

คุณลักษณะของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะโพล 7 ทำบั้งคับมาตรฐานของนักกีฬา เพาะกายทีมชาติไทย

ธนฐพงษ์ สุขวงศ์¹ พชร ชินสิทธิ์¹ วรเมธ ประจงใจ¹ นงนภัส เจริญพานิช² และชำนาญ ชินสิทธิ์³

¹คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม

²คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

³คณะวิทยาการสุขภาพและการกีฬา มหาวิทยาลัยทักษิณ

Received: 3 June 2564 / Received: 19 November 2564 / Accepted: 20 December 2564

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ : การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณลักษณะและเปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเฉลี่ย (mean EMG) และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อสูงสุด (peak EMG) ขณะโพล 7 ทำมาตรฐานของนักกีฬาเพาะกายทีมชาติไทย

วิธีดำเนินการวิจัย : กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาเพาะกายทีมชาติไทย จำนวน 10 คน (แชมป์โลก 3 คน และแชมป์เอเชีย 7 คน) ทำการบันทึกการเคลื่อนไหวและคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ Biceps brachii (BB), Triceps brachii (TB), Latissimus dorsi (LD), Pectoralis major (PM), Rectus abdominis (RA) และ Rectus femoris (RF) ที่ความถี่ 2,400 Hz ขณะโพลท่า Front double biceps (FDB), Back double biceps (BDB), Front lat spread (FLS), Back lat spread (BLS), Side chest (SC), Side triceps (ST) และ Abdominals and Thighs (AT) ข้อมูลและภาพวิดีโอที่บันทึกจะถูกคัดเลือกจากผู้ตัดสิน กีฬาเพาะกายของสมาคมกีฬาเพาะกายและฟิตเนสแห่งประเทศไทย พิจารณาเลือกท่าโพลที่ดีที่สุดและ ช่วงเวลาที่โพลท่าเพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูลและ

วิเคราะห์ทางสถิติ

ผลการวิจัย : พบว่าค่า mean และ peak EMG ของกล้ามเนื้อ BB, RA, RF และ TB มีค่าสูงสุดเท่ากับ 30% MVIC และ 50% MVIC ตามลำดับ ขณะโพลท่า AT, FDB, BDB และ ST รองลงมาคือกล้ามเนื้อ PM มีค่า mean EMG และ peak EMG เท่ากับ 15% MVIC และ 20% MVIC ตามลำดับ ขณะโพลท่า SC ส่วนคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ LD ขณะโพลท่า FLS และ BLS มีค่าน้อยมากไม่ถึง 10 %MVIC นอกจากนี้ ยังพบว่ากล้ามเนื้อ BB และ LD มีคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ เนื้อไม่แตกต่างกันทั้งข้างซ้ายและข้างขวา ยกเว้นขณะโพลท่า BDB

สรุปผลการวิจัย : คุณลักษณะของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อมีความแตกต่างกันในการโพลแต่ละท่า ข้อมูลนี้สามารถนำไปใช้อ้างอิงในการออกแรงเกร็งกล้ามเนื้อขณะโพลท่าบังคับมาตรฐานของนักกีฬาเพาะกายระดับแชมป์ และนำไปประยุกต์ใช้กับการฝึกโพล 7 ทำบั้งคับแก่นักกีฬาเพาะกายฝึกใหม่ได้

คำสำคัญ : คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ / กีฬาเพาะกาย / โพล ท่าบังคับมาตรฐาน

THE EMG CHARACTERISTICS DURING 7 MANDATORY POSES IN THAI NATIONAL MALE BODYBUILDERS

Thanatpong Sukwong¹, Potchara Chinnasee¹, Vorramate Prajongjai¹, Nongnapas Charoenpanich² and Chamnan Chinnasee³

¹ Faculty of Science, Chandrakasem Rajabhat University

² Faculty of Sports Science, Chulalongkorn University

³ Faculty of Health and Sports Science, Thaksin University

Received: 3 June 2021 / Received: 19 November 2021 / Accepted: 20 December 2021

Abstract

Objectives : Purpose The purpose of this research was to study the characteristics and compare the mean and peak electromyography (EMG) while posing 7 standard poses of Thai national bodybuilding athletes.

Methods : A total of 10 Thai national bodybuilding athletes (3 World champions and 7 Asian champions) participated in this study. The EMG signals from Biceps brachii (BB), Triceps brachii (TB), Latissimus dorsi (LD), Pectoralis major (PM), Rectus abdominis (RA) and Rectus femoris (RF) were recorded at the frequency of 2,400 Hz while posing for Front double biceps (FDB), Back double biceps (BDB), Front lat spread (FLS), Back lat spread (BLS), Side chest (SC), Side triceps (ST) and Abdominals and Thighs (AT). EMG data were selected in accordance with Bodybuilding and Fitness Sports Association of Thailand's referee for the best pose and were analyzed with Qualisys track manager software.

