขั้นของความหนัก

— กระโดดอยู่กับที่ (Jumps in place) เป็นท่าฝึกที่มีความหนักในระดับต่ำ ซึ่งเน้นการกระโดดขึ้นในแนวดิ่ง โดยการกระโดดขึ้นและลงสู่พื้นด้วยสองขา ได้แก่

- กระโดดจากท่าย่อตัว (squat jumps)
- กระโดดกระตุกเข่าสองข้าง (double – leg tuck jumps)
- กระโดดแตะปลายเท้า (pike jumps)
- กระโดดจากท่าย่อตัวแยกขา (split squat jumps)
- กระโดดจากท่าย่อตัวแยกขาสลับกันไป (cycled split squat jumps)
- กระโดดข้ามกรวยหรือสิ่งกีดขวาง (jumps over cones or barriers)
- บ็อกซ์จัมพ์ (box jumps)

— ยืนกระโดด (Standing jumps) เป็นท่าฝึกที่เน้นการกระโดดทั้งในแนวราบและแนวดิ่ง โดยกระโดดแต่ละครั้งด้วยความพยายามเต็มที่ ในแต่ละชุดของการฝึก จะกระโดด 5 – 10 ครั้ง ได้แก่

- ยืนกระโดดไกล (standing long jumps)
- ยืนเขย่งก้าวกระโดด (standing triple jumps)
- กระโดดข้ามกรวยหรือสิ่งกีดขวาง (jump over cones or barriers)

— กระโดดและเขย่ง (Multiple jumps and hops) เป็นท่าฝึกที่เน้นการกระโดดซ้ำ ๆ กัน คล้ายกับการรวมกันระหว่างกระโดดอยู่กับที่ และยืนกระโดดเข้าด้วยกัน ได้แก่

- เขย่งสองขา (double leg hops)
- เขย่งขาเดียว (single leg hops)
- เขย่งข้ามรั้วหรือกรวย (hurdle or cone hops)
- เขย่งจากท่าย่อตัว (squat hops)
- เขย่งก้าวกระโดดซ้ำ ๆ (repeat triple jumps)

— เด็พธ์และบ็อกซ์จัมพ์ (Depth and box jumps) เป็นท่าฝึกที่เน้นการตอบสนองของรีเฟล็กซ์ยืด เนื่องจากต้องยืนอยู่บนกล่องที่สูงจากพื้น ซึ่งเมื่อกระโดดลงมาสู่พื้นจะทำให้ได้รับอิทธิพลจากแรงดึงดูดของโลกมากขึ้น ความสูงของกล่องจะขึ้นอยู่กับขนาดรูปร่างของนักกีฬา และจุดมุ่งหมายของโปรแกรมการฝึกในแต่ละช่วงของการฝึก ได้แก่

- เด็พธ์จัมพ์สองขา (double leg depth jumps)
- เด็พธ์จัมพ์ขาเดียว (single leg depth jumps)
- การฝึกด้วยบ็อกซ์ (box drills) ได้แก่การใช้สองขา ขาเดียว สลับขา และกระโดดคร่อม (double leg , single leg , single leg alternate, and straddle jumps)

— กระโดดในแนวราบ (Bounding) เป็นท่าฝึกที่เน้นการเคลื่อนไหวในแนวราบด้วยความเร็ว โดยปกติจะใช้ระยะทางมากกว่า 30 เมตร ได้แก่

- กระโดดในแนวราบสลับขา (alternate leg bounds)
- กระโดดในแนวราบแบบผสมผสาน (combination leg bounds)
- กระโดดในแนวราบขาเดียว (single leg bounds)
- กระโดดในแนวราบสองขา (double leg bounds)

ขั้นที่ 5 การออกแบบโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริก มีขั้นตอน 16 ขั้น ดังนี้

— สิ่งที่ควรพิจารณาทางด้านร่างกาย ได้แก่

1) อายุ
2) น้ำหนักตัว
3) อัตราส่วนของความแข็งแรง
4) โปรแกรมการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในปัจจุบัน
5) โปรแกรมการฝึกความเร็วในปัจจุบัน
6) ประสบการณ์
7) การบาดเจ็บ

โดยพิจารณาจากรายละเอียดในขั้นที่ 1

— สิ่งที่ควรพิจารณาทางด้านกีฬา ได้แก่

8) ชนิดของกีฬา
9) ช่วงเวลาของการฝึก
10) ความยาวของโปรแกรมการฝึก

11) ความต้องการเฉพาะของกีฬานั้น ๆ

โดยพิจารณาจากรายละเอียดในขั้นที่ 2

– กำหนดโปรแกรม ได้แก่

12) จำนวนของวันที่ใช้ฝึกใน 1 สัปดาห์

- อาจเป็น 1 2 3 หรือ 4 วัน

13) วันที่ใช้ฝึก

- อาจเป็น วันจันทร์ และวันพฤหัสบดี

14) ปริมาณของการฝึก

- หมายถึงจำนวนครั้งที่เท้าสัมผัสพื้น

น้อยกว่า 80 ครั้ง	ต่ำ
80 - 120 ครั้ง	ปานกลาง
120 - 160 ครั้ง	สูง
มากกว่า 160 ครั้ง	สูงมาก

15) ความหนักของการฝึก

ต่ำ

ต่ำจนถึงปานกลาง

ปานกลาง

ปานกลางจนถึงสูง

สูง

ช็อค (Shock intensity)

16) ลำดับของการฝึก

จากง่ายไปหายาก

จากต่ำไปหาสูง

ข้อดีของการฝึกพลัยโอเมตริก

1. กิจกรรมการฝึกพลัยโอเมตริกจะต้องปฏิบัติในลักษณะแรงระเบิดมากกว่าการฝึกด้วยน้ำหนัก ดังนั้นการออกแรงอย่างรวดเร็ว จึงเป็นการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อด้วย จากการศึกษาของแฮคคิเนน โคมิและอเลน (Hakkinen, Komi and Alen, 1985) พบว่า ในลักษณะของการ

ฝึกลักษณะของการฝึกพลัยโอเมตริกนั้น ทำให้สามารถเพิ่มอัตราการพัฒนาแรงและพลังกล้ามเนื้อได้ดีกว่าการฝึกด้วยน้ำหนักตามประเพณีนิยม

2. กิจกรรมการฝึกพลัยโอเมตริกจะไม่มีการผ่อนแรงลดอัตราความเร็วลงในระยะที่จะสุดช่วงของการเคลื่อนที่เหมือนที่เกิดขึ้นกับการฝึกด้วยน้ำหนักซึ่งน้ำหนักจะหยุดอยู่ที่สุดช่วงของการเคลื่อนไหวพอดี ดังนั้นพลัยโอเมตริกจึงเป็นการออกแรงมากและเพิ่มอัตราความเร็วตลอดช่วงของการเคลื่อนที่ซึ่งเหมือนกับลักษณะของกีฬาส่วนใหญ่

3. กิจกรรมการฝึกพลัยโอเมตริกจะต้องปฏิบัติในลักษณะที่ใช้อัตราความเร็วสูงกว่าการฝึกด้วยน้ำหนัก ทำให้สามารถถ่ายโยงลักษณะของการเคลื่อนที่ด้วยอัตราความเร็วสูง ไปยังสถานการณ์ในการแข่งขันจริงได้

4. กิจกรรมการฝึกพลัยโอเมตริกเป็นการเคลื่อนไหวในลักษณะของวงจรเหยียด - สั้น ซึ่งเป็นที่ยอมรับว่าเหมือนกับการทำงานของกล้ามเนื้อในกีฬาส่วนใหญ่ จากการศึกษาของชมิท ไบลเซอร์ กอลโฮเฟอร์ และฟริค (Schmidtbleicher Gollhofer and Frick, 1988) พบว่า กิจกรรมการฝึกพลัยโอเมตริกเป็นการสนับสนุนความสามารถในการใช้วงจรเหยียด - สั้น โดยการใช้ประโยชน์ของพลังงานที่เกิดจากการเหยียดตัวออกของกล้ามเนื้อ และรีเฟล็กซ์ยืดมากขึ้น

ข้อเสียของการฝึกพลัยโอเมตริก

1. กิจกรรมการฝึกพลัยโอเมตริกทำให้เกิดแรงกระแทกในระดับสูงเมื่อจะลงสู่พื้น ซึ่งแรงกระแทกขนาด 3 - 4 เท่าของน้ำหนักตัวนั้นทำให้เกิดการบาดเจ็บในระบบกล้ามเนื้อและโครงกระดูกได้ ถ้าไม่มีการเตรียมพื้นฐานความแข็งแรงมาก่อน และใช้พื้นรองรับที่ลดแรงกระแทกได้

2. กิจกรรมการฝึกพลัยโอเมตริกตามแบบที่ใช้ทั่วไปนั้น ในการฝึกส่วนล่างของร่างกายก็จะใช้น้ำหนักตัวเป็นน้ำหนักในการฝึก ส่วนในการฝึกส่วนบนของร่างกายก็จะใช้เมดิซินบอลขนาด 3 - 10 กิโลกรัมเป็นน้ำหนักในการฝึก

การฝึกส่วนล่างของร่างกายโดยใช้น้ำหนักตัวนั้น ไม่สามารถกำหนดอย่างแน่นอนได้ ถึงแม้ว่าจะมีผู้ที่พยายามศึกษาจนได้ความสูงของกล่องในการฝึกท่าเด็พธ์จัมพ์ของผู้ที่มีน้ำหนักต่าง ๆ กัน ทั้งนี้ยังมีปัจจัยด้านเพศ อายุ ชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อ ตลอดจนความแข็งแรงเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย

การฝึกส่วนบนของร่างกายโดยใช้เมดิซินบอลขนาด 3 - 10 กิโลกรัมนั้น ไม่มีเหตุผลทางวิทยาศาสตร์มารองรับ ซึ่งจากการวิจัยพบว่าพลังกล้ามเนื้อจะพัฒนาได้ดีที่สุดเมื่อใช้น้ำหนักประมาณ 30 - 40 % ของความแข็งแรงสูงสุด

3. กิจกรรมการฝึกพลัยโอเมตริกมีความจำกัดในด้านจำนวนของท่าฝึก โดยที่ท่าฝึกส่วนใหญ่เป็นท่าฝึกสำหรับส่วนล่างของร่างกายที่เน้นกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่เหยียดสะโพกและขา ส่วนการใช้เมดิซินบอลนั้น ความหนักของเมดิซินบอลยังไม่เพียงพอต่อการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ นอกจากนั้นลักษณะของการเคลื่อนไหวบางอย่างยังไม่สามารถใช้การฝึกพลัยโอเมตริกได้

4. กิจกรรมการฝึกพลัยโอเมตริกมีความจำกัดในด้านการให้ผลย้อนกลับ (Feedback) จากการฝึกได้ จากการสำรวจท่าฝึกจำนวน 89 ท่าที่แนะนำโดยชู (Chu, 1992) พบว่ามีเพียง 12 ท่าเท่านั้น ที่สามารถให้ผลย้อนกลับจากการฝึกได้ เช่น จำนวนครั้งที่สัมผัส หรือ เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติแต่ไม่สามารถให้ผลย้อนกลับในด้านพลังกล้ามเนื้อได้ว่าในการปฏิบัติแต่ละครั้งของท่าฝึกนั้น พลังกล้ามเนื้อจะมีค่าเท่าไร ไม่เหมือนกับการฝึกด้วยน้ำหนักที่สามารถทราบค่าของความหนักในการปฏิบัติแต่ละครั้งของท่าฝึกได้ แม้ว่าการฝึกพลัยโอเมตริกในบางท่า จะสามารถวัดความสูงของการปฏิบัติได้ แต่ก็เป็นการให้ผลย้อนกลับเพียงเล็กน้อยเท่านั้น การฝึกพลัยโอเมตริกจึงเปรียบเสมือนการฝึกคนตาบอด

5. กิจกรรมการฝึกพลัยโอเมตริกจะต้องปฏิบัติในลักษณะที่ใช้อัตราความเร็วสูง ดังนั้นความแข็งแรงที่เกิดขึ้นจะน้อยกว่าการฝึกด้วยน้ำหนัก

สรุป

1. พลัยโอเมตริกเป็นการทำงานของกล้ามเนื้อ ในลักษณะที่กล้ามเนื้อหดตัวแบบความยาวเพิ่มขึ้นในช่วงสั้นๆอย่างรวดเร็ว แล้วตามด้วยการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบความยาวลดลงอย่างเต็มที่เท่านั้น ทำให้เกิดการตอบสนองที่อยู่นอกอำนาจจิตใจที่เรียกว่า รีเฟล็กซ์ยืด ซึ่งเป็นรีเฟล็กซ์ที่มีความเร็วที่สุดในร่างกาย เพราะเป็นรีเฟล็กซ์ที่มีจุดประสานจุดเดียว (Monosynaptic Reflex)

