บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเรื่องผลของการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกพลังกล้ามเนื้อขาที่มีต่อสมรรถภาพอนากาศนิยมในนักกีฬารักบี้ฟุตบอล จึงได้ทำการศึกษาและรวบรวมข้อมูลต่างๆ จากเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาประกอบและเป็นแนวทางในการศึกษา ซึ่งเรียบเรียงไว้ดังนี้

ก. เอกสาร วารสาร ตำรา ที่เกี่ยวข้อง

1. ตำแหน่งและหน้าที่ของผู้เล่นในรักบี้ฟุตบอล
2. รูปแบบการเคลื่อนไหวในกีฬารักบี้ฟุตบอล
3. ทฤษฎีและหลักการฝึกซ้อม
4. หลักการทำงานของระบบกล้ามเนื้อ
5. กลไกการทำงานของกล้ามเนื้อขา
6. ความหมายของพลังกล้ามเนื้อ
7. พลังกล้ามเนื้อขาที่ใช้ในการเล่นรักบี้ฟุตบอล
8. พลังกล้ามเนื้อกับการเล่นรักบี้ฟุตบอล
9. ระบบพลังงานและการใช้พลังงานของกล้ามเนื้อ
10. ทฤษฎีและหลักการฝึกด้วยน้ำหนัก
11. ทฤษฎีและหลักการฝึกแบบพลัยโอเมตริก
12. แนวคิดการรวมกันระหว่างการฝึกพลัยโอเมตริกกับการฝึกด้วยน้ำหนัก
13. รูปแบบการรวมกันระหว่างการฝึกพลัยโอเมตริกและการฝึกด้วยน้ำหนัก
14. โปรแกรมการฝึกพลังกล้ามเนื้อขา
15. ความสำคัญของสมรรถภาพอนากาศนิยม
16. การฝึกด้วยน้ำหนักกับสมรรถภาพอนากาศนิยม
17. การฝึกพลัยโอเมตริกกับสมรรถภาพอนากาศนิยม
18. การทดสอบวินเกต แอนแอโรบิค เทสต์

ข. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ
2. งานวิจัยต่างประเทศ

ตำแหน่งและหน้าที่ของผู้เล่นในรักบี้ฟุตบอล

รักบี้ฟุตบอลเป็นกีฬาประเภททีมปะทะระหว่างผู้เล่นอยู่ตลอดเวลา ทำให้เกมการแข่งขันรักบี้ฟุตบอลจึงเป็นเกมที่หนักตลอดเกมการแข่งขัน และกีฬารักบี้ฟุตบอลก็มีตำแหน่งและหน้าที่ของผู้เล่นที่เฉพาะของแต่ละตำแหน่ง ดังนั้นการเข้าใจธรรมชาติของการเล่นรักบี้ฟุตบอลด้วยการรู้ตำแหน่งและหน้าที่ของผู้เล่นจึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจและเหมาะสำหรับการวางแผนการฝึกซ้อมให้เหมาะสมกับตำแหน่งอีกด้วย

หน้าที่ของกองหน้า

1. มีหน้าที่สกรัม ทั้งสกรัมตั้งและสกรัมย่อย เพื่อดันหรือใช้เท้าเขี่ยลูกออกไปให้กองหลังได้เล่นต่อไป

2. มีหน้าที่ปัด หรือกระโดดเอาลูกบอลในแถวทุ่มส่งต่อให้กองหลังเล่นลูกนั้นต่อไป

3. มีหน้าที่วิ่งซ้อนแนวของแถว (Line) เพื่อต่อแถวหรือเก็บลูกบอลที่กองหลังไม่สามารถดำเนินการเล่นต่อไปได้ กองหน้าจึงมีหน้าที่เล่นลูกนั้นต่อไป

4. มีหน้าที่บุกทะลวงแนวกองหน้า หรือกองหลังฝ่ายตรงข้าม เพื่อนำลูกบอลไปวางทรัยหรือเพื่อทำให้ผู้ต้านการบุกทะลวงนั้นเพิ่มจำนวนมากขึ้น โดยการดึงผู้เล่นให้มารวมกัน และในโอกาสเดียวกันก็จะส่งบอลให้กองหลังของตนเล่นลูกนั้นต่อไปอีก โอกาสที่จะวางทรัยได้ก็มีมากขึ้น เพราะฝ่ายตรงข้ามมีผู้เล่นที่เหลือทำการชาร์จน้อยคนกว่า

หน้าที่เฉพาะตำแหน่งของผู้เล่นกองหน้า

1. ตำแหน่งแถวหนึ่ง (Prop) ทั้งสองข้างมีหน้าที่รัดกับ Hooker ให้แน่น ถึงแม้ว่าจะถูกแถวสองดัน หรือแม้แต่โดนกองหน้าของฝ่ายตรงข้ามดัน ก็ไม่ทำให้แยกออกจากกันง่ายๆ มีหน้าที่ใช้เท้าตบเขี่ยลูกบอลช่วย ฮุ๊คเกอร์ และมีหน้าที่หนุนสกรัม (Wheel scrum)

2. ตำแหน่ง ฮุ๊คเกอร์ (Hooker) มีหน้าที่ใช้เท้าเขี่ย (Hook) ลูกบอลจากการใส่ลูกของผู้เล่นสกรัมฮาฟซึ่งทั้งสองจะต้องทำงานให้สัมพันธ์กันเกี่ยวกับจังหวะการใส่และการเขี่ยลูกบอล และเป็นหลักให้ผู้เล่นแถวหนึ่งทั้งสองเข้ามากอดรัด เพื่อให้แถวหนึ่งแน่นและมั่นคง

3. ตำแหน่งแถวสอง (Lock) ทั้งสองข้างจะต้องรัดกันให้แน่นจนสีข้างติดแนบกันเพื่อดันและเป็นสื่อกลางให้แถวสามดันส่งแถวหนึ่ง มีหน้าที่ทำให้สกรัมหมุน และใช้เท้าเขี่ยลูกบอลให้หลุดออกจากสกรัมโดยเร็วหรือช้า ก็สุดแต่วิธีดำเนินการ และจะเก็บลูกบอล (Keep a ball) ให้อยู่ในสกรัมก็ได้

4. ตำแหน่งแฟรงค์เกอร์ (Flanker) มีหน้าที่ชาร์จคู่ต่อสู้ในทันทีที่เสียบอลและลูกบอลนั้นได้หลุดออกจากสกรัมแล้ว เพราะเป็นตำแหน่งในกองหน้าที่สามารถแตกสกรัมหรือถอน

ตัวออกจากสกรัมได้ง่ายที่สุดและยังสามารถกีดกันผู้เล่นสกรัมฮาฟของฝ่ายตรงข้ามได้อีก เพื่อไม่ให้ฝ่ายตรงข้ามเข้าชาร์จผู้เล่นสกรัมฮาฟของตนเองได้ง่ายๆ ยังสามารถถอนตัวผู้เล่นลูกที่อยู่ระหว่างขาของตนเองได้อีก โดยไม่ผิดกติกา ช่วยทำให้สกรัมมีความเหนียวแน่นและมีแรงดันมากขึ้น

5. ตำแหน่ง แถวสามตรงกลาง (Mid third or No.8) มีหน้าที่ดันสกรัมระหว่างขาท่อนบนด้านในของ ตำแหน่งแถวสอง ทั้งสองข้างเพื่อให้มีแรงดันมากขึ้นในสกรัม ทำให้สกรัมมีความเหนียวแน่น และทำหน้าที่กีดขวางไม่ให้ ตำแหน่งสกรัมฮาฟ ของฝ่ายตรงข้ามชาร์จตำแหน่งสกรัมฮาฟ ของตนเองได้สะดวก ต้องเปิดทาง หรือใช้เท้าเขี่ยให้ลูกบอลออกจากสกรัม และสามารถถอนตัวออกจากสกรัม เพื่อเล่นลูกในโอกาสที่ลูกอยู่ในสภาวะที่ตนเองสามารถเล่นได้ โดยไม่ผิดกติกา

หน้าที่ของตัวเชื่อมระหว่างกองหน้าและกองหลัง

ตำแหน่งสกรัมฮาฟ (Scrum half) เป็นผู้เล่นกองหลังทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมระหว่างกองหน้าและกองหลัง ผู้เล่นตำแหน่งนี้จะต้องเป็นผู้เล่นที่มีความสามารถคล่องตัวสูง ตัดสินใจ และกระทำการอย่างรวดเร็ว มีประสาทและไหวพริบดี สามารถส่งและรับลูกบอลได้ทุกจังหวะ ส่งลูกได้รวดเร็วแม่นยำ ทั้งระยะใกล้-ไกล เป็นนักฉวยโอกาสชั้นเยี่ยม เพื่อนำทางบุกทะลวงคู่ต่อสู้

หน้าที่ที่สำคัญที่สุด คือ การใส่ลูกบอลเข้าในสกรัม และจะต้องวิ่งตามกองหน้าเพื่อรับลูกบอลที่ได้จากการสกรัมและทำแถวทุ่มของกองหน้าส่งต่อให้กองหลังของตนเองได้เล่นลูกต่อไป นอกจากนี้ยังต้องมีความสัมพันธ์กับ Fly half เพราะต้องส่งและรับลูกอยู่เสมอ

หน้าที่ของกองหลัง

1. ตำแหน่ง ฟลายฮาฟ (Fly half) มีหน้าที่เป็นผู้นำกองหลังในเกมรุก เกมรับตลอดการแข่งขัน จะต้องเป็นผู้มีไหวพริบและปฏิภาณดี สามารถอ่านเกมการเล่นออกว่าจะดำเนินการเล่นอย่างไร สามารถส่งและรับลูกบอลได้ดีทุกสถานการณ์ทั้งซ้ายและขวา วิ่งขึ้นชาร์จและวิ่งลงตั้งรับได้รวดเร็ว การเข้าจับคู่ต่อสู้ดี ฉลาดในการหลอกคู่ต่อสู้ มีการตัดสินใจดี และแก้ไขเหตุการณ์เฉพาะหน้าได้ทันท่วงที มีความสามารถในการเตะลูกบอลได้ดี

2. ตำแหน่ง อินไซด์ (In-side) มีหน้าที่ของ อินไซด์ ทั้งสองในเกมรุก เป็นตัวเสริมบุกทะลุแนวต้านทานของคู่ต่อสู้ หลบหลีกการเข้าชาร์จของคู่ต่อสู้ และดึงคน (Drawing a man) เพื่อให้ฝ่ายตนเองมีคนเกินในเกมรับ ทำหน้าที่ที่สำคัญวิ่งเข้าชาร์จฝ่ายตรงข้าม ตำแหน่งนี้จึงต้องเป็นผู้เล่นที่มีความเร็วสูง การจับคู่ต่อสู้แน่นอน การรับ-ส่งบอลดี รวดเร็ว ฉลาด และไหวพริบดี

ในการหลอกและดึงคน มีความคล่องตัวในการวิ่งหลบหลีก รู้และเข้าใจเกมการเล่นวิธีการเล่นฝ่ายเดียวกันทั้งกองหน้าและกองหลัง

3. ตำแหน่ง ปีก (Wing) หน้าที่ของปีกทั้งซ้ายและขวา เป็นตำแหน่งที่พาลูกไปวางทรัยในกองหลัง ส่วนมากวิ่งชาร์จคู่ต่อสู้ในเกมรับ จึงต้องเป็นตำแหน่งที่มีความเร็วสูงกว่าทุกตำแหน่งในทีมสามารถวิ่งหลบหลีก และใช้ความเร็วหนีการจับคู่ต่อสู้ได้ และสามารถเตะบอลตัดข้ามสนามหนึ่งไปยังอีกสนามหนึ่งได้ดี เมื่อตนเองไม่สามารถวิ่งพาลูกบอลต่อไปได้อีก เพราะพื้นที่สนามมีผู้เล่นฝ่ายตรงข้ามคอยจับอยู่

4. ตำแหน่ง ฟลูแบ็ค (Full back) มีหน้าที่เป็นแนวป้องกันสุดท้ายของทีม ก่อนที่ฝ่ายรุกจะนำลูกบอลไปวางทรัย จึงต้องเป็นตำแหน่งที่มีความสามารถรับลูกจากการเตะของฝ่ายตรงข้ามได้ทุกจังหวะ มีสมาธิดี เยือกเย็น และสุขุม เตะลูกแรงได้ทั้งซ้ายและขวา เตะลูกบอลได้แม่นยำ การจับลูกบอลดี จับคู่ต่อสู้ได้เหนียวแน่น รอบรู้ในกลวิธีการเล่น อ่านเกมการเล่นคู่ต่อสู้ออก

สรุปได้ว่า ผู้เล่นในตำแหน่งกองหลังทุกคนต้องอ่านใจการเล่นของฝ่ายเดียวกันว่าจะเล่นหรือดำเนินการเล่นอย่างไร และจะใช้แผนการเล่นผสมผสานกับกองหน้าอย่างไร เข้าใจแบบแผนการเล่นทั้งเกมรุกและรับ สามารถส่ง-รับลูกบอลได้ในขณะวิ่งด้วยความเร็วสูง มีการจับคู่ต่อสู้แน่นอน สัมพันธ์การเล่นกับ ตำแหน่ง สกรัมฮาฟ ได้เป็นอย่างดี กับยังสามารถสนับสนุนการเล่นโดยการเล่นแทนกองหน้าได้ เมื่อกองหน้าวิ่งมาไม่ทัน

รูปแบบการเคลื่อนไหวในกีฬารักบี้ฟุตบอล

ลูเกอร์และพูกส์ (Luger and Pook, 2004) ได้กล่าวว่า รูปแบบการเคลื่อนไหวในกีฬารักบี้ฟุตบอลมีลักษณะที่ไม่ต่อเนื่องซึ่งเป็นการเคลื่อนไหวลักษณะการวิ่งเร็ว(Running) การเดิน (Walking) และการวิ่งเหยาะ (Jogging) ซึ่งจะสลับกับรูปแบบการเคลื่อนไหวเฉพาะในรักบี้ฟุตบอลได้แก่

- การปะทะและเข้าแทคเกิล (Making and breaking tackle)
- การเข้าทำสกรัม (Scrummaging)
- การกระโดดในแถวทุ่ม (Jumping in line-out)
- การยกตัวในแถวทุ่ม (Lifting in line-out)
- การเข้าทำรัค (Hitting rucks)
- การดันมอลซ์ (Diving a maul)
- การส่งบอลและจับตัวผู้เล่น (Passing and catching)
- การเปลี่ยนทิศทางในการวิ่ง (Changing direction)

- การเตะเปลี่ยน (Kicking for a goal)
- การเตะกินแดน (Kicking out of hand)