Results : The results showed that while

the mean and peak EMG values of BB, RA, RF, and TB were highest (~30% MVIC and ~50% MVIC, respectively) during AT, FDB, BDB, and ST poses and were lowest (~15% MVIC and ~20% MVIC, respectively) during PM at SC pose. Interestingly, LD showed the least EMG activity (less than 10%MVIC) during SC, FLS and BLS poses. There were no difference in EMG activity between BB and LD muscles on both the left and right sides, except for BDB pose.

Conclusion : EMG activity and pattern of muscles studied varied during 7 mandatory poses. This finding can be used as a reference to the muscle control during champion bodybuilder's posing and can be applied to training 7 standard poses for novice bodybuilders.

Keywords: Electromyography, Bodybuilding, Standard Poses

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กีฬาเพาะกายและฟิตเนส เป็นอีกหนึ่งชนิดกีฬาที่ต้องการการพัฒนารูปร่างของนักกีฬาให้เกิดความสวยงาม นั้นหมายถึง ต้องมีกล้ามเนื้อที่มีขนาดเหมาะสมกับร่างกาย และรวมถึงความเด่นชัดอีกด้วย ดังนั้นเมื่อกล่าวถึงขนาดและความเด่นชัดของกล้ามเนื้อแล้วนั้น นักกีฬาเพาะกายและฟิตเนสจำเป็นต้องมีการฝึกด้วยน้ำหนัก การควบคุมปริมาณและคุณภาพของอาหาร และการพักผ่อนที่เหมาะสม เพื่อทำให้ให้กล้ามเนื้อเกิดการพัฒนาดังมีประสิทธิผลที่ดีที่สุดในช่วงการประกวดหรือการแข่งขัน โดยทั่วไปการประกวดหรือการแข่งขันกีฬาเพาะกายและฟิตเนสสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทหลัก คือ การแข่งขันที่พิจารณาความสมส่วนของกล้ามเนื้อ และการแข่งขันที่พิจารณาการเคลื่อนไหวและเคลื่อนไหวที่ของร่างกาย ทั้งนี้ นักกีฬาเพาะกายและฟิตเนสจำเป็นต้องแสดงกล้ามเนื้อเพื่อให้คณะกรรมการได้พิจารณา โดยนักกีฬาจะต้องแสดงท่าทางบังคับ 7 ท่าทาง ดังนี้ 1. ท่าทางด้านหน้าแสดงกล้ามเนื้อต้นแขนด้านหน้า (Front double biceps; FDB) 2. ท่าทางด้านหน้าแสดงกล้ามเนื้อหลังด้านข้าง (Front lat spread; FLS) 3. ท่าทางด้านข้างแสดงกล้ามเนื้อหน้าอก (Side chest; SC) 4. ท่าทางด้านหลังแสดงกล้ามเนื้อต้นแขนด้านหน้า (Back double biceps; BDB) 5. ท่าทางด้านหลังแสดงกล้ามเนื้อหลังด้านนอก (Back lat spread; BLS) 6. ท่าทางด้านข้างแสดงกล้ามเนื้อต้นแขนด้านหลัง (Side triceps; ST) และ 7. ท่าทางด้านหน้าแสดงกล้ามเนื้อหน้าท้องและ ต้นขา (Abdominals and Thighs; AT)

การได้มาซึ่งคะแนนนั้นคณะกรรมการจะพิจารณาจากองค์ประกอบด้าน สัดส่วนร่างกาย (Body proportion) ความสมดุล (Muscle balance) ความสมส่วน (Muscle symmetry) ขนาดกล้ามเนื้อ (Muscle size) รูปร่างของกล้ามเนื้อ (Muscle shape) ความหนาแน่น

ของกล้ามเนื้อ (Muscle density) ความแตกตัวของกล้ามเนื้อ (Muscle separation) ความคมชัดของกล้ามเนื้อ (Muscle definition) โดยนักกีฬายังจะมีการออกแรงเกร็งกล้ามเนื้อค้างอยู่ในท่านั้น ๆ ในระยะเวลาหนึ่ง (Bauer, 2018; Santonja, 2017) ลักษณะการหดตัวของกล้ามเนื้อจะเกิดขึ้นในลักษณะ Isometric contraction ซึ่งนักกีฬาจะต้องออกแรงเกร็งค้างเป็นระยะเวลาพอสมควรเพื่อให้เกิดความเด่นชัดในองค์ประกอบที่คณะกรรมการจะพิจารณาตัดสิน ซึ่งก่อนที่จะได้องค์ประกอบในแต่ละด้านนักกีฬาเพาะกายจะต้องผ่านการฝึกกล้ามเนื้ออย่างเป็นระบบ ร่วมกับการจัดโภชนาการที่เหมาะสม ในการฝึกกล้ามเนื้อที่เน้นการเพิ่มขนาดของมัดกล้ามเนื้อ (Muscle hypertrophy) จำต้องอาศัยการฝึกด้วยแรงต้าน ซึ่งเป็นที่ทราบกันดีว่าการฝึกด้วยแรงต้านทำให้มีการเพิ่มจำนวนเส้นใยกล้ามเนื้อ (Tesch & Larsson, 1982)