2. กิจกรรมการฝึกพลัยโอเมตริก ที่ใช้ในการฝึกส่วนล่างของร่างกาย โดยใช้น้ำหนักในระดับช็อค (Shock) ซึ่งได้แก่ เด็พธ์จัมพ์และบ็อกซ์จัมพ์นั้น จำเป็นต้องคำนึงถึงความแข็งแรงที่สัมพันธ์กับน้ำหนักตัว (Relative Strength) ทั้งนี้ในการกระโดดลงสู่พื้นนั้น จะได้รับอิทธิพลจากแรงดึงดูดของโลกด้วย ผู้ที่มีน้ำหนักตัวเท่ากันแต่มีความแข็งแรงไม่เท่ากัน ก็ไม่ควรกระโดดลงจากกล่องที่มีความสูงเท่ากัน

ความแข็งแรงที่สัมพันธ์กับน้ำหนักตัวสำหรับส่วนล่างของร่างกาย ก็หาได้จากการทดสอบค่าหนึ่งอาร์เอ็มของการยกน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัว แล้วหารด้วยน้ำหนักตัว ดังนั้นค่าของความแข็งแรงที่สัมพันธ์กับน้ำหนักตัวในทางปฏิบัติจะหมายถึงความสามารถในการยกน้ำหนัก

ท่าแบกน้ำหนักย่อตัวได้เป็นกี่เท่าของน้ำหนักตัว ซึ่งจะเป็นตัวเลขที่นำไปใช้เปรียบเทียบความแข็งแรงระหว่างบุคคลได้

3. กิจกรรมการฝึกพลัยโอเมตริก ที่ใช้ในการฝึกส่วนบนของร่างกายนั้น โดยทั่วไปจะใช้เมดิซินบอลขนาด 3 - 10 กิโลกรัม เป็นน้ำหนักในการฝึกซึ่งมีข้อจำกัดตรงที่ไม่มีเหตุผลทางวิทยาศาสตร์มารองรับนั้น สามารถใช้น้ำหนักตัวเป็นน้ำหนักแทนได้ แต่เป็นน้ำหนักตัวที่รองรับด้วยมือและเท้า ได้แก่ ท่าดันพื้น (Push up) และ การหาค่าความแข็งแรงที่สัมพันธ์กับน้ำหนักตัว ก็หาได้จากความสามารถในการยกน้ำหนักท่านอนดันบนม้านั่ง ได้เป็นกี่เท่าของน้ำหนักตัวเช่นเดียวกัน

การวิจัยในประเทศที่เกี่ยวกับการฝึกพลัยโอเมตริก

ขันติ พุทธพงศ์ (2536) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ผลของการฝึกเสริมแบบพลัยโอเมตริกที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อขาของนักกีฬา 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 และวันพฤหัสบดี ให้ฝึกแบบปกติ 1 ชั่วโมง

ใช้เวลาในการฝึก 8 สัปดาห์ ผลการวิจัยปรากฏว่า

1. หลังการฝึกเสริมแบบพลัยโอเมตริกสัปดาห์ละ 2 วัน เป็นเวลา 6 สัปดาห์ ค่าเฉลี่ยของพลังกล้ามเนื้อขา ในการทดสอบก่อนและหลังการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. หลังการฝึกแบบปกติ การฝึกเสริมแบบพลัยโอเมตริกสัปดาห์ละ 2 วัน และการฝึกเสริมแบบพลัยโอเมตริกสัปดาห์ละ 3 วัน เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ค่าเฉลี่ยของความ

แข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อขา ในการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

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

สมภพ สาครดี (2540) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ผลของการฝึกพลัยโอเมตริกที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อขาของนักกีฬายกน้ำหนักในท่าสแนทช์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลและเปรียบเทียบความแตกต่างของการฝึกพลัยโอเมตริกที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อขาของนักกีฬายกน้ำหนักในท่าสแนทช์ กลุ่มตัวอย่างประชากร เป็นนักกีฬายกน้ำหนัก จังหวัดกาญจนบุรีทั้งชายและหญิง มีอายุระหว่าง 17 - 23 ปี จำนวน 20 คน ทดสอบพลังกล้ามเนื้อขาในการเหยียดเข่าข้างที่ถนัด การเหยียดเข่าข้างที่ไม่ถนัด การงอเข่าข้างที่ถนัด การงอเข่าข้างที่ไม่ถนัด และความสามารถในการยกน้ำหนักท่าสแนทช์ 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 พบว่าค่าเฉลี่ยของพลังกล้ามเนื้อขาในการเหยียดเข่าข้างที่ไม่ถนัด งอเข้าข้างที่ถนัด งอเข่าข้างที่ไม่ถนัด และความสามารถในการยกน้ำหนักท่าสแนทช์ ในการทดสอบก่อนและหลังการทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. หลังการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่กับการฝึกตามโปรแกรมยกน้ำหนักเป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าค่าเฉลี่ยของพลังกล้ามเนื้อขาในการเหยียดเข่าข้างที่ไม่ถนัดและความสามารถ

ในการยกน้ำหนักท่าสแนทช์ ในการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

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

สมพงษ์ วัฒนาโภคยกิจ (2541) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ผลของการฝึกพลัยโอเมตริกโดยใช้กล่องระดับความสูงต่างกันที่มีต่อความสามารถในการกระโดดของนักวอลเลย์บอลชาย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลและหาค่าความแตกต่างของการฝึกพลัยโอเมตริก โดยใช้กล่องระดับความสูงต่างกันที่มีต่อความสามารถในการกระโดดของนักวอลเลย์บอลชาย กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนักกีฬาวอลเลย์บอลชายตัวแทนโรงเรียนศึกษาสงเคราะห์ อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี อายุระหว่าง 16 - 18 ปี จำนวน 40 คน ทดสอบความสามารถในการยืนกระโดดแตะฝ่าผนัง 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 จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงกิจกรรม ตลอดระยะเวลาของการฝึก ผลการวิจัยพบว่า

1. หลังการฝึกพลัยโอเมตริกด้วยกล่องไม้สูง 45 เซนติเมตรควบคู่กับการฝึกวอลเลย์บอล การฝึกพลัยโอเมตริกด้วยกล่องไม้สูง 60 เซนติเมตรควบคู่กับการฝึกวอลเลย์บอล และการฝึกพลัยโอเมตริกด้วยกล่องไม้สูง 75 เซนติเมตรควบคู่กับการฝึกวอลเลย์บอล เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าค่าเฉลี่ยความสามารถในการยืนกระโดดแตะฝ่าผนัง ในการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. หลังการฝึกวอลเลย์บอลเพียงอย่างเดียว การฝึกพลัยโอเมตริกด้วยกล่องไม้สูง 45 เซนติเมตรควบคู่กับการฝึกวอลเลย์บอล การฝึกพลัยโอเมตริกด้วยกล่องไม้สูง 60 เซนติเมตร ควบคู่กับการฝึกวอลเลย์บอล และการฝึกพลัยโอเมตริกด้วยกล่องไม้สูง 75 เซนติเมตรควบคู่กับการฝึกวอลเลย์บอล เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าค่าเฉลี่ยความสามารถในการยืนกระโดดแตะฝาผนัง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่โดยใช้วิธีการของตูกี พบว่าค่าเฉลี่ยของความสามารถในการยืนกระโดดแตะฝาผนังของกลุ่มควบคุม ซึ่งฝึกวอลเลย์บอลเพียงอย่างเดียว กับ กลุ่มทดลองที่ 2 ซึ่งฝึกพลัยโอเมตริกด้วยกล่องไม้สูง 60 เซนติเมตรควบคู่กับการฝึกวอลเลย์บอล มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วิธีการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อตามแนวคิดเกี่ยวกับการฝึกด้วยน้ำหนัก

การฝึกด้วยน้ำหนักตามประเพณีนิยม มีเป้าหมายเพื่อพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ จึงเรียกได้อีกอย่างหนึ่งว่า การฝึกความแข็งแรงตามประเพณีนิยม (Traditional strength training) จากการศึกษาของเบอร์เกอร์ (Berger, 1962) พบว่า การใช้ความหนักในระดับสูง คือ 80 - 90 %ของหนึ่งอาร์เอ็ม ในจำนวนครั้ง 4 - 8 ครั้ง เป็นผลให้ความแข็งแรงกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นมากที่สุด

เหตุผลของการค้นพบนั้น ชมิทไบลเชอร์ (Schmidtbleicher, 1988) ได้อธิบายว่าตั้งอยู่บนรากฐานของทฤษฎีแห่งขนาดของการระดมหน่วยยนต์ (Size Theory of Motor Unit Recruitment) หน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้าซึ่งมีขนาดเล็ก จะถูกระดมมาทำงานก่อน ส่วนหน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วซึ่งมีขนาดใหญ่ จะถูกระดมมาทำงานก็ต่อเมื่อมีการเคลื่อนไหวที่เร็วและต้องออกแรงมากเท่านั้น ด้วยเหตุนี้จึงต้องใช้ความหนักในระดับสูงมาใช้ในการฝึกเพื่อพัฒนาความสามารถในการเคลื่อนไหวทางกีฬา ซึ่งเป็นหลักประกันว่าหน่วยยนต์ทั้งของเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้า และหน่วยยนต์ที่หดตัวได้เร็วจะถูกระดมมาทำงานทั้งหมด

เมื่อความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นก็จะส่งผลให้พลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นด้วย ดังที่รูเธอร์ฟอร์ด และคณะ (Rutherford et al., 1986) ได้รายงานว่า ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อมีความสัมพันธ์อย่างสูงกับพลังกล้ามเนื้อ

เนื่องจากความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อมีลักษณะที่แตกต่างกัน เบมและเซล (Behm & Sale, 1993) ได้แนะนำว่า พลังกล้ามเนื้อและความสามารถในการเคลื่อนไหวทางกีฬา

นั้น สามารถจะพัฒนาได้ดีที่สุดโดยใช้การฝึกความแข็งแรงตามแบบประเพณีนิยม ที่ใช้ความหนักในระดับสูง ด้วยการพยายามยกน้ำหนักนั้นในลักษณะแรงระเบิด ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาการทำงานของประสาท จึงทำให้ความสามารถในการเคลื่อนไหวทางกีฬาดีขึ้น

สคอเอนเฟลด์ (Schoenfeld, 2000) กล่าวว่า เนื่องมาจากการฝึกด้วยน้ำหนักที่ใช้ความหนักในระดับสูงและจำนวนครั้งน้อยนั้น จำเป็นต้องให้กล้ามเนื้อหดตัวแบบความยาวลดลงในลักษณะเป็นแรงระเบิด ทั้งนี้ปรากฏหลักฐานที่ได้มีผู้ศึกษาค้นพบว่า หน่วยยนต์ที่มีจุดเริ่มต้นของการถูกกระตุ้นสูงจะถูกระดมมาทำงาน ในขณะที่หน่วยยนต์ที่มีจุดเริ่มต้นของการถูกกระตุ้นต่ำจะถูกรั้งหรือยับยั้งไม่ให้ทำงาน

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

1. วิธีการฝึกให้กล้ามเนื้อหดตัวเต็มที่ (Maximal contraction training) ลักษณะสำคัญของวิธีนี้ คือ การให้กล้ามเนื้อหดตัวเต็มที่แบบความยาวลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงเวลาสั้น โดยการออกแรงเอาชนะน้ำหนักในลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

1.1 หดตัวเกือบเต็มที่แบบความยาวลดลง (Near – maximal concentric contraction)

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

1.2 หดตัวเต็มที่แบบความยาวลดลง (Maximal concentric contraction)

ความหนัก	100 %	ของหนึ่งอาร์เอ็ม
จำนวนครั้ง	1	ครั้ง
จำนวนชุด	5	ชุด
เวลาพัก	3 – 5	นาที
จังหวะของการยก	เร็ว	
ความถี่ของการฝึก	3	ครั้งต่อสัปดาห์

1.3 หดตัวเต็มที่แบบความยาวลดลงลง – 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	ครั้งต่อสัปดาห์

วิธีการฝึกให้กล้ามเนื้อหดตัวเต็มที่ในลักษณะต่างๆเหล่านี้ เน้นที่จังหวะของการยก :ซึ่งจะต้องพยายามออกแรงให้เร็วที่สุดเท่าจะทำได้ เพื่อให้น้ำหนักที่นำมาใช้ฝึกนั้นเคลื่อนที่ไปอย่างเร็ว แต่แท้ที่จริงแล้วไม่สามารถที่จะเคลื่อนที่ไปอย่างเร็วตามที่ต้องการได้ เนื่องจากน้ำหนักที่นำมาใช้ฝึกนั้นมีความหนักมากนั่นเอง