ทฤษฎีและหลักการฝึกซ้อม

การฝึกซ้อม (Training) คือ การฝึกปฏิบัติอย่างมีระบบโดยมีจุดมุ่งหมาย เพื่อพัฒนาให้นักกีฬามีสมรรถภาพความพร้อมตรงกับชนิดหรือประเภทกีฬาที่จะต้องแข่งขัน การฝึกซ้อมจำเป็นต้องอาศัยเวลา ความรู้ ความสามารถ รวมทั้งความตั้งใจ และความรับผิดชอบของนักกีฬา ขั้นตอนการฝึกซ้อมกีฬานั้น สามารถนำมากำหนดเป็นแบบแผนได้เพราะมีหลักเกณฑ์ที่ชัดเจนแน่นอน ที่สำคัญคือ ผู้ฝึกสอนกีฬาแต่ละคนจะต้องมีความเข้าใจหลักหรือกฎการฝึกทางสรีรวิทยาให้ถูกต้องก่อนที่ทำการวางแผนการฝึกซ้อม โบเวอร์แมนและฟรีแมน (Bowerman and Freeman, 1991) ได้รายงานว่า ระบบการฝึกซ้อมจะเกิดผลได้ดีต้องอาศัยกฎทางสรีรวิทยา 3 กฎ ด้วยกัน คือ

1. **กฎของการใช้น้ำหนักในการฝึกมากกว่าปกติ** (Law of over load) ตามธรรมชาติร่างกายของมนุษย์จะมีการปรับตัวอยู่ตลอดเวลา ด้วยเหตุนี้ร่างกายนักกีฬาสามารถที่จะปรับสภาพร่างกายให้เข้ากับสภาพการณ์ในการฝึกได้เสมอ เมื่อการเพิ่มความหนักในการฝึกขึ้นเรื่อยๆ ทำให้ร่างกายได้รับการกระตุ้นและปรับตัวเพื่อให้มีความพร้อมเพิ่มมากขึ้น แต่ถ้าความหนักในการฝึกที่มากเกินไปจะทำให้กล้ามเนื้อเกิดความเมื่อยล้า ทำให้การฟื้นตัวจากสภาพความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อไม่ได้เต็มที่พอที่จะทำงานในครั้งต่อไปได้ ส่งผลให้สมรรถภาพทางกายลดลงต่ำลงเรื่อยๆ ในขณะที่ถ้าใช้ความหนักในการฝึกที่เหมาะสมจะทำให้ร่างกายเกิดการปรับตัวให้มีความพร้อมมากขึ้น ปฏิกิริยาตอบสนองคือ ความเมื่อยล้า ซึ่งภายหลังจากการฝึกร่างกายจะปรับตัวฟื้นจากสภาพความเมื่อยล้า และชดเชยสภาพร่างกายให้มีความพร้อมที่จะรับการฝึกได้เพิ่มขึ้น (Over compensation) ความสามารถของกล้ามเนื้อจะได้รับการพัฒนาหรือปรับสภาพเพิ่มขึ้นมากน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับความหนักในการฝึกและการมีเวลาพักฟื้นของร่างกายภายหลังการฝึก หรือการเกิดอาการเมื่อยล้า เพื่อให้ร่างกายได้รับการชดเชยอย่างเต็มที่

2. **กฎของการฝึกเฉพาะเจาะจงหรือเฉพาะด้าน** (Law of specificity) ธรรมชาติของการฝึกซ้อมก็คือเพื่อเสริมสร้างให้กล้ามเนื้อมีประสิทธิภาพในการทำงาน ดังนั้นนักกีฬาจะต้องได้รับรูปแบบหรือวิธีฝึกที่ถูกต้อง การฝึกเน้นเฉพาะด้านจะมีผลก่อให้เกิดทักษะการเคลื่อนไหวเฉพาะและตรงกับความต้องการจากการฝึกซ้อม เพราะความหนักในการฝึกเฉพาะจะมีความสำคัญต่อการพัฒนาที่เหมาะสมทั้งตัวนักกีฬาและประเภทกีฬาที่จะทำการลงแข่งขัน ในการวางแผนการฝึกซ้อม การฝึกเพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายเพื่อเตรียมความพร้อมพื้นฐาน

จะต้องเริ่มการฝึกเน้นการฝึกขั้นพื้นฐาน เพราะการฝึกขั้นพื้นฐานทั่วไปจะช่วยปรับสภาพร่างกายของนักกีฬาให้มีความพร้อมที่จะยืนหยัดต่อการฝึกเฉพาะด้านได้ และปริมาณของการฝึกสมรรถภาพขั้นพื้นฐานทั่วไปก็จะเป็นแนวทางในการกำหนดว่า นักกีฬาผู้นั้นมีความพร้อมที่จะทำการฝึกเน้นในด้านความสามารถเฉพาะด้านในระดับใด ยิ่งถ้าสามารถเพิ่มปริมาณการฝึกสมรรถภาพขั้นพื้นฐานทั่วไปได้มากขึ้นเท่าใด การฝึกเน้นความสามารถเฉพาะด้านก็สามารถที่จะเพิ่มได้เท่านั้น

3. **กฎของการย้อนกลับ** (Law of reversibility) ร่างกายที่ไม่ได้ใช้งานหรือฝึก ในที่สุดก็จะเสื่อมสภาพไปหรือเมื่อหยุดทำการฝึกซ้อมระดับสมรรถภาพทางกายก็ลดลงตามลำดับ ด้วยเหตุนี้ โค้ชจึงต้องทำความเข้าใจให้ถูกต้องแน่ชัดถึงความสัมพันธ์ระหว่างการปรับสภาพร่างกายกับกฎของการเพิ่มความหนักและกฎของการย้อนกลับ เพราะฉะนั้นผลของการฝึกซ้อมจะมีการย้อนกลับภายในตัวเองเสมอถ้าการฝึกซ้อมไม่เป็นสิ่งที่ท้าท้ายหรือหนักขึ้นระดับสมรรถภาพก็จะคงที่ นับว่าเป็นกฎอีกข้อหนึ่งที่โค้ชจะต้องทำความเข้าใจและสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาสมรรถภาพและขีดความสามารถของนักกีฬาให้ก้าวไปสู่จุดสูงสุดได้

หลักการทำงานของระบบกล้ามเนื้อ

ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกัลยา ปาละวิวัธน์ (2536) กล่าวไว้ว่าการทำงานของระบบกล้ามเนื้อ เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการเคลื่อนไหวร่างกายโดยเฉพาะกล้ามเนื้อลาย (Striated muscle) ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อหลักที่ทำหน้าที่ในการเคลื่อนไหว และเป็นกล้ามเนื้อที่มีน้ำหนักมากที่สุดของร่างกาย คือประมาณ 40-50 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว และระบบกล้ามเนื้อถือได้ว่าเป็นระบบที่สำคัญที่สุดในการออกกำลังกาย เพราะว่าเป็นตัวจักรสำคัญที่จะทำให้เกิดการเคลื่อนไหว และการเคลื่อนไหวของร่างกายนั้นต้องอาศัยการทำงานของกล้ามเนื้อลาย และเส้นใยของกล้ามเนื้อลายยังสามารถแบ่งตามลักษณะโครงสร้าง หน้าที่และคุณสมบัติ ลักษณะของความแตกต่างนี้จะเป็นตัวบ่งบอกถึงประสิทธิภาพในการเคลื่อนไหว ดังที่ แดนเนียลและวิลเลี่ยม (Daneil and William, 1993) ได้แบ่งชนิดเส้นใยกล้ามเนื้อออกเป็น 3 ชนิดด้วยกันคือ

1. เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้าแบบออกซิเดทีฟ (Slow twitch oxidative fiber, SO) คุณสมบัติของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดนี้มีไมโตคอนเดรียมาก มีหลอดเลือดฝอยมาก มีมัยโอโกลบินมาก มีสีแดง และสลายพลังงานได้ช้าจึงทำให้หดตัวของกล้ามเนื้อช้าตามไปด้วย แต่มีความอดทนต่อความเมื่อยล้าได้ดี พบมากในนักกีฬาประเภทใช้ความอดทน เช่น การวิ่งระยะไกล มาราธอน ไตรกีฬา และประเภททีมเป็นต้น

2. เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วแบบออกซิเดทีฟ-กลัยโคลัยติก (Fast twitch oxidative glycolysis fiber, FOG) คุณสมบัติของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดนี้มีไมโตคอนเดรียมาก มีหลอดเลือดฝอยมาก มีมัยโอโกลบินมาก และสลายพลังงานได้เร็วจึงทำให้หดตัวของกล้ามเนื้อเร็วตามไปด้วย และจะมีความอดทนต่อความเมื่อยล้าได้ดี แต่ไม่ทนทานเท่ากับเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดแรก พบมากในนักกีฬาประเภทวิ่งระยะกลาง และประเภททีมที่ใช้ความเร็ว เป็นต้น

3. เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วแบบกลัยโคลัยติก (Fast twitch glycolysis fiber, FG) คุณสมบัติของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดนี้มีไมโตคอนเดรียน้อย มีหลอดเลือดฝอยน้อย และสลายพลังงานได้รวดเร็วจึงทำให้หดตัวของกล้ามเนื้อเร็วตามไปด้วย แต่ไม่ทนทานเท่ากับเส้นใยกล้ามเนื้อสองชนิดแรก พบมากในประเภทกีฬา เช่น นักวิ่งระยะสั้น นักกรีฑาประเภทลานและนักกีฬาประเภททีมที่ใช้กำลังความเร็วสูงสุดในระยะเวลาสั้นๆ เป็นต้น

กล้ามเนื้อในแต่ละมัดมีลักษณะผสมของเซลล์กล้ามเนื้อทั้ง 3 ชนิด ถ้าเซลล์กล้ามเนื้อชนิดใดมาก กล้ามเนื้อก็จะมีคุณสมบัติของเซลล์กล้ามเนื้อชนิดนั้นๆ เด่นออกมา ดังนั้นการฝึกจึงควรพิจารณาถึงความแตกต่างของเส้นใยกล้ามเนื้อที่ออกแรงทำงานในแต่ละชนิดกีฬา เพื่อให้การฝึกสามารถเสริมสร้างกล้ามเนื้อได้อย่างถูกต้องเหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงสุด

กลไกการทำงานของกล้ามเนื้อขา

การเคลื่อนที่ของร่างกายในการออกกำลังกายและการเล่นกีฬาหลายชนิด อาศัยการออกแรงทำงานของกล้ามเนื้อขาเป็นส่วนสำคัญในการเคลื่อนไหวร่างกาย เพื่อเอาชนะแรงต้านทานจากน้ำหนักตัวและแรงโน้มถ่วงของโลก ซึ่งกลุ่มของกล้ามเนื้อขาที่สำคัญ ประกอบด้วย

1. กล้ามเนื้อกลูเทียสแมกซิมัส (Gluteus maximus) เป็นมัดกล้ามเนื้อขนาดใหญ่และหนักที่สุดของร่างกาย ทำหน้าที่เหยียดสะโพกให้ลำตัวตรง กล้ามเนื้อมัดนี้จะมีขนาดใหญ่และนูนออกมาเห็นได้ชัด

2. กล้ามเนื้อควอไดรเซพซ์ ฟีมอรีส (Quadriceps femoris) เป็นมัดกล้ามเนื้อขนาดใหญ่ประกอบด้วยสี่ส่วนด้วยกัน คือ Rectus femoris, Vastus lateralis, Vastus medialis และ Vastus intermedius กล้ามเนื้อมัดนี้จะทำหน้าที่ในการเหยียดขาให้ตรง

3. กล้ามเนื้อแฮมสตริงส์ (Hamstrings) เป็นมัดกล้ามเนื้อขนาดใหญ่ ประกอบด้วย Biceps femoris, Semitendinosus และ Semimembranosus ทำหน้าที่งอขาและช่วยในการเหยียดสะโพกให้ตั้งตรง

4. กล้ามเนื้อแกสทรอคนีเมียส (Gastrocnemius) และกล้ามเนื้อโซเลียส (Soleus) เป็นมัดกล้ามเนื้อขนาดใหญ่ที่ทำให้เกิดส่วนนูนของน่องขึ้น กล้ามเนื้อมัดนี้จะแข็งแรงมากทำหน้าที่ในการเหยียดเท้าและงอหัวเข่า

5. กล้ามเนื้อทีเบียลิสแอนทีเรีย (Tibialis anterior) เป็นกลุ่มกล้ามเนื้อที่มีรูปร่างยาวอยู่ด้านหน้าของขาบริเวณหน้าแข้งทำหน้าที่กระดกหรืองอเท้า และหมุนฝ่าเท้าเข้าด้านใน (ประวิทย์ สุนทรสีมะ, 2526)

ความหมายของพลังกล้ามเนื้อ

โอ'เช (O'Shea, 2000) กล่าวว่า พลังกล้ามเนื้อ (Muscle Power) หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อที่ออกแรงเต็มที่ด้วยความเร็วสูงสุด โดยสร้างขึ้นจากองค์ประกอบทางด้านความแข็งแรงกับความเร็ว

บลูมฟิลล์ และคณะ (Bloomfield *et al.*, 1994) พลังกล้ามเนื้อ เป็นความสามารถของกล้ามเนื้อ ที่ก่อให้เกิดงานในระดับสูงได้อย่างรวดเร็วซึ่งเป็นผลจากการออกแรงและได้ระยะทางจากการออกแรงนั้น หรือเป็นผลมาจากความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความเร็วในการออกแรงของกล้ามเนื้อ

วิค และคณะ (Wilk *et al.*,1993) กล่าวว่า พลังกล้ามเนื้อ คือ การเพิ่มศักยภาพของนักกีฬา โดยมีพื้นฐานอยู่ที่ความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะหดตัวทำให้เกิดแรงสูงสุดภายในระยะเวลาสั้นที่สุด นอกจากนี้ปัจจัยสำคัญ คือ ความแข็งแรง และความเร็วที่จะส่งผลให้เกิดพลังของกล้ามเนื้อ

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

สโตน (Stone, 1993) เตือนว่าในการฝึกจะต้องเน้นไปที่การพัฒนาพลังกล้ามเนื้อและความเร็วระยะสุดท้ายของการฝึก ซึ่งในการฝึกนั้นจะต้องใช้ความเร็วเฉพาะ และเหมาะสมกับความเร็วในการแข่งขัน ยิ่งไปกว่านั้นการฝึกความแข็งแรงโดยใช้น้ำหนักมากแต่เพียงอย่างเดียวจะทำให้ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นในระยะเริ่มแรกของการฝึก แต่จะมีผลทำให้ลดการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อในระยะหลังๆ

