

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาในบทนี้เป็นการเสนอทฤษฎี แนวคิดและการศึกษาที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจะครอบคลุมในหัวข้อต่อไปนี้

1. หลักการกระโดดยิงประตู
2. ระบบพลังงานที่ใช้ในการฝึกพลัยโอเมตริก
3. การฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้วยพลัยโอเมตริก
4. ขั้นตอนในการฝึกพลัยโอเมตริก
5. การศึกษาเกี่ยวกับการฝึกด้วยวิธีพลัยโอเมตริก

#### หลักการกระโดดยิงประตู

เกษม (2538) การแข่งขันเกมหนึ่ง ๆ ผลสำเร็จการทำประตูไม่ได้มาจากการยืนยิงประตู (Set shot) แบบธรรมดา ๆ เพียงอย่างเดียว แต่ในบางครั้งผู้เล่นจำเป็นต้องกระโดดขึ้นเพื่อยิงประตู ความสำคัญของการกระโดดยิงประตูอยู่ที่จังหวะ โดยเฉพาะผู้เริ่มเล่นจะพบว่าจุ่มง่ามไม่ถนัด มักทำลูกบอลหลุดมือบ่อย ๆ และมีปัญหาในท่าทางเมื่อกระโดดลอยตัวขึ้นไปในอากาศ และการลงสู่พื้นไม่ปลอดภัย

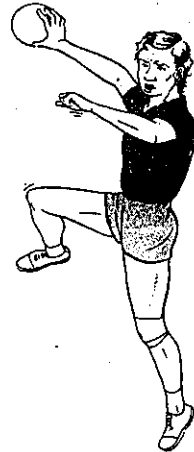
การที่ผู้ยิงประตูได้กระโดดขึ้นไปในอากาศก็บังเกิดผลดีหลายประการ เช่น ทำให้อยู่สูงกว่าฝ่ายป้องกัน สามารถมองเห็นทิศทางของการยิงได้ชัดเจน ซึ่งทำให้ผู้รักษาประตูเกิดความลำบากในการตัดสินใจรับลูกบอล นอกจากนี้ผู้ยิงประตูสามารถยิงให้ลูกบอลกระดอนพื้นได้อย่างรุนแรง เพราะจุดปล่อยลูกบอลอยู่สูงและในขณะที่กระโดดขึ้นไปในอากาศนั้นทำให้ผู้ยิงประตูมีจิตใจมั่นคงเมื่อขึ้นเผชิญหน้ากับฝ่ายป้องกัน หรือกับผู้รักษาประตูเป็นต้น

### ลักษณะท่าทางของการกระโดดยิงประตู (รูป 1 ก และ ข)

- 1.1 ผู้เล่นจับลูกบอลให้มั่นคงด้วยมือทั้งสองก่อน
  - 1.2 ผู้ที่ถนัดมือขวาให้ยกเท้าซ้ายยันพื้นเพื่อกระโดดขึ้นโดยทิ้งน้ำหนักตัวไปที่ขาซ้าย
  - 1.3 บิดลำตัวไปทางขวา เหยียดแขนซ้ายมาหน้าลำตัว พร้อมกับงอเข่าขวาขึ้นมาในกรณีใช้เท้าซ้ายยันพื้นให้ตัวลอยขึ้นไปในอากาศ
  - 1.4 จับลูกบอลให้แน่นด้วยมือขวา ยกแขนขึ้น งอข้อศอก แล้วเหยียดไปข้างหลังให้มากที่สุด ถ้าถนัดมือซ้ายก็ปฏิบัติตรงกันข้าม
  - 1.5 ขว้างลูกบอลออกไปข้างหน้า โดยใช้แรงส่งจากจากกำลังของกล้ามเนื้อขา แล้วส่งมายังสะโพก ลำตัว หัวไหล่ แขน และสุดท้ายที่ข้อมือ แต่ต้องระมัดระวังการทำพาวล์ที่อาจเกิดขึ้นกับผู้เล่นฝ่ายป้องกันที่เข้ามาสกัดกัน แล้วลงสู่พื้นในท่าการทรงตัว
- อย่างไรก็ตามในการเล่นแฮนด์บอลผู้เล่นก็มีโอกาสใช้วิธีการก้าวกระโดดยิงประตูได้บ่อย ๆ เช่นกัน ในบางครั้งผู้เล่นอาจจะยิงประตูโดยการถือลูกบอลวิ่งมาสองก้าว และในก้าวที่สามก็จะกระโดดขึ้นแล้วขว้างลูกบอลจากหัวไหล่ไปยังประตูในขณะที่ตัวลอยอยู่ในอากาศ แล้วจึงลงสู่พื้นด้วยเท้าทั้งสอง



ก



ข

รูป 1 ลักษณะท่าทางของการกระโดดยิงประตู ก. ผู้เล่นถนัดมือซ้าย ข. ผู้เล่นถนัดมือขวา

การกระโดดยิงประตูนับว่ามีโอกาสในการทำประตูได้มาก ซึ่งการกระโดดยิงประตูมีหลายแบบ แต่ที่นิยมเล่นทั่วไปและได้รับการกล่าวถึงมี 2 แบบ ดังนี้

1. การกระโดดยิงประตูจากเส้นเขต 6 เมตร (6 meter jump shot) การยิงประตูแบบนี้จะใช้ได้ดีกับการเล่นแบบรุกเร็วหรือคู่ต่อสู้เผลอ และการยิงประตูซ้ำจากการรับลูกบอลที่ย้อนกลับมาจากประตู วิธีปฏิบัติก็คล้ายกับการกระโดดยิงประตูจากเส้น 9 เมตร แต่มีข้อแตกต่างกัน 3 ประการ คือ

1.1 เป็นระยะสุดท้ายที่จะต้องยิงประตู ซึ่งผู้เล่นไม่สามารถที่จะเคลื่อนตัวเข้าไปได้อีก

1.2 เป็นการยิงประตูที่ไม่มีผู้เล่นฝ่ายป้องกันเข้ามาสกัดกั้น

1.3 เป็นการยิงประตูในขณะที่กระโดดขึ้นเหนือเขตประตู

วิธีปฏิบัติ เมื่อผู้เล่นตัดลูกบอลได้จากฝ่ายตรงกันข้าม หรือรับลูกบอลจากการรุกเร็วของผู้เล่นร่วมทีม ก็จะมีวงและเลี้ยงลูกบอลอย่างรวดเร็วเข้าไปใกล้เส้นเขต 6 เมตร จึงกระโดดขึ้นจากพื้นลอยตัวขึ้นไปในอากาศ เข้าไปในเขตประตูให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ แล้วยิงประตูให้ลูกบอลผ่านไปทางช่องว่างที่เห็นว่าผู้รักษาประตูไม่อาจป้องกันได้ แต่ต้องระมัดระวังอย่าให้ส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกายสัมผัสพื้น ก่อนที่จะปล่อยลูกบอลออกจากมือ

การกระโดดยิงประตูนี้ บางครั้งอาจจะใช้การยิงจากปีก (Wing shot) โดยผู้เล่นปีกจะวิ่งขึ้นไปใกล้เส้น 6 เมตร แล้วกระโดดขึ้นยิงประตูแบบผสมระหว่างการกระโดดและพุ่งตัวยิงประตู เหตุผลที่ไม่ใช้วิธียิงประตูจากตำแหน่งปีก เพราะเป็นการยากที่จะให้ลูกบอลเข้าประตู เนื่องจากมุมในการยิงมีน้อย ทำให้ผู้รักษาประตูป้องกันได้ง่าย (Cavanaugh, 1989)