2. วิธีการฝึกแบบผสม (Mixed method) ลักษณะสำคัญของวิธีนี้คือ การพัฒนาความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ และ พลังกล้ามเนื้อ ในโปรแกรมการฝึกเดียวกัน โดยออกแรงเอาชนะน้ำหนักในลักษณะต่าง ๆ 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. วิธีการฝึกแบบโอโซโทนิก (Isotonic method) โดยการพยายามที่จะทำให้น้ำหนักเคลื่อนที่ให้เร็วที่สุดและแรงที่สุดเท่าที่จะทำได้ตลอดช่วงของการเคลื่อนที่ น้ำหนักที่ใช้นั้นเป็นแรงต้านภายนอก (external resistance) ส่วนแรงที่จะเอาชนะความเฉื่อยของน้ำหนักที่ใช้นั้นเป็นความแข็งแรงภายใน (internal strength) ซึ่งจะต้องมากกว่าแรงต้านทานภายนอก ถ้าความแข็งแรงภายในเพิ่มขึ้นก็จะสามารถทำให้น้ำหนักเคลื่อนที่ด้วยความเร่งเพิ่มขึ้นด้วย ช่วงของการเคลื่อนที่ที่ลำบากที่สุดก็คือช่วงเริ่มต้นของการเคลื่อนที่ ดังนั้นความแข็งแรงสูงสุดจึงมีความสำคัญต่อการฝึกพลังกล้ามเนื้อ โดยเฉพาะอย่างยิ่งจะทำให้เกิดการเริ่มต้นเคลื่อนที่ในลักษณะเป็นแรงระเบิดเพิ่มขึ้น และที่สำคัญไปกว่านั้นก็คือ จะต้องมีความสามารถที่จะใช้ความแข็งแรงสูงสุดนั้นด้วยความเร็วสูง โปรแกรมการฝึกมีดังนี้

ความหนัก		
นักกีฬาที่ใช้ความพยายามซ้ำ ๆ 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	ครั้งต่อสัปดาห์

2. วิธีการฝึกแบบพลังต่อต้าน (Power – resisting method) โดยการสลับความหนักของการฝึก ซึ่งใช้น้ำหนักมากก่อน เพื่อเป็นการกระตุ้นการทำงานของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ แล้วตามด้วยการใช้น้ำหนักน้อยในทันทีโดยใช้จังหวะการยกที่เร็วเป็นลักษณะของแรงระเบิด โปรแกรมการฝึกมีดังนี้

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	ครั้งต่อสัปดาห์

ข้อดีของการฝึกด้วยน้ำหนัก

การใช้ความหนักในระดับสูง คือ 80 - 90 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม จะเป็นการรับประกันได้ว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจะต้องเพิ่มขึ้นอย่างแน่นอน (Berger, 1962) จึงทำให้พลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นด้วย เนื่องจากความแข็งแรงสูงสุด (Maximum strength) มีความสัมพันธ์สูงกับพลังกล้ามเนื้อ (Rutherford et al., 1986)

ข้อเสียของการฝึกด้วยน้ำหนัก

เอลเลียท, วิลสัน และ เคอร์ (Elliott, Wilson and Kerr, 1989) พบว่า ถ้ายกน้ำหนักในท่าเบนช์เพรส (Bench Press) ด้วยความเร็วเต็มที่ โดยใช้ความหนัก 1 อาร์เอ็ม จะมีช่วงของการลดความเร็วเป็น 24 % จากอัตราความเร็วของการทำงานในลักษณะหดสั้นเข้า แต่ถ้าลดความหนักลงเหลือ 81 % ของ 1 อาร์เอ็ม กลับทำให้ช่วงของการลดความเร็วเพิ่มขึ้นเป็น 52 % ทั้งนี้เนื่องมาจาก เมื่อเริ่มยกด้วยอัตราความเร็วสูงขึ้นนั้น ก็ต้องผ่อนแรงลดอัตราความเร็วลงในระยะที่จะสุดช่วงของการเคลื่อนที่ เพื่อให้น้ำหนักหยุดอยู่ที่จุดสิ้นสุดของการเคลื่อนที่พอดี

จากสูตร Power = Strength x Speed

จะเห็นได้ว่า ถ้าต้องการให้พลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น จะต้องทำให้ความแข็งแรงเพิ่มขึ้น หรือ ความเร็วเพิ่มขึ้น หรือทั้งความแข็งแรงและความเร็วเพิ่มขึ้น ดังนั้นพลังกล้ามเนื้อที่เพิ่มขึ้นจากการฝึกด้วยน้ำหนักตามแบบที่ใช้ทั่วไป จึงมีข้อจำกัด

ในขณะที่นิวตันและเครเมอร์ (Newton and Kraemer, 1994) ให้ความเห็นว่า การที่ผู้เชี่ยวชาญในการฝึกความแข็งแรงและสมรรถภาพทางกายหลายท่านเชื่อว่าในขณะที่ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น จะทำให้พลังกล้ามเนื้อและความสามารถในการเคลื่อนไหวเพิ่มขึ้นนั้นเป็นเรื่องที่ถูกต้อง แต่ถ้าพิจารณาให้ลึกซึ้งไปกว่านั้นจะเห็นได้ว่าความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อนั้น เป็นการทำงานของกล้ามเนื้อด้วยอัตราความเร็วต่ำ ซึ่งเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สนับสนุนให้เกิดพลังระเบิด การเคลื่อนไหวในลักษณะพลังระเบิดนี้เป็นการเคลื่อนไหวโดยเริ่มจากอัตราความเร็วเป็นศูนย์หรือจากอัตราความเร็วต่ำ ดังนั้น ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อจึงมีส่วนช่วยพัฒนาพลังกล้ามเนื้อในระยะเริ่มต้นของการเคลื่อนไหวเท่านั้น

อย่างไรก็ตามในขณะที่กล้ามเนื้อเริ่มหดตัวสั้นลงด้วยอัตราความเร็วที่สูงนั้น ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อที่ทำงานด้วยอัตราความเร็วต่ำก็จะส่งผลแต่เพียงเล็กน้อยต่อความสามารถของกล้ามเนื้อในการที่จะออกแรงมากขึ้นในอัตราความเร็วที่สูงดังกล่าว

สรุป

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

2. ถึงแม้ว่าการปรับตัวของกล้ามเนื้อจะเกิดขึ้นจากการฝึกด้วยอัตราความเร็วใดๆ นั้น ความสามารถที่เปลี่ยนไปก็ใช่ว่าจะเป็นไปตามหลักการนี้เสมอไป ทั้งนี้เนื่องมาจากลักษณะทางธรรมชาติที่สลับซับซ้อนของการทำงานแบบพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และการรวมกันระหว่างของความต้องการการออกแรงที่ช้าและเร็วภายในความสมบูรณ์ของการเคลื่อนไหวแต่ละครั้ง ยิ่งไปกว่านั้นก็ยากที่จะสังเกตผลของการปรับตัวในผู้ที่ไม่เคยได้รับการฝึก เนื่องจากมีตัวแปรแทรกซ้อนต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อการพัฒนาความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อ (Newton and Kraemer, 1994)

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

4. การปรับตัวของกล้ามเนื้อในองค์ประกอบใดองค์ประกอบหนึ่ง (แรงสูง พลังสูง) จะเกิดขึ้นหลังจากมีพื้นฐานการฝึกความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อเท่านั้น หรืออีกนัยหนึ่งถ้านักกีฬามีพื้นฐานความแข็งแรงเพียงพอแล้ว การพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อโดยการฝึกด้วยน้ำหนักตามประเพณีนิยมก็จะให้ผลไม่ดี ดังนั้นจึงต้องคิดค้นวิธีการฝึกที่เฉพาะเจาะจงมากกว่านี้ (Hakkinen, 1989)

5. การพัฒนาพลังกล้ามเนื้อของนักกีฬาที่เคยได้รับการฝึกมาแล้ว คงจะต้องใช้ยุทธวิธีการฝึกเชิงซ้อน มากกว่าที่จะใช้ตามแนวคิดที่ผ่านมา (Wilson, Newton, Murphy and Humphries, 1993)

6. กีฬาประเภทที่ต้องใช้พลังกล้ามเนื้อจะต้องอาศัยความเร็วและความสัมพันธ์ระหว่างประสาทกับกล้ามเนื้อในการปฏิบัติทักษะกีฬาบางประเภทเป็นการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็วด้วยความแข็งแรง (Speed - strength) ซึ่งต้องการความเร็วมากกว่าความแข็งแรง เช่น วิ่งระยะสั้น กีฬาบางประเภทเป็นการเคลื่อนไหวอย่างแข็งแรงด้วยความเร็ว (Strength - speed) ซึ่งต้องการความแข็งแรงมากกว่าความเร็ว เช่น ยกน้ำหนัก ถึงแม้ว่าจะต้องมีการรวมกันระหว่างกันทั้งความแข็งแรงและความเร็วก็ตาม เปอร์เซ็นต์ของการรวมกันระหว่างจะแตกต่างกันไปตามลักษณะเฉพาะของกีฬาแต่ละประเภท (Yessis, 1994)

การวิจัยในประเทศที่เกี่ยวกับการฝึกด้วยน้ำหนัก

ถาวร กมุทศรี (2541) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ผลของการฝึกยกน้ำหนักในระดับความหนักต่างกันที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อขา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบความแตกต่างของการฝึกยกน้ำหนักในระดับความหนักต่างกันที่ระดับ 60 % 70 % และ 80 % ของหนึ่งอาร์เอ็มที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อขา และความเร็วในการวิ่งระยะทาง 30 เมตร กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนักศึกษาชายระดับปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา วิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล ปีการศึกษา 2540 อายุระหว่าง 18 - 20 ปี โดยการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย จำนวน 40 คน ทดสอบพลังกล้ามเนื้อเหยียดขาข้างที่ถนัด พลังกล้ามเนื้อเหยียดขาข้างที่ไม่ถนัด และความเร็วในการวิ่งระยะทาง 30 เมตร แล้วนำค่าพลังกล้ามเนื้อเหยียดขาข้างที่ถนัด มาแบ่งนักศึกษาออกเป็นกลุ่มที่มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน จำนวน 4 กลุ่ม กลุ่มละ 10 คน

กลุ่มที่ 1 ควบคุม (ร่วมกิจกรรมกีฬาตามปกติ)

กลุ่มที่ 2 ฝึกยกน้ำหนักที่ระดับ 60 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม 40 นาที ในวันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์

กลุ่มที่ 3 ฝึกยกน้ำหนักที่ระดับ 70 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม 40 นาที ในวันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์

กลุ่มที่ 4 ฝึกยกน้ำหนักที่ระดับ 80 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม 40 นาที ในวันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์

ใช้เวลาในการฝึก 9 สัปดาห์ ทั้งนี้ในการยกน้ำหนักจะต้องปฏิบัติอย่างรวดเร็วตามสัญญาณของเครื่องให้จังหวะ โดยมีการควบคุมความหนักด้วยการหาค่าหนึ่งอาร์เอ็ม ทุก 3 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า

1. หลังการฝึกยกน้ำหนักที่ระดับ 60 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม การฝึกยกน้ำหนักที่ระดับ 70 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม และการฝึกยกน้ำหนักที่ระดับ 80 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม เป็นเวลา 9 สัปดาห์ พบว่าค่าเฉลี่ยของพลังกล้ามเนื้อขา ในการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. หลังการฝึกยกน้ำหนักที่ระดับ 60 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม การฝึกยกน้ำหนักที่ระดับ 70 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม และการฝึกยกน้ำหนักที่ระดับ 80 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม เป็นเวลา 9 สัปดาห์ พบว่าค่าเฉลี่ยของพลังกล้ามเนื้อขา ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วิธีการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อตามแนวคิดการรวมกันระหว่างการฝึกพลัยโอเมตริกกับการฝึกด้วยน้ำหนัก

เอบเบน และ วัตต์ (Ebben and Watts , 1998) ได้สำรวจเอกสารต่าง ๆ ที่ได้มีผู้กล่าวถึง การรวมกันระหว่างการฝึกพลัยโอเมตริกกับการฝึกด้วยน้ำหนัก ไว้ดังนี้

ชมิทไบลเชอร์ (Schmidtbleicher , 1992) ลงความเห็นว่า ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อกับพลังกล้ามเนื้อ ไม่ได้แยกจากกันอย่างแท้จริง และพลังกล้ามเนื้อก็เป็นผลจากการใช้วิธีการฝึกเพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้สูงสุด และการฝึกโดยใช้วงจรเหยียด – สั้น

ยัง (Young , 1993) เสนอแนะว่า คนเราต้องการที่จะฝึกทั้งแบบที่ใช้น้ำหนักมาก และแบบที่ใช้น้ำหนักน้อย เพื่อพัฒนาการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็วด้วยความแข็งแรง

วิลสัน และคณะ (Wilson et al , 1993) เสนอแนะว่า การฝึกด้วยน้ำหนักตามประเพณีนิยม การฝึกพลัยโอเมตริก และการฝึกด้วยน้ำหนักแบบเคลื่อนที่ (Dynamic weight training) ควรจะนำมารวมกันระหว่างกันเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเคลื่อนไหวของนักกีฬา