กลไกการทำงานของกล้ามเนื้อ เกิดจากการทำงานของกล้ามเนื้อและระบบประสาททำให้มีการเปลี่ยนแปลงของศักย์ไฟฟ้า การหดตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อเกิดจากการคายประจุไฟฟ้าที่สามารถตรวจจับได้ด้วยอิเล็กโทรด นอกจากนี้การหดตัวของกล้ามเนื้ออาจจะเกิดจากการกระตุ้นด้วยไฟฟ้าได้เช่นกัน ดังนั้นคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyography; EMG) เป็นเทคนิคในการประเมินและบันทึกสัญญาณการทำงานของกล้ามเนื้อ มีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะที่มีการฝึกด้วยแรงต้านรูปแบบต่าง ๆ ในนักกีฬาเพาะกาย (Coratella et al., 2021; Coratella, Tornatore, Longo, Esposito, & Cè, 2020a, 2020b) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่ทำงานหลักและตรงข้ามขณะงอและเหยียดข้อศอก ในกลุ่มนักกีฬาเพาะกายกับกลุ่มที่ไม่ใช่ นักกีฬา พบว่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่ทำงานร่วมกันขณะงอและเหยียดข้อศอก ในกลุ่มนักกีฬาเพาะกายมีค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อมากกว่า

กลุ่มที่ไม่ใช่นักกีฬา (Maeo, Takahashi, Takai, & Kanehisa, 2013) จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อในนักกีฬายกน้ำหนักยังมีอยู่จำนวนน้อย โดยเฉพาะอย่างยิ่งคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะโพลท่าบังคับที่ใช้ในการแข่งขันในกลุ่มนักกีฬายกน้ำหนักระดับแชมป์ ยังไม่ปรากฏว่ามีการศึกษาในลักษณะดังกล่าว ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เพื่อศึกษาลักษณะและเปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเฉลี่ย (mean EMG) และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อสูงสุด (peak EMG) ขณะโพลท่ามาตรฐานของนักกีฬายกน้ำหนักทีมชาติไทย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาลักษณะคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเฉลี่ยและคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อสูงสุดของกล้ามเนื้อขณะโพลท่ามาตรฐานของนักกีฬายกน้ำหนักทีมชาติไทย
2. เพื่อเปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเฉลี่ยและคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อสูงสุดระหว่างกล้ามเนื้อข้างซ้ายและข้างขวาขณะโพลท่า FDB, BDB, FLS และ BLS ของนักกีฬายกน้ำหนักทีมชาติไทย

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) กลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักกีฬายกน้ำหนักทีมชาติไทย จำนวน 10 คน โดยเป็นแชมป์โลก จำนวน 3 คน และแชมป์เอเชียจำนวน 7 คน อายุ 31.4 ± 7.33 ปี น้ำหนัก 81.33 ± 7.90 กิโลกรัม และส่วนสูง 170.20 ± 7.23 เซนติเมตร มีประสบการณ์ในการฝึกซ้อมและแข่งขันกีฬายกน้ำหนัก 10.20 $\pm$ 4.67 ปี กลุ่มตัวอย่างทุกคนได้อ่านคำชี้แจงและได้ลงนามยินยอมเข้าร่วมงานวิจัยที่ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย

ในคน มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม (006/2563) รับรองเมื่อวันที่ 15 มิถุนายน 2563

เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมวิจัย

1. นักกีฬานักกีฬายกน้ำหนักและฟิตเนสระดับทีมชาติไทย เพศชาย ที่มีประสบการณ์การเล่นมากกว่า 5 ปี และสมัครใจเข้าร่วมการวิจัย
2. ไม่มีอาการบาดเจ็บใด ๆ รบกวนหรือส่งผลต่อการวิจัยครั้งนี้

เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมวิจัยออกจากการวิจัย

1. ผู้เข้าร่วมการวิจัย ขอดถอนตัวออกจากการวิจัย
2. ผู้เข้าร่วมการวิจัย เกิดอุบัติเหตุหรือเกิดการบาดเจ็บขณะทำการวิจัย

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องมือวิเคราะห์การเคลื่อนไหวและเคลื่อนที่ ความถี่สูงพร้อมชุดโปรแกรมควบคุม (Qualisys track manager) (ยี่ห้อ Qualisys ประเทศสวีเดน)
2. อุปกรณ์วัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อรุ่น Mini Wave Infinity เครื่องหมายการค้า Cometa's บันทึกที่ความถี่ 2,400 Hz (ยี่ห้อ Cometa srl ประเทศอิตาลี)
3. อิเล็กโทรด รุ่น Ambu@Blue Sensor เครื่องหมายการค้า Ambu ตัวรับสัญญาณของอิเล็กโทรดทำด้วย Ag/AgCl ขนาด 10 มิลลิเมตร

