



ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ความสามารถสูงสุดของนักกีฬา (Peak performance) เป็นสิ่งที่ผู้ฝึกสอนและนักกีฬาทุกคนตลอดจนผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกฝ่ายปรารถนาจะให้เกิดขึ้นกับนักกีฬาในขณะแข่งขัน จึงมีความพยายามที่จะนำความรู้ในศาสตร์สาขาต่างๆมาประยุกต์ใช้เพื่อให้บรรลุถึงเป้าหมายดังกล่าว แอนเชล (Anshel, 1990) ได้สรุปว่า การพัฒนาความสามารถสูงสุดของนักกีฬาในขณะแข่งขันขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่สำคัญสามส่วน คือ สมรรถภาพทางกายและทักษะกีฬา (Physical fitness and sport skills) สมรรถภาพทางจิต (Mental fitness) และสิ่งแวดล้อม (Environment) หากขาดองค์ประกอบอย่างใดอย่างหนึ่ง จะทำให้นักกีฬาแสดงความสามารถออกมาได้ไม่ดีเท่าที่ควร จากข้อสรุปนี้จะเห็นได้ว่าองค์ประกอบทั้งสามส่วนนั้นนอกจากจะมีความสำคัญแล้วยังมีความสัมพันธ์กันอีกด้วย สมรรถภาพทางกายและทักษะกีฬาเป็นสิ่งจำเป็นที่สุดสำหรับนักกีฬาระดับที่เพิ่งจะเริ่มเล่น แต่เมื่อความสามารถได้รับการพัฒนาสูงขึ้น มีประสบการณ์จากการเข้าร่วมการแข่งขันที่มีความกดดันมากขึ้น ความสามารถในการควบคุมจิตใจ ความคิด และอารมณ์ ที่เรียกว่าสมรรถภาพทางจิต ต้องได้รับการฝึกและพัฒนาเพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนกับการฝึกสมรรถภาพทางกายและทักษะกีฬา สิ่งแวดล้อมเป็นองค์ประกอบสุดท้ายที่มีอิทธิพลต่อความสามารถสูงสุดของนักกีฬา เพราะเมื่อร่างกายและจิตใจพร้อม แต่สิ่งแวดล้อมภายนอกอื่น ๆ ไม่พร้อม ก็อาจจะทำให้ผลการแข่งขันออกมาไม่แน่นอนหรือไม่คงที่ได้ โดยทั่วไปผู้ฝึกสอนและนักกีฬาให้ความสำคัญกับสมรรถภาพทางกายและทักษะกีฬามากที่สุด จะเห็นได้ว่าโปรแกรมการฝึกซ้อมส่วนใหญ่เป็นการพัฒนาองค์ประกอบด้านนี้ ในขณะที่ ศิลปชัย สุวรรณธาดา (2531) กล่าวว่า สมรรถภาพทางกายและทักษะกีฬาเป็นองค์ประกอบที่สำคัญโดยตรงของการแสดงความสามารถทางด้านกีฬา ซึ่งพัฒนามาจากการเรียนรู้และการฝึกซ้อมอย่างมีระบบที่ถูกต้อง นักกีฬาที่มีสมรรถภาพทางกายและทักษะกีฬาสูงก็จะแสดงความสามารถออกมาได้สูง ตรงกันข้ามกับนักกีฬาที่มีสมรรถภาพทางกายและทักษะกีฬาต่ำก็จะแสดงความสามารถออกมาได้ต่ำ ถ้านักกีฬามีสมรรถภาพทางกายและทักษะกีฬาเท่ากัน ผู้ที่มีสมรรถภาพทางจิตที่สมบูรณ์มากกว่าจะเป็นผู้ชนะ

โฮเจอร์ (Hoeger ,1989) ได้แบ่งสมรรถภาพทางกายออกเป็นสองประเภท คือ สมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพ (Health- related physical fitness) และสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะ (Skill-related physical fitness) ในส่วนของสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะ ประกอบด้วย ความอดทนของระบบหัวใจและหลอดเลือด (Cardiovascular endurance) ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular strength and endurance) ความอ่อนตัว (Flexibility) สัดส่วนที่เป็นส่วนประกอบของร่างกาย (Body composition) ความคล่องตัว (Agility) การทรงตัว (Balance) การทำงานประสานกันของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ (Neuromuscular coordination) พลังกล้ามเนื้อ (Muscular power) เวลาปฏิกิริยา (Reaction time) และความเร็ว (Speed) ในขณะที่แมนนิง ดูลี-แมนนิง และเพอร์ริน (Manning, Dooly-Manning and Perrin ,1988) ให้ความเห็นว่า องค์ประกอบที่สำคัญที่สุดต่อการประสบความสำเร็จในการแข่งขันกีฬาก็คือ ความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะออกแรงได้มากในลักษณะเป็นแรงระเบิด (Explosive force) ซึ่งแสดงออกมาให้เห็นในลักษณะที่กล้ามเนื้อเกิดแรงตึง (Tension) ในปริมาณที่มากได้อย่างรวดเร็วและในทำนองที่สุดก็จะเกิดการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง ซึ่งหมายถึงพลังกล้ามเนื้อนั่นเอง

การพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเป็นเรื่องที่อยู่ในความสนใจและเป็นหัวข้อวิจัยตลอดระยะเวลา 50 ปีที่ผ่านมา ซึ่งผลจากการวิจัยเหล่านั้นทำให้เกิดความรู้อย่างมากเกี่ยวกับผลของการฝึกโดยใช้แรงต้าน (Resistance training) และต่อมาในระยะหลังๆจึงได้เริ่มมีการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อกันมากขึ้นจนเป็นแนวทางในการจัดโปรแกรมการฝึกของนักกีฬาประเภทต่าง ๆ จะเห็นได้ว่าตลอดระยะเวลา 20 ปีหลังจากที่ผ่านมานี้ นักกีฬาสวนใหญ่มีการฝึกโดยใช้แรงต้านเป็นกิจกรรมหลักที่สำคัญในโปรแกรมการฝึก จากความก้าวหน้าของโปรแกรมการฝึกในระยะเวลาที่ผ่านมา ทำให้วัตถุประสงค์ของการฝึกเปลี่ยนไป แต่เดิมนั้นเพื่อเพิ่มความแข็งแรงและขนาดของกล้ามเนื้อ ก็เปลี่ยนเป็นเพื่อพัฒนาพลังกล้ามเนื้อและความสามารถทางกีฬาที่ใช้ในการแข่งขัน (Wilson,1994)

ชู (Chu ,1996) กล่าวว่า การฝึกโดยใช้แรงต้านตามการรับรู้ของคนส่วนใหญ่ มักจะนึกถึงการฝึกด้วยน้ำหนัก (Weight training) แม้ว่าจะถูกต้องที่การฝึกด้วยน้ำหนักเป็นวิธีหนึ่งของการฝึกโดยใช้แรงต้าน แต่แท้ที่จริงแล้วไม่ว่าจะเป็นสิ่งใดก็ตามที่ทำให้กล้ามเนื้อทำงานหนักขึ้นก็เรียกว่าเป็นการฝึกโดยใช้แรงต้านด้วยกันทั้งสิ้น ในขณะที่อเบอร์ก (Aaberg,1998) ได้ให้ความเห็นเพิ่มเติมว่าในการฝึกโดยใช้แรงต้านนั้น นักกีฬาจะต้องมุ่งความสนใจไปยังท่าทางของ

การฝึก ซึ่งต้องเรียนรู้การจดท่าทางของท่าฝึกแต่ละท่า ส่วนในด้านกลไกการทำงานของกล้ามเนื้อ ก็ต้องเรียนรู้การรักษาความมั่นคงของร่างกาย การควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อและกระดูกที่กำลังเคลื่อนไหว

บลูมฟิลด์ แอคแลนด์ และเอลเลียทท์ (Bloomfield , Ackland and Elliott ,1994) ได้อ้างถึงรายงานการวิจัยของ เซเคอร์ (Secher,1975) มียาชิตะและคันชิสะ (Miyashita and Kanshisa ,1979) เมโรและคณะ (Mero et al., 1981) ชาร์ป, ทรूप และคอสทิล (Sharp , Troup and Costill, 1982) โรห์และคณะ (Rohrs et al., 1990) ฟรายและเครเมอร์ (Fry and Kraemer,1991) ฟรายและคณะ (Fry et al.,1991) ที่ได้ศึกษาในนักกีฬาชนิดต่าง ๆ พบว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและพลังกล้ามเนื้อมีความสัมพันธ์สูงกับระดับความสามารถของนักกีฬา นอกจากนี้ ดินติแมน วาร์ดและเทลเลซ (Dintiman,Ward and Tellez,1997) ได้สรุปว่า เป้าหมายของการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและพลังกล้ามเนื้อของนักกีฬาก็เพื่อพัฒนาความสามารถในการออกแรงที่กระทำต่อคู่ต่อสู้หรืออุปกรณ์กีฬาในจังหวะเวลาที่เหมาะสม ในความเร็วที่ต้องการและในทิศทางที่ต้องการ หัวใจสำคัญของการใช้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและพลังกล้ามเนื้อก็คือ จะต้องค้นพบให้ได้ว่า ต้องการออกแรงมากน้อยเพียงใดในช่วงเวลาต่างๆ ของเกมการแข่งขัน และจะต้องเรียนรู้การใช้แรงอย่างถูกต้องในกีฬาของตน เมื่อนักกีฬามีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและพลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นก็เปรียบเสมือนนักกีฬามีกำลังสำรองไว้ในตัว นั่นคือสามารถเล่นกีฬาได้โดยออกแรงน้อยลงในกิจกรรมปกติและยังมีกำลังเหลือที่จะใช้ในกิจกรรมที่ต้องออกแรงมากขึ้น เสมือนรถยนต์ที่มีกำลังม้าสูงจะได้เปรียบในการเพิ่มความเร็วขึ้นได้อย่างรวดเร็วฉับไฉน คนที่มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและพลังกล้ามเนื้อสูงย่อมเคลื่อนไหวด้วยความเร็วที่ต้องการได้อย่างรวดเร็วฉับไฉน สอดคล้องกับ นิวตันและเครเมอร์ (Newton and Kraemer ,1994) ที่ได้ให้ความเห็นว่า การทำงานในลักษณะเป็นแรงระเบิดของกล้ามเนื้อนั้น เป็นสิ่งจำเป็นในกีฬาที่มีการเคลื่อนไหวต่างๆ ได้แก่ การทุ่ม การพุ่ง การขว้าง การกระโดด และการตี นอกจากนี้ยังเป็นสิ่งจำเป็นในขณะที่มีการเปลี่ยนทิศทางของการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็ว หรือในขณะที่มีการเร่งความเร็วที่เกิดขึ้นในกีฬาต่างๆ ได้แก่ ฟุตบอล บาสเกตบอล เบสบอล และยิมนาสติก เป็นต้น ซึ่งการเคลื่อนไหวต่างๆเหล่านี้จะมีประสิทธิภาพเพียงใดนั้นย่อมขึ้นอยู่กับพลังกล้ามเนื้อของนักกีฬาแต่ละคน