สโตน (Stone , 1993) เตือนว่าในการฝึกจะต้องเน้นไปที่การพัฒนาพลังกล้ามเนื้อและความเร็วในระยะสุดท้ายของการฝึก ซึ่งในการฝึกนั้นจะต้องใช้ความเร็วเฉพาะ และเหมาะสมกับความเร็วในการแข่งขัน ยิ่งไปกว่านั้นการฝึกความแข็งแรงโดยใช้น้ำหนักมากแต่เพียงอย่างเดียวจะทำให้ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นในระยะเริ่มแรกของการฝึก แต่จะมีผลทำให้ลดการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อในระยะหลัง ๆ

นิวตัน และ เครเมอร์ (Newton and Kraemer , 1994) กล่าวว่า วิธีการฝึกแบบผสม (Mixed – method training) กับการฝึกด้วยน้ำหนักแต่เพียงอย่างเดียว สามารถฝึกได้ทั้งความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และความเร็วในการออกแรงของกล้ามเนื้อ ซึ่งเป็นองค์ประกอบของพลังสูงสุดของกล้ามเนื้อ

เยสซิส (Yessis , 1995) กล่าวว่า กีฬาส่วนใหญ่ต้องการการรวมกันระหว่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกับความเร็วในการออกแรงของกล้ามเนื้อ ส่วนจะสัมพันธ์กันเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของกีฬา และตำแหน่งที่เล่น

ชู (Chu , 1996) ได้เน้นย้ำถึงความสัมพันธ์ของการรวมกันระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก และแนะนำว่าการฝึกโดยใช้แรงต้าน ตามอุดมคติแล้วเป็นสิ่งที่คู่กับการฝึกพลัยโอเมตริก

เอบเบน และ วัตต์ (Ebben and Watts , 1998) ได้สำรวจเอกสารต่าง ๆ ที่ได้มีผู้กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักกับการฝึกพลัยโอเมตริก สรุปได้ว่า ก่อนที่จะฝึกพลัยโอเมตริก จำเป็นต้องผ่านการฝึกด้วยน้ำหนักมาก่อน ซึ่งมีผู้เสนอแนะดังนี้

บูเออร์, ธาเยอร์ และโบราส (Bauer, Thayer and Boras, 1990) และ ชู (Chu , 1992) แนะนำให้ฝึกพลัยโอเมตริก หลังจากได้พัฒนาความแข็งแรงพื้นฐานมาแล้ว

ชู (Chu , 1992) แนะนำให้ฝึกพลัยโอเมตริก หลังจากมีประสบการณ์ในการฝึกกระโดดขั้นพื้นฐาน และฝึกด้วยน้ำหนัก (Weight training) มาแล้ว

อัลเลอไฮลิเกน (Allerheiligen , 1994) และ วาเธน (Wathen , 1993) ได้เสนอแนะวิธีการทดสอบความแข็งแรง ในระดับที่ฝึกพลัยโอเมตริก ต่อไปได้ โดยมีเกณฑ์ ดังนี้

ส่วนล่างของร่างกาย - สามารถแบกน้ำหนักย่อตัวได้ 1.5 – 2.5 เท่าของน้ำหนักตัว หรือแบกน้ำหนักย่อตัวด้วยน้ำหนักขนาด 60 % ของน้ำหนักตัว ได้ 5 ครั้ง ภายในเวลาไม่เกิน 5 วินาที

เฮดริค (Hedrick , 1994) แนะนำให้ฝึกพลัยโอเมตริก หลังจากฝึกวิ่งเร็ว และฝึกด้วยน้ำหนักมาแล้ว 4 – 6 สัปดาห์

อัลเลอไฮลิเกน (Allerheiligen , 1994) แนะนำให้ฝึกพลัยโอเมตริก หลังจากฝึกวิ่งเร็ว และฝึกด้วยน้ำหนักมาแล้วหลายสัปดาห์ หรือหลายเดือน

สรุปได้ว่า การฝึกด้วยน้ำหนักเป็นการเตรียมตัวก่อนที่จะฝึกพลัยโอเมตริก เพื่อลดโอกาสของการบาดเจ็บ พัฒนาความแข็งแรงพื้นฐาน และเตรียมระบบกล้ามเนื้อและโครงกระดูก (Musculoskeletal system) ให้รับแรงกระแทกที่หนักได้

การฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่การฝึกด้วยน้ำหนัก

การฝึกพลัยโอเมตริกและการฝึกด้วยน้ำหนักต่างก็เป็นกิจกรรมการฝึกที่มีความหนักอยู่ในระดับสูง ซึ่งในระยะแรกๆมีข้อแนะนำว่าไม่ควรนำมาฝึกในวันเดียวกัน เพราะอาจเกิดการบาดเจ็บได้ ดังนั้น จึงมีการจัดกิจกรรมการฝึกทั้งการฝึกด้วยน้ำหนัก และการฝึกพลัยโอเมตริกให้อยู่สลับวันกัน

ในระยะหลังๆมีการศึกษาถึงผลการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่การฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่การฝึกด้วยน้ำหนัก ซึ่งมีการฝึกในวันเดียวกันในลักษณะที่ใช้โปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนักก่อนแล้วตามด้วยโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริก หรือใช้โปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกก่อนแล้วตามด้วยโปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนัก ซึ่งพบว่า มีผลให้พลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นมากกว่าการฝึกด้วยน้ำหนัก หรือการฝึกพลัยโอเมตริกเพียงอย่างเดียว

ข้อดีของการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่การฝึกด้วยน้ำหนัก

1. ใช้ประโยชน์จากข้อดีของการฝึกด้วยน้ำหนักและข้อดีของการฝึกพลัยโอเมตริกในการฝึกแต่และครั้ง เพื่อให้การพัฒนาของพลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น
2. กล้ามเนื้อได้รับกิจกรรมการฝึกที่หลายหลาก ซึ่งจะมีการปรับตัวเพื่อพัฒนาได้ดีกว่าการใช้กิจกรรมการฝึกแบบเดียวซ้ำๆกัน

ข้อเสียของการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่การฝึกด้วยน้ำหนัก

1. ใช้เวลาในการฝึกเพิ่มขึ้น ถ้าใช้การฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่การฝึกด้วยน้ำหนัก หรือการฝึกด้วยน้ำหนักควบคู่การฝึกพลัยโอเมตริก ในปริมาณการฝึกเท่ากับการฝึกด้วยน้ำหนักเพียงอย่างเดียว รวมกับการฝึกพลัยโอเมตริกเพียงอย่างเดียว
2. ยังไม่มีการศึกษาว่าจะใช้สัดส่วนอย่างไรของการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่การฝึกด้วยน้ำหนักจึงจะมีประสิทธิภาพมากที่สุด

สรุป

การใช้โปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนักก่อนแล้วตามด้วยโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริก หรือ ใช้โปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกก่อนแล้วตามด้วยโปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนักนั้น ความเมื่อยล้าที่เกิดจากโปรแกรมการฝึกก่อน จะมีผลกระทบต่อโปรแกรมการฝึกหลัง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง

การใช้โปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนักก่อน ทั้งนี้โปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกที่ฝึกหลัง จะต้องปฏิบัติด้วยความรวดเร็วโดยที่กล้ามเนื้อไม่อยู่ในสภาวะเมื่อยล้า

การวิจัยในต่างประเทศที่เกี่ยวกับการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่การฝึกด้วยน้ำหนัก

คลัทช์ วิลตัน แมคกอว์น และไบรซ์ (Clutch , Wilton , McGown and Bryce , 1983) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ผลของเด็พธ์จัมพ์ และการฝึกด้วยน้ำหนักที่มีต่อความแข็งแรงของขาและการกระโดดขึ้นในแนวดิ่ง กลุ่มตัวอย่างประชากรจำนวน 32 คน ซึ่งเป็นนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการฝึกด้วยน้ำหนัก จำนวน 16 คน และนักกีฬาวอลเลย์วอลชายของมหาวิทยาลัย จำนวน 16 คน แล้วแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม โดยการสุ่ม (randomly assigned)

กลุ่มที่ 1 ฝึกเด็พธ์จัมพ์ควบคู่การฝึกด้วยน้ำหนัก

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 (Parailel Squat)ความหนัก 80 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม 6 ครั้ง 3 ชุด

กลุ่มที่ 2 ฝึกด้วยน้ำหนักอย่างเดียว

ฝึกด้วยน้ำหนักท่าเดดลิฟท์ นอนดันบนม้านั่ง และแบกน้ำหนักย่อตัวให้ต้นขาขนานกับพื้น ความหนัก 80 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม 6 ครั้ง 3 ชุด

ทำการฝึก 2 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 16 สัปดาห์ สำหรับนักกีฬาวอลเลย์บอลนั้นมีการฝึกกีฬาวอลเลย์บอลเพิ่มเติมอีก 5 วันต่อสัปดาห์ วันละ 2 ชั่วโมงครึ่ง ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มที่ฝึกด้วยน้ำหนักอย่างเดียว (ไม่ได้ฝึกเด็พธ์จัมพ์ หรือไม่ได้ฝึกกีฬาวอลเลย์บอล) จะมีความสามารถในการกระโดดขึ้นในแนวดิ่งไม่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนกลุ่มที่ฝึกเด็พธ์จัมพ์ควบคู่การฝึกด้วยน้ำหนักหรือฝึกด้วยน้ำหนักอย่างเดียว แต่มีการฝึกกีฬาวอลเลย์บอลเพิ่มเติมจะมีความสามารถในการกระโดดขึ้นในแนวดิ่งเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ (Kritpet, 1988) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการฝึกด้วยน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัวและพลัยโอเมตริกเป็นเวลา 6 สัปดาห์ ที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อ กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนักศึกษาชาย 15 คน และหญิง 2 คน ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการฝึก

ด้วยน้ำหนักขั้นสูง ในภาคฤดูหนาว นักศึกษา 9 คน ฝึกด้วยน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัว และอีก 8 คน ฝึกด้วยน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัวควบคู่พลัยโอเมตริกท่าเด็พธ์จัมพ์ และ บ็อกซ์จัมพ์ ดังนี้

กลุ่มที่ฝึกด้วยน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัว

สัปดาห์ที่ 1 – 2	70 %	ของความสามารถ	8 – 10	ครั้ง	3 ชุด
สัปดาห์ที่ 3 – 4	80 %	ของหนึ่งอาร์เอ็ม	5	ครั้ง	3 ชุด
สัปดาห์ที่ 5 – 6	90 %	ของหนึ่งอาร์เอ็ม	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 ผลการวิจัย พบว่า

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

2. หลังการฝึกด้วยน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัวควบคู่พลัยโอเมตริก เป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่า ค่าเฉลี่ยของพลังกล้ามเนื้อขาในการกระโดดขึ้นในแนวดิ่งที่ทดสอบได้ก่อนและหลังการทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. หลังการฝึกด้วยน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัว และการฝึกด้วยน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัวควบคู่พลัยโอเมตริก เป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่า ค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อขาท่อนบนด้านหน้ามีการเปลี่ยนแปลงดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ดุคและเบนอีลิยาฮู (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

อดัมส์, โอชี, โอชี และคลิมสไตน์ (1992) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ผลของการฝึกด้วยน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัว พลัยโอเมตริก และ การฝึกด้วยน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัวควบคู่พลัยโอเมตริก เป็นเวลา 6 สัปดาห์ ที่มีผลต่อพลังกล้ามเนื้อ กลุ่มตัวอย่างประชากร จำนวน 48 คน ทดสอบความสามารถในการกระโดดขึ้นในแนวดิ่ง แล้วแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม เท่าๆกัน ดังนี้

กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มควบคุม

กลุ่มที่ 2 ฝึกด้วยน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัวอย่างเดียว

กลุ่มที่ 3 ฝึกพลัยโอเมตริกอย่างเดียว

กลุ่มที่ 4 ฝึกด้วยน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัวควบคู่พลัยโอเมตริก

ทำการฝึก 2 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 6 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่ 4 ที่ฝึกด้วยน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัวควบคู่พลัยโอเมตริก พัฒนาพลังกล้ามเนื้อขาในการกระโดดขึ้นในแนวดิ่งได้ดีที่สุด

ลัวเบอร์ (1993) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ผลของการฝึกพลัยโอเมตริก ที่มีต่อความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อขา เพื่อเปรียบเทียบกับการฝึกด้วยน้ำหนัก การฝึกพลัยโอเมตริก และการฝึกด้วยน้ำหนักควบคู่พลัยโอเมตริก กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนักศึกษาหญิงของมหาวิทยาลัยมิชิแกน จำนวน 39 คน ทดสอบความสามารถในการยืนกระโดดในแนวดิ่ง แล้วแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มควบคุม