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยทำการประสานงานกับสมาคมกีฬายกน้ำหนักและฟิตเนสแห่งประเทศไทย เพื่อขอตัวนักกีฬายกน้ำหนักทีมชาติเข้าร่วมโครงการวิจัย และประสานงานเพื่อขอความอนุเคราะห์ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อเตรียมและทดลองเครื่องมือในการวิจัย เมื่อถึงกำหนดการเก็บข้อมูลจะมีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

1. นักกีฬาเพาะกายอ่านคำชี้แจงและลงนามยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย

2. ทำการชั่งน้ำหนักและวัดส่วนสูง

3. อบอุ่นร่างกายและยืดเหยียดกล้ามเนื้อ ประมาณ 10 นาที เหมือนที่เคยปฏิบัติก่อนเข้าโปรแกรมการฝึกของแต่ละคน โดยเน้นกลุ่มกล้ามเนื้อที่จะทำการทดสอบ MVIC

4. ทำความสะอาดผิวหนังบริเวณที่จะติดอิเล็กโทรดตามวิธีของ Rash (2002)

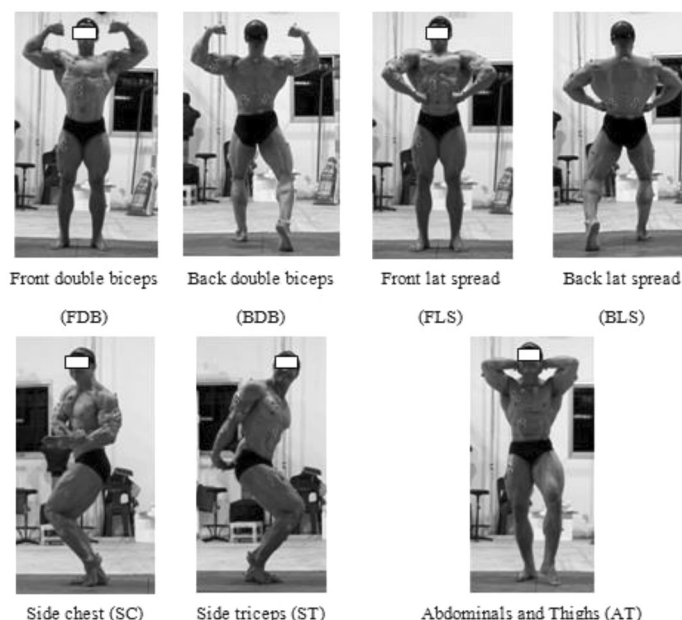
5. ทำการติดอิเล็กโทรด บริเวณมัดกล้ามเนื้อข้างกันประมาณ 20 มิลลิเมตร ติดบริเวณกึ่งกลางของมัดกล้ามเนื้อต้นแขนด้านหน้า (Biceps brachii; BB) กล้ามเนื้อต้นแขนด้านหลัง (Triceps brachii; TB) กล้ามเนื้อหลัง (Latissimus dorsi; LD) ข้างซ้ายและข้างขวา และกล้ามเนื้อหน้าอก (Pectoralis major; PM) กล้ามเนื้อหน้าท้อง (Rectus abdominis; RA) และกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (Rectus femoris; RF)

ข้างขวา (Hermens, Freriks, Disselhorst-Klug, & Rau, 2000; Konrad, 2005)

6. ทำการบันทึกคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ขณะทดสอบการออกแรงสูงสุดแบบไอโซเมตริก (Maximum voluntary isometric contraction; MVIC) ของกล้ามเนื้อ BB TB และ LD ข้างซ้ายและข้างขวาของร่างกาย กับกล้ามเนื้อ PM RA และ RF ข้างขวาของร่างกาย ตามวิธีการทดสอบของ Konrad (2005) ระหว่างการทดสอบ MVIC ของกล้ามเนื้อแต่ละมัด จะให้นักกีฬาพักประมาณ 3 นาที (Maeo, 2013)

7. ก่อนการบันทึกข้อมูล เพื่อให้เกิดความคุ้นเคยกับพื้นที่และอุปกรณ์ที่ติดบนร่างกายจะให้นักกีฬาทดลองโพสท่า FDB FLS SC BDB BLS ST และ AT

8. ทำการบันทึกคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อโดยให้ Synchronized กับวิดีโอจากเครื่องมือวิเคราะห์การเคลื่อนไหว ขณะโพสท่า FDB, FLS, SC, BDB, BLS, ST และ AT ดังภาพที่ 1 ทำละ 3 ครั้ง โดยให้ปฏิบัติ