คำว่า พลัง (Power) เป็นการใช้แรงในหลายรูปแบบด้วยการเคลื่อนไหวที่รวดเร็ว สามารถแสดงออกมาเป็นงานที่ทำต่อหน่วยเวลา

งาน (Work) = แรง (Force) × ระยะทาง (Distance)

ความเร็ว (Speed) = ระยะทาง (Distance)
เวลา (Time)

พลัง (Power) = แรง (Force) × ความเร็ว (Speed)

ดังนั้น พลัง = แรง (Force) × ระยะทาง (Distance)
เวลา (Time)

= งาน (Work)
เวลา (Time)

เยสซิส (Yessis, 1994) ได้กล่าวไว้ว่า ในชนิดกีฬาที่ต้องใช้พลังกล้ามเนื้อนั้น มีการเคลื่อนไหวในลักษณะเป็นแรงระเบิด ซึ่งประกอบไปด้วยการเคลื่อนไหว 3 ส่วนด้วยกัน คือ

1. ความเฉื่อย (inertia)
2. โมเมนตัม (momentum)
3. ความเร่ง (acceleration)

โดยเมื่อมีการเคลื่อนไหวในลักษณะเป็นแรงระเบิดจะเริ่มต้นออกแรงเอาชนะความเฉื่อยก่อนและการออกแรงนั้นจะต้องไม่คงที่ เพื่อให้เกิดโมเมนตัม และความเร่งตามมา ซึ่งเป็นการทำงานในระดับสูงของระบบประสาทที่ต้องปล่อยกระแสประสาทไปยังกล้ามเนื้อที่ออกแรงนั้น ในเวลาที่สั้นที่สุดเท่าที่จะทำได้ อีกทั้งยังต้องการข้อต่อที่ใช้ในการเคลื่อนที่หลาย ๆ ข้อต่อมาทำงานสัมพันธ์กัน ซึ่งแต่ละข้อต่อก็จะมีช่วงของเวลาของการเร่งความเร็ว และช่วงเวลาของการลดความเร็ว ในการเคลื่อนที่ของข้อต่อนั้น ๆ แตกต่างกันไป ในทางปฏิบัติทางกีฬาบางชนิดเป็นการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็วด้วยความแข็งแรง (speed-strength) ซึ่งต้องการความเร็วมากกว่าความแข็งแรง ได้แก่ วิ่งระยะสั้น ทักษะกีฬาบางชนิดต้องใช้ความแข็งแรงด้วยความเร็ว (strength-speed) ซึ่งต้องการความแข็งแรงมากกว่าความเร็วได้แก่ ยกน้ำหนัก ดังนั้นในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อที่ประกอบไปด้วยการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และการพัฒนาความเร็วในการออกแรงของกล้ามเนื้อนั้นเปอร์เซ็นต์ในการพัฒนาในแต่ละส่วน จะแตกต่างกันไปตามลักษณะของกีฬาแต่ละชนิด

พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในกีฬารักบี้ฟุตบอล

ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ (2544 อ้างใน Bompa, 1993) ได้กล่าวถึงรูปแบบของพลังกล้ามเนื้อในการเล่นกีฬาไว้ดังนี้

1. พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการลงสู่พื้นและการเปลี่ยนทิศทาง (Landing and Reactive power) ในการแข่งขันกีฬาหลายชนิดนั้น ทักษะในการลงสู่พื้นเป็นทักษะที่สำคัญอย่างหนึ่ง และมักจะต่อเนื่องกับทักษะของการเปลี่ยนทิศทางหรือการกระโดด นักกีฬาจำเป็นต้องใช้พลังกล้ามเนื้อในการควบคุมร่างกายในขณะลงสู่พื้น และสามารถที่จะปฏิบัติทักษะที่ตามมานั้นได้อย่างรวดเร็วไม่ว่าจะเป็นการเปลี่ยนทิศทางหรือการกระโดดก็ตาม

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

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

3. พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการกระโดดขึ้นจากพื้น (Take-off power) ในการแข่งขันกีฬาหลายชนิดที่มีการกระโดดนั้น ต้องการพลังกล้ามเนื้อในลักษณะแรงระเบิด (Explosive) เพื่อให้ประสิทธิภาพของการกระโดดดีที่สุด ซึ่งเป็นการกระโดดในขณะที่วิ่งมาด้วยความเร็วสูงหรือมีการย่อตัวก่อนที่จะกระโดดขึ้นไป ซึ่งถ้ายิ่งย่อตัวมากก็จะต้องมีพลังกล้ามเนื้อมากเพื่อที่จะออกแรงยกตัวลอยขึ้นจากพื้นได้อย่างรวดเร็ว แต่ถ้านักกีฬามีพลังกล้ามเนื้อไม่มากพอก็จะทำให้การกระโดดนั้นช้าลงและมีผลให้ประสิทธิภาพของการกระโดดลดลงด้วย

4. พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเริ่มต้นเคลื่อนที่ (Starting power) ในการแข่งขันกีฬาหลายชนิดที่ความเร็วต้นของการเคลื่อนที่มีผลต่อประสิทธิภาพของการเคลื่อนที่นั้นๆ สถานการณ์เหล่านี้

จะเกิดขึ้นในการแข่งขันที่มีการต่อสู้ การออกอาวุธได้เร็วกว่าย่อมได้เปรียบคู่ต่อสู้รวมทั้งการเริ่มต้นวิ่งออกจากที่ยันเท้าของนักวิ่งระยะสั้น ผู้ที่มีพลังกล้ามเนื้อมากกว่าก็จะเริ่มต้นวิ่งได้เร็วกว่า

5 . พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการชะลอความเร็ว (Deceleration power) ในการแข่งขันกีฬาประเภททีมชนิดต่างๆ และกีฬาที่ใช้แร็คเก็ต ที่มีการหลอกล่อคู่ต่อสู้หรือมีการชะลอความเร็วสลับกับการเร่งความเร็วหรือมีชะลอความเร็วแล้วเปลี่ยนทิศทาง ต้องการพลังกล้ามเนื้อเป็นอย่างมาก ซึ่งกล้ามเนื้อจะหดตัวแบบความยาวเพิ่มขึ้นเพื่อรับแรงกระแทกจากการวิ่ง จำเป็นต้องมีพลังกล้ามเนื้อมากพอ ซึ่งการเคลื่อนไหวในลักษณะนี้จะเกิดการบาดเจ็บกล้ามเนื้อได้ง่าย

6 . พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเร่งความเร็ว (Acceleration power) ในการแข่งขันกีฬาประเภททีมและกีฬาประเภทบุคคลชนิดต่างๆ ทั้งที่แข่งขันกันบนบกและในน้ำ ต่างก็มีสถานการณ์ในการเร่งความเร็วด้วยกันทั้งสิ้น พลังกล้ามเนื้อเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการขับเคลื่อนร่างกายไปข้างหน้าอย่างรวดเร็วหรือสามารถเอาชนะแรงต้านทานของน้ำได้

ทักษะในกีฬารักบี้ฟุตบอลที่เล่นและฝึกซ้อมส่วนใหญ่ก็จะเกี่ยวข้องกับรูปแบบของพลังกล้ามเนื้อในการเล่นกีฬาข้างต้นไม่ว่าจะเป็นการเล่นในแถวทุ่ม การแทคเกิล การสกรัม การทำรัค การทำมอลซ์ การกระโดด และการพาลูกวิ่งหนีคู่ต่อสู้ ซึ่งเป็นกิจกรรมที่มีความหนักและต้องใช้พลังงานมาก (Duthie *et al*, 2006) พลังกล้ามเนื้อขาจึงมีความจำเป็นสำหรับนักกีฬารักบี้ฟุตบอลทุกตำแหน่ง ซึ่งต้องอาศัยพลังกล้ามเนื้อขาในการเคลื่อนไหวร่างกายดำเนินกิจกรรมเหล่านั้น ให้ต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ เพราะฉะนั้นโปรแกรมการฝึกที่จะนำมาใช้ต้องสอดคล้องกับทักษะ ความเฉพาะเจาะจงของชนิดกีฬา ตำแหน่งของนักกีฬาแต่ละคนในทีม และที่สำคัญคือโปรแกรมการฝึกนั้นต้องให้ได้ถึงระบบพลังงานที่สอดคล้องกับความต้องการและนำมาใช้กับนักกีฬาอีกด้วย

พลังกล้ามเนื้อขากับการเล่นรักบี้ฟุตบอล

ความสามารถในการเคลื่อนไหวของนักกีฬารักบี้ฟุตบอลที่ใช้ในการเล่น คือ การมีสมรรถภาพกล้ามเนื้อที่สมบูรณ์แบบนั้นคือ มีความเร็ว ความแข็งแรง และพลัง จึงทำให้การเคลื่อนไหวนั้นสมบูรณ์แบบ (Meir et al, 2001) จะเห็นได้ว่าแต่ละทักษะแต่ละการเคลื่อนไหวในการเล่นรักบี้ฟุตบอลต้องการพลังของกล้ามเนื้อมีส่วนช่วยในการเล่นให้มีประสิทธิภาพ

ดังนั้นกล้ามเนื้อขาจึงมีส่วนสำคัญในการที่จะทำทักษะหรือการเคลื่อนไหวนั้นมีประสิทธิภาพ และเมื่อวิเคราะห์ทักษะในการเล่นรักบี้ฟุตบอลที่เกี่ยวข้องกับกลุ่มกล้ามเนื้อขาที่เป็นหลักได้แก่

1. กล้ามเนื้อกลูเทียสแมกซิมัส มีหน้าที่หลัก คือ การเหยียยดสะโพก ใช้ในขณะที่ยกตัวขึ้นสู่ท่ายืนปกติจากท่าย่อตัว และจะมีกล้ามเนื้อแฮมสตริงส์ที่จะช่วยในการเหยียดสะโพกเช่นกัน ซึ่งทักษะที่เกี่ยวข้อง เช่น การเข้าแทคเกิล การมอลช์ เป็นต้น

2. กล้ามเนื้อควอไดรเซพซ์ ฟีมอรีส มีหน้าที่หลัก คือ การเหยียดเข่า ใช้ในขณะวิ่งและกระโดด ซึ่งทักษะที่เกี่ยวข้อง เช่น การวิ่งเร็ว การกระโดดในแถวทุ่ม เป็นต้น

จากที่กล่าวมาข้างต้น สอดคล้องกับ ลูเกอร์และพูกส์ (2004) ได้กล่าวว่า การให้ความสำคัญกับการฝึกกล้ามเนื้อขานั้นเป็นสิ่งที่จำเป็นและสำคัญในกีฬารักบี้ฟุตบอล เพราะกล้ามเนื้อขานั้นเป็นปัจจัยอย่างหนึ่งที่จะช่วยให้การเล่นรักบี้ฟุตบอลนั้นมีประสิทธิภาพมากขึ้น ดังนั้นการมีโปรแกรมการฝึกพลังกล้ามเนื้อขาที่เฉพาะเจาะจงกับชนิดกีฬาเป็นสิ่งที่จำเป็นและสำคัญอย่างยิ่งสำหรับนักรักบี้ฟุตบอล

ระบบพลังงานและการใช้พลังงานของกล้ามเนื้อ

พลังงานนับเป็นปัจจัยหลักในการออกกำลังกาย หรือการปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งพลังงานสำหรับนักกีฬาถือว่าเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่งในการปฏิบัติทักษะต่างๆ และพลังงานนั้นจะแสดงออกมาในรูปต่างๆ เช่น พลัง ความแข็งแรง ความเร็ว ความอดทน ดังนั้นนักกีฬาและโค้ชที่มีความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับการใช้พลังงานในกีฬาแต่ละประเภทจะทำให้การฝึกนั้นตรงตามวัตถุประสงค์และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เนื่องจากแต่ละประเภทกีฬานั้นจะมีความต้องการในการใช้พลังงานแตกต่างกันอีกด้วย กล้ามเนื้อเป็นอวัยวะที่มีความสามารถในการเปลี่ยนพลังงานเคมีให้เป็นพลังงานกลทำให้เกิดการเคลื่อนไหวของร่างกาย เซลล์ไม่สามารถใช้สารอาหารสร้างพลังงานในทันที แต่ตัวการสำคัญในการสร้างพลังงานคือ เอทีพี (ATP) ซึ่งได้จากกระบวนการสร้างพลังงาน จึงทำให้การทำงานของกล้ามเนื้อเกิดขึ้นได้ในลักษณะใหญ่ๆ คือ การทำงานแบบใช้ออกซิเจนและการทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน ซึ่งการทำงานทั้งสองลักษณะนี้จะมีประสิทธิภาพมากน้อยเท่าใด ก็ขึ้นอยู่กับระดับความสมบูรณ์ของสมรรถภาพทางกายเป็นสำคัญ ซึ่งเกิดมาจากการฝึกที่ถูกต้องเหมาะสมเท่านั้น ฟอกส์และแมททิว (Fox and Mathew, 1981) ได้อธิบายกระบวนการสร้างพลังงานทั้งสองระบบนี้

1. ระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic energy system)

การใช้พลังงานที่ได้มาจากการทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนนี้ กล้ามเนื้อจะทำงานในช่วงเวลาสั้นๆ เนื่องจากสารพลังงานเอทีพี (ATP) และกลัยโคเจน ที่สะสมอยู่ในกล้ามเนื้อมีปริมาณจำกัดระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนยังแบ่งออกเป็นได้ 2 ชนิด ดังนี้

1.1 ระบบพลังงานไม่ใช้ออกซิเจน แบบไม่เกิดกรดแลคติก (Anaerobic alactic) เป็นระบบที่นำเอาพลังงานสำรองซึ่งสะสมอยู่ในกล้ามเนื้อในรูปของเอทีพี และสามารถสังเคราะห์เอทีพี ใหม่โดยใช้ครีเอทีนฟอสเฟต (CP: creatine phosphate) ที่สะสมอยู่ในกล้ามเนื้อ พลังงานที่เกิดขึ้นจะสามารถนำมาใช้ได้ในระยะเวลาสั้นๆ ไม่เกิน 10 วินาที และการสร้างพลังงานในระบบนี้จะไม่ก่อให้เกิดกรดแลคติกในกล้ามเนื้อได้ (Lactic acid) เมื่อเอทีพี ถูกใช้หมดไป CP ที่สะสมอยู่ในกล้ามเนื้อจะแตกตัวให้ฟอสเฟต (Phosphate) แล้วทำให้เอดีพี (ADP) รวมกับฟอสเฟตกลายเป็นเอทีพี ระบบนี้จะเกิดใน Sarcoplam ของเซลล์กล้ามเนื้อ