กลุ่มที่ 2 ฝึกด้วยน้ำหนักควบคู่พลัยโอเมตริก

กลุ่มที่ 3 ฝึกด้วยน้ำหนักอย่างเดียว

กลุ่มที่ 4 ฝึกพลัยโอเมตริกอย่างเดียว

ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่ 2 ที่ฝึกด้วยน้ำหนักควบคู่พลัยโอเมตริก มีพลังกล้ามเนื้อขาในการกระโดดขึ้นในแนวดิ่งดีที่สุด

การวิจัยในประเทศที่เกี่ยวกับการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่การฝึกด้วยน้ำหนัก

พรหมเมศ จักษุรักษ์ (2535) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ผลของการฝึกเสริมด้วยน้ำหนักและพลัยโอเมตริก ที่มีต่อความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อของนักกีฬารักบี้ฟุตบอล โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลของการเสริมการฝึกด้วยน้ำหนัก และการเสริมการฝึกพลัยโอเมตริกที่มีต่อความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อของนักกีฬารักบี้ฟุตบอล กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนักกีฬารักบี้ฟุตบอลระดับเยาวชนทีมชาติ และระดับโรงเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในโรงเรียนเตรียมทหาร ปีการศึกษา 2534 มีอายุระหว่าง 16 – 19 ปี จำนวน 40 คน ทดสอบความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อ แล้วแบ่งนักกีฬาออกเป็นกลุ่มที่มีความสามารถเท่ากัน 4 กลุ่ม กลุ่มละ 10 คน

กลุ่มที่ 1 ฝึกเสริมด้วยน้ำหนัก 30 นาที แล้วฝึกแบบปกติอีก 1 ชั่วโมง ในวันจันทร์ วันพุธ และวันพฤหัสบดี

กลุ่มที่ 2 ฝึกเสริมด้วยพลัยโอเมตริก 30 นาทีแล้วฝึกแบบปกติอีก 1 ชั่วโมง ในวันจันทร์ วันพุธ และวันพฤหัสบดี

กลุ่มที่ 3 ฝึกเสริมด้วยน้ำหนักควบคู่กับพลัยโอเมตริก 30 นาที (โดยฝึกพลัยโอเมตริกก่อน) ทั้งนี้จะลดจำนวนชุดของการฝึกเสริมด้วยน้ำหนัก และการฝึกเสริมด้วยพลัยโอเมตริก ให้จำนวนครั้งของท่าฝึกในการฝึกเสริมทั้งหมดในแต่ละแบบเท่ากับครึ่งหนึ่งของจำนวนเดิม 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 และพลังกล้ามเนื้อแขนและไหล่ ในการทดสอบก่อนและหลังการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

2. หลังการฝึกเสริมด้วยพลัยโอเมตริก เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าค่าเฉลี่ยของพลังกล้ามเนื้อแขนและไหล่ ในการทดสอบก่อนและหลังการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

3. หลังการฝึกเสริมด้วยน้ำหนักควบคู่กับพลัยโอเมตริก เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า ค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนซ้ายและแขนขวา ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา พลังกล้ามเนื้อขา และพลังกล้ามเนื้อแขนและไหล่ ในการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

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

5. หลังการฝึกเสริมด้วยน้ำหนัก การฝึกเสริมด้วยพลัยโอเมตริก การฝึกเสริมด้วยน้ำหนักควบคู่กับพลัยโอเมตริก และการฝึกแบบปกติเป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า ค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .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 เมตร จะเพิ่มขึ้นจาก 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 แล้วฝึกทักษะกรีฑาวิ่ง 200 เมตร อีก 50 นาที ในวันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์ ส่วนในวันอังคาร และวันพฤหัสบดี ให้ฝึกทักษะกรีฑาวิ่ง 200 เมตร 55 นาที

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

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

ทั้งนี้การฝึกทักษะกรีฑาวิ่ง 200 เมตร จะเพิ่มขึ้นจาก 50 นาที เป็น 55 นาที และจาก 55 นาที เป็น 60 นาที ในสัปดาห์ที่ 11 และ 12

โปรแกรมการฝึกทุ่มน้ำหนัก

1. กลุ่มฝึกเสริมด้วยพลัยโอเมตริก ฝึกทักษะทุ่มน้ำหนัก 50 นาที ฝึกด้วยน้ำหนัก 30 นาที แล้วฝึกแบบพลัยโอเมตริก 25 นาที ในวันจันทร์ และวันศุกร์ ฝึกด้วยน้ำหนัก 30 นาที ฝึกแบบพลัยโอ-เมตริก 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 แล้วฝึกทักษะทุ่มน้ำหนัก 50 นาที ในวันอังคารและวันพฤหัสบดี ส่วนในวันพุธ ให้ฝึกทักษะทุ่มน้ำหนัก 50 นาที

3. กลุ่มควบคุม ฝึกทักษะทุ่มน้ำหนัก 50 นาที แล้วฝึกด้วยน้ำหนัก 55 นาที ในวันจันทร์ 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 ในวันอังคาร และวันพฤหัสบดี ส่วนในวันพุธ ให้ฝึกทักษะขว้างจักร 50 นาที

2. กลุ่มฝึกเสริมด้วยไอโซคิเนติก ฝึกทักษะขว้างจักร 50 นาที ฝึกด้วยน้ำหนัก 30 นาที แล้วฝึกแบบไอโซคิเนติก 10 นาที ในวันจันทร์ และวันศุกร์ ฝึกด้วยน้ำหนัก 30 นาที ฝึกแบบไอโซคิเนติก 10 นาที แล้วฝึกทักษะขว้างจักร 50 นาที ในวันอังคาร และวันพฤหัสบดี ส่วนในวันพุธให้ฝึกทักษะขว้างจักร 50 นาที

3. กลุ่มควบคุม ฝึกทักษะขว้างจักร 50 นาที แล้วฝึกด้วยน้ำหนัก 55 นาที ในวันจันทร์ 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 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

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

3. โปรแกรมการฝึกนักกรีฑาของสมาคมกรีฑาสมัครเล่นแห่งประเทศไทย มีผลต่อความสามารถในการทุ่มน้ำหนักดีกว่าโปรแกรมการฝึกนักกรีฑาด้วยการเสริมวิธีการฝึกแบบพลัยโอเมตริก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 และ 12 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และดีกว่าโปรแกรมการฝึกนักกรีฑาด้วยการเสริมวิธีการฝึกแบบไอโซคิเนติก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 12 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. โปรแกรมการฝึกนักกรีฑาด้วยการเสริมวิธีการฝึกแบบพลัยโอเมตริก โปรแกรมการฝึกนักกรีฑาด้วยการเสริมวิธีการฝึกแบบไอโซคิเนติก และโปรแกรมการฝึกนักกรีฑาของสมาคมกรีฑาสมัครเล่นแห่งประเทศไทย มีผลต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อดีกว่าโปรแกรมการฝึกนักกรีฑาด้วยการเสริมวิธีการฝึกแบบพลัยโอเมตริก และโปรแกรมการฝึกนักกรีฑาด้วยการเสริมการฝึกแบบไอโซคิเนติก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ภูสิต ถาดา (2540) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การเปรียบเทียบผลระหว่างการฝึกเสริมไอโซโทนิกควบคู่พลัยโอเมตริกกับไอโซโทนิก ไอโซเมตริกควบคู่กับพลัยโอเมตริก ที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อขาและแขน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลและเปรียบเทียบผลระหว่างการฝึกเสริมไอโซโทนิกควบคู่พลัยโอเมตริกกับไอโซโทนิก ไอโซเมตริกควบคู่กับพลัยโอเมตริก ที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อขาและแขน กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนักกีฬาฟุตบอล และรักบี้ฟุตบอล ของวิทยาลัยพลศึกษาจังหวัดมหาสารคาม ปีการศึกษา 2540 มีอายุระหว่าง 18 – 22 ปี โดยวิธีการสุ่มแบบเจาะจง จำนวน 65 คน ทดสอบพลังกล้ามเนื้อขาและแขน นำผลการทดสอบมาเรียงลำดับตั้งแต่ 1 ถึง 65 แล้วตัดนักกีฬาที่มีพลังกล้ามเนื้อขาและแขนที่ดีที่สุดและต่ำที่สุด 10 ลำดับแรกและหลังออก คัดเอาลำดับที่ 11 – 55 จำนวน 45 คน แล้วแบ่งนักกีฬาออกเป็น 3 กลุ่ม โดยการสุ่มแบบกำหนดลงกลุ่มละ 15 คน แล้วนำทั้ง 3 กลุ่ม มาทำการสุ่มอย่างง่ายเพื่อการเลือกโปรแกรมฝึก ดังนี้

1. กลุ่มควบคุม ฝึกแบบปกติ 90 นาที ในวันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์

2. กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกเสริมด้วยน้ำหนักแบบไอโซโทนิกควบคู่พลัยโอเมตริก 30 นาที (โดยฝึกพลัยโอเมตริกก่อน) แล้วฝึกปกติอีก 60 นาที ในวันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์

3. กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกเสริมด้วยน้ำหนักแบบไอโซโทนิก, แบบไอโซเมตริกควบคู่พลัยโอเมตริก 30 นาที (โดยฝึกพลัยโอเมตริกก่อน) แล้วฝึกปกติอีก 60 นาที ในวันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์

ใช้เวลาในการฝึก 6 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า

1. หลังการฝึกแบบปกติและฝึกเสริมด้วยน้ำหนักแบบไอโซโทนิกควบคู่พลัยโอเมตริก การฝึกแบบปกติและฝึกเสริมด้วยน้ำหนักแบบไอโซโทนิก ไอโซเมตริกควบคู่พลัยโอเมตริก เป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่า พลังกล้ามเนื้อขาและแขน ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาและแขนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. หลังการฝึกแบบปกติและฝึกเสริมด้วยน้ำหนักแบบไอโซโทนิกควบคู่พลัยโอเมตริก ฝึกแบบปกติและฝึกเสริมด้วยน้ำหนักแบบไอโซโทนิก ไอโซเมตริกควบคู่พลัยโอเมตริก เป็นเวลา

6 สัปดาห์ พบว่า ค่าเฉลี่ยพลังกล้ามเนื้อขาและแขนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ พบว่า ค่าเฉลี่ย ลังกล้ามเนื้อขาและแขนของกลุ่มควบคุม ซึ่งฝึกแบบปกติกับกลุ่มทดลองที่ 2 ซึ่งฝึกแบบปกติและฝึกเสริมด้วยน้ำหนักแบบไอโซโทนิก, ไอโซเมตริกควบคู่พลัยโอเมตริก มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนกลุ่มควบคุมซึ่งฝึกแบบปกติกับกลุ่มทดลองที่ 1 ซึ่งฝึกแบบปกติและฝึกเสริมด้วยน้ำหนักแบบไอโซโทนิก ควบคู่พลัยโอเมตริก ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และพบว่า กลุ่มทดลองที่ 1 กับกลุ่มทดลองที่ 2 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. หลังการฝึกแบบปกติ การฝึกเสริมด้วยน้ำหนักแบบไอโซโทนิกควบคู่พลัยโอเมตริก และการฝึกเสริมด้วยน้ำหนักแบบไอโซโทนิก ไอโซเมตริกควบคู่พลัยโอเมตริก เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาและแขนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิตที่ระดับ .05 และเมื่อทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ พบว่า ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาและแขนของกลุ่มควบคุม ซึ่งฝึกแบบปกติกับกลุ่มทดลองที่ 1 ซึ่งฝึกแบบปกติ และฝึกเสริมด้วยน้ำหนักแบบไอโซโทนิกควบคู่พลัยโอเมตริก และกับกลุ่มทดลองที่ 2 ซึ่งฝึกแบบปกติและฝึกเสริมด้วยน้ำหนักแบบไอโซโทนิก, ไอโซเมตริกควบคู่พลัยโอเมตริก มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และพบว่า กลุ่มทดลองที่ 1 กับกลุ่มทดลองที่ 2 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 4 สรุปผลการวิจัยเกี่ยวกับการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่การฝึกด้วยน้ำหนัก