2. การล้มตัวและพุ่งยิงประตู (Fall and dive shot) ในการแข่งขันแฮนด์บอล บางครั้งผู้เล่นต้องหลบหลีก หรือพาลูกบอลเข้าไปยิงประตูให้ใกล้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อให้การยิงประตูนั้นได้ผลยิ่งขึ้น ดังนั้นผู้เล่นจำเป็นต้องล้มตัวและพุ่งตัวเข้าไปยิงประตู แต่ก็มีผู้เล่นจำนวนไม่มากนักที่จะพยายามล้มตัวหรือพุ่งตัวยิงประตู เพราะจะต้องระมัดระวังอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้

การยิงประตูทั้งสองแบบนี้ส่วนมากจะยิงโดยผู้เล่นตำแหน่งหน้าหรือแนวเส้นโค้ง (Forward or line player) ซึ่งได้รับลูกบอลจากเพื่อนร่วมทีมบริเวณรอบ ๆ เส้นเขต 6 เมตร แล้วฉวยโอกาสทำประตูตามช่องว่างอย่างรวดเร็ว

วิธีปฏิบัติ หลักพื้นฐานของการยิงประตูแบบนี้ คือ การพุ่งตัวยิงประตู จะเริ่มจากการที่ผู้เล่นพุ่งตัวเหยียดออกไปหลังจากที่ล้มตัวจะยิงประตู เมื่อผู้เล่นล้มตัวก็จะใช้เท้าตรงกันข้าม

กับมือที่จะขว้างลูกบอลขึ้นพื้นใกล้เส้นเขต 6 เมตร แล้วถีบพุ่งตัวเข้าไปในอากาศขนานกับพื้นเหนือเขตประตู โดยพุ่งตัวเข้าไปให้มากที่สุดแล้วขว้างลูกบอลไปยังประตู ข้อควรจำก็คือ ต้องปล่อยลูกบอลออกจากมือก่อนที่ร่างกายจะสัมผัสพื้น

เจริญ (2538) Plyometric มาจากคำในภาษากรีก คือ plethyein มีความหมายว่าเพิ่มมากขึ้น (to increase) หรือมาจากรากศัพท์ภาษากรีกที่เรียกว่า plio หมายถึงเพิ่มขึ้นมากขึ้นอีก (more) รวมกับคำว่า metric ซึ่งหมายถึงการวัดขนาดหรือระยะ (measure) ตามที่เข้าใจในปัจจุบัน plyometric exercise จึงหมายถึง การออกกำลังกายหรือการฝึกบริหารร่างกายที่รวมไว้ซึ่งกำลัง ความแข็งแรงและความรวดเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อ เพื่อการเคลื่อนไหวอย่างฉับพลัน ลักษณะของการฝึกสามารถกระทำได้หลายรูปแบบ อาทิเช่น การฝึกกระโดด (jump training) และเขย่ง (hopping) ในรูปแบบต่าง ๆ กัน เพื่อพัฒนาลำตัวส่วนล่าง (lower extremities) และการบริหารลำตัวส่วนบน (upper extremities) โดยใช้เมตติซินบอล

Wilt (1975) กล่าวถึงการฝึกพลัยโอเมตริก ซึ่งเป็นการศึกษาต่อเนื่องจาก Verkhoshanski (1973) ที่ได้ศึกษาการกระโดดจากความสูงที่กำหนดไว้โดยมีจุดมุ่งหมายเช่นเดียวกับการฝึกความแข็งแรงโดยกล่าวว่าพลัยโอเมตริกก็คือการทำให้กล้ามเนื้อมีความเครียดและการยืดตัวที่รวดเร็วแล้วก็ตามด้วยการหดตัวแบบ Concentric ที่รวดเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้

Sylvester (1992) การออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริกจะเน้นที่ขาและสะโพกมากกว่าที่จะเน้นแขนและหัวไหล่ การเคลื่อนไหวของพลัยโอเมตริกอยู่ที่การก้าวจากที่สูงไปสู่ที่ว่าง (space) แล้วรวบรวมการเคลื่อนไหวให้เร็วที่สุดก่อนที่จะเกิด Concentric Contraction ขึ้นอีกครั้ง เริ่มจากผู้ออกกำลังกายก้าวไปสู่ที่ว่าง(space) และทำให้เกิดแรงโน้มถ่วงของโลกเป็นตัวเร่งให้ ร่างกายลงสู่พื้นความสูงจะขึ้นอยู่กับสภาวะร่างกายของแต่ละคน นักกีฬาส่วนใหญ่จะเริ่มจากความสูง 1 ฟุต แล้วค่อย ๆ เพิ่มถึงจุดสูงสุดประมาณ 18 - 22 นิ้ว แม้ว่านักกีฬาจะกระโดดสูงกว่านี้ได้ แต่ไม่แนะนำให้ทำทั้งนี้เนื่องจากการบาดเจ็บจะมีเพิ่มขึ้น ตามความสูงที่กระโดด

Chu และ Plummer (1984) ได้ให้คำจำกัดความของพลัยโอเมตริกไว้ดังนี้ “พลัยโอเมตริก คือ การฝึกหัด หรือการออกกำลังกายที่มีวัตถุประสงค์เพื่อเชื่อมระหว่างความแข็งแรงและความเร็วของการเคลื่อนไหว เพื่อทำให้เกิดการเคลื่อนไหวที่รวดเร็ว มักใช้การฝึกกระโดด แต่พลัยโอเมตริก รวมถึงการฝึกหัด หรือการออกกำลังกายแบบใด ๆ ก็ได้ที่ใช้ปฏิกิริยาสะท้อนแบบยืดตัว (stretch reflex) เพื่อผลิตแรงปฏิกิริยา หรือแรงโต้ตอบอย่างรวดเร็ว” แรงการหดตัวของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นเมื่อกำลังกล้ามเนื้อถูกยืดให้ยาวออกและแรงจะลดลงเมื่อกำลังกล้ามเนื้อยืดทันทีทันใด จะเป็นการเร่งรีเฟล็กซ์ยืด (stretch reflex) ซึ่งจะทำให้มีพลังประสาทเพิ่มขึ้นจากที่เกิดขึ้นเดิมในระบบประสาทกลาง รีเฟล็กซ์ยืดนั้นเป็นรีเฟล็กซ์ที่ใช้รักษาท่าทางของร่างกาย แต่สามารถนำมาใช้ในการเคลื่อนไหวที่อยู่ได้อ่านาจจิตใจ ตัวอย่างเช่น การกระโดดสูง คือ การที่กระโดดนั้นผู้ที่กระโดดจะต้องย่อตัวก่อน เพื่อยืดกล้ามเนื้อที่ใช้ในการกระโดด วิธีนี้จะเพิ่มความสูงของการกระโดดได้ (ชูศักดิ์ และกันยา, 2536)