1.2 ระบบพลังงานไม่ใช้ออกซิเจน แบบเกิดกรดแลคติก (Anaerobic lactic) เป็นระบบพลังงานที่กล้ามเนื้อสร้างพลังงานจากกลูโคส (Glucose) ในกระแสเลือด กลัยโคเจน (Glycogen) ที่สะสมในกล้ามเนื้อและตับ สารดังกล่าวจะถูกนำมาสร้างพลังงานโดยผ่านกระบวนการกลัยโคลัยซิส (Glycolysis) ซึ่งไม่จำเป็นต้องใช้ออกซิเจน จึงทำให้สามารถพลังงานได้รวดเร็ว และระบบนี้สามารถสร้างเอทีพี ที่นำมาใช้ได้ระหว่าง 30-90 วินาที และจะมีการสะสมกรดแลคติกเกิดขึ้นในกล้ามเนื้อ ซึ่งเป็นผลผลิตของการสร้างพลังงานในระบบนี้ เมื่อความเข้มข้นของกรดแลคติก อยู่ในปริมาณสูงจะทำให้เกิดการล้าของกล้ามเนื้อ (Muscle fatigue)

2. ระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic energy system)

กระบวนการนี้เกิดขึ้นที่ไมโตคอนเดรีย (Mitochondria) การสร้างพลังงานจากระบบนี้ ต้องอาศัยออกซิเจน + คาร์โบไฮเดรต (O_2 + Carbohydrate) หรือ ออกซิเจน + ไขมัน (O_2 + Fat) หรือ ออกซิเจน + โปรตีน (O_2 + Protein) โดยผ่านกระบวนการสร้างพลังงานวัฏจักรเครบส์ (Kerb's cycle) และ ระบบขนส่งอิเล็กตรอน (Electron transport system) และจะได้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายเป็น น้ำ และคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งจะถูกกำจัดออกทางปอด และผิวหนัง พลังงานที่ได้จากระบบนี้จะให้พลังงานได้มาก และนำมาใช้ได้เป็นระยะเวลานาน

จะเห็นได้ว่ากล้ามเนื้อไม่ต้องการใช้ออกซิเจนในระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน แต่เมื่อทำงานไปแล้วจะต้องนำเอาออกซิเจนมาชดใช้ภายหลัง การทำงานลักษณะนี้เป็นการทำให้ร่างกายเกิดหนี้ออกซิเจน (Oxygen debt) ดังนั้น หลังการออกกำลังกายจึงต้องมีการหายใจลึกและแรง หัวใจก็จะเต้นเร็วระยะหนึ่ง ซึ่งสอดคล้องกับ เจริญ กระบวนรัตน์ (2538) กล่าวว่า กีฬาหลายประเภทไม่ว่าจะเป็นฟุตบอล บาสเกตบอล เทนนิส แบดมินตัน สควอท หรือการวิ่งระยะทาง 100 เมตร พลังงานที่ถูกนำมาใช้จะมาจากระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน แม้แต่ในกีฬาประเภท ฮอกกี้ มวย และยูโด ส่วนใหญ่ร้อยละ 80 ของพลังงานทั้งหมด ล้วนมาจากการทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนทั้งสิ้น ดังนั้นจะเห็นได้ว่า ระบบพลังงานไม่ได้ทำงานเพียงระบบใดระบบหนึ่ง หากแต่เป็นในลักษณะผสมผสานขึ้นอยู่กับว่าจะโน้มเอียงไปในระบบใดระบบหนึ่งมากกว่า

ทฤษฎีและหลักการฝึกด้วยน้ำหนัก

การฝึกด้วยน้ำหนัก (Weight training) นับเป็นอีกวิธีการหนึ่งที่มีความสำคัญ และจำเป็นอย่างยิ่งต่อการช่วยพัฒนา เสริมสร้างสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาให้ถึงพร้อมซึ่งความแข็งแรงสูงสุดได้อย่างรวดเร็วยิ่งขึ้น แต่เดิมโค้ชและนักกีฬา มีทัศนคติและความเข้าใจผิดเกี่ยวกับเรื่องของการฝึกด้วยน้ำหนักอย่างมาก โดยคิดว่าการฝึกด้วยน้ำหนักเป็นสิ่งที่ต้องห้ามไม่ให้นักกีฬาฝึกปฏิบัติกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับบรรดานักกีฬาที่ต้องอาศัยการเคลื่อนที่อย่างรวดเร็ว อาทิเช่น นักวิ่งระยะสั้น และนักว่ายน้ำระยะสั้น เป็นต้น โดยเชื่อว่าการฝึกยกด้วยน้ำหนักจะมีผลทำให้ความเร็วว่องไวในการเคลื่อนไหวลดลง จนกระทั่งต่อมาได้มีการศึกษาค้นคว้าวิจัย และทดลองเพื่อพิสูจน์หาข้อเท็จจริงดังกล่าว ผลการวิจัยพบว่าการฝึกด้วยน้ำหนักทำให้สมรรถภาพของนักกีฬาเพิ่มขึ้นไม่ว่าจะเป็นด้านของ พลัง ความแข็งแรง ความเร็ว หรือแม้แต่ความอดทนก็ตาม (ศิริรัตน์ หิรัญรัตน์, 2536) สอดคล้องกับ อนันต์ อัตชู (2538) ได้รายงานว่า การฝึกด้วยน้ำหนักของนักกีฬาก็เพื่อจะพัฒนาระบบกล้ามเนื้อให้มีพลังและความแข็งแรง เพื่อจะทำให้ความสามารถของนักกีฬาดีขึ้น การฝึกด้วยน้ำหนักของกีฬาในที่นี้เป็นเรื่องที่แตกต่างไปจากการฝึกด้วยน้ำหนักของนักกีฬายกน้ำหนัก (Weight lifting) เพราะกีฬายกน้ำหนักจะต้องฝึกให้ยกน้ำหนักมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ และยกน้ำหนักให้มากกว่าคู่ต่อสู้จึงได้รับชัยชนะ แต่การฝึกด้วยน้ำหนักของนักกีฬาประเภทอื่นมุ่งที่จะเสริมสร้างให้กล้ามเนื้อมีพลังและความแข็งแรง รวมทั้งมีความอดทนเพิ่มมากขึ้น ดังนั้น น้ำหนักที่ยกจะต้องไม่มากเกินไป และทำซ้ำก็จะให้พอเหมาะกับนักกีฬาแต่ละคน รวมทั้งการบริหารกล้ามเนื้อมัดต่างๆ ให้สอดคล้องกับทักษะหรือกิจกรรมของนักกีฬานั้นๆ ด้วยและยังสอดคล้องกับ สปรากซ์ (Spraque,1996) ได้รายงานว่า กิจกรรมการฝึกในห้องฝึกด้วยน้ำหนักนั้นจะต้องเลียนแบบการเคลื่อนไหวของกีฬาให้ใกล้เคียงที่สุดเท่าที่จะทำได้ และแรงต้านในสภาพการแข่งขันยิ่งมีมากเท่าใดก็จะทำให้พลังกล้ามเนื้อที่เพิ่มมากขึ้นจาการฝึกด้วยน้ำหนักสามารถที่จะเป็นพลังกล้ามเนื้อที่ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวในสภาพการแข่งขันได้มากขึ้นเท่านั้น

การฝึกด้วยน้ำหนักจะได้มาซึ่งความแข็งแรงของกล้ามเนื้อตามหลักของการฝึกต่อไปนี้คือ หลักของการเพิ่มความหนักของการฝึก (Overload principle) การเพิ่มความต้านทานในการฝึก (Progressive resistance) และการฝึกที่เฉพาะเจาะจง (Specificity training) (Mcglynn, 1999)

หลักของการเพิ่มความหนักของการฝึก (Overload principle)

การกำหนดความหนักในการฝึกให้กับนักกีฬาแต่ละคน ตลอดจนการเพิ่มความหนักในแต่ระดับของการฝึก ควรจะได้คำนึงถึงสภาพความแข็งแรงและความพร้อมของนักกีฬาเป็นสำคัญ ขนาดและความหนักที่พอเหมาะสำหรับการพัฒนาเสริมสร้างความแข็งแรงให้กับกล้ามเนื้อควรจะอยู่ในระดับที่กล้ามเนื้อต้องออกแรงเกือบเต็มที่หรือเต็มที่ในการฝึกแต่ละครั้ง จึงจะก่อให้เกิดประโยชน์ในการเสริมสร้างความแข็งแรง (เจริญ กระบวนรัตน์, 2538) สอดคล้องกับแม็คกลีน (Mcglynn,1999) กล่าวว่า ถ้าเพิ่มความแข็งแรงและขนาดของเส้นใยของกล้ามเนื้อการเพิ่มความหนักที่มากขึ้นจะส่งผลต่อความแข็งแรงที่มากขึ้น ส่วนการเพิ่มความหนักที่น้อยก็จะส่งผลต่อความแข็งแรงที่น้อยตามลงมา

การเพิ่มความต้านทานในการฝึก (Progressive resistance)

เบเคิลและเอียเลอร์ (Baechle and Earle, 2000) ได้รายงานว่า การเพิ่มความต้านทานในการฝึกจะต้องเพิ่มขึ้นอย่างค่อยเป็นค่อยไปตามลำดับความสามารถของร่างกาย ความหนักของการฝึกต้องมาจากความต้านทานที่มากขึ้น สอดคล้องกับ เจริญ กระบวนรัตน์ (2538) รายงานว่า หลักการฝึกที่ดีนั้นกล้ามเนื้อจะต้องได้รับการฝึกให้ออกแรงกระทำกับความต้านทานหรือความหนักที่ค่อยๆ เพิ่มขึ้นทีละเล็กละน้อยอย่างต่อเนื่องเป็นระบบ การเพิ่มปริมาณความหนักหรือความต้านทานในการฝึกจะต้องเป็นไปอย่างถูกต้องและเหมาะสม และสัมพันธ์กับความสมบูรณ์

การฝึกที่เฉพาะเจาะจง (Specificity training)

พอลเลท์โต (Pauletto, 1991) ได้รายงานว่า ความเฉพาะเจาะจงในการฝึกหมายถึง การปฏิบัติการออกกำลังกายจะทำให้เกิดความแข็งแรง และพลังในกล้ามเนื้อส่วนที่ใช้เล่นกีฬาซึ่งทำให้เกิดการเคลื่อนไหวที่สำคัญและเหมือนกับที่เคลื่อนไหวในกีฬา และเป็นการออกกำลังกายที่ใช้พลังงานเช่นเดียวกับที่ต้องการในการเล่นกีฬา โดยความเฉพาะเจาะจงของระบบพลังงานที่ต้องการนั้นขึ้นอยู่กับ จำนวนเซต จำนวนครั้งต่อเซต และความหนักที่ใช้ในการฝึก

เจริญ กระบวนรัตน์ (2535) ได้กล่าวถึงรายละเอียดพื้นฐาน โปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนัก 4 แบบ เพื่อเป็นแนวทางในการพิจารณาประกอบการฝึกดังต่อไปนี้

1. โปรแกรมการฝึกแบบที่ 1 เน้นการพัฒนาความอดทนและความตึงตัวของกล้ามเนื้อให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น ช่วยรักษาทรวดทรง และทำให้กล้ามเนื้อกระชับได้รูปร่างสัดส่วนสวยงามโดยไม่ทำให้กล้ามเนื้อมีขนาดเปลี่ยนแปลงหรือใหญ่ขึ้น

2. โปรแกรมการฝึกแบบที่ 2 เน้นการพัฒนาความแข็งแรง หรือการเสริมสร้างรูปร่างกล้ามเนื้อให้มีขนาดใหญ่ขึ้นเป็นการฝึกที่จำเป็นต้องอาศัยเทคนิคและวิธีการหลายขั้นตอน เพื่อให้ได้มาซึ่งความแข็งแรงสมบูรณ์สูงสุด

3. โปรแกรมการฝึกแบบที่ 3 เน้นพัฒนากำลังกล้ามเนื้อ เพื่อมุ่งเน้นนำไปใช้ประโยชน์ทางด้านกิจกรรมกีฬาและเสริมสร้างสมรรถภาพให้ได้คุณสมบัติเหมาะสมกับชนิดและประเภทกีฬา การฝึกโปรแกรมนี้จะช่วยเพิ่มทั้งขนาดของกล้าม เนื้อ และความเร็วในการเคลื่อนไหว

4. โปรแกรมการฝึกแบบที่ 4 เน้นพัฒนาระบบการทำงานของกล้ามเนื้อแบบใช้ออกซิเจน หรือพัฒนาระบบไหลเวียนโลหิต ตลอดจนเสริมสร้างความอดทนของกล้ามเนื้อ เหมาะสำหรับผู้ที่ขาดการออกกำลังกายอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอแบบใช้ออกซิเจน

แชร์คีย์ (Shsrkey, 1997) ได้กล่าวถึงการฝึกไว้ว่า ในการฝึกที่ให้ผลดีควรใช้หลักการเพิ่มน้ำหนักมากกว่าปกติ นำมาประยุกต์ใช้ในการฝึกเพื่อให้เกิดการพัฒนาที่ลำดับขั้นตอนและให้ถึงพร้อมความสมบูรณ์ความแข็งแรง ซึ่งในการจัดโปรแกรมการฝึกนั้นมีปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ 3 ปัจจัย คือ

1. ความบ่อย (Freqency) เป็นความบ่อยในการฝึก
2. ความหนัก (Intensity) เป็นน้ำหนักที่ใช้ในการฝึก
3. ระยะเวลา (Time) เป็นระยะเวลาในการฝึก

การพัฒนาพลังกล้ามเนื้อกับการฝึกด้วยน้ำหนัก

การฝึกด้วยน้ำหนักตามประเพณีนิยม มีเป้าหมายเพื่อพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ จากการศึกษาของเบอร์เกอร์ (Berger, 1962) พบว่า การใช้ความหนักในระดับสูง คือ 80-90% ของหนึ่งอาร์เอ็ม ในจำนวน 4-8 ครั้ง เป็นผลทำให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นมากที่สุด

เหตุผลของการค้นพบนั้น ชมิทไบลเชอร์ (Schmidtbleicher, 1988) ได้อธิบายตั้งอยู่บนรากฐานของทฤษฎีแห่งขนาดของการระดมหน่วยยนต์ (Size theory of motor unit recruitment) หน่วนยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวช้าซึ่งมีขนาดเล็ก จะถูกระดมมาทำงานก่อน ส่วนหน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วมีขนาดใหญ่ จะถูกระดมมาทำงานก็ต่อเมื่อมีการเคลื่อนไหวที่เร็วและต้องออกแรงมากเท่านั้น ด้วยเหตุนี้จึงต้องใช้ความหนักในระดับสูงมาใช้ในการฝึกเพื่อพัฒนาความสามารถในการเคลื่อนไหวทางการกีฬา ซึ่งเป็นหลักประกันว่าหน่วยยนต์ทั้งของเส้นใยที่หดได้ช้า และหน่วยยนต์ที่หดตัวได้เร็วจะถูกระดมมาทำงานทั้งหมดเมื่อความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นก็จะส่งผลให้พลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นด้วยดังที่ รูเธอร์ฟอร์ดและคณะ (Rutherford *et al.*, 1986) ได้รายงานว่า ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อมีความสัมพันธ์อย่างสูงกับพลังของกล้ามเนื้อ