ชื่อผู้วิจัย ปี พ.ศ. หรือ ค.ศ.	วิธีการทดลอง	ระยะเวลา (สัปดาห์)	ผลการทดลอง
<u>การวิจัยในต่างประเทศ</u> คลัทช์ วิลตัน แมคกอว์นและไบรซ์ (1983)	กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการฝึกด้วยน้ำหนัก 16 คน และนักกีฬาวอลเลย์บอลชายของมหาวิทยาลัย 16 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ฝึกเด็พธ์จัมพ์ควบคู่การฝึกด้วยน้ำหนัก กลุ่มที่ 2 ฝึกด้วยน้ำหนักอย่างเดียว โดยที่นักกีฬาวอลเลย์บอลมีการฝึกกีฬาวอลเลย์บอล 5 วันต่อสัปดาห์ วันละ 2 ชั่วโมงครึ่ง	16	พบว่า กลุ่มที่ฝึกเด็พธ์จัมพ์ควบคู่การฝึกด้วยน้ำหนักหรือการฝึกด้วยน้ำหนักอย่างเดียว แต่มีการฝึกวอลเลย์บอลเพิ่มเติมจะมีความสามารถในการกระโดดขึ้นในแนวดิ่งเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ (1988)	กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการฝึกด้วยน้ำหนักขั้นสูง เป็นชาย 15 คน หญิง 2 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ฝึกด้วยน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัว กลุ่มที่ 2 ฝึกด้วยน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัวควบคู่พลัยโอเมตริก ท่าเด็พจัมพ์ และบ็อกซ์จัมพ์	6	พบว่า ทั้งสองกลุ่มมีพลังกล้ามเนื้อขาในการกระโดดขึ้นในแนวดิ่งไม่แตกต่างกันที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่หลังการฝึกด้วยน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัวควบคู่พลัยโอเมตริก พลังกล้ามเนื้อขาในการกระโดดขึ้นในแนวดิ่งเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ชื่อผู้วิจัย ปี พ.ศ. หรือ ค.ศ.	วิธีการทดลอง	ระยะเวลา (สัปดาห์)	ผลการทดลอง
ดุคและเบนอีลิยาฮู (1992)	กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาระดับมหาวิทยาลัย จำนวน 10 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ฝึกด้วยน้ำหนักอย่างเดียว กลุ่มที่ 2 ฝึกด้วยน้ำหนักควบคู่การฝึกพลัยโอเมตริก ทำการฝึก 3 วันต่อสัปดาห์	6	พบว่า กลุ่มที่ 2 ที่ฝึกด้วยน้ำหนักควบคู่การฝึกพลัยโอ-เมตริกพัฒนาความสามารถในการกระโดดขึ้นในแนวดิ่งได้ดีกว่า
อดัมส์ และคณะ (1992)	กลุ่มตัวอย่างไม่ได้เป็นนักกีฬา จำนวน 48 คน แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุม กลุ่มที่ 2 ฝึกด้วยน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัวอย่างเดียว กลุ่มที่ 3 ฝึกพลัยโอเมตริกอย่างเดียว กลุ่มที่ 4 ฝึกด้วยน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัวควบคู่พลัยโอเมตริก ทำการฝึก 2 วันต่อสัปดาห์	6	พบว่า กลุ่มที่ 4 ที่ฝึกด้วยน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัวควบคู่ฝึกพลัยโอเมตริกพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขาในการกระโดดขึ้นในแนวดิ่งได้ดีที่สุด

ชื่อผู้วิจัย ปี พ.ศ. หรือ ค.ศ.	วิธีการทดลอง	ระยะเวลา (สัปดาห์)	ผลการทดลอง
ลัวเบอร์ (1993)	กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาหญิง จำนวน 39 คน แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุม กลุ่มที่ 2 ฝึกด้วยน้ำหนักควบคู่ฝึกพลัยโอเมตริก กลุ่มที่ 3 ฝึกด้วยน้ำหนักอย่างเดียว กลุ่มที่ 4 ฝึกพลัยโอเมตริกอย่างเดียว	ไม่ปรากฏ	พบว่า กลุ่มที่ 2 ที่ฝึกด้วยน้ำหนักควบคู่พลัยโอเมตริกมีพลังกล้ามเนื้อขาในการกระโดดขึ้นในแนวดิ่งดีที่สุด
<u>การวิจัยในประเทศ</u> พรหมเมศ จักษุรักษ์ (2535)	กลุ่มตัวอย่างเป็นนักรักบี้ฟุตบอลระดับเยาวชนทีมชาติและระดับโรงเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในโรงเรียนเตรียมทหาร จำนวน 40 คน กลุ่มที่ 1 ฝึกเสริมด้วยน้ำหนัก กลุ่มที่ 2 ฝึกเสริมด้วยพลัยโอเมตริก กลุ่มที่ 3 ฝึกเสริมด้วยน้ำหนักควบคู่กับพลัยโอเมตริก กลุ่มที่ 4 ฝึกแบบปกติ	8	พบว่า ทั้ง 4 กลุ่มมีค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและพลังกล้ามเนื้อไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ชื่อผู้วิจัย ปี พ.ศ. หรือ ค.ศ.	วิธีการทดลอง	ระยะเวลา (สัปดาห์)	ผลการทดลอง
วันชัย บุญรอด (2538)	กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตภาควิชาพลศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 84 คน แบ่งออกเป็น 12 กลุ่ม กลุ่มควบคุม 4 กลุ่ม ทำการฝึกตามโปรแกรมการฝึกของสมาคมกรีฑาฯ กลุ่มทดลอง 8 กลุ่ม 4 กลุ่ม ฝึกตามโปรแกรมการฝึกของสมาคมกรีฑาฯ และเสริมด้วยพลัยโอเมตริก 4 กลุ่ม ฝึกตามโปรแกรมการฝึกของสมาคมกรีฑาฯ และเสริมด้วยไอโซคิเนติก ฝึกกรีฑา 4 ประเภท คือ วิ่ง 100 เมตร, วิ่ง 200 เมตร, ทุ่มลูกน้ำหนัก และขว้างจักร	12	พบว่า โปรแกรมการฝึกนักกรีฑาด้วยการเสริมวิธีการฝึกพลัยโอเมตริก และไอโซคิเนติกมีผลต่อความเร็วในการวิ่ง 200 เมตร ดีกว่าโปรแกรมการฝึกของสมาคมกรีฑาฯ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และโปรแกรมการฝึกของสมาคมกรีฑาฯ มีผลต่อความสามารถในการทุ่มลูกน้ำหนักดีกว่าโปรแกรมการฝึกนักกรีฑาด้วยการเสริมวิธีการฝึกพลัยโอเมตริกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนการวิ่ง 100 เมตรและขว้างจักรไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ชื่อผู้วิจัย ปี พ.ศ. หรือ ค.ศ.	วิธีการทดลอง	ระยะเวลา (สัปดาห์)	ผลการทดลอง
ภูสิต ถาดา (2540)	กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักกีฬาฟุตบอลและรักบี้ฟุตบอลของวิทยาลัยพลศึกษาจังหวัดมหาสารคาม จำนวน 45 คน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุม กลุ่มที่ 2 ฝึกเสริมด้วยน้ำหนักแบบไอโซโทนิกควบคู่พลัยโอเมตริก กลุ่มที่ 3 ฝึกเสริมด้วยน้ำหนักแบบไอโซโทนิก,แบบไอโซเมตริกควบคู่พลัยโอเมตริก	6	พบว่า ค่าเฉลี่ยพลังกล้ามเนื้อขาและแขนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษาผลการวิจัยที่เกี่ยวกับการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่การฝึกด้วยน้ำหนัก จะเห็นได้ว่า การวิจัยที่เกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวนั้น เป็นการฝึกที่ได้รวมเอาวิธีการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่การฝึกด้วยน้ำหนักไว้ในโปรแกรมการฝึกอย่างชัดเจนซึ่งจากการประมวลงานวิจัยในต่างประเทศและในประเทศก็พบว่า ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองอยู่ระหว่าง 6 –16 สัปดาห์ และจากการฝึกเป็นเวลา 6 สัปดาห์ ก็พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก

เป็นการรวมกันในลักษณะที่เป็นรูปแบบหนึ่งของการฝึกพลัยโอเมตริก แต่ใช้น้ำหนักภายนอกเพิ่มเข้าไป โดยใช้ความหนัก 30% ของความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ ซึ่งนำข้อค้นพบจากการวิจัยเกี่ยวกับการฝึกด้วยน้ำหนัก ที่ระบุว่าน้ำหนัก 30 % ของความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อมีผลให้พลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นมากที่สุด (Kaneko et al., 1983) ผลการวิจัยพบว่ามีผลทำให้พลังกล้ามเนื้อขาเพิ่มขึ้นมากกว่าการฝึกด้วยน้ำหนักหรือการฝึกพลัยโอเมตริก แต่เพียงอย่างเดียว และยังได้เรียกวิธีการฝึกแบบนี้ว่า การฝึกแบบพลังสูงสุด (Wilson et al., 1993)

นิวตัน และ เครเมอร์ (Newton and Kraemer, 1994) ได้อ้างถึงการค้นพบของคาเนโกะและคณะ (Kaneko et al., 1983) ที่พบว่า พลังกล้ามเนื้อสูงสุดเกิดจากการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบความยาวสั้นลง โดยการฝึกด้วยน้ำหนักที่ใช้ความหนัก 30 % ของความแข็งแรงสูงสุด ด้วยความเร็วมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ และจากการค้นพบของ ฟอล์คเนอร์ คลาฟลิน และแมคคัลลี (Faulkner, Claflin and McCully, 1986) ที่พบว่า พลังกล้ามเนื้อสูงสุดเกิดจากการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบความยาวลดลง โดยการฝึกด้วยน้ำหนักที่ใช้ความหนัก 30 % ของความแข็งแรงสูงสุดนั้น ความเร็วของการออกแรงของกล้ามเนื้อจะมีค่าประมาณ 30 % ของความเร็วสูงสุด

ข้อดีของการฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก

1. ใช้เวลาในการฝึกเพื่อพัฒนาพลังกล้ามเนื้อน้อยกว่าการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่การฝึกด้วยน้ำหนัก

2. กิจกรรมการฝึกมีลักษณะการฝึกพลัยโอเมตริกเป็นหลัก โดยมีการฝึกด้วยน้ำหนักช่วยเสริม ซึ่งใช้ข้อดีของการฝึกด้วยน้ำหนักโดยใช้น้ำหนักที่มีผลให้พลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นมากที่สุดกับข้อดีของการฝึกพลัยโอเมตริกที่มีการเคลื่อนไหวด้วยอัตราความเร็วสูง และมีการเร่งความเร็วตลอดช่วงของการเคลื่อนไหว

3. ให้ผลในการพัฒนาความสามารถในการเคลื่อนไหวทางกีฬาได้ดีกว่าการฝึกด้วยน้ำหนักตามแบบที่ใช้ทั่วไป หรือการฝึกพลัยโอเมตริกแต่เพียงอย่างเดียว

ข้อเสียของการฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก

1. การใช้น้ำหนัก 30 % ของความแข็งแรงสูงสุดแล้วปฏิบัติในลักษณะพลัยโอเมตริกที่แท้จริงแล้ว ทำให้เกิดแรงกระแทกมากขึ้นในขณะสัมผัสพื้น ซึ่งจะมีอัตราเสี่ยงจากการบาดเจ็บสูงขึ้น นอกจากนั้นยังทำให้ช่วงเวลาของการสัมผัสพื้นเพิ่มขึ้น และความเร็วในการปฏิบัติลดลงอีกด้วย

2. มีความจำกัดเกี่ยวกับท่าฝึกซึ่งไม่สามารถใช้ท่าฝึกของพลัยโอเมตริกได้ทุกท่า เนื่องจากมีการใช้น้ำหนัก 30 % ของความแข็งแรงสูงสุดเพิ่มเข้าไป โดยเฉพาะท่าที่มีการเคลื่อนที่ และการทดสอบความแข็งแรงสูงสุดก็จะต้องทดสอบด้วยท่าการฝึกด้วยน้ำหนักก่อนจึงจะนำไปใช้กับท่าการฝึกพลัยโอเมตริกที่ใช้กล้ามเนื้อกลุ่มเดียวกัน

สรุป

1. การฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนักเหมาะสำหรับนักกีฬาที่ผ่านการฝึกความแข็งแรงพื้นฐานมาอย่างดีแล้วเท่านั้น นอกจากนั้นจะต้องนำมาใช้ในระยะของการฝึกซ้อมที่เหมาะสมอีกด้วย

2. การฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนักพัฒนาความสามารถในการวิ่ง 30 เมตร ได้ดีที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับการฝึกด้วยน้ำหนักตามประเพณีนิยมและการฝึกพลัยโอเมตริก

การวิจัยในต่างประเทศที่เกี่ยวกับการฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก

วิลสัน นิวตัน เมอร์ฟี และ ฮัมฟรีส์ (Wilson, Newton, Murphy and Humphries, 1993) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ภาระงานของการฝึกที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการพัฒนาความสามารถในการเคลื่อนไหวทางกีฬา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบวิธีการฝึก 3 แบบ ที่มีผลต่อการพัฒนาความสามารถในการเคลื่อนไหวทางกีฬาในลักษณะของการวิ่ง การกระโดด และการขี่จักรยาน กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นผู้ที่อยู่ในระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนัก มีประสบการณ์ในการฝึกมาแล้วไม่ต่ำกว่า 1 ปี และสามารถแบกน้ำหนักย่อตัวได้มากกว่าน้ำหนักตัว จำนวน 64 คน ทดสอบความสามารถในการเคลื่อนไหวทางกีฬา ประกอบด้วย