เพียรชัย (2537) กล่าวว่า จุดประสงค์ของการออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริก เป็นการเพิ่มความตื่นตัว (Excitability) ของตัวรับความรู้สึกทางระบบประสาท (neurological receptors) เพื่อทำให้เกิดกิจกรรมตอบสนอง (reactivity) ของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ โปรแกรมการฝึกแบบพลัยโอเมตริกใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาความสามารถในการเล่นกีฬา ซึ่งชนิดของกีฬาที่ทำการฝึกนั้นจะต้องเกี่ยวกับการฝึกเพื่อให้ตอบสนองทางประสาทและกล้ามเนื้อ (reactive neuromuscular training) ซึ่งต้องการให้ได้ปริมาณของการหดตัวของกล้ามเนื้อที่มากที่สุดในเวลาให้น้อยที่สุด การเคลื่อนไหวทุกอย่างในการแข่งกีฬานั้นเกี่ยวข้องกับการทำงานซ้ำ ๆ กัน นักกีฬาหลายประเภทต้องการ การหดตัวของกล้ามเนื้อแบบหดสั้นเข้าอย่างรวดเร็วและรวดเร็ว เช่น ประเภททุ่ม ฟัน ขว้าง และการกระโดด การวิ่งระยะสั้น เป็นต้น การออกแบบโปรแกรมการฝึกนั้นต้องประกอบด้วย

Intensity เป็นความหนักในการกระทำ ซึ่งหมายถึงรูปแบบในการออกกำลังกายและน้ำหนักที่ใช้ เช่น การกระโดดสองขาจะมีความหนักน้อยกว่าการกระโดดขาเดียว

Volume เป็นปริมาณงานทั้งหมดที่กระทำ เช่น การกระโดดจะนับจำนวนครั้งที่เท้าแตะพื้น

Frequency เป็นจำนวนครั้งของการออกกำลังกาย และความถี่ในการฝึก

Recovery ระยะเวลาในการฟื้นตัว เป็นการเปลี่ยนแปลง ที่ชี้ให้เห็นถึงการพัฒนากำลังหรือความทนทานของกล้ามเนื้อ สำหรับการฝึกซ้อมกำลังช่วงระยะเวลาในการฟื้นตัวประมาณ 45 - 60 วินาที ระหว่างเซต ความเหมาะสมของช่วงเวลาทำงานและช่วงพัก ใช้ค่าอัตราส่วนของเวลาที่ทำงานต่อช่วงพัก (Work : Rest Ratio)

เช่น work : rest ratio = 1 : 5 - 1 : 10 ดังนั้น 1 เซตของการออกกำลังกายใช้เวลา 10 วินาที ระยะเวลาในการฟื้นตัวก็คือ 50 - 100 วินาที

เนื่องจากว่า การฝึกแบบพลัยโอเมตริกเป็นกิจกรรมแบบ anaerobic มีระยะเวลาในการฟื้นตัวที่สั้น (10 - 15 วินาที) ระหว่างเซตจึงไม่ถึงกับมีการฟื้นตัวสูงสุดและการพัฒนาความทนทานของกล้ามเนื้อได้

Verkhoshanski (1973) แนะนำเทคนิคของพลัยโอเมตริกที่เรียกว่า เด็พธ์จัมพ์ (depth jumps) ซึ่งมีประสิทธิภาพมากในการพัฒนาความสามารถของนักกีฬาที่เกี่ยวกับความเร็วและความแข็งแรงที่สมบูรณแบบโดยนิยมกำหนดความสูงของแท่นกระโดด 0.80 - 1.10 เมตร ให้ความสำเร็จสูงสุดในความแข็งแรงแบบเคลื่อนที่ ผลของ Depth Jumps จะขึ้นอยู่กับความสูงของการกระโดดลง จำนวนครั้งที่ทำซ้ำต่อชุด หรือต่อเที่ยวและจำนวนชุดต่อการออกกำลังกาย ครั้งหนึ่ง ๆ

ธรรมชาติการออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริก จะเป็นการออกกำลังกายแบบไม่ใช้ออกซิเจน และมีการหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุด และมีแรงพยายามเกิดขึ้นทุกครั้ง จากการศึกษที่ผ่านมาพบว่าการออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริก ควรฝึก 2 วันต่อสัปดาห์ใช้เวลาไม่เกิน 20 นาที ผลลัพธ์ที่ประสบความสำเร็จต้องทำ 2-4 ชุด แต่ละชุดทำ 5 - 10 ครั้ง พักระหว่างชุด 1 - 3 นาที

Chu (1991) กล่าวว่าพลัยโอเมตริกเป็นการออกกำลังกายที่ถูกออกแบบ เพื่อฝึกการหดตัวแบบ eccentric ของกล้ามเนื้อโดยเฉพาะ การหดตัวของกล้ามเนื้อแบบ eccentric เกิดขึ้นเมื่อกกล้ามเนื้อถูกยืดยาวออกภายในแรงดึง เพื่อลดแรงที่กระทำต่อร่างกาย ยกตัวอย่างเช่น ขณะที่เท้าของนักวิ่งสัมผัสพื้น กล้ามเนื้อ quadricep ต้องหดตัว เพื่อป้องกันการหกล้ม ในทางตรงกันข้ามการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบ concentric เป็นการหดตัวของกล้ามเนื้อขณะถูกทำให้สั้นลง ยกตัวอย่างเช่น การเหยียดขาในขณะที่เล่นเครื่องงัดขา (nautilus machine) กล้ามเนื้อ quadricep จะหดตัวและหดสั้นลงเพื่อเหยียดเข้า วิธีการฝึกสำหรับ concentric มีรูปแบบหลากหลายมากกว่าการฝึก eccentric ของการวิ่งก้าวยาวๆ นั้นทำให้ quadricep เกิดการล้าระหว่างแข่งขัน ซึ่งเกิดจากสาเหตุ 2 ประการ คือ 1) การหดตัวแบบ eccentric จะ

ต้องใช้แรงมากกว่าในการทำ 2) การฝึก eccentric ไม่ได้ถูกบรรจุไว้ในโปรแกรมการฝึกของนักกรีฑา แต่ปัญหาทั้ง 2 สามารถแก้ไขได้โดยการกำหนดกล้ามเนื้อที่จำเป็นในการวิ่งแล้วทำการฝึก eccentric ในรูปแบบของการฝึกพลัยโอเมตริก เพราะการฝึกพลัยโอเมตริกสามารถทำให้เกิดความเครียดต่อกล้ามเนื้อและเส้นเอ็นมากกว่าการฝึก concentric ซึ่งโค้ชควรบรรจุไว้ในโปรแกรมการฝึกที่ละเล็กละน้อยตามความเหมาะสม และเพื่อการปรับตัวที่เหมาะสมในสัปดาห์ที่ 1 และ 2 ของโปรแกรมมีไว้เพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับการฝึกพลัยโอเมตริก ตามหลักแล้วควรจะทำ 2 - 3 ครั้งต่อสัปดาห์ แต่ก็สามารถปรับได้ สำหรับผู้ที่เพิ่งเริ่มออกกำลังกายเป็นครั้งแรกๆ แต่ถ้าเห็นว่าเบาหรือง่ายไปคุณก็สามารถเพิ่มจำนวนครั้งเป็น 15 - 20 ครั้ง/เซ็ทได้ การออกกำลังกายหลาย ๆ แบบต้องอาศัยประโยชน์ของ “กล่องพลัยโอเมตริก” เข้ามาช่วยเป็นกล่องที่มีพื้นที่หน้าตัดสำหรับเหยียบประมาณ 18X24 นิ้ว แต่กล่องก็ไม่ได้จำเป็นสำหรับหลาย ๆ กิจกรรม เช่น การกระโดดจากกล่องสามารถใช้นั่งได้แทนได้ เมื่อฝึกเสร็จในสัปดาห์ที่ 5 กล้ามเนื้อควรถูกฝึกฝนจนให้ชินต่อความเครียดจากการออกกำลังกายแบบ eccentric ได้ ณ จุดนี้ควรฝึกต่อที่ระดับความหนักต่อไป เลือกรายการออกกำลังกายแบบที่ชอบ เมื่อฤดูการแข่งขันเริ่มขึ้น ก็ต้องทำต่อไปโดยทำ 1 - 2 ครั้งต่อสัปดาห์ ที่ระดับความหนักเพิ่มขึ้น ดัดกิจกรรมออกบ้างถ้ามากเกินไปจนทำไม่ไหวตามเวลา ไม่ควรใช้พลัยโอเมตริกที่หนักมาก ๆ เพื่อรักษาระดับความแข็งแรง อย่าทำหลังจากขณะพักฟื้นจากการบาดเจ็บ ทำให้ตัวเองกลับมาแข็งแรงก่อนที่จะกลับมาฝึกพลัยโอเมตริกอีกครั้ง