การโพส 7 ท่าบังคับมาตรฐานของนักกีฬาเพาะกาย

ภาพที่ 1 การโพส 7 ท่าบังคับมาตรฐานของนักกีฬาเพาะกายทีมชาติไทย

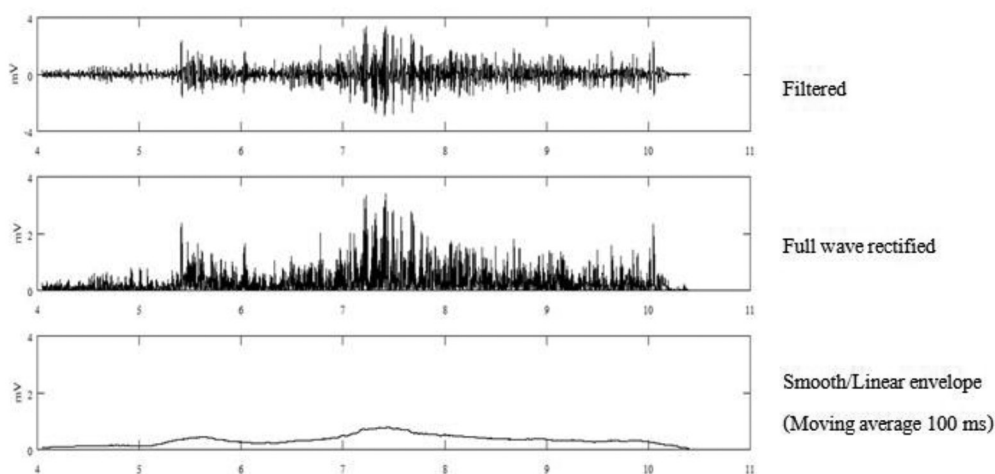
ท่าละ 10 วินาทีสลับกับพักระหว่างท่าโพส 3 นาที ในการโพสท่าแต่ละครั้งกลุ่มตัวอย่างจะได้รับสัญญาณ ในการโพสท่าแต่ละลำดับจนกระทั่งครบทั้ง 7 ท่า หลังจากนั้นจะนำวิดีโอที่บันทึกให้ผู้ตัดสินกีฬาเพาะกาย ของ สมาคมกีฬาเพาะกายและฟิตเนสแห่งประเทศไทย พิจารณาเลือกท่าโพสที่ดีที่สุดและเลือกช่วงเวลาของการโพสท่านั้นตามเกณฑ์การพิจารณาจากผู้ตัดสิน จำนวน 1 คน เพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

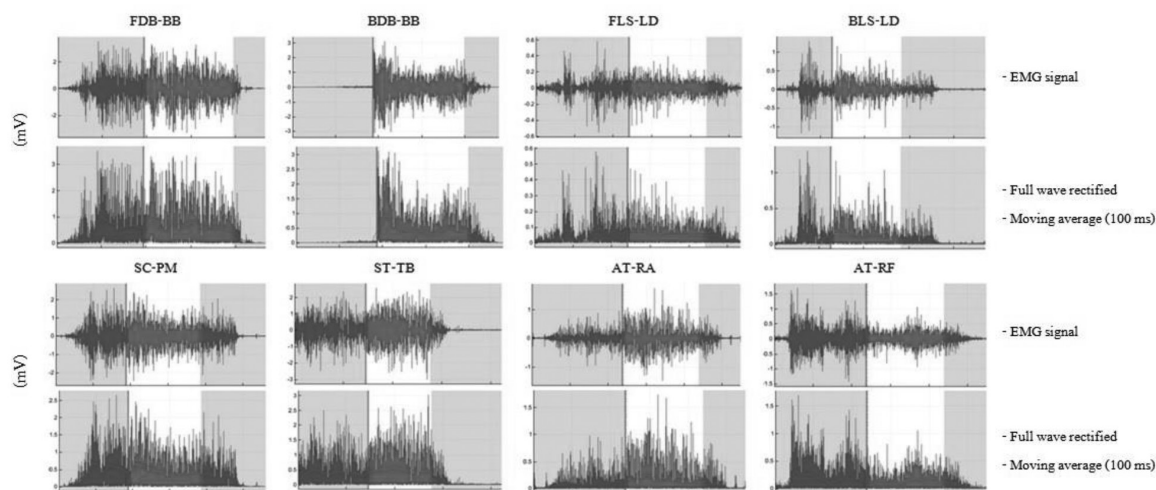
เมื่อบันทึกคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อจากการทดสอบ การออกแรงสูงสุดแบบไอโซเมตริก (Maximum voluntary isometric contraction; MVIC) ของ กล้ามเนื้อ BB, TB และ LD ข้างซ้ายและข้างขวาของ ร่างกาย กับกล้ามเนื้อ PM, RA และ RF ข้างขวาของ ร่างกาย รวมทั้งคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อของกลุ่มกล้ามเนื้อ ดังกล่าวขณะโพสท่า 7 ท่าบังคับมาตรฐาน ข้อมูลจะถูกเลือกและกำหนดช่วงเวลาในการวิเคราะห์จากผู้ตัดสินสมาคมฯ ดังปรากฏช่วงเวลาการวิเคราะห์ใน