จากคำกล่าวของบลูมฟิลด์และคณะ (Bloomfield et al,1994) ที่ว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ หมายถึง ปริมาณของแรงที่กล้ามเนื้อกลุ่มหนึ่งสามารถออกแรงเพื่อเอาชนะ

แรงต้านทานด้วยความพยายามอย่างเต็มที่หนึ่งครั้ง ส่วนพลังกล้ามเนื้อ หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อที่ก่อให้เกิดงานในระดับสูงได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นผลจากการออกแรงและได้ระยะทางจากการออกแรงนั้น สรุปได้ว่า พลังกล้ามเนื้อเป็นผลมาจากความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความเร็วในการออกแรงของกล้ามเนื้อนั่นเอง ในขณะที่วิลสัน (Wilson, 1994) ได้รายงานไว้ว่า ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ (Maximum strength) ของนักกีฬาที่มีความสำคัญต่อระดับความสามารถของนักกีฬาประเภทที่ต้องใช้พลังกล้ามเนื้อเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งนักกีฬาเหล่านั้นจะต้องมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมาก ถ้ามีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อน้อย ก็จะไม่มีความประโยชน์เท่าใดนักในการที่จะพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อให้แข็งแรงได้เร็ว ถึงแม้ว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและพลังกล้ามเนื้อจะมีความสัมพันธ์กันก็ตาม เมื่อพิจารณาอย่างถ่องแท้แล้วจะเห็นว่า เป็นความสามารถของกล้ามเนื้อในลักษณะที่แตกต่างกัน ดังนั้น ผู้ที่แข็งแรงที่สุดในโลกจึงไม่ใช่เจ้าของสถิติพุ่งแหลนหรือทุ่มลูกน้ำหนัก ทั้งนี้ไม่เกี่ยวกับเทคนิคและทักษะของกีฬาประเภทนั้นๆ นักกีฬาที่เข้าไปในโรงยิมเนเซียมเพื่อพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ แต่ถ้าไม่สามารถนำความแข็งแรงที่เพิ่มขึ้นนั้นไปใช้ในสภาวะของการเคลื่อนไหวจริงในกีฬาของตนได้แล้ว การพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อนั้นก็เปล่าประโยชน์ สิ่งที่จะต้องระลึกถึงอยู่เสมอก็คือความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกับพลังกล้ามเนื้อมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงต้องใช้วิธีการฝึกที่ถูกต้องและสามารถนำไปใช้ในสภาวะของการเคลื่อนไหวจริงในกีฬาแต่ละชนิดได้ สอดคล้องกับสปราก (Sprague, 1996) ที่ให้ความเห็นว่าการฝึกในห้องฝึกด้วยน้ำหนักนั้น จะต้องเลียนแบบการเคลื่อนไหวของกีฬาให้ใกล้เคียงที่สุดเท่าที่จะทำได้ ความใกล้เคียงของกิจกรรมการฝึกในด้านของความเร็ว ท่าทางการเคลื่อนไหวและแรงต้านในสภาพการแข่งขันยิ่งมีมากเท่าใด ก็จะทำให้พลังกล้ามเนื้อที่เพิ่มขึ้นจากการฝึกด้วยน้ำหนักสามารถที่จะเป็นพลังกล้ามเนื้อที่ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวในสภาพการแข่งขันได้มากขึ้นเท่านั้น

การฝึกด้วยน้ำหนักตามประเพณีนิยม (Traditional weight training) มีเป้าหมายเพื่อพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ซึ่งจากการศึกษาของเบอร์เกอร์ (Berger, 1962) พบว่าการใช้ความหนัก 80 – 90 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม (1 RM) จำนวน 4 - 8 ครั้ง มีผลทำให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นมากที่สุด เมื่อความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น ก็จะส่งผลให้พลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งรูเธอร์ฟอร์ดและคณะ (Rutherford et al., 1986) พบว่าความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อมีความสัมพันธ์สูงกับพลังกล้ามเนื้อ ในขณะที่นิวตันและเครเมอร์ (Newton and Kraemer, 1994) ให้ความเห็นว่า การที่ผู้เชี่ยวชาญในการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและสมรรถภาพทางกายหลายท่านเชื่อว่าในขณะที่ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ

เพิ่มขึ้น จะทำให้พลังกล้ามเนื้อและความสามารถในการเคลื่อนไหวเพิ่มขึ้นด้วยนั้นเป็นเรื่องที่ถูกต้อง แต่ถ้าพิจารณาให้ลึกซึ้งไปกว่านั้นจะเห็นได้ว่า ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อนั้น เป็นการทำงานของกล้ามเนื้อด้วยอัตราความเร็วต่ำ ซึ่งเป็นเพียงองค์ประกอบหนึ่งที่สนับสนุนให้เกิดพลังระเบิด (Explosive power) การเคลื่อนไหวในลักษณะพลังระเบิดนี้เป็นการเคลื่อนไหวโดยเริ่มจากอัตราความเร็วเป็นศูนย์หรือจากอัตราความเร็วต่ำ ดังนั้นความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อจึงมีส่วนช่วยพัฒนาพลังกล้ามเนื้อในระยะเริ่มต้นของการเคลื่อนไหวเท่านั้น อย่างไรก็ตามในขณะที่กล้ามเนื้อเริ่มหดตัวด้วยอัตราความเร็วสูงนั้น ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อที่ทำงานด้วยอัตราความเร็วต่ำ จะส่งผลเพียงเล็กน้อยต่อความสามารถของกล้ามเนื้อในการที่จะออกแรงมากขึ้นในอัตราความเร็วสูงดังกล่าว ส่วนเบห์มและเซล (Behm and Sale,1993) ได้แนะนำว่า พลังกล้ามเนื้อและความสามารถในการเคลื่อนไหวทางกีฬานั้น สามารถจะพัฒนาได้ดีที่สุดโดยการฝึกด้วยน้ำหนักที่ใช้ความหนักในระดับสูง และพยายามยกน้ำหนักนั้นในลักษณะเป็นแรงระเบิด ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาการทำงานของประสาท จึงทำให้ความสามารถในการเคลื่อนไหวทางกีฬาดีขึ้น แต่จากการศึกษาของเอลเลียทท์,วิลสันและเคอร์ (Elliott, Wilson and Kerr, 1989) พบว่า ถ้ายกน้ำหนักในท่านอนดันบนม้านั่ง (Bench press) ด้วยความเร็วเต็มที่โดยใช้ความหนักหนึ่งอาร์เอ็ม จะมีช่วงของการลดความเร็วเป็น 24 % ของระยะทางในการหดตัวแบบความยาวลดลง (Concentric contraction) แต่ถ้าลดความหนักลงเหลือ 81 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม กลับทำให้ช่วงของการลดความเร็วเพิ่มขึ้นเป็น 52 % ของระยะทางดังกล่าว ทั้งนี้เนื่องมาจากเมื่อเริ่มยกด้วยอัตราความเร็วสูงขึ้นนั้น ก็ต้องผ่อนแรงลดอัตราความเร็วลงในระยะที่ใกล้จะถึงจุดสิ้นสุดของการเคลื่อนที่ เพื่อให้น้ำหนักนั้นหยุดที่จุดสิ้นสุดของการเคลื่อนที่พอดี ส่วนโอเช และ โอเช (O'Shea and O'Shea, 1989) บูเออร์ เทเยอร์ และ บาราส (Bauer, Thayer and Baras, 1990) วิลเลียมส์ (Williams, 1991) อัดัมส์และคณะ (Adams et al.,1992) วิลสันและคณะ (Wilson et al.,1993) ยัง และบิลบี (Young and Bilby,1993) พบว่า การฝึกโดยใช้แรงต้านตามประเพณีนิยม มีผลทำให้พลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น แต่จากการศึกษาของโคมิและคณะ (Komi et al.,1982) แฮคคิเนนและโคมิ (Hakkinen and Komi,1985) พบว่า พลังกล้ามเนื้อจะไม่เพิ่มขึ้นในผู้ที่ได้รับการฝึกความแข็งแรงมาอย่างดีแล้ว ส่วนการฝึกด้วยน้ำหนักที่มีเป้าหมายเพื่อพัฒนาพลังกล้ามเนื้อโดยเฉพาะนั้น คาเนโกะ และคณะ (Kaneko et al.,1983) พบว่าการฝึกด้วยน้ำหนักที่ใช้ความหนัก 30 % ของความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อมีผลทำให้พลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นมากที่สุด

สำหรับการฝึกพลัยโอเมตริก (Plyometric training) นั้น ชู (Chu,1992) กล่าวว่า มีเป้าหมายเพื่อเชื่อมระหว่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกับความเร็วของการเคลื่อนไหวเข้าด้วยกัน ซึ่งก็คือการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อนั่นเอง โดยฮูเบอร์ (Huber,1987 อ้างถึงในถนนอมวงศ์ กฤษณ์เพชรและจรรยา มีสิน, 2536) รายงานว่าการออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริก มีรากฐานมาจากความเชื่อที่ว่า เมื่อกล้ามเนื้อมีการหดตัวแบบความยาวเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วก่อนการหดตัวแบบความยาวลดลง จะมีผลทำให้การหดตัวแบบความยาวลดลงได้แรงเพิ่มมากขึ้น จากการศึกษาของนิวตัน และ เครเมอร์ (Newton and Kraemer, 1994) ที่ได้อ้างอิงถึงรายงานการวิจัยของคลัทช์ และคณะ (Clutch et al., 1983) ได เบรชโซ ฟอรัท และ ไดอานา (Di Brezzo, Fort and Diana, 1988) โฮลท์ ดีไวน์ และ แมคฟาร์แลนด์ (Holtz, Divine and McFarland, 1988) ชมิตท์ไบลเชอร์ กอลโฮเฟอร์ และฟริค (Schmidtbleicher, Gollhofer and Frick, 1988) อัดัมส์และคณะ (Adams et al., 1992) ดุคและเบนอีเลียฮู (Duke and BenEliyah, 1992) วิลสันและคณะ (Wilson et al., 1993) ซึ่งพบว่า ถึงแม้ว่าจะใช้วิธีการฝึกที่แตกต่างกันก็ตาม การฝึกพลัยโอเมตริกแต่เพียงอย่างเดียว ก็มีผลทำให้พลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น ทั้งในผู้ที่เคยได้รับการฝึกมาแล้วและผู้ที่ไม่เคยได้รับการฝึกมาก่อน

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อไม่สามารถแยกออกจากพลังกล้ามเนื้อได้ โดยมีความสัมพันธ์กันตามสูตร ดังนี้

$$\text{พลัง (Power)} = \text{ความแข็งแรง (Strength)} \times \text{ความเร็ว (Speed)}$$