— ยืนกระโดดสูงในลักษณะย่อตัวลงแล้วกระโดดขึ้นทันที (Countermovement jump)

- ยืนกระโดดสูงในลักษณะย่อตัวลงค้างไว้แล้วกระโดด
  (Static jump)
- แรงเหยียดขาแบบไอโซคิเนติก
  (Isokinetic leg extension)
- วิ่ง 30 เมตร
  (30 – m sprint)
- พลังสูงสุดในการขี่จักรยาน 6 วินาที
  (6 – s Cycle peak power)
- 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 ให้ทำกิจกรรมในชีวิตประจำวันตามปกติ ตลอด 10 สัปดาห์

ทดสอบความสามารถในการเคลื่อนไหวทางกีฬา หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 5 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 10 ผลการวิจัยพบว่า

1. หลังการฝึกเป็นเวลา 5 สัปดาห์ พบว่าค่าเฉลี่ยของความสามารถในการยืนกระโดดสูงใน ลักษณะย่อตัวลงแล้วกระโดดขึ้นทันที ของกลุ่มที่ 3 ซึ่งฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนักเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และหลังการฝึก 10 สัปดาห์ พบว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มที่ 1 ซึ่งฝึกด้วยน้ำหนักตามแบบที่ใช้ทั่วไป กลุ่มที่ 2 ซึ่งฝึกพลัยโอเมตริกและกลุ่มที่ 3 ซึ่งฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. หลังการฝึกเป็นเวลา 5 สัปดาห์ พบว่า ค่าเฉลี่ยของความสามารถในการยืนกระโดดสูง ในลักษณะย่อตัวลงค้างไว้แล้วกระโดด ของกลุ่มที่ 3 ซึ่งฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนักเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และหลังการฝึก 10 สัปดาห์ พบว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มที่ 1 ซึ่งฝึกด้วยน้ำหนักตามแบบที่ใช้ทั่วไป 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 และ 10 สัปดาห์ พบว่า ค่าเฉลี่ยของพลังสูงสุดในการขี่จักรยาน 6 วินาที ของกลุ่มที่ 1 ซึ่งฝึกด้วยน้ำหนักตามแบบที่ใช้ทั่วไป และกลุ่มที่ 3 ซึ่งฝึกแบบพลังสูงสุด เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

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

อนึ่ง แรงสูงสุดแบบไอโซเมตริกในท่าแบกน้ำหนักย่อตัว และอัตราการพัฒนาแรงไม่สามารถทำการทดสอบหลังการฝึกเป็นเวลา 10 สัปดาห์ได้ เนื่องจากผู้รับการทดลองเกิดอาการบาดเจ็บในขณะทดสอบหลังการฝึกเป็นเวลา 5 สัปดาห์

ตารางที่ 5 สรุปการพัฒนาของความสามารถในการเคลื่อนไหวทางกีฬา 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

* $P < .05$

** $P < .01$

จากการศึกษาผลการวิจัยที่เกี่ยวกับการฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก จะเห็นได้ว่าความสามารถในการเคลื่อนไหวทางกีฬาบางประการมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นภายใน 5 สัปดาห์ ความสามารถในการเคลื่อนไหวทางกีฬาบางประการมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นภายใน 10 สัปดาห์

การฝึกเชิงซ้อน

ชู (Chu , 1996) กล่าวว่า ในร่างกายมนุษย์นั้น มีทั้งเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็ว และเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้า เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้า เรียกว่า ชนิด I ซึ่งสามารถออกแรงเกือบสูงสุดได้ในระยะเวลานาน เป็นเส้นใยกล้ามเนื้อที่ใช้ในการทำงานแบบใช้ออกซิเจน เช่น การวิ่งระยะไกล เป็นต้น เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วนั้น แบ่งออกเป็นชนิด IIa และ ชนิด IIb ซึ่งสามารถออกแรงสูงสุดได้ในระยะเวลาอันสั้น เป็นเส้นใยกล้ามเนื้อที่ใช้ในการทำงานแบบใช้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและพลังกล้ามเนื้อ เช่น นักกีฬาฟุตบอล และนักวิ่งระยะสั้น เป็นต้น ความแตกต่างระหว่างเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วทั้งสองชนิดนี้ก็คือ ชนิด IIa มีความอดทนในการหดตัวมากกว่า ในขณะที่ชนิด IIb มีความเร็วในการหดตัวมากกว่า ในกีฬาหลายชนิดที่เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วทั้งสองชนิดที่ถูกใช้งาน ซึ่ง ชนิด IIb จะหดตัวก่อน เมื่อเกิดความเมื่อยล้าแล้ว ชนิด IIa ก็จะหดตัวแทนต่อไป นอกจากนั้นยังมีเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด IIc ซึ่งสามารถพัฒนาให้ทำงานได้ทั้งแบบเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็ว และแบบเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้า ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีการฝึก

ถึงแม้จะถือได้ว่านักกีฬาประเภทที่ใช้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและพลังกล้ามเนื้อจะต้องมีเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วมากกว่าเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้าก็ตาม แต่เส้นใยกล้ามเนื้อทั้งสองลักษณะนี้ต่างก็มีความสำคัญต่อการพัฒนานักกีฬาในภาพรวมทั้งหมด เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วช่วยให้นักกีฬาสามารถเคลื่อนไหวได้อย่างรวดเร็วและในลักษณะเป็นแรงระเบิด เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้าจะทำหน้าที่รักษาความมั่นคง และท่าทางของนักกีฬาในขณะที่ทำการเคลื่อนไหว ทำให้เป็นการเคลื่อนไหวที่สมบูรณ์

ในบริบทของการฝึกเชิงซ้อนนั้น เป้าหมายหลักของนักกีฬาประเภทที่ใช้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและพลังกล้ามเนื้อก็คือ เน้นการฝึกเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด IIb เป็นสำคัญ และให้เส้นใยกล้ามเนื้อชนิด IIc ได้พัฒนาให้ทำงานแบบเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด IIb เส้นใยกล้ามเนื้อชนิด IIa ถึงแม้ว่าจะเป็นเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็ว แต่ก็มักจะไม่ค่อยมีประโยชน์ต่อกีฬาหลายชนิด เช่น นักยกน้ำหนัก และนักเพาะกาย ได้มีการฝึกเพื่อพัฒนาเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด IIa เป็นอย่างมาก แต่ก็ไม่สามารถที่จะแสดงความแข็งแรงที่เกิดขึ้นมานั้นในลักษณะของการเคลื่อนไหวที่รวดเร็วได้ อีกตัวอย่างหนึ่งก็คือ ความแข็งแรงของกลุ่มกล้ามเนื้อแฮมสตริง (Hamstring) ซึ่งมีความสำคัญเป็นอันดับแรกของนักวิ่งระยะสั้น และกลุ่มกล้ามเนื้อนี้จะประกอบไปด้วยเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด IIb เป็นส่วนใหญ่ สามารถพิสูจน์ได้ว่ากลุ่มกล้ามเนื้อแฮมสตริง ของนักวิ่งระยะสั้นจะพัฒนาขึ้นมากกว่าของนักเพาะกาย อย่างเห็นได้ชัด

ในการฝึกโดยใช้แรงต้านที่นำมาเป็นส่วนหนึ่งของการฝึกเชิงซ้อนนั้น จะทำให้นักกีฬามีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความมั่นคงเพิ่มขึ้น ซึ่งมีความสำคัญต่อการพัฒนานักกีฬาในภาพรวมทั้งหมด โดยเฉพาะอย่างยิ่งมีความสำคัญต่อการป้องกันการบาดเจ็บอีกด้วย อย่างไรก็ตาม ในขณะที่นักกีฬามีสมรรถภาพทางกายสูงขึ้นนั้น จะต้องลดปริมาณของการทำงานของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด IIa ลง และเน้นที่การทำงานของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด IIb

ความมหัศจรรย์และศักยภาพอันมหาศาลของร่างกายมนุษย์นั้น มักจะถูกละเลยแม้กระทั่งในความรู้สึกของนักกีฬาชั้นยอดทั้งหลาย เมื่ออยู่ในสถานการณ์ของการท้าทาย ร่างกายมนุษย์ก็จะมีความสามารถที่จะเปลี่ยนแปลงที่สำคัญได้ สิ่งหนึ่งในนั้นก็คือ การเปลี่ยนแปลงหน้าที่การทำงานของเส้นใยกล้ามเนื้อ จากผลของการวิจัยแสดงให้เห็นว่า มีความเป็นไปได้ที่จะฝึกเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วให้ทำงานในลักษณะของเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้า และในทางตรงข้ามฝึกเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้าให้ทำงานในลักษณะของเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็ว (ดังนั้น นักกีฬาประเภทที่ต้องอาศัยการทำงานของกล้ามเนื้อแบบใช้ออกซิเจน จะต้องระมัดระวังไม่ให้มีการฝึกเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วมากจนเกินไป มิฉะนั้นจะเป็นภัยต่อเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้า ซึ่งจะเรียนรู้การทำงานในลักษณะของเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็ว) อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงทั้งสองลักษณะนี้เกิดขึ้นได้ยาก และต้องการปริมาณการฝึกที่มาก และเป็นเรื่องที่น่าทึ่งว่า เหตุผลต่างๆของสถานการณ์ของการท้าทายนั้น มีความแตกต่างกันโดยสิ้นเชิง

ความยากในการฝึกกล้ามเนื้อ เนื่องมาจากผลของการประกอบภารกิจประจำวันที่มีการเคลื่อนไหวด้วยความเร็วต่ำ จึงเป็นสภาวะที่ทำให้ร่างกายทำงานอย่างช้าๆ ดังนั้นทุกสิ่งทุกอย่างที่นักกีฬาทำนอกเหนือไปจากโปรแกรมของการฝึก จึงเป็นอุปสรรคต่อโปรแกรมการฝึกที่มุ่งเน้นให้กล้ามเนื้อหดตัวได้เร็วขึ้นทั้งสิ้น เปรียบเสมือนทุกๆสองก้าว ในความก้าวหน้าของการฝึกจะมีการถอยหลังกลับมาหนึ่งก้าว เพื่อมีชีวิตความเป็นอยู่ตามปกติที่นอกเหนือจากโปรแกรมการฝึกเสมอ โชคดีที่เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วที่นักกีฬามีอยู่ในตัวแล้วนั้นมั่นคงมากกว่าอุปสรรคที่ทำให้เปลี่ยนแปลง ในการเปลี่ยนลักษณะการทำงานของกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วไปสู่ลักษณะการทำงานของกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้านั้น ต้องใช้โปรแกรมการฝึกโดยใช้แรงต้านที่หนักใช้จำนวนครั้งของการปฏิบัติน้อย และเคลื่อนไหวด้วยความเร็วต่ำ ละเว้นการปฏิบัติด้วยเร็วสูง และลักษณะเป็นแรงระเบิดไปอย่างสิ้นเชิง

การทำงานของระบบกล้ามเนื้อจะคล้ายกับระบบคอมพิวเตอร์ในแง่ที่ว่า นักกีฬาป้อนข้อมูลอะไรเข้าไป ก็จะได้รับสิ่งนั้นกลับออกมา กล้ามเนื้อจะต้องทำงานอย่างสมบูรณ์ด้วยอาการที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดเท่าที่กล้ามเนื้อได้เรียนรู้มา ถ้านักกีฬาสอนให้กล้ามเนื้อทำงานอย่างช้าๆ

แต่เพียงอย่างเดียว กล้ามเนื้อก็จะทำงานด้วยอาการเช่นนั้น ในทำนองเดียวกัน นักกีฬาที่ต้องการให้กล้ามเนื้อทำงานด้วยความเร็วสูงขึ้น จึงต้องฝึกให้กล้ามเนื้อได้เรียนรู้ถึงการทำงานอย่างเหมาะสม ด้วยความเร็วที่สูงขึ้นนั้น การฝึกให้กล้ามเนื้อทำงานด้วยความเร็วต่ำจึงไม่สามารถที่จะพัฒนาพลังกล้ามเนื้อได้

เยสซิส (Yessis ,1994) กล่าวว่า ในวงการกีฬานั้น เป็นที่เข้าใจกันโดยทั่วไปว่าพลัง (Power) เปรียบประดุจดังแรงระเบิด (Explosiveness) ซึ่งเป็นการรวมกันระหว่างกันระหว่างความเร็ว (Speed) กับ ความแข็งแรง (Strength) แรงระเบิด (Explosiveness) นี้ จะแสดงออกมาเมื่อนักกีฬาเอาชนะแรงต้านทานหรือน้ำหนักได้ภายในเวลาที่สั้นที่สุดเท่าที่จะทำได้