ภาพที่ 3 (แถบสีขาวของกราฟ) เวลาที่ถูกเลือก ประมาณ 5 วินาทีในการโพสท่าเกร็งกล้ามเนื้อค้ำนั่ง ข้อมูลทั้งหมดจะนำมาจัดการสัญญาณด้วยโปรแกรม 3D Motion Kinematic & Kinetic Analyzer (Barré & Armand, 2014) โดยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่ได้จากการทดลองทั้งหมดจะถูกนำมากรองสัญญาณด้วยวิธีการ Butterworth digital filter 4th order zero-lag ที่ 10-500 Hz หลังจากนั้นสัญญาณจะถูกนำไปเข้าสู่กระบวนการ Full-wave rectified และ Smoothing method ด้วยวิธี Moving average ที่ 100 มิลลิวินาที (ดังภาพที่ 2) ตามลำดับ (Konrad, 2005)

เมื่อผ่านการจัดการสัญญาณแล้วผลจะปรากฏดัง ภาพที่ 3 ข้อมูลคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเฉลี่ย (mean EMG) และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อสูงสุด (peak EMG) ของกล้ามเนื้อ BB, TB, LD, PM, RA และ RF ขณะโพสท่า 7 ท่าบังคับมาตรฐาน จะนำมาเทียบกับคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อจากการทดสอบ MVIC ค่าที่ได้จะมีหน่วยเป็น %MVIC



ภาพที่ 2 การจัดการสัญญาณคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ



หมายเหตุ EMG signal คือ สัญญาณคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ

Moving average (100 ms) คือ วิธีที่ใช้ในขั้นตอน Smooth/Linear envelope

ภาพที่ 3 คุณลักษณะคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะโพล 7 ทำบังคับมาตรฐานของนักกีฬาเพาะกายทีมชาติไทย

การวิเคราะห์ทางสถิติ

ทำการวิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพรรณนา (ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) และสถิติเชิงอนุมานโดยนำ ข้อมูลทดสอบการแจกแจงแบบโค้งปกติด้วย Shapiro-Wilk test กรณีที่ข้อมูลมีการแจกแจงแบบโค้งปกติ ทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อทั้ง mean EMG และ peak EMG โดยใช้ Independent-t test เพื่อทดสอบความแตกต่างของกลุ่มกล้ามเนื้อข้างซ้ายและข้างขวาขณะโพลท่า FDB, BDB, FLS และ BLS ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$ ส่วน ข้อมูลที่ไม่มีการแจกแจงแบบโค้งปกติจะทำการทดสอบ ด้วยสถิติ Mann-Whitney U test ที่ระดับความมีนัย สำคัญทางสถิติ $p < 0.05$ ส่วนคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะ โพลท่า SC, ST และ AT จะแสดงผลเฉพาะค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เนื่องจากการโพลท่าเพื่อ แสดงกล้ามเนื้อด้านข้าง (เฉพาะกลุ่มกล้ามเนื้อข้างขวา)

ผลการวิจัย

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่านักกีฬาเพาะกาย ทีมชาติไทย อายุเฉลี่ย 31.4 ± 7.34 ปี มีประสบการณ์ ในการฝึกซ้อมและแข่งขันกีฬาเพาะกายเฉลี่ย 10.20 ± 4.67 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 81.33 ± 7.90 กิโลกรัม และส่วนสูงเฉลี่ย 170.20 ± 7.23 เซนติเมตร

จากการวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะโพล ท่าแสดงกล้ามเนื้อทางด้านหน้าและทางด้านหลังให้เห็น ความสัมพันธ์ของกล้ามเนื้อข้างซ้ายและข้างขวา พบว่า ขณะโพลท่า BDB คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเฉลี่ย (mean EMG) ของกล้ามเนื้อ BB ข้างซ้ายของนักกีฬาเพาะ กายทีมชาติไทย (38.49 ± 5.97 %MVIC) มากกว่ากล้ามเนื้อ BB ข้างขวา (30.25 ± 8.19 %MVIC) อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.01$) นอกจากนี้ยังพบว่า peak EMG ของกล้ามเนื้อ BB ข้างซ้ายของนักกีฬาเพาะกาย ทีมชาติไทยขณะโพลท่า BDB (55.85 ± 7.20 %MVIC)

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเฉลี่ย (mean EMG) และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อสูงสุด (peak EMG) ของกล้ามเนื้อ BB และ LD ข้างซ้ายและข้างขวาของร่างกาย ขณะโพลท่า FDB, BDB, FLS และ BLS ของนักกีฬาเพาะกายทีมชาติไทย

คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (%MVIC)	ข้างซ้าย		ข้างขวา		ค่าสถิติ	p
	mean	SD	mean	SD		
คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเฉลี่ย (mean EMG)						
FDB - BB	35.22	9.91	31.63	7.77	Z= -1.62	0.10
BDB - BB	38.49	5.97	30.25	8.19	t=2.57	0.01*
FLS - LD	2.42	0.73	2.85	2.61	t= -0.50	0.61
BLS - LD	4.14	3.83	4.11	2.36	Z= -0.83	0.40
คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อสูงสุด (peak EMG)						
FDB - BB	50.29	9.22	48.73	16.78	Z= -0.68	0.49
BDB - BB	55.85	7.20	45.83	12.03	t=2.26	0.03**
FLS - LD	4.83	2.98	4.72	3.99	Z= -0.52	0.59
BLS - LD	7.17	8.33	6.44	2.91	Z= -1.13	0.25

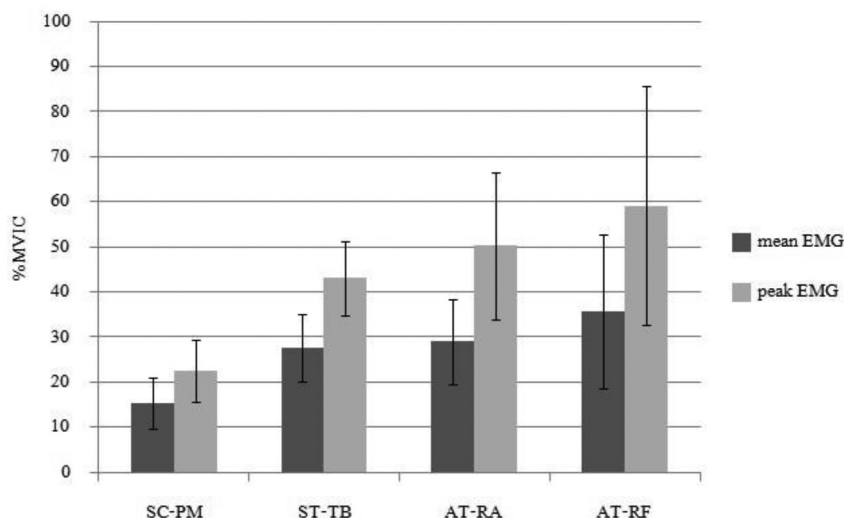
*แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.01)

**แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

มากกว่ากล้ามเนื้อ BB ข้างขวา (45.83 ± 12.03 %MVIC) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะโพลท่า FDB FLS และ BLS พบว่า mean EMG และ peak EMG ของกล้ามเนื้อ BB, TB, LD ข้างซ้ายและข้างขวาไม่มีความแตกต่างกัน ดังตารางที่ 1

ส่วนคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะโพลท่าแสดงกล้ามเนื้อทางด้านข้าง พบว่า ขณะโพลท่า SC ค่า mean EMG และ peak EMG ของกล้ามเนื้อ PM ในนักกีฬาเพาะ

กายทีมชาติไทยเท่ากับ 15.17 ± 5.68 %MVIC และ 22.45 ± 6.90 %MVIC ส่วน mean EMG และ peak EMG ขณะโพลท่า ST ของกล้ามเนื้อ TB มีค่าเท่ากับ 27.47 ± 7.51 %MVIC, 43.10 ± 8.22 %MVIC นอกจากนี้คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะโพลท่า AT พบว่า mean EMG และ peak EMG ของกล้ามเนื้อ RA และ RF มีค่าเท่ากับ 20.96 ± 9.33 %MVIC, 50.19 ± 16.24 %MVIC และ 35.73 ± 17.08 %MVIC, 59.09 ± 26.45 %MVIC ตามลำดับ ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 แสดงคุณลักษณะของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเฉลี่ย (mean EMG) และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อสูงสุด (peak EMG) ของกล้ามเนื้อ PM, TB, RA และ RF ช่วงขณะโพลท่า SC, ST และ AT ของนักกีฬาเพาะกายทีมชาติไทย

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาคุณลักษณะของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะโพลท่า 7 ท่าบังคับมาตรฐานในนักกีฬาเพาะกายทีมชาติไทย ระดับแชมป์ โดยเป็นที่ทราบกันดีว่าการโพลท่าในการแข่งขันของนักกีฬาเพาะกาย นักกีฬาจำเป็นต้องอย่างยิ่งที่จะต้องออกแรงเกร็งกล้ามเนื้อเพื่อให้เห็นถึงความสวยงามของสัดส่วนร่างกาย (Body proportion) ความสมดุลของกล้ามเนื้อ (Muscle balance) ความสมส่วนของกล้ามเนื้อ (Muscle symmetry) ขนาดกล้ามเนื้อ (Muscle size) รูปร่างของกล้ามเนื้อ (Muscle shape) ความหนาแน่นของกล้ามเนื้อ (Muscle density) ความแตกตัวของกล้ามเนื้อ (Muscle separation) และความคมชัดของกล้ามเนื้อ (Muscle definition) โดยการออกแรงเกร็งกล้ามเนื้อในการโพลแต่ละท่า กล้ามเนื้อจะทำงานในรูปแบบการหดตัวแบบไอโซเมตริก (Isometric contraction) จากผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงการทำงานของกล้ามเนื้อใน