### ระบบพลังงานสำคัญที่ใช้ในการฝึกพลัยโอเมตริก

ในการออกกำลังกายซึ่งแท้จริงเป็นการทำงานของกล้ามเนื้อนั้น อาศัยขบวนการเปลี่ยนพลังงานเคมีที่ได้จากอาหารให้เป็นพลังงานเพื่อใช้ในการหดตัวของกล้ามเนื้อ ชูศักดิ์และกันยา (2536) ได้กล่าวไว้ว่าต้นตอของพลังงานที่ใช้ คือ คาร์โบไฮเดรตหรือไขมัน ต้องการสารเคมีหลายอย่างสำหรับเป็นพาหะของพลังงานภายในเซลล์ เพื่อให้คาร์โบไฮเดรตหรือไขมันเปลี่ยนไปสู่จุดที่สามารถมีปฏิกิริยาในทางชีววิทยาได้ ATP (adenosine triphosphate) เป็นสารสำคัญในการแลกเปลี่ยนพลังงาน นอกจากนี้ CP (creatine phosphate) หรือเรียกว่า PC (phosphocreatine) เป็นสารที่สำคัญอีกอย่างหนึ่ง P (phosphate) ที่ให้พลังงานสูงคือ ATP และ CP ซึ่งพบในเซลล์ทั่ว ๆ ไป แต่พบมากในเซลล์ของกล้ามเนื้อ ลำดับขั้นการใช้พลังงานของกล้ามเนื้อมีดังนี้

1. ATP เป็นต้นตอของพลังงานที่กล้ามเนื้อต้องใช้โดยตรงคือ

$ATP \rightarrow ADP + P + \text{energy}$  แต่ ATP ที่สำรองอยู่ในกล้ามเนื้อมีไม่มากนัก

2. CP เป็นต้นตอของพลังงานที่อยู่ในกล้ามเนื้อสามารถเก็บไว้ได้มากคือ

$CP + ADP \rightarrow C + ATP$  CP จะถ่ายพลังงานให้กับ ADP เพื่อสร้าง ATP ขึ้น

ใหม่ การถ่ายทอนี้กระทำอย่างรวดเร็วพอสมควร

3. กลัยโคเจนเป็นต้นตอของพลังงานที่กล้ามเนื้อสะสมไว้เปรียบเทียบกับวัตถุดิบที่ใช้เพื่อพลังงาน แต่กลัยโคเจนจะต้องสลายโดยผ่านขบวนการปฏิกิริยาเคมีหลายอย่าง จึงจะได้พลังงานออกมาใช้ การสลายกลัยโคเจนแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกกลัยโคเจนจะสลายเป็นกรดไพรูวิก (pyruvic acid) ขบวนการนี้ไม่ใช้ออกซิเจน จึงเรียกเมตะบอลิซึมนี้ว่าเป็นแอนแอโรบิคเมตะบอลิซึม การเปลี่ยนแปลงต่อไปจากขั้นนี้อาจเป็นไปได้ 2 ทาง คือ

3.1 เมื่อกล้ามเนื้อมีออกซิเจนใช้ กรดไพรูวิก (pyruvic acid) และจะเกิดการเปลี่ยนแปลงต่อไปตามขบวนการเคมี ทำให้ได้พลังงานออกมาใช้ได้อย่างมากมาย จึงเรียกขบวนการว่าเป็นแอโรบิคเมตะบอลิซึม

3.2 ถ้ากล้ามเนื้อไม่มีออกซิเจนใช้ เมตะบอลิซึมชนิดที่ไม่ใช้ออกซิเจนจะดำเนินต่อไปและกรดไพรูวิก (pyruvic acid) จะเปลี่ยนไปเป็นกรดแลคติก (lactic acid) และค้างอยู่ในกล้ามเนื้อ กรดแลคติก (lactic acid) นี้เองที่เป็นตัวขัดขวางไม่ให้กล้ามเนื้อทำงานต่อไปได้

ในการทำงานของการออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริก เป็นการออกกำลังกายแบบการไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic alactic) ดังที่ เจริญ (2538) ได้รายงานไว้ดังนี้

1. anaerobic alactic / ATP - CP system

$ATP \xrightarrow{\text{enzyme}} ADP + P + \text{energy}$

CP enzyme  $C + P + \text{พลังงานที่สร้าง ATP ขึ้นใหม่จาก ADP}$  เหมาะสำหรับการฝึกกีฬาประเภทที่ต้องใช้กำลังความเร็วเต็มที่ในช่วงเวลาสั้น ๆ ไม่เกิน 10 วินาที โดยพักช่วงระหว่างการปฏิบัติซ้ำๆ แต่ละครั้งนาน เช่น กีฬา ประเภท พุ่มพวง ขว้าง กระโดด ยกน้ำหนัก เป็นต้น

2. anaerobic lactic/lactic system ระบบนี้จะอาศัยการสลายตัวของน้ำตาล คือ กลัยโคเจน (glycogen) ในกล้ามเนื้อสังเคราะห์ ATP ขึ้นมาใหม่แต่ผลที่ตามมาคือ กรด



แลคติก (lactic acid) เหมาะสำหรับการฝึกกีฬาที่ต้องใช้กำลังความเร็วที่นานกว่า 10 วินาที แต่ไม่เกิน 2 นาที โดยมีช่วงพักระหว่างการปฏิบัติซ้ำ ๆ แต่ละครั้งสั้น ๆ เช่น ฟุตบอล วอลเลย์บอล บาสเกตบอล เป็นต้น

### การฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้วยการฝึกพลัยโอเมตริก

Allerheiligen (1994) กล่าวว่า Plyometric เป็นการออกกำลังกายที่มีผลทำให้กล้ามเนื้อมีความแข็งแรงสูงสุด โดยเป็นการออกกำลังกายในช่วงสั้น ๆ เป็นการออกกำลังกายที่ใช้ประโยชน์จากแรงโน้มถ่วงของโลกโดยการเก็บพลังงานศักย์ไว้ในกล้ามเนื้อและพลังงานเหล่านี้จะถูกนำมาใช้ให้เป็นประโยชน์ทันทีเมื่อเกิดปฏิกิริยาในทิศทางที่ตรงกันข้าม ความแข็งแรงในการยืดหดตัวของกล้ามเนื้อนี้เป็นความสามารถของกล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน ที่จะออกแรงอย่างรวดเร็วเพื่อผลิตกำลังสูงสุดในการเคลื่อนไหวในแนวราบ, แนวตั้ง, ด้านข้างหรือแบบผสม สอดคล้องกับ Chu และ Plumer (1984) กล่าวว่า พลัยโอเมตริกเป็นการออกกำลังกายที่มีวัตถุประสงค์เพื่อเชื่อมความแข็งแรงและความเร็วในการเคลื่อนไหว เพื่อทำให้เกิดประเภทการเคลื่อนไหวแบบรวดเร็วซึ่งมักใช้การฝึกกระโดดหรือการออกกำลังกายแบบใด ๆ ก็ได้ที่ใช้ปฏิกิริยาสะท้อนแบบยืดเหยียด (stretching reflex) เพื่อผลิตแรงปฏิกิริยาหรือแรงกระดอนอย่างรวดเร็ว เช่นเดียวกับ Huber (1987) รายงานว่า การออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริกนั้นมีรากฐานความเชื่อที่ว่า การเหยียดออกอย่างรวดเร็วของกล้ามเนื้อเหยียดตัวออกเร็วเท่าใด ก็ยิ่งมีการพัฒนาแรงหดตัวสั้นเข้ามากยิ่งขึ้นเท่านั้น ลักษณะของการออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริกเป็นการออกกำลังกายแบบไม่ใช้ออกซิเจนและมีการหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุด รวมทั้งมีแรงพยายามเกิดขึ้นทุกครั้ง