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อพัฒนาได้โดยการฝึกด้วยน้ำหนัก ส่วนพลังกล้ามเนื้อนั้นพัฒนาได้โดยทั้งการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก ซึ่งจำเป็นต้องมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเป็นพื้นฐาน ดังนั้นการฝึกด้วยน้ำหนักกับการฝึกพลัยโอเมตริกจึงมีความสัมพันธ์กันดังที่เอบบินและวัตต์ (Ebben and Watts,1998) ได้สรุปว่า การฝึกด้วยน้ำหนักเป็นการเตรียมตัวก่อนที่จะฝึกพลัยโอเมตริกเพื่อลดโอกาสของการบาดเจ็บ พัฒนาความแข็งแรงพื้นฐาน และเตรียมระบบกล้ามเนื้อและโครงกระดูก (Musculoskeletal system) ให้รับแรงกระแทกที่หนักได้ด้วยเหตุนี้ในโปรแกรมการฝึกสำหรับนักกีฬาประเภทที่จำเป็นต้องใช้พลังกล้ามเนื้อมาก จึงต้องมีทั้งการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก แต่เนื่องจากต่างก็เป็นกิจกรรมที่หนัก จึงไม่นิยมนำมาฝึกในวันเดียวกัน ดังนั้นโปรแกรมการฝึกของแต่ละสัปดาห์จึงประกอบไปด้วยกิจกรรมที่เสริมสร้างสมรรถภาพทางกายเป็นส่วนใหญ่ ทำให้กล้ามเนื้อมีระยะเวลาในการฟื้นตัวไม่เพียงพอจนเป็นสาเหตุให้มีโอกาสของการบาดเจ็บเพิ่มขึ้นและการทำงานของกล้ามเนื้อไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร

การฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริกต่างก็มีผลต่อการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ ดังนั้นในระยะหลังๆที่ผ่านมานี้จึงมีการวิจัยเกี่ยวกับการรวมกันระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักกับการฝึกพลัยโอเมตริกเพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุด ซึ่งสรุปได้ว่า มีสามรูปแบบดังนี้

1. การฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่การฝึกด้วยน้ำหนัก (Combined plyometric training and weight training)

เป็นการรวมกันในลักษณะที่ฝึกตามโปรแกรมฝึกพลัยโอเมตริกก่อนแล้วตามด้วยฝึกตามโปรแกรมฝึกด้วยน้ำหนักในวันเดียวกัน หรือรวมกันในลักษณะฝึกตามโปรแกรมฝึกด้วยน้ำหนักก่อนแล้วตามด้วยฝึกตามโปรแกรมฝึกพลัยโอเมตริกในวันเดียวกัน หรือรวมกันในลักษณะฝึกตามโปรแกรมฝึกพลัยโอเมตริกคนละวันกับฝึกตามโปรแกรมฝึกด้วยน้ำหนัก ซึ่งไม่ว่าจะเป็นการรวมกันในลักษณะใดก็ตาม ผลการวิจัยพบว่ามีผลทำให้พลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นมากกว่าการฝึกด้วยน้ำหนักหรือการฝึกพลัยโอเมตริกแต่เพียงอย่างเดียว (Clutch et al., 1983, Kritpet, 1988, Duke and BenEliyahu, 1992, Adams et al., 1992, Luaber, 1993) การรวมกันระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักกับการฝึกพลัยโอเมตริก จึงเปรียบเสมือนเป็นการรวมพลังกล้ามเนื้อที่เกิดจากการฝึกตามโปรแกรมฝึกด้วยน้ำหนักและพลังกล้ามเนื้อที่เกิดจากการฝึกตามโปรแกรมฝึกพลัยโอเมตริกเข้าด้วยกัน ถึงแม้จะไม่มีการศึกษาเปรียบเทียบว่า การฝึกตามโปรแกรมฝึกด้วยน้ำหนักก่อนหรือการฝึกตามโปรแกรมฝึกพลัยโอเมตริกก่อนจะมีผลทำให้พลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นมากกว่า แต่ในการวิจัยส่วนใหญ่ นั้นมักจะให้มีการฝึกตามโปรแกรมฝึกพลัยโอเมตริกก่อนแล้วตามด้วยการฝึกตามโปรแกรมฝึกด้วยน้ำหนักในวันเดียวกัน โดยอาศัยแนวคิดที่ว่า การฝึกพลัยโอเมตริกจะต้องฝึกในขณะที่กล้ามเนื้อมีความสดชื่น (fresh) และไม่มีอาการเมื่อยล้า (fatigue) การฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่การฝึกด้วยน้ำหนักนี้ สามารถนำไปใช้ในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อได้ทั้งกล้ามเนื้อส่วนบนและกล้ามเนื้อส่วนล่างของร่างกาย

2. การฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก (Plyometric training with weight)

เป็นการรวมกันในลักษณะที่เป็นรูปแบบหนึ่งของการฝึกพลัยโอเมตริก แต่ใช้น้ำหนักจากภายนอกเพิ่มเข้าไปโดยการแบกน้ำหนัก 30 % ของความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ ซึ่งผลการวิจัยพบว่ามีผลทำให้พลังกล้ามเนื้อขาเพิ่มขึ้นมากกว่าการฝึกด้วยน้ำหนักหรือการฝึกพลัยโอเมตริกแต่เพียงอย่างเดียว และยังได้เรียกวิธีการฝึกแบบนี้ว่า การฝึกแบบพลังสูงสุด (Wilson et al., 1993)

3. การฝึกเชิงซ้อน (Complex training)