เนื่องจากความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อมีลักษณะที่แตกต่างกัน เบมและเซล (Behm and Sale, 1993) ได้แนะนำว่า พลังกล้ามเนื้อและความสามารถในการเคลื่อนไหวทางการกีฬานั้นจะสามารถพัฒนาได้ดีที่สุดโดยใช้การฝึกความแข็งแรงตามประเพณีนิยม ที่ใช้ความหนักในระดับสูง ด้วยการพยายามยกน้ำหนักนั้นในลักษณะแรงระเบิด ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาการทำงานของระบบประสาท จึงทำให้ความสามารถในการเคลื่อนไหวทางการกีฬาดีขึ้น

ทฤษฎีและหลักการฝึกแบบพลัยโอเมตริก

การฝึกแบบพลัยโอเมตริก มีพื้นฐานมาจากวงจรการยืดออก-การหดสั้นเข้า (Stretching-shortening cycle) หรือรีเฟล็กยืด (Stretch reflex) ซึ่งกล้ามเนื้อจะมีการ (ยืดยาวออก) หดตัวแบบเอกเซนทริก (Eccentric) และตามด้วยการ (หดสั้นเข้า) หดตัวแบบคอนเซนทริก (Concentric) อย่างเฉียบพลันตามหลักสรีรวิทยาได้มีแสดงให้เห็นว่ากล้ามเนื้อที่มีการยืดยาวออกก่อนที่จะหดตัวได้อย่างเต็มกำลังและรวดเร็วมาก (Allerheiligen, 1994) และเป็นการเพิ่มการตื่นตัวของระบบประสาทการรับรู้ (Neurological receptor) เพื่อให้การตอบสนองของระบบประสาทและกล้ามเนื้อที่ดีขึ้น และยังทำให้แรงของการหดตัวของกล้ามเนื้อมีมากที่สุดในเวลาน้อยที่สุด (Wilk, 1993) สอดคล้องกับ โวคอนแชร์สกี (Vorkhoshansky, 1983) ได้รายงานขั้นตอนในการทำงานของกล้ามเนื้อในการฝึกแบบพลัยโอเมตริก แบ่งออกเป็น 3 ระยะคือ

ระยะที่ 1 Amortization เป็นระยะที่กล้ามเนื้อเหยียดตัวออกเพื่อสะสมพลังงานศักย์หรือแรงไว้ก่อนที่จะหดตัว เพื่อปฏิบัติการเคลื่อนไหว

ระยะที่ 2 Reactive recovery เป็นระยะที่กล้ามเนื้อหดตัวกลับเข้าสู่สภาพเดิมซึ่งก่อให้เกิดแรงและความเร็วในการหดตัวเพื่อกระโดดขึ้นในแนวดิ่งหรือในทิศทางที่ต้องการ

ระยะที่ 3 Active take-off เป็นระยะที่กล้ามเนื้อเมื่อรับน้ำหนักขณะลงสู่พื้น เพื่อทำการกระโดดต่อไปหรือเคลื่อนที่ในทิศที่ต้องการ

การฝึกแบบพลัยโอเมตริก อุปกรณ์ที่จะใช้จะเป็นกล่อง รั้ว กรวย ถุงทราย และเมดิซิลบอล เป็นต้น ความหนักจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับกิจกรรม ความหนัก และจุดประสงค์ของการฝึก (Radcliffe and Farentions, 1999) การฝึกแบบพลัยโอเมตริกเป็นการฝึกแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic) และเป็นการหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุดหรือใช้แรงพยามยามอย่างเต็มที่ในการปฏิบัติแต่ละครั้ง (Chu,1992)

ขั้นตอนการออกแบบโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริก

ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ (2544) ได้สรุปไว้ว่า ขั้นตอนการออกแบบโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริก มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ข้อควรพิจารณาก่อนการฝึก

1.1 อายุ เนื่องจากท่าฝึกพลัยโอเมตริกบางท่ามีความหนักอยู่ในระดับสูงและ มีความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บในส่วนของกระดูกที่กำลังเจริญเติบโต จึงมีข้อแนะนำว่านักกีฬาที่มีอายุต่ำกว่า 16 ปี จะต้องไม่ฝึกท่าที่มีความหนักอยู่ในระดับช็อค (Chock) ซึ่งเป็นระดับสูงสุด ซึ่งได้แก่ ท่าเด็พธ์จัมพ์ (Depth jumps)

1.2 น้ำหนักตัว ผู้ที่มีน้ำหนักเกิน 220.00 ปอนด์ ไม่ควรฝึกท่าเด็พธ์จัมพ์ (Depth jumps) จากความสูงเกิน 18.00 นิ้ว (45.72 ซม.)

1.3 อัตราส่วนของความแข็งแรง หมายถึง น้ำหนักที่ยกท่าแบกน้ำหนักย่อตัวได้มากที่สุด หารด้วยน้ำหนักตัว ควรจะมีค่าระหว่าง 1.5 ถึง 2.5 จึงจะเหมาะสมสำหรับการฝึกพลัยโอเมตริก ทั้งนี้ค่าของการฝึกแต่ละแบบจำต้องใช้อัตราส่วนของความแข็งแรงแตกต่างกันไป

1.4 โปรแกรมการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในปัจจุบัน ถ้าผู้ฝึกไม่ได้ฝึกในโปรแกรมการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้ออยู่ในขณะนั้น จะต้องจัดให้ฝึกในโปรแกรมดังกล่าวเสียก่อน อย่างน้อย 2 - 4 สัปดาห์ ก่อนที่จะฝึกด้วยพลัยโอเมตริก เพื่อให้อัตราส่วนของความแข็งแรงอยู่ในระดับที่เหมาะสม

1.5 โปรแกรมการฝึกความเร็วในปัจจุบัน ถ้าผู้ฝึกไม่ได้ฝึกในโปรแกรมการฝึกความเร็วอยู่ในขณะนั้น จะต้องจัดให้ฝึกในโปรแกรมดังกล่าวเสียก่อนอย่างน้อย 2 - 4 สัปดาห์ ก่อนที่จะฝึกพลัยโอเมตริก เพื่อลดอัตราเสี่ยงต่อการบาดเจ็บ

1.6 ประสบการณ์ ถ้าผู้ฝึกไม่มีประสบการณ์มาก่อน จะต้องเริ่มจากปริมาณของการฝึกที่มากกว่าปกติ และการฝึกที่น้อยกว่าปกติ และจะต้องค่อยๆ พัฒนา การฝึกไปเรื่อย ๆ

1.7 การบาดเจ็บ บริเวณที่บาดเจ็บได้ง่าย ได้แก่ ข้อเท้า เท้า หน้าแข้ง เข่า สะโพก และหลังส่วนล่าง ดังนั้นจึงต้องมีการประเมินการบาดเจ็บ เพื่อหลีกเลี่ยงการบาดเจ็บที่จะเกิดขึ้นในตอนเริ่มต้นของโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริก

1.8 พื้นผิวของสถานที่ฝึก พื้นผิวตามอุดมคติก็คือ พื้นแบบที่ใช้ในกีฬายิมนาสติก หรือพรมที่มีความยืดหยุ่นสามารถรองรับการกระแทกได้ดี และพื้นหญ้าก็อาจเป็นพื้นผิวตามอุดมคติได้

1.9 ข้อควรพิจารณาด้านความปลอดภัยในการฝึกพลัยโอเมตริกนั้นจะต้องเน้นให้ผู้ที่ฝึกปฏิบัติด้วยเทคนิคที่ถูกต้อง ซึ่งผู้ฝึกสอนจะต้องแนะนำ และแก้ไขให้ถูกต้อง ซึ่งถ้าผู้ฝึกสอนละเลยก็จะเกิดการบาดเจ็บได้ง่าย และต้องกำหนดโปรแกรมการฝึกได้อย่างเหมาะสม

ขั้นที่ 2 ข้อควรพิจารณาเกี่ยวกับโปรแกรมการฝึก

2.1 การอบอุ่นร่างกายจะต้องมีการอบอุ่นร่างกายก่อนที่จะฝึกพลัยโอเมตริกเสมอ เพื่อป้องกันการบาดเจ็บและประสิทธิภาพในการฝึกจะเพิ่มขึ้น

2.2 ชนิดของกีฬาจะต้องเลือกท่าของการฝึกให้สัมพันธ์กับทิศทางของการเคลื่อนไหวของชนิดกีฬานั้น ๆ

2.3 ช่วงเวลาของการฝึก จะต้องจัดปริมาณและความหนักของการฝึกให้สอดคล้องกับช่วงของเวลาของการฝึกที่มีทั้งก่อนฤดูการแข่งขัน ในฤดูการแข่งขันและ หลังฤดูแข่งขัน

2.4 ระยะเวลาของโปรแกรมการฝึก จะใช้การฝึกพลัยโอเมตริกอยู่ในโปรแกรมการฝึกระหว่าง 6 - 10 สัปดาห์

2.5 ความถี่ของการฝึก โดยทั่วไปจะฝึก 1 - 3 ครั้งต่อสัปดาห์

2.6 ลำดับขั้นของความหนัก ความหนักของการฝึกขึ้นอยู่กับวงจรเหยียด-สั้น ซึ่งเป็นผลมาจากความสูงของจุดศูนย์ถ่วงของร่างกาย ความเร็วพื้นราบ น้ำหนักตัว ความพยายามของแต่ละบุคคลและความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะเอาชนะความต้านทาน ในขณะที่ความหนักของการฝึกเพิ่มขึ้น

2.7 ลำดับขั้นของปริมาณ ตามปกติแล้วปริมาณของการฝึกจะนับจากจำนวนครั้งที่ส้นเท้าสัมผัสพื้นและระยะทางทั้งหมดในการฝึก ในขณะที่ความหนักของการฝึกเพิ่มขึ้นปริมาณของการฝึกต้องลดลง

2.8 เวลาพัก เนื่องจากการฝึกพลัยโอเมตริกนั้น จะใช้ความพยายามสูงสุดในแต่ละครั้งจึงต้องมีเวลาพักระหว่างการปฏิบัติแต่ละครั้ง เวลาพักระหว่าชุดให้เหมาะสม เช่น การฝึกท่าเดพจัมพ์อาจจะต้องพักระหว่างการปฏิบัติแต่ละครั้ง 15 - 30 วินาที และพักระหว่างชุด 3 - 4 นาที

2.9 ความเมื่อยล้า จะเป็นสาเหตุที่ทำให้เทคนิค และคุณภาพของการฝึกลดลงอาจเป็นสาเหตุให้เกิดการบาดเจ็บได้ ความเมื่อยล้านี้อาจเป็นผลมาจากการฝึกพลัยโอเมตริกที่ยาวนาน หรือรวมกันระหว่างกับโปรแกรมการฝึกแบบอื่นๆ เช่น การวิ่ง หรือการฝึกด้วยน้ำหนัก

ขั้นที่ 3 ลักษณะของการเคลื่อนไหว

3.1 กระโดดขาเดียวหรือสองขาและจะจบด้วยขาเดียวหรือสองขา ได้แก่ กระโดดอยู่กับที่ โดยปกติจะเป็นการกระโดดขึ้นในแนวดิ่ง

ยืนกระโดด อาจจะเป็นแนวราบ ในแนวดิ่ง หรือไปทางด้านข้าง

3.2 เขย่ง ขาเดียวหรือสองขา และจะจบด้วยขาเดียวหรือสองขา ในแนวราบ ที่มีเป้าหมายให้ได้ระยะทางมากที่สุดได้แก่

ระยะสั้น (10 ครั้งหรือน้อยกว่า)

ระยะไกล (มากกว่า 10 ครั้ง)

3.3 ช็อค (Shock) เป็นพลัยโอเมตริก ที่ระบบประสาทต้องทำงานอย่างหนักและเกิดความเครียดที่กล้ามเนื้อ และเนื้อเยื่อเกี่ยวพันเป็นอย่างมาก ได้แก่ ท่าเด็พธ์จัมพ์ ซึ่งมีทั้ง การเคลื่อนไหวทั้งในแนวดิ่งและแนวราบ

ขั้นที่ 4 ลำดับขั้นของความหนัก

4.1 กระโดดอยู่กับที่ เป็นท่าที่มีความหนักอยู่ในระดับต่ำ ซึ่งเน้นการกระโดดขึ้นในแนวดิ่งโดยการกระโดดขึ้นและลงสู่พื้นด้วยสองขา ได้แก่

กระโดดจากท่าย่อตัว

กระโดดกระตุกเข่าสองข้าง

กระโดดแตะปลายเท้า

กระโดดจากท่าย่อตัวแยกขา

กระโดดจากท่าย่อตัวแยกขาสลับกันไป

กระโดดข้ามกรวยหรือสิ่งกีดขวาง

บ็อกซ์จัมพ์

4.2 ยืนกระโดด เป็นท่าฝึกที่เน้นการกระโดดทั้งในแนวราบและแนวดิ่ง โดยกระโดดแต่ละครั้งด้วยความพยายามเต็มที่ ในแต่ละชุดของการฝึก จะกระโดด 5 -10 ครั้ง ได้แก่

ยืนกระโดดไกล

ยืนเขย่งก้าวกระโดด

กระโดดข้ามกรวยหรือสิ่งกีดขวาง

4.3 กระโดดและเขย่ง เป็นท่าฝึกที่เน้นการกระโดดซ้ำๆ กันคล้ายกับการรวมกันระหว่างกระโดดอยู่กับที่และยืนกระโดดเข้าด้วยกัน ได้แก่

เขย่งสองขา

เขย่งขาเดียว

เขย่งข้ามรั้วหรือกรวย

เขย่งจากท่าย่อตัว

เขย่งก้าวกระโดดซ้ำๆ

4.4 เด็พธ์และบ็อกซ์จัมพ์ เป็นท่าฝึกที่เน้นการตอบสนองของรีเฟล็กซ์ยืด เนื่องจากต้องยืนอยู่บนกล่องที่สูงจากพื้น ซึ่งเมื่อกระโดดลงสู่พื้นจะทำให้ได้รับอิทธิพลจากแรงดึงดูดของโลกมากขึ้น ความสูงของกล่องจะขึ้นอยู่กับขนาดของรูปร่างของนักกีฬาและจุดมุ่งหมายของโปรแกรมการฝึกในแต่ละช่วงของการฝึก ได้แก่