กลไกการทำงานของกล้ามเนื้อในการฝึกพลัยโอเมตริกแบ่งออกเป็น 3 ระยะ

1. ช่วง amortization เป็นระยะที่กล้ามเนื้อยืดเหยียดตัวออกเพื่อสะสมพลังงานศักย์หรือแรงไว้ก่อนที่จะหดตัวเพื่อปฏิบัติการเคลื่อนไหว
2. ช่วง reactive recovery เป็นระยะที่กล้ามเนื้อหดตัวกลับสู่สภาพเดิมซึ่งก่อให้เกิดแรงและความเร็วในการหดตัวเพื่อกระโดดขึ้นในแนวตั้งหรือไปในทิศทางที่ต้องการ
3. ช่วง active take-off เป็นระยะที่กล้ามเนื้อรับน้ำหนักตัวขณะลงสู่พื้น เพื่อทำการกระโดดต่อไป

ในการเคลื่อนไหวของร่างกายซึ่งต้องอาศัยการทำงานของกล้ามเนื้อ โดยเป็นระบบที่สำคัญที่สุดในการฝึกพลัยโอเมตริก โดยมัดกล้ามเนื้อที่สำคัญจะประกอบไปด้วยใยกล้ามเนื้อ 2 ชนิด คือ เอ็กซตราฟิวซัล (extrafusal) และอินตราฟิวซัล (intrafusal) โดยที่ เอ็กซตราฟิวซัล (extrafusal) จะประกอบไปด้วยไมโอไฟบริล (myofibrils) ซึ่งมีคุณสมบัติในการหดตัว คลายตัวและยึดเหยียดออก ส่วนอินตราฟิวซัล (intrafusal) จะประกอบไปด้วยมัดเซลล์ สปินเดิล (muscle spindle) ที่เป็นตัวรับรู้อัตราการยืดเหยียด (stretch receptor) ของกล้ามเนื้อ (Chu 1992) ซึ่งกระแสประสาทจากมัดเซลล์ สปินเดิล (muscle spindle) จะถูกส่งไปที่ไขสันหลัง เพื่อเป็นการป้องกันกล้ามเนื้อไม่ให้ถูกยืดมากเกินไปจากการฝึกการออกกำลังกายที่อาศัยการเคลื่อนไหวโดยการยืดออกของกล้ามเนื้ออย่างรวดเร็ว นอกจากนี้มีตัวรับรู้ชนิดหนึ่งคือ กอลจิ เทนดอน ออร์แกน (golgi tendon organ) ซึ่งอยู่ระหว่างรอยต่อของเอ็นและกล้ามเนื้อ เรียงตัวอยู่ใน เอ็กซตราฟิวซัล (extrafusal) มีหน้าที่ยับยั้งการหดตัวหรือการยืดตัวของกล้ามเนื้อที่รุนแรงและรวดเร็วจนเกินไป (Wilk 1993)

การฝึกแบบพลัยโอเมตริก เป็นการฝึกเพื่อกระตุ้นตัวรับรู้ในกล้ามเนื้อให้มีการระดมการทำงานของกล้ามเนื้อภายในเวลาน้อยที่สุด การกระตุ้นตัวรับรู้ (receptor) เป็นสาเหตุให้มีการเร่งการยับยั้งรวมทั้งการปรับเปลี่ยนรูปแบบการทำงานของกลุ่มกล้ามเนื้อเดียวกัน (agonist) และกลุ่มกล้ามเนื้อตรงกันข้าม (antagonist) ซึ่งมัดเซลล์ สปินเดิล (muscle spindle) และกอลจิ เทนดอน (golgi tendon organ) เป็นตัวพื้นฐานสำหรับการฝึกพลัยโอเมตริก ยิ่งมีการกระตุ้นถี่และเร็วเท่าใด เอ็กซตราฟิวซัล (extrafusal) จะยิ่งทำงานมากขึ้นเท่านั้น (เพ็ชรชัย, 2537) ในการกระตุ้นระบบสรีรวิทยาของระบบประสาทยังเป็นผลดีกับการหดตัวกลับของเนื้อที่ยืดหยุ่นเพราะในระหว่างที่กล้ามเนื้อยืดออกจะมีการสะสมพลังงานแบบยืดหยุ่น (elastic energy) และพลังงานจะถูกปลดปล่อยออกมาช่วยให้กล้ามเนื้อหดตัวกลับได้อย่างรวดเร็วและแรง โดยที่ความสามารถในการใช้พลังงานแบบยืดหยุ่นขึ้นอยู่กับเวลา ขนาดของการยืดเหยียดและความเร็วของการที่กล้ามเนื้อยืดตัวออก (Wilk, 1993)

### ขั้นตอนในการฝึกพลัยโอเมตริก

เจริญ (2538) กล่าวว่าเหมือนกับการฝึกกีฬาทั่ว ๆ ไป คือ เริ่มจากการอบอุ่นร่างกายทั่วไปก่อน ตามด้วยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ การอบอุ่นร่างกายเฉพาะทักษะกีฬา สิ่งที่ต้องพิจารณาในการจัดโปรแกรมการฝึก คือ ความถี่ ปริมาณการฝึกและความหนักในการฝึก ซึ่งอาจมีการปรับบ้างถ้าหากมีการพิจารณาถึงการพัฒนาในการฝึก ช่วงระยะเวลาในการฟื้นคืนสภาพและทิศทางการเคลื่อนไหว

ความถี่ในการฝึกพลัยโอเมตริกโดยปกติแล้วประมาณ 1-3 ครั้งต่อสัปดาห์ ถ้าเป็นช่วงหลังฤดูกาลการแข่งขันในกีฬาทั่วไปความถี่ในการฝึกประมาณ 2 ครั้งต่อสัปดาห์ การฝึกในความถี่ที่น้อยกว่า 3 ครั้งต่อสัปดาห์ อาจจะทำให้ผลในการฝึกต่ำกว่าที่ต้องการอันส่งผลต่อสมรรถภาพของนักกีฬาที่ควรจะเป็น

ความหนักในการฝึก ปริมาณของแรงดึงตัวที่เกิดขึ้นกับกล้ามเนื้อ เนื้อเยื่อเกี่ยวพันและข้อต่อ ที่เกิดขึ้นมีความแตกต่างกันไป เช่นการทำท่ากระโดดยกเข้าสูง (skipping) จะเกิดแรงดึงตัว ที่ข้อต่อและกล้ามเนื้อที่ต่ำ ขณะที่การทำท่ากระโดดขึ้น-ลง (depth jump) จะเกิดแรงดึงตัวที่สูงกว่าโดยทั่วไปแล้วเมื่อฝึกที่ความหนักสูงปริมาณการฝึกก็ควรจะลดลง ความหนักของการฝึกขึ้นอยู่กับปัจจัยดังนี้