เป็นการรวมกันโดยฝึกด้วยน้ำหนักแล้วตามด้วยฝึกพลัยโอเมตริกทันทีในแต่ละชุดของการฝึก จากการวิจัยของเวอโคชานสกีและทัตยาน (Verkhoshansky and Tatyana, 1973) อ้างถึงใน Ebben and Watts, 1998) ที่เปรียบเทียบการฝึกเชิงซ้อนกับการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่การฝึกด้วยน้ำหนัก ทั้งในลักษณะที่ฝึกตามโปรแกรมฝึกพลัยโอเมตริกก่อนและในลักษณะที่ฝึกตามโปรแกรมฝึกด้วยน้ำหนักก่อน แต่ไม่ปรากฏผลการวิจัย นอกจากนั้นในปีเดียวกันยังได้เปรียบเทียบการฝึกเชิงซ้อนทั้งในลักษณะที่ฝึกด้วยน้ำหนักแล้วตามด้วยฝึกพลัยโอเมตริกในทันที และในลักษณะที่ฝึกพลัยโอเมตริกแล้วตามด้วยฝึกด้วยน้ำหนักในทันที ซึ่งไม่ปรากฏผลการวิจัยเช่นเดียวกัน แม้กระนั้นก็ตามการฝึกเชิงซ้อนได้เป็นที่ยอมรับมากขึ้น โดยอาศัยแนวคิดที่ว่า การฝึกด้วยน้ำหนักที่ใช้ความหนักในระดับสูงเป็นการฝึกเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด IIb และทำให้เส้นใยกล้ามเนื้อชนิด IIc ได้ทำงานแบบเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด IIb ซึ่งหลังจากการฝึกด้วยน้ำหนักให้ใช้การฝึกพลัยโอเมตริกทันทีในแต่ละชุดของการฝึก ซึ่งเป็นการเคลื่อนไหวแบบแรงระเบิดด้วยท่าที่ใช้กลุ่มกล้ามเนื้อเดียวกันกับท่าของการฝึกด้วยน้ำหนักที่ใช้กระตุ้นกล้ามเนื้อในขั้นแรกแล้ว และสามารถนำทักษะการเคลื่อนไหวของกีฬาชนิดต่างๆมาฝึกในลักษณะของการฝึกพลัยโอเมตริกเพื่อใช้พลังกล้ามเนื้อที่พัฒนาขึ้นจากการฝึกเชิงซ้อนในการเล่นกีฬาได้ในทันที (Chu, 1996)

การฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริกนี้ เป็นที่ยอมรับกันในปัจจุบันว่าต่างก็มีผลทำให้พลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นมาก ซึ่งสามารถนำไปจัดโปรแกรมการฝึกให้กับนักกีฬาประเภทที่จำเป็นต้องใช้พลังกล้ามเนื้อมากได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งนักกีฬาที่ใช้พลังกล้ามเนื้อขาทั้งในประเภทบุคคลและประเภททีม ในลักษณะที่มีการเคลื่อนไหวโดยอาศัยพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ ซึ่งมีการเปลี่ยนทิศทางของการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็ว หรือมีการเร่งความเร็วของการวิ่งไปสู่จุดหมาย แต่มักจะได้ผลกับนักกีฬาที่เพิ่งเริ่มเล่น และมีพื้นฐานความแข็งแรงยังไม่มากพอ ส่วนนักกีฬาที่มีการฝึกซ้อมและแข่งขันต่อเนื่องกันหลายปี ตลอดจนมีพื้นฐานความแข็งแรงมาก มักจะมีปัญหาในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อของตนให้มากขึ้นไปอีก จึงมีการคิดค้นรูปแบบของการรวมกันระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักกับการฝึกพลัยโอเมตริก ได้อย่างน้อยสามรูปแบบ แต่ยังไม่มีการเปรียบเทียบว่ารูปแบบใดจะมีผลต่อการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขามากที่สุด ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความประสงค์ที่จะเปรียบเทียบผลของการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่การฝึกด้วยน้ำหนัก การฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนักและการฝึกเชิงซ้อน ที่มีต่อการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขาทั้งในรูปแบบของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาและพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา ตลอดจนการพัฒนาความแข็งแรงสูงสุดแบบไอโซโทนิคของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัวซึ่งเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขา

และในขณะเดียวกันจะศึกษาถึงการพัฒนาความแข็งแรงสูงสุดแบบไอโซคิเนติกของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก กล้ามเนื้อเหยียดเข่าและกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้าทั้งข้างที่ถนัดและไม่ถนัด ที่จะแสดงถึงประสิทธิภาพของท่าฝึกที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ รวมทั้งความสามารถในการเร่งความเร็วที่เกิดจากการนำพลังกล้ามเนื้อไปใช้ในการแข่งขันจริง เพื่อจะได้นำผลการวิจัยไปใช้เป็นแนวทางในการจัดโปรแกรมการฝึกซ้อมให้กับนักกีฬาต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่การฝึกด้วยน้ำหนัก การฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนักและการฝึกเชิงซ้อน ที่มีต่อการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขา

สมมติฐานของการวิจัย

1. การฝึกเชิงซ้อนมีผลต่อการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขามากกว่าการฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก และการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่การฝึกด้วยน้ำหนัก
2. การฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนักมีผลต่อการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขามากกว่าการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่การฝึกด้วยน้ำหนัก

ขอบเขตของการวิจัย

1. การวิจัยครั้งนี้มุ่งที่จะเปรียบเทียบผลการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่การฝึกด้วยน้ำหนัก การฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก และการฝึกเชิงซ้อน ที่มีต่อการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขา ในนักกีฬาประเภททีมของวิทยาลัยพลศึกษาจังหวัดสมุทรสาคร ที่กำลังฝึกซ้อมเพื่อเข้าร่วมการแข่งขันกีฬาระดับอุดมศึกษา ในปีการศึกษา 2543
2. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย
 - 2.1 ตัวแปรทดลอง มีหนึ่งตัวแปรคือ โปรแกรมการฝึก ประกอบด้วย
 - 2.1.1 โปรแกรมการฝึกตามปกติ
 - 2.1.2 โปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่การฝึกด้วยน้ำหนัก
 - 2.1.3 โปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก
 - 2.1.4 โปรแกรมการฝึกเชิงซ้อน