จากสูตร $P = \frac{F \times d}{t}$

ในที่นี้ P = พลัง (Power)

F = แรง (Force)

d = ระยะทาง (Distance)

t = เวลา (Time)

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

ดังนั้น พลัง = แรง x ความเร็ว

ในการปฏิบัติทักษะกีฬาใด ๆ ให้เกิดพลัง (Power) สูงสุดนั้น มักจะเป็นการรวมกันระหว่างกันระหว่างการออกแรงมาก กับการเคลื่อนไหวที่เร็วมาก มากกว่าการพยายามที่จะออกแรงให้มากที่สุด หรือเคลื่อนไหวให้เร็วที่สุด แต่เพียงอย่างเดียว

ชู (Chu , 1996) ได้เสนอแนะกระบวนการ 2 ขั้น ของการฝึกเชิงซ้อน (Complex Training) ซึ่งแต่ละขั้นมีความสำคัญเท่าเทียมกัน ดังนี้

ขั้นที่ 1 เป็นการฝึกด้วยน้ำหนักโดยใช้ความหนักในระดับสูง ซึ่งเป็นการฝึกเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด IIb และให้เส้นใยกล้ามเนื้อชนิด IIc ได้ทำงานแบบเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด IIb

ขั้นที่ 2 เป็นการฝึกให้กล้ามเนื้อได้ทำงานด้วยความเร็วที่สูงที่สุดเท่าที่จะทำได้ ซึ่งหลังจากเสร็จสิ้นการฝึกด้วยน้ำหนักในแต่ละชุดแล้ว จึงใช้การฝึกพลัยโอเมตริกทันที ซึ่งเป็นการเคลื่อนไหวแบบแรงระเบิด โดยใช้ท่าที่เสมอเหมือนกับท่าของการฝึกด้วยน้ำหนักเพื่อการกระตุ้นกล้ามเนื้อในขั้นแรกแล้ว

ชู (Chu, 1996) และ เวอโคชานสกี (Verkhoshansky, 1986) ได้ลงความเห็นว่า กลไกในการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญที่สุดที่เกิดจากการฝึกเชิงซ้อน คือประสาทกล้ามเนื้อ (Neuromuscular) ซึ่งการฝึกด้วยน้ำหนักที่ใช้ความหนักในระดับสูง จะเป็นการเพิ่มการกระตุ้นเส้นใยประสาทและการเสริมฤทธิ์ของรีเพล็กซ์ (Reflex potentiation) ซึ่งจะเกิดสภาวะที่เหมาะสมต่อการฝึกพลัยโอเมตริกที่ตามมา ความเมื่อยล้าที่เกิดจากการฝึกด้วยน้ำหนักจะเป็นแรงกระตุ้นให้ระดมหน่วยยนต์มาทำงานเพิ่มขึ้นในช่วงของการฝึกพลัยโอเมตริก

เอบเบน และวัตต์ (Ebben and Watts, 1998) กล่าวว่า ปัจจุบันนี้ยังเป็นการยากในการให้คำอธิบายที่เชื่อถือได้ต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาที่เกิดจากการฝึกเชิงซ้อน ในทางทฤษฎีนั้น มีองค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีบทบาทในการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยานี้ ได้แก่

- ประสาทกล้ามเนื้อ
- ฮอร์โมน
- การเผาผลาญอาหาร
- การสร้างเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ
- การเรียนรู้ทางกลไก

เอบเบน และวัตต์ (Ebben and Watts, 1998) ได้สรุปข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการฝึกเชิงซ้อนที่ได้มีผู้กล่าวถึงไว้ ดังนี้

1. การฝึกเชิงซ้อน เป็นเรื่องจำเป็นที่จะต้องจัดไว้ในโปรแกรมการฝึกซ้อม ซึ่งนักกีฬาจะต้องมีความแข็งแรงพื้นฐานโดยการฝึกด้วยน้ำหนักมาก่อน และควรจะใช้การฝึกพลัยโอเมตริกโดยใช้ความหนักในระดับต่ำควบคู่ไปด้วยในระยะเตรียม และเริ่มมีการจับคู่ท่าฝึกของการฝึกด้วยน้ำหนักกับการฝึกพลัยโอเมตริก มาฝึกในลักษณะของการฝึกเชิงซ้อนได้ตั้งแต่ระยะก่อนการแข่งขัน แล้วค่อยๆปรับกิจกรรมของการเคลื่อนไหวในการฝึกเชิงซ้อนให้เหมือนกับการเคลื่อนไหวในการแข่งขันจริง อีกทั้งยังเป็นการประหยัดเวลาและเพิ่มความหลากหลายของการฝึกในระยะแข่งขันอีกด้วย

2. ความหนักและปริมาณของการฝึกที่ใช้ในการฝึกเชิงซ้อนนั้นจำเป็นต้องใช้ความหนักในระดับสูงทั้งการฝึกด้วยน้ำหนัก และการฝึกพลัยโอเมตริก ในปริมาณที่ไม่มากเพื่อป้องกันความเมื่อยล้าที่มากเกินไปจนนักกีฬาไม่สามารถมุ่งความสนใจไปยังกิจกรรมการฝึกได้ ควรอยู่ระหว่าง 2 ถึง 5 ชุด โดยในแต่ละชุดมีการฝึกด้วยน้ำหนัก 2 – 8 ครั้ง และฝึกพลัยโอเมตริก 5 – 15 ครั้ง

3. การเลือกท่าฝึกที่นำมาใช้ในการฝึกเชิงซ้อน ควรคำนึงถึงหลักการทางด้านชีวกลศาสตร์ และความเร็วในการเคลื่อนไหวที่ต้องการในกีฬาแต่ละชนิด ซึ่งท่าฝึกของการฝึกด้วยน้ำหนักนั้นควรเป็นท่าฝึกที่ใช้หลายข้อต่อด้วยกัน และตามด้วยท่าฝึกของการฝึกพลัยโอเมตริกที่มีการเคลื่อนไหวในลักษณะเดียวกัน นอกจากนั้นควรมีการใช้ท่าฝึกที่ใช้แขนหรือขาเพียงข้างเดียวเพื่อให้มีการกระตุ้นหน่วยยนต์เต็มที่

4. ความถี่ของการฝึกและเวลาพักในการฝึกเชิงซ้อน มีการฝึก 1 – 3 ครั้งต่อสัปดาห์ โดยมีการพักระหว่างการฝึกแต่ละครั้ง 48 – 96 ชั่วโมง สำหรับการพักกล้ามเนื้อมัดที่ได้รับการฝึกนั้น เป็นการป้องกันปัญหาที่เกิดจากการฝึกด้วยน้ำหนักในวันหนึ่ง แล้วตามด้วยการฝึกพลัยโอเมตริกในวันถัดไป ซึ่งกล้ามเนื้อที่ได้รับการฝึกนั้น มีเวลาพักไม่เพียงพอ การฝึกเชิงซ้อนในระยะก่อนการแข่งขันมีการฝึก 2 – 3 ครั้งต่อสัปดาห์ และเมื่อถึงระยะแข่งขันก็จะลดลงเหลือ 1 – 2 ครั้งต่อสัปดาห์ โดยการใช้ความหนักในระดับสูงและปริมาณที่ไม่มาก

5. ลำดับของท่าฝึกในการฝึกเชิงซ้อน ที่เริ่มจากการฝึกด้วยน้ำหนักก่อนนั้นก็เพื่อเพิ่มการกระตุ้นระบบประสาทให้มีการระดมหน่วยยนต์จำนวนมาก และเมื่อตามด้วยการฝึกพลัยโอเมตริกในทันทีก็จะเกิดพลังกล้ามเนื้อมาก ทั้งที่การฝึกเชิงซ้อนที่ใช้หลายข้อต่อด้วยกันนี้ควรจะจัดให้มีการฝึกก่อนกิจกรรมอื่นๆ เพื่อให้แน่ใจว่านักกีฬาได้ฝึกในกิจกรรมที่อยู่ในระดับความหนักที่ต้องการจริงๆ

6. เวลาพักหลังจากสิ้นสุดการฝึกด้วยน้ำหนักแล้วตามด้วยฝึกพลัยโอเมตริกในทันที ภายในเวลาไม่เกิน 30 วินาที เพื่อใช้ประโยชน์จากการระดมหน่วยยนต์จำนวนมากนั้น เมื่อจบการฝึก 1 ชุดในลักษณะของการฝึกเชิงซ้อนแล้ว ใช้เวลาพัก 2 – 10 นาที

โดยสรุปแล้วผู้ฝึกสอนและนักวิทยาศาสตร์การกีฬาที่มีชื่อเสียงทั้งหลายต่างเห็นพ้องกันว่า การฝึกเชิงซ้อนเป็นวิธีการฝึกที่มีประโยชน์และอาจจะเป็นวิธีที่ดีที่สุดในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อก็ได้

เวอโคชานสกี และทัตยัน (Verkhoshansky and Tatyan, 1973) ได้ศึกษาเพื่อเปรียบเทียบการฝึกเชิงซ้อนกับการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่การฝึกด้วยน้ำหนัก ทั้งในลักษณะที่ฝึก

ตามโปรแกรมฝึกพลัยโอเมตริกก่อน และในลักษณะที่ฝึกตามโปรแกรมฝึกด้วยน้ำหนักก่อน โดยใช้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักกรีฑาประเภทลู่และประเภทลานที่เพิ่งเริ่มเล่นจำนวน 96 คน ใช้เวลาในการฝึก 14 สัปดาห์ แต่ไม่ปรากฏผลการวิจัย นอกจากนั้นในปีเดียวกันยังได้ศึกษาเพื่อเปรียบเทียบการฝึกเชิงซ้อน ทั้งในลักษณะที่ฝึกด้วยน้ำหนักแล้วตามด้วยฝึกพลัยโอเมตริกในทันที และในลักษณะที่ฝึกพลัยโอเมตริกแล้วตามด้วยฝึกด้วยน้ำหนักในทันที โดยใช้กลุ่มตัวอย่าง ที่เป็นนักกรีฑาประเภทลู่และประเภทลานที่เพิ่งเริ่มเล่น จำนวน 96 คน ใช้เวลาในการฝึก 12 สัปดาห์ ซึ่งไม่ปรากฏผลการวิจัยเช่นเดียวกัน

จากการศึกษาการวิจัยเกี่ยวกับการฝึกเชิงซ้อนดังกล่าว จะเห็นได้ว่า ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองอยู่ระหว่าง 12 – 14 สัปดาห์ แม้ว่าจะไม่ปรากฏผลการวิจัยก็ตาม

ชู (Chu, 1996) ได้เสนอแนะให้แบ่งระยะเวลาของการฝึกเชิงซ้อนออกเป็นสี่ระยะ คือ

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

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

2. ระยะก่อนการแข่งขัน (Precompetition phase) ใช้เวลา 8 - 12 สัปดาห์

<u>ระยะแรก</u>

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

<u>ระยะหลัง</u>

	ฝึกด้วยน้ำหนัก	ฝึกพลัยโอเมตริก
ความหนัก	70 - 85% ของหนึ่งอาร์เอ็ม	พลัยโอเมตริก ระดับที่ 1
จำนวนครั้ง	4 - 6 ครั้ง	5 - 10 ครั้ง
จำนวนชุด	4 ชุด	4 ชุด

3. ระยะแข่งขัน (Competition phase) ใช้เวลา 4 สัปดาห์

	ฝึกด้วยน้ำหนัก	ฝึกพลัยโอเมตริก
ความหนัก	80 - 100% ของหนึ่งอาร์เอ็ม	พลัยโอเมตริก ระดับที่ 2
จำนวนครั้ง	1 - 3 ครั้ง	5 - 6 ครั้ง
จำนวนชุด	3 - 5 ชุด	3 - 5 ชุด

4. ระยะส่งผ่าน (Transition phase) หรือระยะเวลาของการพัก โดยมีกิจกรรม (Active rest) ซึ่งเป็นการหลีกหนีจากโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนในระยะเวลาหนึ่ง โดยใช้กิจกรรมเบา ๆ ที่ใช้ระบบพลังงานแบบแอโรบิก และเตรียมตัวเข้าสู่ระยะเวลาของการฝึกในปีต่อไป

นอกจากนี้ ชู ได้เสนอแนะท่าฝึกพลัยโอเมตริก สำหรับกล้ามเนื้อขาไว้ ดังนี้

พลัยโอเมตริก ระดับที่ 1 ได้แก่

- ยืนกระโดดไกล (standing long jump)
- กระโดดข้ามสิ่งกีดขวาง (barrier jump) ในความสูงระดับต่าง ๆ
- กระโดดข้ามสิ่งกีดขวางทางด้านข้าง (lateral barrier jump)
- กระโดดลงจากกล่อง (jump from box)
- กระโดดขึ้นกล่อง (jump to box)
- กระโดดขึ้นในแนวดิ่ง (vertical jump)

พลัยโอเมตริก ระดับที่ 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)