จัมพ์ สองขา

เด็พธ์จัมพ์ ขาเดียว

การฝึกด้วยบ็อกซ์ ได้แก่ การใช้สองขา ขาเดียว สลับขาและกระโดดคร่อม

4.5 กระโดดแนวราบ เป็นท่าฝึกท่าเน้นการเคลื่อนไหวในแนวราบด้วยความเร็วโดยปกติจะใช้ระยะทางมากกว่า 30 เมตร ได้แก่

กระโดดในแนวราบสลับขา

กระโดดในแนวราบผสมผสาน

กระโดดในแนวราบขาเดียว

กระโดดในแนวราบสองขา

ขั้นที่ 5 การออกแบบโปรแกรมการฝึกด้วยพลัยโอเมตริก มี 16 ขั้นตอนดังนี้

สิ่งที่ควรพิจารณาทางด้านร่างกาย ได้แก่

1. อายุ
2. น้ำหนักตัว
3. อัตราส่วนของความแข็งแรง
4. โปรแกรมการฝึกความแข็งแรงกล้ามเนื้อในปัจจุบัน
5. โปรแกรมการฝึกความเร็วในปัจจุบัน
6. ประสบการณ์
7. การบาดเจ็บโดยพิจารณาจากรายละเอียดจากขั้นตอนที่ 1

สิ่งที่ควรพิจารณาทางด้านกีฬา ได้แก่

8. ชนิดของกีฬา
9. ช่วงเวลาของการฝึก
10. ความยาวของโปรแกรมการฝึก
11. ความต้องการของเฉพาะกีฬานั้นๆโดยพิจารณาจากรายละเอียดจากขั้นตอนที่ 1

กำหนดโปรแกรม ได้แก่

12. จำนวนวันที่ใช้ฝึกใน 1 สัปดาห์

12.1 อาจเป็น 1, 2, 3 หรือ 4 วัน

13. วันที่ใช้ฝึก

13.1 อาจเป็นวันจันทร์หรือวันพฤหัสบดี

14. ปริมาณของการฝึก

14.1 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)

16. ลำดับของการฝึก

จากง่ายไปหายาก

จากต่ำไปหาสูง

จากการศึกษาสรุปได้ว่า ขั้นตอนการออกโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกจะต้องทำการศึกษาให้ถ่องแท้เสียก่อน โดยจะต้องคำนึงถึง อายุ น้ำหนัก ความแข็งแรง สถานที่การฝึกซ้อมและในการฝึกซ้อม จะต้องคำนึงถึงช่วงเวลาของการฝึก ความถี่ของการฝึก ระดับขั้นของความหนัก เป็นต้น

แนวคิดการรวมกันระหว่างการฝึกพลัยโอเมตริกกับการฝึกด้วยน้ำหนัก

จากการค้นคว้าทฤษฎีและหลักการของการรวมระหว่างการฝึกพลัยโอเมตริกกับการฝึกด้วยน้ำหนัก ชนินทร์ชัย (2544 อ้างถึงใน Ebben and Watts, 1998) ได้สำรวจเอกสารต่างๆ ที่ได้มีผู้กล่าวถึง การรวมกันระหว่างการฝึกพลัยโอเมตริกกับการการฝึกด้วยน้ำหนัก ไว้ดังนี้

ชมิทไบลเชอร์ (Schmidtbeicher, 1992) ได้รายงานว่า ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อกับพลังของกล้ามเนื้อ ไม่ได้แยกกันอย่างแท้จริง และพลังกล้ามเนื้อก็เป็นผลมาจากการใช้วิธีการฝึกเพื่อเพิ่มความแข็งแรงสูงสุด สอดคล้องกับ ยัง (Young, 1993) ได้รายงานว่า คนเราต้องการที่

จะฝึกทั้งแบบที่ใช้น้ำหนักมาก และแบบที่ใช้น้ำหนักน้อย เพื่อพัฒนาการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็วด้วยความแข็งแรงสอดคล้องกับ ชู (Chu, 1996) ได้รายงานว่า ความสัมพันธ์ของการรวมกันระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก และการฝึกโดยใช้แรงต้านตามอุดมคติแล้วเป็นสิ่งที่คู่กับการฝึกพลัยโอเมตริก และยังสอดคล้องกับ วิลสันและคณะ (Wilson *et al.*, 1993) ได้รายงายว่าการฝึกด้วยน้ำหนักตามประเพณีนิยม การฝึกพลัยโอเมตริก และการฝึกด้วยน้ำหนักแบบเคลื่อนที่ (Dynamic weight training) ควรจะนำมารวมกันระหว่างกันเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเคลื่อนไหวของนักกีฬา

สโตน (Stone, 1993) ได้รายงานว่า การฝึกจะต้องเน้นที่การพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ และความเร็วในระยะสุดท้ายของการฝึก ซึ่งในการฝึกนั้นจะต้องใช้ความเร็วเฉพาะ และเหมาะสมกับความเร็วในการแข่งขัน ยิ่งไปกว่านั้นการฝึกความแข็งแรงโดยใช้น้ำหนักมากเพียงแต่เพียงอย่างเดียวจะทำให้ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นในระยะเริ่มแรกของการฝึก แต่จะมีผลทำให้ลดการพัฒนากำลังกล้ามเนื้อในระยะหลังๆ

นิวตันและเครเมอร์ (Newton and Kreamer, 1994) ได้รายงานว่า วิธีการฝึกแบบผสม (Mixed-method training) กับการฝึกด้วยน้ำหนักแต่เพียงอย่างเดียว สามารถฝึกได้ทั้งความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความเร็วในการออกแรงของกล้ามเนื้อ ซึ่งเป็นองค์ประกอบของพลังสูงสุดของกล้ามเนื้อสอดคล้องกับ เยลซิส (Yessis, 1995) ได้รายงานว่า กีฬาส่วนใหญ่ต้องการการรวมกันระหว่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความเร็วในการออกแรงของกล้ามเนื้อ ส่วนจะสัมพันธ์กันเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของกีฬา และตำแหน่งที่เล่น

รูปแบบการรวมกันระหว่างการฝึกพลัยโอเมตริกและการฝึกด้วยน้ำหนัก

ในปัจจุบันวิธีการฝึกซ้อมเพื่อพัฒนาสมรรถภาพทางกายของนักกีฬามีหลากหลายรูปแบบและวิธีการขึ้นอยู่กับนักกีฬาและประเภทของชนิดกีฬา วิธีการฝึกซ้อมพลังกล้ามเนื้อก็เช่นกันมีหลากหลายที่โค้ชต้องเป็นผู้เลือกและตัดสินใจ แต่มีวิธีที่นิยมนำฝึกเพื่อพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ ได้แก่ การฝึกพลัยโอเมตริก และการฝึกด้วยน้ำหนัก ซึ่งทั้งสองวิธีได้มีการศึกษาและวิจัยมากมายว่ามีส่วนในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อทั้งสองวิธี ซึ่งการฝึกพลัยโอเมตริกจะได้ความเร็วในการเคลื่อนไหวและพลังกล้ามเนื้อ ส่วนการฝึกด้วยน้ำหนักจะได้ความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อ แต่การนำไปใช้ในการเล่นกีฬานั้นมีทั้ง ความแข็งแรง พลัง และความเร็วซึ่งไม่สามารถแยกออกจากกันขึ้นอยู่กับชนิดของกีฬามากกว่าที่จะต้องใช้สมรรถภาพทางด้านใดเป็นหลัก เพราะฉะนั้นการนำการฝึกพลัยโอเมตริกรวมกับการฝึกด้วยน้ำหนักนั้นทำให้มีวิธีการฝึกซ้อมของพลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นให้เป็นทางเลือกสำหรับการฝึกซ้อมสำหรับแต่ละชนิดกีฬาอีก ซึ่งใน

ปัจจุบันวิธีการที่นำเอาการฝึกพลัยโอเมตริกรวมกับการฝึกด้วยน้ำหนักที่เป็นที่นิยม 3 รูปแบบ ได้แก่

1. การฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่การฝึกด้วยน้ำหนัก (Combined plyometric training and weight training) เป็นการรวมในการลักษณะที่ฝึกตามโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกก่อนแล้วตามด้วยโปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนัก หรือรวมในลักษณะฝึกตามโปรแกรมฝึกด้วยน้ำหนักก่อนแล้วตามด้วยการฝึกตามโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกในวันเดียวกัน หรือรวมในลักษณะฝึกตามโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกคนละวันกับการฝึกโปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนัก ซึ่งไม่ว่าจะเป็นการรวมในลักษณะใดก็ตาม ผลการวิจัยพบว่า มีผลทำให้พลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นมากกว่าการฝึกด้วยน้ำหนักหรือการฝึกพลัยโอเมตริกเพียงอย่างเดียว การรวมกันระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักกับการฝึกพลัยโอเมตริก จึงเปรียบเสมือนเป็นการรวมพลังกล้ามเนื้อที่เกิดจากการฝึกตามโปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนักและพลังกล้ามเนื้อที่เกิดจากการฝึกตามโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกเข้าด้วยกัน (ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์, 2544)

2. การฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก (Plyometric training with weight) เป็นการรวมกันในลักษณะที่เป็นรูปแบบหนึ่งของการฝึกพลัยโอเมตริก แต่ใช้น้ำหนักจากภายนอกเพิ่มเข้าไปโดยการแบกน้ำหนัก 30% ของความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อซึ่งผลการวิจัยพบว่ามีผลทำให้พลังกล้ามเนื้อขาเพิ่มมากขึ้นกว่าการฝึกด้วยน้ำหนักหรือการฝึกพลัยโอเมตริกแต่เพียงอย่างเดียว และยังเรียกวิธีการฝึกแบบนี้ว่า การฝึกแบบพลังสูงสุด (Wilson *et al.*,1993)

3. การฝึกเชิงซ้อน (Complex training) หมายถึง การฝึกเพื่อเสริมสร้างความแข็งแรง และพลังของกล้ามเนื้อโดยใช้การฝึกด้วยน้ำหนักแล้วตามด้วยการฝึกแบบพลัยโอเมตริกทันทีในแต่ละชุด ซึ่งใช้ท่าฝึกที่กลุ่มกล้ามเนื้อเดียวกัน โดยอาศัยแนวคิดที่ว่าการฝึกด้วยน้ำหนักที่ใช้ความหนักในระดับสูงเป็นการฝึกกล้ามเนื้อชนิด IIb และทำให้กล้ามเนื้อชนิด IIc ได้ทำงานแบบกล้ามเนื้อชนิด IIb มีลักษณะเป็นการเตรียมร่างกายตามที่กีฬาแต่ละชนิดต้องการ (Chu, 1996)

โปรแกรมการฝึกพลังกล้ามเนื้อขา

สนธยา สีละมาด (2544) กล่าวว่า ถ้าต้องการพัฒนาพลังให้มีความเฉพาะเจาะจงกับชนิดกีฬาหรือทักษะที่เฉพาะเจาะจง การฝึกซ้อมต้องมีการออกแบบให้เหมาะสม กล่าวคือ เป็นโปรแกรมการฝึกที่มีความเฉพาะเจาะจงกับชนิดกีฬาและใช้การออกกำลังกายที่สามารถกระตุ้นได้ใกล้เคียงกับการปฏิบัติทักษะของนักกีฬา การฝึกซ้อมพลังด้วยวิธีการที่เหมาะสมมีความเฉพาะเจาะจงจะช่วยให้ความสัมพันธ์ของประสาทกล้ามเนื้อมีประสิทธิภาพมากขึ้น การเคลื่อนไหวมีความราบเรียบแม่นยำมากขึ้นและปฏิบัติทักษะได้อย่างรวดเร็ว

และการออกกำลังการที่นำมาใช้ในการฝึกข้อมพลังจึงต้องเป็นวิธีที่ทำให้มีการกระตุ้นหน่วยยนต์อย่างรวดเร็วเพื่อที่จะทำให้มีการพัฒนาของระบบประสาทและพัฒนากล้ามเนื้อในแต่ละหน่วยยนต์ให้มีการทำงานประสานพันธ์กัน (Synchronization) และมีลำดับขั้นการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพและทำให้มีจำนวนของเส้นใยกล้ามเนื้อมีการทำงานมากที่สุดในช่วงเวลาที่สั้นที่สุด สำหรับในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกวิธีการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่กับการฝึกด้วยน้ำหนักซึ่งเป็นหนึ่งในสามวิธีที่นิยมนำมาใช้ฝึกพลังกล้ามเนื้อและท่าที่ใช้ในการฝึกได้แก่ ท่า Depth jump with lateral movement สำหรับการฝึกพลัยโอเมตริก และท่า ฮาฟ สควท สำหรับการฝึกด้วยน้ำหนัก

ท่าการฝึกด้วยน้ำหนัก

สควท (Squat) เป็นท่าฝึกด้วยน้ำหนักที่เป็นที่นิยมในการสมรรถภาพสำหรับนักกีฬาอันได้แก่ การฝึกความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อ และการออกกำลังกายของบุคคลทั่วไปสำหรับการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ อาจกล่าวได้ว่า ท่าสควทเป็นราชาของท่าการฝึกด้วยน้ำหนักของท่าทั้งหมด (the king of exercise) (Sidney, 2005) และสควท เป็นท่าการฝึกที่ใช้การเคลื่อไหวข้อต่อหลายส่วน และยังเป็นท่าฝึกที่พัฒนากลุ่มกล้ามเนื้อขา ได้แก่ กล้ามเนื้อควอไดรเซพซ์ ฟีมอรีส กล้ามเนื้อกลูเทียสแมกซิมัส และ กล้ามเนื้อแฮมสตริงส์(Escamilla, 2001)

และในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้ท่าฮาฟสควทโดยใช้บาร์เบล ซึ่งท่าฝึกนี้จะเน้นทั้งการพัฒนาความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อขา เหมาะสำหรับนักกีฬารักบี้ฟุตบอล และท่าสควทยังเลียนแบบกลุ่มกล้ามเนื้อที่ใช้ในทักษะกีฬารักบี้ฟุตบอล เช่น การดันสกัมระหว่างผู้เล่น การวิ่งเข้าแทคเกิลผู้เล่น เป็นต้น

ท่าการฝึกพลัยโอเมตริก

เดพธ์จัม (Depth Jump) เป็นท่าฝึกพลัยโอเมตริกที่เน้นการฝึกกล้ามเนื้อขา (Leg plyometric) และเดพธ์จัม เป็นท่าการฝึกที่มีความหนักสูงสุด (Shock) ในการฝึกพลัยโอเมตริก