2.2 ตัวแปรควบคุม ประกอบด้วย

2.2.1 นักกีฬาประเภททีม เฉพาะนักกีฬาฟุตบอล นักกีฬารักบี้ฟุตบอล และนักกีฬาแฮนด์บอล

2.2.2 เพศ เฉพาะเพศชาย

2.2.3 อายุ เฉพาะผู้ที่มีอายุระหว่าง 18 – 22 ปี

2.2.4 ความแข็งแรงพื้นฐาน เฉพาะผู้ที่ยกน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัว ให้เข้าเป็นมุมฉาก (Half squat) ได้ไม่น้อยกว่าสองเท่าของน้ำหนักตัว

2.3 ตัวแปรตาม ประกอบด้วย

2.3.1 พลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา

2.3.2 พลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา

2.3.3 ความแข็งแรงสูงสุดแบบไอโซโทนิคของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว

2.3.4 ความแข็งแรงสูงสุดแบบไอโซคิเนติกของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก

ข้างที่ถนัด

2.3.5 ความแข็งแรงสูงสุดแบบไอโซคิเนติกของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก

ข้างที่ไม่ถนัด

2.3.6 ความแข็งแรงสูงสุดแบบไอโซคิเนติกของกล้ามเนื้อเหยียดเข้าข้างที่

ถนัด

2.3.7 ความแข็งแรงสูงสุดแบบไอโซคิเนติกของกล้ามเนื้อเหยียดเข้าข้างที่

ไม่ถนัด

2.3.8 ความแข็งแรงสูงสุดแบบไอโซคิเนติกของกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า

ข้างที่ถนัด

2.3.9 ความแข็งแรงสูงสุดแบบไอโซคิเนติกของกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า

ข้างที่ไม่ถนัด

2.3.10 ความสามารถในการเร่งความเร็ว

ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาถึงค่าของพลังกล้ามเนื้อขาเป็นหลัก ทั้งในรูปแบบของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาและพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา ที่ผันแปรตามโปรแกรมการฝึกซึ่งเป็นตัวแปรทดลอง และในขณะเดียวกันได้ศึกษาถึงค่าของความแข็งแรงสูงสุดแบบไอโซโทนิคของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัวซึ่งเป็นตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับพลังกล้ามเนื้อขา ส่วนตัวแปรอื่นๆ

ที่เหลือนั้นผู้วิจัยได้ศึกษาเพื่อนำมาอธิบายประกอบกับค่าของพลังกล้ามเนื้อขาที่ผันแปรตามโปรแกรมการฝึกดังกล่าว

ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิจัย

ผู้วิจัยได้ทำความเข้าใจกับนักกีฬาในกลุ่มทดลองถึงโปรแกรมการฝึกที่ใช้ในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขาที่มีการฝึกสัปดาห์ละสองครั้งคือในวันจันทร์และวันพฤหัสบดี โดยกำหนดให้กลุ่มทดลองแต่ละกลุ่มฝึกตามโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกควบคุมการฝึกด้วยน้ำหนัก หรือการฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก หรือการฝึกเชิงซ้อน โดยฝึกให้เสร็จสิ้นก่อนที่จะฝึกตามปกติในแต่ละชนิดกีฬาต่อไป ส่วนนักกีฬาในกลุ่มควบคุมจะฝึกตามปกติในแต่ละชนิดกีฬาเท่านั้น และได้ขอร้องนักกีฬาทุกคนไม่ให้ฝึกเพิ่มเติมนอกเหนือไปจากโปรแกรมการฝึกดังกล่าว ทั้งนี้ผู้วิจัยได้เก็บรักษาอุปกรณ์การฝึกทั้งหมดไว้ด้วยตัวเองตลอดระยะเวลาของการฝึก จึงถือว่าการเปลี่ยนแปลงของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา พลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา ความแข็งแรงสูงสุดแบบไอโซโทนิคของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว ความแข็งแรงสูงสุดแบบไอโซคิเนติกของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก กล้ามเนื้อเหยียดเข่า กล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า ทั้งข้างที่ถนัดและไม่ถนัด ตลอดจนความสามารถในการเร่งความเร็ว เป็นผลมาจากโปรแกรมการฝึกเท่านั้น

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

การฝึกพลัยโอเมตริก หมายถึง การฝึกกล้ามเนื้อให้หดตัวแบบความยาวเพิ่มขึ้น (Eccentric contraction) อย่างรวดเร็วแล้วตามด้วยหดตัวแบบความยาวลดลง (Concentric contraction) อย่างรวดเร็วในทันที โดยไม่ใช้น้ำหนักจากภายนอก ในการวิจัยครั้งนี้ใช้ท่าย่อตัวให้เข่าเป็นมุมฉาก (Half squat) ต่อเนื่องกับการกระโดดขึ้นจากพื้นในแนวตั้ง โดยใช้มือทั้งสองข้างประสานกันไว้ที่ท้ายทอย

การฝึกด้วยน้ำหนัก หมายถึง การฝึกกล้ามเนื้อให้หดตัวแบบความยาวเพิ่มขึ้นและหดตัวแบบความยาวลดลงด้วยความเร็วที่กำหนด โดยใช้น้ำหนักจากภายนอก ในการวิจัยครั้งนี้ใช้ท่าแบกน้ำหนักย่อตัวให้เข่าเป็นมุมฉาก (Half squat) ต่อเนื่องกับท่าเขย่งยกส้นเท้า (Heel raise)

การฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่การฝึกด้วยน้ำหนัก (Combined plyometric training and weight training) หมายถึง การฝึกกล้ามเนื้อตามโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกทั้งหมดก่อน แล้วจึงต่อด้วยการฝึกกล้ามเนื้อตามโปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนัก

การฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก (Plyometric training with weight) หมายถึง การฝึกกล้ามเนื้อในลักษณะที่เป็นรูปแบบหนึ่งของการฝึกพลัยโอเมตริก แต่ใช้น้ำหนักจากภายนอกเพิ่มเข้าไป ในการวิจัยครั้งนี้ใช้ท่าแบกน้ำหนักย่อตัวให้เข้าเป็นมุมฉากต่อเนื่องกับการกระโดดขึ้นจากพื้นในแนวตั้ง โดยใช้ น้ำหนักประมาณ 30 % ของความแข็งแรงสูงสุดแบบไอโซโทนิคของกล้ามเนื้อขา

การฝึกเชิงซ้อน (Complex training) หมายถึง การฝึกกล้ามเนื้อโดยการฝึกด้วยน้ำหนักที่ใช้ความหนักในระดับสูงก่อน แล้วตามด้วยการฝึกพลัยโอเมตริกทันทีในแต่ละชุดของการฝึก จนกว่าจะเสร็จสิ้นตามโปรแกรม

พลังกล้ามเนื้อขา (Legs muscular power) หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อขาที่ออกแรงทำให้เกิดงานในระดับสูงได้อย่างรวดเร็ว ในการวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาถึงพลังกล้ามเนื้อขาในรูปแบบของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาและพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา

พลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อขาที่ออกแรงเต็มที่หนึ่งครั้งในลักษณะที่เป็นแรงระเบิด ในการวิจัยครั้งนี้ใช้ท่าย่อตัวให้เข้าเป็นมุมฉากแล้วกระโดดขึ้นจากพื้นในแนวตั้ง โดยใช้มือทั้งสองข้างแตะอยู่ที่สะโพก

พลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อขาที่ออกแรงเต็มที่ต่อเนื่องกันในเวลาที่กำหนด ในการวิจัยครั้งนี้ใช้ท่าย่อตัวให้เข้าเป็นมุมฉากแล้วกระโดดขึ้นจากพื้นในแนวตั้งต่อเนื่องกันเป็นเวลา 30 วินาที โดยที่มือทั้งสองข้างแตะอยู่ที่สะโพก

ความแข็งแรงสูงสุดแบบไอโซโทนิคของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว หมายถึง ปริมาณสูงสุดของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาที่เกิดจากการหดตัวในลักษณะที่มีการเปลี่ยนแปลงความยาวของกล้ามเนื้อและนำมาเปรียบเทียบกับน้ำหนักตัว ในการวิจัยครั้งนี้ใช้ท่าแบกน้ำหนักย่อตัวให้เข้าเป็นมุมฉากต่อเนื่องกับท่าเขย่งยกส้นเท้า ซึ่งมีการหดตัวของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก กล้ามเนื้อเหยียดเข่าและกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า

ความแข็งแรงสูงสุดแบบไอโซคิเนติกของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกข้างที่ถนัด หมายถึง ปริมาณสูงสุดของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกข้างที่ถนัด ที่เกิดจากการหดตัวในลักษณะที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงความเร็วในความเร็วเชิงมุม 30 องศาต่อวินาที

ความแข็งแรงสูงสุดแบบไอโซคิเนติกของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกข้างที่ไม่ถนัด
หมายถึง ปริมาณสูงสุดของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกข้างที่ไม่ถนัด ที่เกิดจากการ
หดตัวในลักษณะที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงความเร็วในความเร็วเชิงมุม 30 องศาต่อวินาที

ความแข็งแรงสูงสุดแบบไอโซคิเนติกของกล้ามเนื้อเหยียดเข้าข้างที่ถนัด
หมายถึง ปริมาณสูงสุดของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเหยียดเข้าข้างที่ถนัด ที่เกิดจากการหดตัว
ในลักษณะที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงความเร็วในความเร็วเชิงมุม 60 องศาต่อวินาที

ความแข็งแรงสูงสุดแบบไอโซคิเนติกของกล้ามเนื้อเหยียดเข้าข้างที่ไม่ถนัด
หมายถึง ปริมาณสูงสุดของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเหยียดเข้าข้างที่ไม่ถนัด ที่เกิดจากการ
หดตัวในลักษณะที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงความเร็วในความเร็วเชิงมุม 60 องศาต่อวินาที

ความแข็งแรงสูงสุดแบบไอโซคิเนติกของกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้าข้างที่ถนัด
หมายถึง ปริมาณสูงสุดของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้าข้างที่ถนัด ที่เกิดจากการ
หดตัวในลักษณะที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงความเร็วในความเร็วเชิงมุม 30 องศาต่อวินาที

ความแข็งแรงสูงสุดแบบไอโซคิเนติกของกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้าข้างที่ไม่ถนัด
หมายถึง ปริมาณสูงสุดของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้าข้างที่ไม่ถนัด ที่เกิดจากการ
หดตัวในลักษณะที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงความเร็วในความเร็วเชิงมุม 30 องศาต่อวินาที

ความสามารถในการเร่งความเร็ว หมายถึง อัตราการเร่งความเร็วที่จุด 10 เมตร
จากจุดเริ่มต้นออกวิ่ง

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. เป็นแนวทางในการจัดโปรแกรมการฝึกเพื่อพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขา สำหรับ
นักกีฬาที่ต้องใช้พลังกล้ามเนื้อขา
2. เป็นแนวทางในการศึกษาเพื่อพัฒนาพลังกล้ามเนื้อในส่วนอื่น ๆ ของ ร่างกาย