1. ท่าที่สัมผัสพื้นเป็นเท้าเดียวหรือสองเท้า ซึ่งอาจจะเป็นการทำท่ากระโจนสลับขา (alternate leg bound) ซึ่งอาจจะเป็นการกระโดดขึ้น-ลงในแนวตั้ง (vertical) มากกว่าแนวนอน (horizontal) โดยจะเกิดแรงจำนวนมากเมื่อนักกีฬาลงสู่พื้น
2. ทิศทางของการกระโดด แนวตั้ง (vertical) หรือ แนวนอน (horizontal)
3. ความเร็วในแต่ละแนวในการเคลื่อนที่
4. จุดศูนย์ถ่วงของร่างกาย ยิ่งสูงมากเท่าไรก็เกิดแรงมากขึ้นเมื่อลงสู่พื้น
5. น้ำหนักหรือแรงต้านจากภายนอก ได้แก่ น้ำหนักเสื้อ, น้ำหนักที่ข้อเท้า, และเอวที่เพิ่มให้แก่ร่างกายว่ามีมากน้อยขนาดไหน

การทำให้ร่างกายคืนสู่สภาพปกติ เนื่องจากการฝึกพลัยโอเมตริกเป็นการฝึกที่ต้องใช้ความพยายามสูงสุด ดังนั้นการทำให้ร่างกายคืนสู่สภาพปกติที่พอเพียงในระหว่างจำนวนครั้งระหว่างเซตและระหว่างชุด การชุดจึงต้องกำหนดให้เหมาะสม เช่น การทำท่ากระโดดขึ้น-ลง (depth jump) อาจใช้เวลาประมาณ 5-10 วินาทีในระหว่างครั้งของการฝึกและประมาณ 2-3 นาที ในระหว่างเซต ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดกีฬาและเวลาในการฝึก มิฉะนั้นอาจทำให้ความหนักในการฝึกที่หนักเกินไปอาจได้รับบาดเจ็บจากการฝึกได้

ทิศทางการเคลื่อนไหว นักกีฬาที่ต้องการใช้ความเร็วและกำลังในการเคลื่อนไหวซึ่งไม่เพียงแต่การเคลื่อนไหวในแนวตั้งเท่านั้น แต่ในแนวนอน, แนวขวางและแนวทแยงมุม ก็ใช้เช่นกัน นักกีฬาที่ต้องการเคลื่อนไหวในส่วนของแขนเพื่อใช้ในการผลัก ขว้าง เขวี้ยง จะได้ประโยชน์จากการฝึกพลัยโอเมตริกที่แขน เช่นเดียวกับขา การฝึกพลัยโอเมตริกสามารถฝึกได้โดยตรงกับส่วนที่เป็นระยางค์ คือ แขนกับขา แต่ในส่วนของลำตัวจะได้เพียงโดยอ้อมจากการฝึกที่บริเวณแขนกับขา

### งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### งานวิจัยภายในประเทศ

ขันติ (2536: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาและเปรียบเทียบการฝึกเสริมแบบพลัยโอเมตริกที่มีต่อความแข็งแรง และพลังกล้ามเนื้อขาของนักกีฬาจากการฝึกแบบปกติกับการฝึกเสริมแบบพลัยโอเมตริก กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนักกีฬาของโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์วิทยาลัย (ฝ่ายมัธยม) และคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์วิทยาลัย ปีการศึกษา 2534 มีอายุระหว่าง 14 – 17 ปี จำนวน 30 คน ทดสอบความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อขาก่อนการทดลองแล้วแบ่งออกเป็นกลุ่มที่มีความสามารถที่เท่ากันเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 10 คน กลุ่มที่ 1 ฝึกแบบปกติเป็นกลุ่มควบคุม กลุ่มที่ 2 ฝึกแบบปกติและฝึกเสริมพลัยโอเมตริกสัปดาห์ละ 2 วัน กลุ่มที่ 3 ฝึกแบบปกติและฝึกเสริมแบบพลัยโอเมตริกสัปดาห์ละ 3 วัน ทำการทดสอบพลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 และ 8 นำผลมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One – Way analysis of variance) และทดสอบค่าที่ (t – test) ผลการวิจัยพบว่า 1) ก่อนและหลังการทดลอง กลุ่มที่ 1 ซึ่งฝึกแบบปกติกับการฝึกเสริมแบบพลัยโอเมตริกสัปดาห์ละ 3 วัน ช่วยพัฒนาความแข็งแรงพลังกล้ามเนื้อขาเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 2) หลังการฝึกแบบปกติการฝึกเสริมแบบพลัยโอเมตริกสัปดาห์ละ 2 วัน และการฝึกเสริมแบบพลัยโอเมตริกสัปดาห์ละ 3 วัน เป็นเวลา 8 สัปดาห์แล้ว พบว่าค่าเฉลี่ยความแข็งแรงกล้ามเนื้อขา และพลังกล้ามเนื้อขา ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระดับ 0.05

ประเสริฐศักดิ์ (2538) ได้ทำการศึกษาเรื่องของการฝึกพลัยโอเมตริกและการฝึกด้วยน้ำหนักที่มีต่อความสามารถในการยื่นกระโดดเตะฝ่าผนัง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นโปรแกรมการฝึกแบบพลัยโอเมตริกและโปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนัก กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชาย อายุ 19-20 ปี จำนวน 40 คน เลือกมาโดยการสุ่มแบบเจาะจง โดยทุกคนเป็นผู้ที่ไม่

เคยเข้าร่วมกิจกรรมฝึกแบบพลัยโอเมตริกและการฝึกด้วยน้ำหนักมาก่อน กลุ่มตัวอย่างถูกแบ่งออกเป็นสองกลุ่ม กลุ่มแรกฝึกตามโปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนัก กลุ่มสองฝึกตามโปรแกรมการฝึกด้วยพลัยโอเมตริก โดยฝึกสัปดาห์ละ 3 วัน เป็นเวลา 10 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า ทั้งกลุ่มที่ฝึกด้วยพลัยโอเมตริกและกลุ่มที่ฝึกด้วยน้ำหนักมีความสามารถในการยื่นกระโดดแตะฝาผนังสูงชันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 หลังจากที่ได้ฝึกไปแล้ว 4 สัปดาห์และยังคงสูงชันเรื่อย ๆ จนสิ้นสุดการฝึกสัปดาห์ที่ 10 นอกจากนี้กลุ่มที่ฝึกแบบพลัยโอเมตริกมีความสามารถในการยื่นกระโดดแตะฝาผนังสูงกว่ากลุ่มที่ฝึกด้วยน้ำหนัก หลังจากที่ได้ฝึกตามโปรแกรมการฝึกไปแล้ว 6 สัปดาห์ และยังคงสูงกว่าจนสิ้นสุดการฝึกสัปดาห์ที่ 10