เรดคลิฟและฟาเรนชั่น (Radcliffe and Farentions, 1999) กล่าวว่า เดพธ์จัมเป็นท่าฝึกที่นิยมนำมาใช้ฝึกและประยุกต์เข้ากับนักกีฬาเกือบทุกประเภท เพราะการฝึกเดพธ์จัมเน้นการฝึกความแข็งแรง ความเร็ว และความว่องไว (Quickness) ของกล้ามเนื้อขา ซึ่งอาจกล่าวว่า ทุกประเภทกีฬาต้องการกล้ามเนื้อขาเป็นองค์ประกอบหลักสำคัญในการเล่นกีฬา และจุดประสงค์ของการฝึกเดพธ์จัมเพื่อพัฒนากลุ่มกล้ามเนื้อขาได้แก่ ได้แก่ กล้ามเนื้อควอไดรเซพซ์ ฟีมอรีส กล้ามเนื้อกลูเทียสแมกซิมัส กล้ามเนื้อแฮมสตริงส์ กล้ามเนื้อแกสทรอคนีเมียส และกล้ามเนื้อโซเลียส

และในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้ท่าการฝึก Depth jump with lateral movement ซึ่งท่าฝึกเป็นการนำเอา เดพธ์จัม ผสมกับการวิ่งระยะสั้น และมีองค์ประกอบ ได้แก่ ส่วนที่เป็น

เดพธ์จัม คือ การลงสู่พื้น (Depth landing) และเปลี่ยนทิศทางไปทางด้านข้างและวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดระยะ 10 เมตร ซึ่งท่าฝึกนี้ก็จะเลียนแบบทักษะของกีฬารักบี้ฟุตบอล เช่น การกระโดดรับลูกและวิ่งด้วยความเร็ว การยกตัวผู้เล่นในแถวทุ่มต่อด้วยการวิ่งและการทำมอลซ์ เป็นต้น

ความสำคัญของสมรรถภาพอนากาศนิยม

ไรล์ลี่ และคณะ (Reilly et al, 1996) ได้กล่าวถึง สมรรถภาพอนากาศนิยมไว้ว่าเป็นสิ่งที่สำคัญในเกมการแข่งขัน จะต้องมีสมรรถภาพอนากาศนิยมที่ดี ซึ่งจะส่งผลต่อการปฏิบัติทักษะต่างๆ ได้ดี และเป็นการฝึกกล้ามเนื้อทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน เป็นการเพิ่มสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาในการที่จะปฏิบัติทักษะต่างๆ ที่มีความหนัก และปฏิบัติทักษะนั้นได้เป็นระยะยาวนานขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ เมดเบอร์และ บูเกอร์ (Medbo and Burger, 1989) กล่าวว่า สมรรถภาพอนากาศนิยม คือ ความสามารถในการทำงานของกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจนได้สูงสุดในช่วงเวลาระยะสั้นโดยใช้พลังงานที่เก็บสะสมในกล้ามเนื้อเป็นหลัก ซึ่งมีความจำเป็นและสำคัญอย่างยิ่งในเกือบทุกประเภทกีฬา โดยเฉพาะกีฬาที่ต้องใช้กำลังความเร็วสูงสุดซ้ำๆ กัน เช่น ฟุตบอล รักบี้ฟุตบอล บาสเกตบอล เป็นต้น

ความสามารถสูงสุดของร่างกายในการออกกำลังกายหรือการเล่นกีฬาจะใช้ระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน มีองค์ประกอบอยู่ 2 ส่วน คือ

1.พลังงานแบบแอนแอโรบิก (Anaerobic power) หมายถึงความสามารถสูงสุดที่กล้ามเนื้อทำงานโดยใช้ระบบพลังงานแบบฉับพลัน (Immediate energy system) เป็นหลักหรือเป็นค่าปริมาณงานสูงสุดที่ทำได้ในช่วง 3-5 วินาทีแรกของการทดสอบ เรียกว่า Peak power output มีหน่วยเป็นวัตต์ (Watts)

2.สมรรถวิสัยแอนแอโรบิก (anaerobic capacity) หมายถึง ปริมาณงานสูงสุดในการที่จะรักษาระดับการทำงานของกล้ามเนื้อให้คงอยู่ เป็นการทำงานของกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจนได้สูงสุด โดยใช้พลังงานจากระบบพลังงานแบบฉับพลัน (Immediate energy system) และใช้พลังงานแบบระยะสั้น (Short-term energy system) ที่เก็บสะสมไว้ในกล้ามเนื้อ ขณะที่ปราศจากการใช้ออกซิเจนมีหน่วยเป็นวัตต์

เนื่องจากรักบี้ฟุตบอลเป็นกีฬาที่ต้องใช้กำลังความเร็วสูงสุดซ้ำๆ ตลอดเกมการแข่งขัน ซึ่งการเคลื่อนไหวในเกมรักบี้ฟุตบอล แบบหลักๆ ได้แก่ การวิ่งหลบหลีกคู่ต่อสู้ การแทคเกิล การชะลอหรือการเร่งความเร็วในการวิ่ง ซึ่งจะแตกต่างกันไปตามตำแหน่งการเล่น กิจกรรรมส่วนมากในเกมรักบี้ฟุตบอลจะมีความหนักเบาผสมผสานกันไป เช่น การวิ่งด้วยความเร็วทุกๆ 5 วินาทีถึง

90 วินาทีในตลอดการแข่งขัน (Douge, 1988; Meir *et al.*,1993) การยกตัวผู้เล่นในแถวทุ่ม การเข้าทำสกรัม การเข้าแทคเกิลหรือการจับ (Duthie *et al.*, 2006) ซึ่งพลังงานช่วงนี้จะเป็นการใช้พลังงานที่ได้มาจากการทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน ดังนั้นนักกีฬาจึงต้องการสมรรถภาพการทำงานแบบใช้ออกซิเจน และไม่ใช้ออกซิเจนของกล้ามเนื้อไปพร้อมๆ กัน (Stone and William, 1978)

การฝึกด้วยน้ำหนักกับสมรรถภาพอนากาศนิยม

การฝึกด้วยน้ำหนักนั้นจะมีรูปแบบการฝึกที่แตกต่างกันตามแต่จุดประสงค์ของการฝึก ดังที่ เจริญ กระบวนรัตน์ (2535) ได้กล่าวไว้ว่า การฝึกยกน้ำหนักถือว่าเป็นวิธีการอีกรูปแบบหนึ่งที่มีความสำคัญ และจำเป็นอย่างยิ่งต่อการจะช่วยพัฒนาเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายนักกีฬาให้ถึงพร้อมซึ่งความสมบูรณ์ได้อย่างรวดเร็ว สอดคล้องกับ มาร์เติล (Martens, 1997) ได้กล่าวไว้ว่า ในการฝึกสมรรถภาพกล้ามเนื้อนั้นส่วนมากจะประกอบไปด้วยการฝึกด้วยน้ำหนัก ซึ่งเป็นอีกวิธีการฝึกหนึ่งที่ให้ประสิทธิภาพสูง โดยเฉพาะการฝึกความแข็งแรงนั้นการฝึกด้วยน้ำหนักมีบทบาทสำคัญเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งการฝึกด้วยน้ำหนักจะทำให้กล้ามเนื้อมีขนาดใหญ่ขึ้น (Hypertrophy) และเกิดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของกล้ามเนื้อได้หลายประการ การฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อยังทำให้กล้ามเนื้อมีความตึงตัวดี (Tone) ซึ่งทำให้กล้ามเนื้อนั้นสามารถปรับตัวรับกับงานที่หนักในขณะแข่งขันหรือการฝึกซ้อมได้ดียิ่งขึ้น และสอดคล้องกับ โธมัส (Thomas, 1994) ได้รายงานว่า การฝึกด้วยน้ำหนักสามารถพัฒนากำลังความแข็งแรงให้ดีขึ้นได้ เนื่องจากการฝึกด้วยน้ำหนักนั้นมีการระดมหน่วยยนต์ภายในกล้ามเนื้อให้ทำงานมากขึ้น ส่งผลให้เส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วพัฒนา และมีขนาดใหญ่ขึ้น สโตนและโอไบรอัน (Stone and O'Bryant, 1992) ได้กล่าวว่า การฝึกด้วยน้ำหนักที่มีความหนักสูงจะทำให้ เอทีพี ซีพี กลัยโคเจน สะสมเพิ่มมากขึ้นและเอ็มไซม์ที่ช่วยในกระบวนการสลายพลังงานของกล้ามเนื้อมีความเข้มข้นมากขึ้นส่งผลต่อความแข็งแรง และสมรรถภาพแบบไม่ใช้ออกซิเจน และ ดีเลคคลอสและคณะ (Delecluse *et al.*, 1995) ได้รายงานว่าการฝึกด้วยแรงต้านประมาณ 70-80% ของ 1RM จะช่วยให้อัตราเร่งในการวิ่งดียิ่งขึ้น ซึ่งจะช่วยส่งผลในการปฏิบัติทักษะได้มีประสิทธิภาพและรวดเร็วยิ่งขึ้นอีกด้วย

การฝึกพลัยโอเมตริกกับสมรรถภาพอนากาศนิยม

การฝึกพลัยโอเมตริก เป็นการฝึกระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic systems) 2 ระบบ คือ ระบบซีพี และระบบแลคติก (lactic acid) ระบบซีพี จะใช้พลังงานสะสมที่อยู่ในกล้ามเนื้อ การออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริกเพียง 4-15 วินาที จะนำพลังงานที่สะสมออกมาใช้ เมื่อออกแบบโปรแกรมการฝึกระบบซีพี เพื่อให้เกิดผลต้องมีช่วงพักจำนวนมากระหว่างการออกกำลังกาย กระทำด้วยความสามารถเต็มที่ การเข้าสู่ระบบแลคติเป็นระยะเกิดขึ้นจากพลังงานสะสมโดยระบบซีพี ถูกสลายหมดไป การออกกำลังกายมีอยู่ต่อเนื่องไปจนถึงจุดที่ใช้พลังงานจากระบบแลคติก การออกกำลังกายที่พยายามใกล้จุดสูงสุดอยู่ระหว่าง 30-90 วินาที เป็นการจัดไว้สำหรับการฝึก (Chu, 1992)

โดยทั่วๆ ไปการฝึกแบบ jump-in-place standing jump และ depth jump เป็นการกระทำโดยใช้เวลาสั้นๆ เป็นการฝึกระบบซีพี นอกจากนี้ multiple jump, box drill และ particularly bounding สามารถพัฒนาการออกกำลังกายเข้าสู่ระบบแลคติก (Chu, 1992)

การฝึกพลัยโอเมตริกที่พัฒนาระบบซีพี มีประโยชน์ในนักกีฬาประเภททีมที่ต้องใช้ความเร็วสั้นๆ พลังระเบิดกับมีช่วงพักนาน ขณะปฏิบัติกิจกรรม เช่น การกระโดดไกล หรือเขย่งก้าวกระโดด การฝึกที่พัฒนาระบบที่กำลังเข้าสู่ระบบแลคติก เป็นการช่วยเหลือนักกีฬา ในกีฬาที่เหมือนฟุตบอลและวอลเลย์บอล ที่มีการเคลื่อนที่เป็นระยะยาว มีช่วงพักไม่มากนัก (Chu, 1992)

การทดสอบวินเกต แอนแอโรบิค (Wingate Anaerobic Test = WanT)

เป็นการทดสอบพลังและสมรรถภาพอนากาศนิยม ของการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนของสถาบันวิทยาศาสตร์วินเกตในประเทศอิสราเอล ที่มีชื่อว่า "Wingate Anaerobic Test" ชื่อย่อว่า WanT ซึ่งพัตนามาจากแบบทดสอบการทำงานที่ระดับสูงสุด ในระยะเวลาสั้นๆ คือ โดยทำการทดสอบขณะปั่นจักรยาน (Pedelling หรือ Arm cranking) เร่งเต็มที่ (All-out) ในเวลา 30 วินาที โดยตั้งน้ำหนักถ่วงให้สัมพันธ์กับน้ำหนักตัวของผู้เข้ารับการทดสอบและวัดระยะทางจากจำนวนรอบถีบ ซึ่งบันทึกทุกๆ 5 วินาที นำมาคำนวณหาค่าสูงสุด (Anaerobic power) และค่าเฉลี่ยสมรรถภาพอนากาศนิยม (Anaerobic capacity) การทดสอบ WanT มีความเที่ยงตรงสามารถนำไปใช้ทำนาย พลังและสมรรถภาพอนากาศนิยม เพราะมีความสัมพันธ์กันระหว่าง Power และ Capacity ของเอทีพี และ Glycolysis system ในกล้ามเนื้อ (Inbar, O.; Bar-Or, O; Skinner, J.S, 1996) โดยสามารถวัดค่าต่างๆ ได้ดังต่อไปนี้

1. กำลังงานที่ทำได้สูงสุด (Peak power output: PP) หน่วยคือ วัตต์ เป็นพลังงานสูงสุดที่ทำได้ วัดจากช่วง 5 วินาทีแรก ของการออกกำลังกาย บ่งชี้ความสามารถในการสร้างกำลังงานของระบบพลังงานแบบฉับพลัน (พลังงานแบบเอทีพี และครีเอทีนฟอสเฟตสูงที่สุดในกล้ามเนื้อ)

$$PP = \frac{\text{แรง} \times \text{ระยะทาง (จำนวนรอบ} \times \text{6 เมตร)}}{\text{เวลา เป็น นาที (5 วินาที} = 0.0833 \text{ นาที)}}$$

2. ค่าสัมพัทธ์ของกำลังงานที่ทำได้สูงสุดต่อมวลของร่างกาย (Relative Peak power Output: RPP) หน่วยคือ วัตต์/กิโลกรัม

$$RPP = \frac{\text{กำลังงานที่ทำได้สูงสุด}}{\text{มวลของร่างกาย (กิโลกรัม)}}$$

3. ร้อยละดัชนีบ่งชี้ความล้า (% Fatigue Index) หน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ คือเปอร์เซ็นต์ของการลดลงของ กำลังงานในระหว่างการทดสอบ เป็นการบ่งชี้ถึงปริมาณพลังงานที่มีสำหรับระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (ระบบพลังงานแบบฉับพลันและระบบพลังงานระยะสั้น) แสดงถึงความสามารถสูงสุดในการผลิตเอทีพี จากระบบพลังงานดังกล่าว

$$\% \text{ Fatigue Index} = \frac{(\text{กำลังงานสูงสุด} - \text{กำลังงานต่ำสุด}) \times 100}{\text{กำลังงานสูงสุด}}$$