สมพงษ์ (2541 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลและหาค่าความแตกต่างของการฝึกพลัยโอเมตริกโดยใช้กล่องระดับความสูงต่างกันที่มีต่อความสามารถในการกระโดดของนักวอลเลย์บอลชาย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักวอลเลย์บอลชายของ โรงเรียนศึกษาสงเคราะห์เพชรบุรี อายุระหว่าง 16 – 18 ปี จำนวน 40 คน โดยสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (simple random sampling) แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 4 กลุ่ม ๆ ละ 10 คน คือ กลุ่มควบคุมวอลเลย์บอลเพียงอย่างเดียว กลุ่มทดลองที่ 1, 2 และ 3 ฝึกโปรแกรมพลัยโอเมตริกด้วยกล่องไม้สูง 45, 60 และ 70 เซนติเมตร ควบคู่กับการฝึกวอลเลย์บอล โดยทำการฝึกเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ๆ ละ 3 วัน คือ วันจันทร์ วันพุธและวันศุกร์ ตั้งแต่เวลา 16.00 – 18.00 น. และทดสอบความสามารถในการยื่นกระโดดแตะฝาผนังของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (ANOVA) ผลการวิจัยพบว่า ภายหลังจากฝึก 8 สัปดาห์ กลุ่มทดลองทั้ง 3 กลุ่ม มีความสามารถในการยื่นกระโดดแตะฝาผนังสูงเพิ่มขึ้น และแตกต่างจากก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และกลุ่มฝึกพลัยโอเมตริกด้วยกล่องสูง 60 เซนติเมตร ควบคู่กับการฝึกวอลเลย์บอล มีความสามารถในการยื่นกระโดดแตะฝาผนังสูงเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มที่ฝึกวอลเลย์บอลเพียงอย่างเดียวและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ณัฐพงศ์ (2544 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลของการฝึกพลัยโอเมตริกที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงการกระโดดในแนวตั้งของนักกีฬาบาสเกตบอล โดยการเปรียบเทียบจากผลการทดสอบ 2 แบบทดสอบ คือ การยื่นกระโดดแตะฝาผนังและการวิ่งกระโดดแตะฝาผนัง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาบาสเกตบอลชาย ตัวแทนของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคพายัพ ประจำปีการศึกษา 2543 จำนวน 12 คน โดยทำการฝึกพลัยโอเมตริก 3 แบบ ระยะเวลา

6 สัปดาห์ ๆ ละ 3 วัน ๆ ละ 2 ชั่วโมง คือ วันจันทร์, วันพุธและวันศุกร์ ตั้งแต่เวลา 16.00 – 18.00 น. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย (X) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) การทดสอบหาค่าความแตกต่างของการกระโดดในแนวตั้ง ก่อนและหลังฝึกพลัยโอเมตริก โดยการทดสอบค่า “ที” (t – test) กำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ผลการศึกษาพบว่า หลังการฝึกพลัยโอเมตริกนักกีฬาสามารถกระโดดในแนวตั้งได้สูงกว่าก่อนการฝึกพลัยโอเมตริกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และเปรียบเทียบผลการเปลี่ยนแปลงการขึ้นกระโดดแต่ละฝาค้างดีกว่าผลการเปลี่ยนแปลงการวิ่งกระโดดแต่ละฝาค้าง ซึ่งแสดงว่าการฝึกพลัยโอเมตริกมีผลดีต่อการพัฒนาการเปลี่ยนแปลงการกระโดดในแนวตั้งของนักกีฬาสเกตบอล

#### งานวิจัยต่างประเทศ

Blucker (1965) ได้ทำการวิจัยเรื่องผลของความแข็งแรงของขาต่อกระโดดสูงและความเร็วในการวิ่งของนักศึกษานักศึกษาหญิงผู้ถูกทดสอบเป็นนักศึกษานักศึกษาหญิงจำนวน 29 คน ทดสอบความแข็งแรงของขาด้วยเครื่องไดนาโมมิเตอร์ (leg dynamometer) ทดสอบกระโดดสูงด้วยแบบทดสอบโมดิไฟด์เวอร์ทิเคิล เพาเวอร์จัมป์ (modified vertical power jump) และทดสอบความเร็วในการวิ่ง ด้วยเครื่องจับเวลาที่ทำขึ้นเป็นพิเศษให้ผู้ถูกทดสอบฝึกความแข็งแรงของขา 3 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ โดยเพิ่มจำนวนครั้งของการออกกำลังขึ้นเรื่อยๆ หลังจาก 4 สัปดาห์ทำการทดสอบอีกครั้งผลปรากฏว่า 1) ความแข็งแรงกล้ามเนื้อขาเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญระดับ 0.05 2) ไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงของขาและการกระโดดสูงหรือความเร็วในการวิ่งที่มีความนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

Adam (1984) ได้พบว่ามี การเพิ่มความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อขาจากการทำ เดิพธ์ จัมป์ (depth jumps) จากกล่องสูง 0.6-1.5 โดยให้นักเรียนชายและหญิงระดับมัธยมศึกษา อายุ 12-17 ปี ได้ใช้กลุ่มตัวอย่าง 6 กลุ่ม โดยให้ 4 กลุ่มแรกแต่ละกลุ่มกำหนดความแตกต่างของความสูง ในการทำ เดิพธ์ จัมป์ (depth jumps) ดังนี้ 0.61, 0.75, 1.22 และ 1.50 เมตร ตามระดับ กลุ่มที่ 5 ร่วมในกิจกรรมหนัก ๆ เช่น วิ่งกระโดด ขณะที่กลุ่มที่ 6 เป็นกลุ่มควบคุมร่วมในกิจกรรมที่ต้องใช้การกระโดดน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ พบว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างการกระโดดแต่ละฝาค้าง และการขึ้นกระโดดไกลระหว่าง 6 กลุ่ม

Adel (1988) ได้ศึกษาผลของการตอบสนองต่อการฝึกพลัยโอเมตริก แบบ เด็พธ์จัมพ์ (depth jumps) เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ในนักกีฬาหญิงระดับชาติ และนักกีฬาหญิงของโรงเรียน โดยฝึกสัปดาห์ละ 2 วัน ๆ ละ 40 ครั้ง กลุ่มตัวอย่างของนักกีฬาหญิง 60 คน ใช้การสุ่มแบ่งเป็น 3 กลุ่ม โดยให้กลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม และกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม กลุ่มทดลองกลุ่มแรกมี 21 คน ฝึกกระโดดความสูงจากความสูง 0.75 และ 1.1 เมตร กลุ่มที่ 3 มี 18 คน เป็นกลุ่มควบคุมตัวแปรตามสองตัวในการศึกษาครั้งนี้ คือ การกระโดดตะเฝาผนัง และความแข็งแรงของขา ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่ากลุ่มทดลองที่หนึ่งฝึกกระโดดทำเด็พธ์จัมพ์ (depth jumps) ที่มีความสูง 0.3 และ 0.5 เมตร นั้นเป็นความสูงที่เหมาะสมมากกว่าสำหรับการเพิ่มความสามรถในการกระโดดตะเฝาผนังของนักกีฬาหญิงเมื่อเปรียบเทียบกับทำการกระโดดเด็พธ์จัมพ์ (depth jumps) ความสูง 0.75 และ 1.1 เมตร ซึ่งเป็นการสนับสนุนผลงานของ verhoshanski สำหรับการฝึกนักกีฬาชาย ซึ่งสรุปว่าจุดมุ่งหมายสุดท้ายในการฝึกกระโดดเด็พธ์จัมพ์ (depth jumps) นั้น คือการพัฒนาพลังขาไม่ใช่ความแข็งแรงของขา