ซึ่งในนักกีฬาที่เปอร์เซ็นต์ของดัชนีความล้าสูง จะมีความสามารถในการใช้พลังงานแบบอนากาศนิยมต่ำ ทำให้เกิดการล้ามากกว่านักกีฬาที่มีเปอร์เซนต์ของดัชนีความล้าต่ำ

4. ค่าสมรรถวิสัยแบบแอนแอโรบิก (Anaerobic Capacity) หน่วยเป็นวัตต์ คือ ค่าของงานที่ทำสำเร็จในระยะเวลา 30 วินาที

Anaerobic Capacity = แรง × ระยะทางรวมทั้งหมดภายในเวลา 30 วินาที

5. ค่าสัมพัทธ์ของสมรรถวิสัยแบบแอนแอโรบิกต่อมวลของร่างกาย (Relative Anaerobic Capacity) หน่วยเป็นวัตต์/กิโลกรัม

$$\text{Relative Anaerobic Capacity} = \frac{\text{ค่าเฉลี่ยของกำลังงานที่ทำได้ในช่วง 30 วินาที}}{\text{มวลของร่างกาย (กิโลกรัม)}}$$

E 2423696x

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ

เฉลิม รุ่งโรจน์ (2540) ได้ทำการศึกษาเรื่อง "ผลของการฝึกด้วยการใช้น้ำหนักต่อสมรรถภาพอนากาศนิยมและสมรรถภาพด้านความอดทนในนักเรียนจ่าทหารเรือ" ศึกษาผลของการฝึกกล้ามเนื้อด้วยการใช้น้ำหนักเป็นเวลา 10 สัปดาห์ ในกลุ่มนักเรียนจ่าทหารเรือ เหล่าแพทย์ จำนวน 49 คน ใช้วิธีสุ่มตัวอย่าง แบ่งกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง 27 คน และกลุ่มควบคุม 22 คน จากผลการทดลองพบว่า ค่าอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดที่ร่างกายยังออกกำลังกายได้โดยไม่เกิดการสะสมของกรดแลคติก ค่าความทนทานจากการปั่นจักรยาน ค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ค่าพลังแบบแอนแอโรบิก และค่าสมรรถวิสัยแบบแอนแอโรบิก หลังการฝึกมีค่าสูงกว่าก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และไม่มีผลทำให้ค่าอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดเกิดการเปลี่ยนแปลง ส่วนกลุ่มควบคุม ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกค่าที่ทำการศึกษา

หนึ่งฤทัย สระเวียนทอง (2541) ได้ทำการศึกษาเรื่อง "ผลของการฝึกพลัยโอเมตริกและการฝึกความเร็วที่มีต่อพลังสูงสุดแบบไม่ใช้ออกซิเจนในนักกีฬาฮอกกี้" กลุ่มตัวอย่างนักกีฬาฮอกกี้ จำนวน 30 คน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 10 คน คือ กลุ่มฝึกกีฬาฮอกกี้อย่างเดียว กลุ่มฝึกฮอกกี้ควบคู่การฝึกพลัยโอเมตริก และกลุ่มฝึกฮอกกี้ควบคู่กับการฝึกความเร็ว โดยทำการฝึกเป็นเวลา 8 สัปดาห์ๆ ละ 3 วัน ผลการวิจัยพบว่า พลังสูงสุดแบบไม่ไม่ใช้ออกซิเจน หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 มีพัฒนาการดีขึ้นกว่าก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และพลังสูงสุดแบบไม่ใช้ออกซิเจนระหว่างกลุ่มในช่วงก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ 8 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

นิกร สีแล (2542) ได้ทำการศึกษาเรื่อง "ผลของการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกความเร็วระยะสั้นต่อสมรรถภาพอนากาศนิยมในนักกีฬาฟุตบอล" กลุ่มตัวอย่างนักกีฬาฟุตบอล จำนวน 30 คน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 10 คน คือ กลุ่มที่ฝึกตามโปรแกรมการฝึกฟุตบอลเพียงอย่างเดียว กลุ่มที่ฝึกด้วยน้ำหนักควบคู่กับโปรแกรมการฝึกฟุตบอล และกลุ่มที่ฝึกความเร็วระยะสั้นควบคู่กับโปรแกรมการฝึกฟุตบอล โดยทำการฝึกเป็นเวลา 8 สัปดาห์ๆ ละ 3 วัน ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่ฝึกตามโปรแกรมการฝึกฟุตบอลเพียงอย่างเดียว กลุ่มที่ฝึกด้วยน้ำหนักควบคู่กับโปรแกรมการฝึกฟุตบอล และกลุ่มที่ฝึกความเร็วระยะสั้นควบคู่กับโปรแกรมการฝึกฟุตบอล มีค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพอนากาศนิยมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ขณะที่กลุ่มที่ฝึกด้วยน้ำหนักควบคู่กับโปรแกรมการฝึกฟุตบอล และกลุ่มที่ฝึกความเร็วระยะสั้นควบคู่กับโปรแกรมการฝึกฟุตบอล ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เมื่อนำค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพอนากาศนิยมมาศึกษาภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

พบว่ากลุ่มที่ฝึกความเร็วระยะสั้นควบคู่กับโปรแกรมการฝึกฟุตบอลมีอัตราการเพิ่มมากกว่ากลุ่มที่ฝึกตามโปรแกรมการฝึกฟุตบอลเพียงอย่างเดียว และกลุ่มที่ฝึกด้วยน้ำหนักควบคู่กับโปรแกรมการฝึกฟุตบอล ตามลำดับ

ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ (2544) ได้ทำการเปรียบเทียบผลของการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่การฝึกด้วยน้ำหนัก การฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก และการฝึกแบบคอมเพล็กซ์ที่มีต่อการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขาในนักกีฬาประเภททีม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาประเภททีมวิทยาลัยพลศึกษาจังหวัดสมุทรสาคร จำนวน 72 คน ทำการฝึก 2 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า การฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่การฝึกด้วยน้ำหนัก การฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก และการฝึกแบบคอมเพล็กซ์ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

งานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้อง

แมคคานิก (Macanik, 1990) รายงานผลการศึกษาของการฝึกด้วยการใช้น้ำหนักที่มีต่อกำลัง ความแข็งแรง ความอดทนและความสัมพันธ์ของกรดแลคติก ผลการวิจัยพบว่า ความอดทนในการปั่นจักรยานเพิ่มขึ้นและความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาและการลดลงของระดับกรดแลคติกในเลือด แต่ไม่มีผลต่อ $VO_{2\,max}$

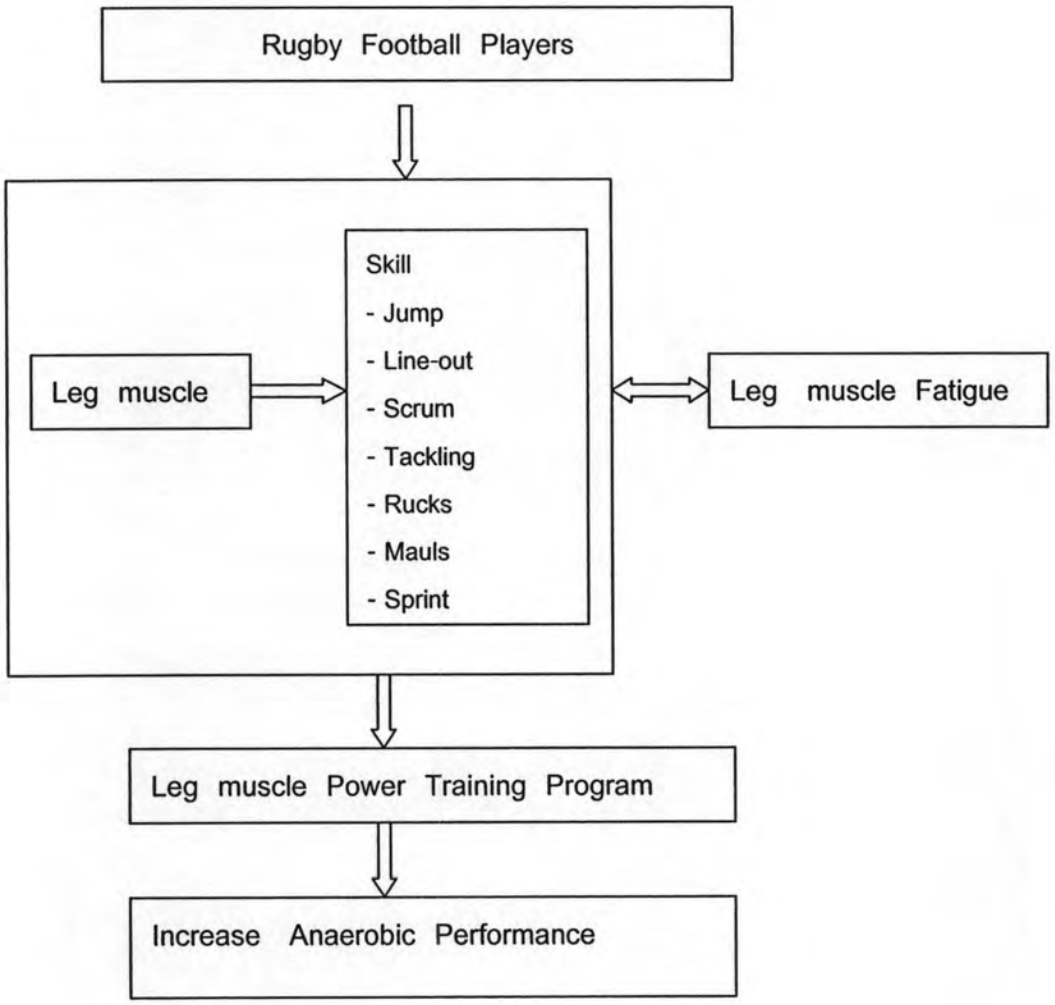
ฟินเชอร์ (Fincher, 1996) ได้ศึกษาผลของการฝึกความแข็งแรงด้วยความหนักสูงที่มีต่อพลังแบบแอนแอโรบิกและความอดทน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักฟุตบอลระดับมหาวิทยาลัย 40 คน สุ่มเข้ากลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองฝึกแบบวงจรด้วยความหนักสูง กลุ่มควบคุมฝึกความแข็งแรงแบบที่ใช้ทั่วไป ทดสอบพลังแบบแอนแอโรบิก ความอดทนแบบแอนแอโรบิกและความแข็งแรงสูงสุด ผลการศึกษาพบว่า ทั้งสองกลุ่มสามารถพัฒนาพลังแบบแอนแอโรบิก ความอดทนแบบแอนแอโรบิกและความแข็งแรง แต่กลุ่มทดลองพัฒนาได้ดีกว่ากลุ่มควบคุม

เดลล์ และเซทต้า (Dale and Settar, 2001) ได้ศึกษาการประเมินวิธีการวัดพลังแบบแอนแอโรบิกด้วยโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริก 7 สัปดาห์ กลุ่มตัวอย่างแบ่งเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มนักกีฬา 20 คน กลุ่มไม่ใช่นักกีฬา 20 คน และกลุ่มควบคุม 20 คน วิธีการวัดพลังแบบแอนแอโรบิก ได้แก่ vertical jump , 50-m dash และ Margaria stargaria test ทำการวัดก่อนการฝึกและหลังการฝึก ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มนักกีฬา และกลุ่มไม่ใช่นักกีฬา มีความแตกต่างของพลังแบบแอนแอโรบิกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ผลของโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกมีผลในการเพิ่มพลังแบบแอนแอโรบิกทั้งกลุ่มนักกีฬา และกลุ่มไม่ใช่นักกีฬา และวิธีประเมิน

Margaria stargaria test มีประสิทธิภาพในการประเมินพลังแบบแอนแอโรบิกดีกว่า vertical jump และ 50-m dash

ลูปเบอร์ และคณะ (Luebbers et al, 2003) ได้ศึกษาผลของการฝึกพลัยโอเมตริกและระยะติดตามผลที่มีต่อประสิทธิภาพในการกระโดดและพลังแบบแอนแอโรบิก โดยโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกมีสองโปรแกรม ได้แก่ การฝึกพลัยโอเมตริก 4 สัปดาห์ และการฝึกพลัยโอเมตริก 7 สัปดาห์ โดยทำการวัด ก่อนการฝึก หลังการฝึก และระยะติดตามผล 4 สัปดาห์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชายที่มีสุขภาพดี กลุ่มละ 19 คน ซึ่งจะประเมินประสิทธิภาพของการกระโดดได้แก่ การกระโดดสูงสุดกับพลังการกระโดด และพลังแบบแอนแอโรบิก ผลการศึกษาพบว่า การกระโดดสูงสุดและพลังการกระโดด ก่อนการฝึก และหลังการฝึกของกลุ่มการฝึกพลัยโอเมตริก 4 สัปดาห์ มีค่าลดลง พลังแบบแอนแอโรบิกของกลุ่มการฝึกพลัยโอเมตริก 4 สัปดาห์ ก่อนการฝึกและหลังการฝึกมีค่าไม่แตกต่าง กลุ่มการฝึกพลัยโอเมตริก 7 สัปดาห์ การกระโดดสูงสุด พลังการกระโดด และพลังแบบแอนแอโรบิก ก่อนการฝึก และหลังการฝึกมีการเพิ่มขึ้นทั้งสามค่า ส่วนระยะติดตามผลของทั้งสองกลุ่ม การกระโดดสูงสุด พลังการกระโดด และพลังแบบแอนแอโรบิกมีการเพิ่มขึ้นทั้ง 3 ค่า และผลการเปรียบเทียบผลการฝึกทั้งสองโปรแกรมมีค่าไม่แตกต่างกัน

กรอบแนวคิดในการวิจัย



นักกีฬารักบี้ฟุตบอลใช้พลังกล้ามเนื้อขาในเล่นทักษะรักบี้ฟุตบอล ได้แก่ การเล่นแถวทุ่ม (Line-out) การแทคเกิล (Tackling) การสกรัม (Scrum) การทำรัก (Rucks) การทำมอลซ์ (Mauls) การกระโดด (Jump) และการพาลูกวิ่งหนีคู่ต่อสู้ ทักษะเหล่านี้ก็ต้องอาศัยพลังกล้ามเนื้อขาในการดำเนินกิจกรรมตลอดเวลาการแข่งขัน จึงทำให้กล้ามเนื้อเกิดความเมื่อยล้า ส่งผลให้การเคลื่อนไหวในเกมการเล่นลดประสิทธิภาพลง ดังนั้นจึงควรมีโปรแกรมการฝึกพลังกล้ามเนื้อขาที่พัฒนาพลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเคลื่อนไหวในการเล่นรักบี้ฟุตบอลและสามารถพัฒนาสมรรถภาพอนากาศนิยมควบคู่ไปด้วยเพื่อให้การเคลื่อนไหวในการเล่นมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น