Kritpet (1988) ได้ศึกษาผลของการฝึกสควอทและพลัยโอเมตริกเป็นเวลา 6 สัปดาห์ ที่มีผลต่อการเกิดพลัง เพื่อศึกษาโปรแกรมการฝึกความแข็งแรงระยะเวลา 6 สัปดาห์ ที่ประกอบด้วยสควอทและสควอทกับพลัยโอเมตริก ที่มีผลต่อความสามารถในการยืนกระโดดตะเฝาผนังความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชาย 15 คน หญิง 2 คน ซึ่งลงทะเบียนเรียนวิชาการฝึกด้วยน้ำหนักขั้นสูงของมหาวิทยาลัยไอเรกอน โดยแบ่งกลุ่มฝึกเป็นกลุ่มที่ 1 จำนวน 9 คน ฝึกยกน้ำหนักท่าสควอทคู่กับพลัยโอเมตริก โดยทั้งสองกลุ่มฝึกสัปดาห์ละ 2 วัน เป็นเวลา 6 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่า 1) กลุ่มฝึกน้ำหนักท่าสควอทควบคู่กับพลัยโอเมตริกมีความสามารถในการกระโดดตะเฝาผนังก่อนฝึกและหลังฝึกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 2) กลุ่มที่ฝึกยกน้ำหนักท่าสควอทอย่างเดียวมีความแข็งแรงแบบอยู่กับที่ลดลงจากระดับก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญระดับ 0.05 3) ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงและพลังงานของกล้ามเนื้อ Hamstrings ก่อนการฝึก และหลังฝึกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

Benash (1990) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบวิธีการฝึกแบบพลัยโอเมตริก 2 วิธี เพื่อที่จะค้นคว้าความแตกต่างในการฝึกพลัยโอเมตริก 2 แบบ ที่มีความสามารถในการยืนกระโดดตะเฝาผนัง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาวอลเลย์บอลหญิงโรงเรียนมัธยม จำนวน 24 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่มให้มีน้ำหนักและส่วนสูงเท่าเทียมกัน ทดสอบการยืนกระโดดตะเฝาผนัง ทดสอบพลังตามแบบของ มากาเรียทดสอบพลังด้วยจักรยานทดสอบตามวิธีของวินเกต และทดสอบความแข็งแรง

แรงกล้ามเนื้อตามลำดับแล้วทำการฝึก 6 สัปดาห์ และทดสอบซ้ำอีกครั้งหนึ่งพบว่าการฝึกพลัยโอเมตริกอย่างเดียว โดยไม่ต้องเพิ่มน้ำหนักจะทำให้ความสามารถในการกระโดดแตะฝ่าผนังสูงขึ้น

Parcell (1977) ได้ทำการวิจัย ผลของดีพธ์ จัมพ์ (depth jumps) และการยกน้ำหนักต่อความสามารถในการกระโดดแตะฝ่าผนังของนักศึกษาชาย 45 คน ผู้เข้ารับการทดลองได้รับการสุ่มแบบกำหนดลง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองทำการฝึกเวลา 6 สัปดาห์ ฝึกสัปดาห์ละ 2 วัน จากความสูง 0.80 เมตร ในช่วง 3 สัปดาห์แรก ต่อมาเพิ่มเป็น 1.10 เมตร ในช่วง 3 สัปดาห์สุดท้าย เริ่มต้นทำ 2 เทียว ๆ ละ 10 ครั้ง ต่อมาเพิ่มอีก 2 ครั้งในแต่ละเทียวทุกสัปดาห์ ส่วนกลุ่มควบคุมไม่ได้ออกกำลังกาย ผลการวิจัยพบว่า การฝึกดีพธ์ จัมพ์ (depth jumps) เพิ่มความสามารถในการกระโดดแตะฝ่าผนัง ในขณะที่การยกน้ำหนักแบบ ฮาล์ฟสควอท (half squat) ไม่ได้ช่วยเพิ่มความสามารถในการกระโดดแตะฝ่าผนัง

Blattner and Noble (1979) ได้ศึกษากลุ่มอาสาสมัครจำนวน 48 คน กลุ่มที่ 1 ฝึกแบบไอโซคิเนติก (isokinetic) กลุ่มที่ 2 ฝึกแบบพลัยโอเมตริก (plyometric) และกลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มควบคุม โดยกลุ่มฝึกแบบไอโซคิเนติก (isokinetic) ฝึกท่าเลค เพรส (leg press) เป็นจำนวน 3 เทียว ๆ ละ 10 ครั้ง และกลุ่มฝึกพลัยโอเมตริก ฝึกจากความสูงของแท่น 34 นิ้ว ใช้น้ำหนักถ่วง 10, 15 และ 20 ปอนด์ เพิ่มน้ำหนักตั้งแต่เริ่มต้นสัปดาห์ที่ 3, 5 และ 8 ตามลำดับให้ทั้ง 2 กลุ่ม ฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ เห็นเวลา 8 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า ทั้ง 2 กลุ่ม มีพัฒนาการความสามารถในการกระโดดแตะฝ่าผนังอย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่พบความแตกต่างระหว่าง 2 กลุ่มทดลอง

Polhemus and Burdhardt (1980) ได้ทำวิจัย เปรียบเทียบผลของการรวมการฝึกตามที่นิยมใช้ทั่วไป ของการยกน้ำหนักกับพลัยโอเมตริก (weight and plyometrics) และการฝึกยกน้ำหนักอย่างเดียวด้วยการทำ เบนช์ เพรส (bench press), เพาเวอร์ คลีน (power clean), ฮาล์ฟ สควอท (half-squat) และมิลิทารี เพรส (military press) มีกลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม ให้กลุ่มที่ 1 ฝึกยกน้ำหนักแบบนิยมทั่วไป กลุ่มที่ 2 ฝึกยกน้ำหนักแบบนิยมทั่วไปกับพลัยโอเมตริก และกลุ่มที่ 3 ฝึกยกน้ำหนักเช่นเดียวกันแต่เพิ่มน้ำหนักระหว่างการทำพลัยโอเมตริก ผลการวิจัยพบว่า การยกน้ำหนักตามแบบฝึกที่นิยมใช้กันทั่วไปกับการเพิ่มน้ำหนักระหว่างการฝึกพลัยโอเมตริก ทำให้ความสามารถของกล้ามเนื้อมีกำลังเพิ่มขึ้น



Brown, Mayhen and Boleach (1986) พิจารณาผลการฝึกแบบพลัยโอเมตริก ต่อการกระโดดแตะข้างฝาผนังของนักกีฬาบาสเกตบอลชาย ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 26 คน โดยการสุ่มกำหนดลงในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองฝึกท่า เดิพท์ จัมพ์ (depth jumps) จำนวน 3 เที้ยว ๆ ละ 10 ครั้ง โดยทำการฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ กลุ่มควบคุมกระทำการฝึกบาสเกตบอลตามปกติผลชี้ให้เห็นว่าทั้ง 2 กลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในการกระโดดแตะฝาผนังโดยไม่ใช้แขนช่วย กลุ่มพลัยโอเมตริก (plyometrics) เพิ่มความสามารถในการกระโดดแตะฝาผนังโดยใช้แขนช่วยในการกระโดดได้สูงกว่ากลุ่มควบคุม

จากรายงานการศึกษาค้นคว้า การฝึกด้วยวิธีพลัยโอเมตริกช่วยเพิ่มความสามารถในการหดตัวของกล้ามเนื้อและระบบประสาทกล้ามเนื้อ อันส่งผลให้เพิ่มความสามารถในการกระโดดของนักกีฬาให้สูงขึ้น ซึ่งหากนำไปโปรแกรมพลัยโอเมตริกไปปรับใช้กับการฝึกกีฬา แอนด์บอลจะสามารถเพิ่มระยะทางในการกระโดดถึงประตูจากเส้นเขต 6 เมตร ของนักกีฬาได้