ลักษณะดังกล่าวโดยพบว่าท่าโพลที่แสดงกล้ามเนื้อทางด้านหน้าและทางด้านหลัง ประกอบไปด้วยท่าโพล FDB และ BDB แสดงความสวยงามของกล้ามเนื้อ BB มีค่า mean EMG ประมาณ 30-38 %MVIC และ ค่า peak EMG ประมาณ 46-56 %MVIC จากผลดังกล่าวบ่งชี้ว่านักกีฬาเพาะกายชายทีมชาติไทย ระดับแชมป์ จะต้องออกแรงเกร็งกล้ามเนื้อ BB มากเกือบร้อยละ 50 ของ MVIC อย่างไรก็ตามคุณลักษณะของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่เกิดขึ้นขณะโพลท่า FDB และ BDB ของนักกีฬาเพาะกายทีมชาติไทย มีค่าไม่ถึง 1 mV (ข้อมูลจาก Raw EMG) ซึ่งเกิดขึ้นน้อยกว่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะฝึกด้วยแรงต้านด้วยรูปแบบต่าง ๆ ของกล้ามเนื้อ BB ที่ความหนัก 65% ของ 1 RM โดยเกิดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่วัดได้ประมาณ 1.5 mV (Marcolin et al., 2018;) แสดงว่าการออกแรงเกร็งกล้ามเนื้อ BB เกิดขึ้นน้อยมากเมื่อเทียบกับคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะฝึกด้วยแรงต้านที่ความหนักดังกล่าว

ดังนั้นในการโพลท่า FDB และ BDB นักกีฬาเพาะกายระดับแชมป์จะออกแรงเกร็งกล้ามเนื้อเล็กน้อย เพื่อให้เห็นความสวยงามของกล้ามเนื้อ BB ชัดเจน นอกจากนี้ยังพบว่าท่าโพล AT ที่แสดงความสวยงามของกล้ามเนื้อ RA และ RF มี ค่า mean EMG ประมาณ 20-35 %MVIC และ ค่า peak EMG ประมาณ 50-60 %MVIC รองลงมาคือกล้ามเนื้อ PM ขณะโพลท่า SC และกล้ามเนื้อ TB ขณะโพลท่า ST ที่เคลื่อนไหวกล้ามเนื้อมีทั้ง ค่า mean EMG และ ค่า peak EMG ไม่ถึงร้อยละ 50 ของ MVIC ซึ่งผลการในการโพลท่าทั้ง 5 ท่าประกอบไปด้วย FDB, BDB, AT, SC และ ST นักกีฬายกน้ำหนักจำเป็นต้องออกแรงหดตัวของกล้ามเนื้อแบบ Isometric contraction ค่อนข้างสูงสอดคล้องกับการวิจัยที่ผ่านมาที่กล่าวว่าร่างกายจะใช้ ATP มากถึง 30-40% ซึ่งขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการออกแรงเกร็งค้าง ชนิดของกล้ามเนื้อ อุณหภูมิและขนาดของกล้ามเนื้อ (Barclay, 2015)

ส่วนการโพลท่า FLS และ BLS ที่แสดงความสวยงามของกล้ามเนื้อ LD จะเกิดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อน้อยมากเมื่อเทียบกับท่าโพลอื่นๆโดยมีค่า mean EMG ประมาณ 2-4 %MVIC และค่า peak EMG ประมาณ 4-7 %MVIC แสดงว่ากล้ามเนื้อ LD ทำงานน้อยมากทั้งข้างซ้ายและข้างขวาขณะโพลท่าดังกล่าว ซึ่งโดยธรรมชาติของการโพลท่านี้ กล้ามเนื้อ LD จะคลายตัวและถูกดึงขยายออกให้เห็นเป็นแผ่นกล้ามเนื้อที่ชัดเจน ดังนั้นการใช้พลังงานในการโพลท่านี้อาจจะใช้พลังงานน้อยกว่าท่าโพลอื่นๆขณะที่ความสมส่วนของกล้ามเนื้อ (Muscle symmetry) หรือความสมมาตรของกล้ามเนื้อ นักกีฬาเพาะกายทีมชาติไทย ระดับแชมป์มีการออกแรงเกร็งกล้ามเนื้อที่แสดงเห็นถึงความเด่นชัดของกล้ามเนื้อ BB และกล้ามเนื้อ LD ของข้างซ้ายและข้างขวาของร่างกาย มีความสมมาตรชัดเจน เป็นการควบคุมการ

ออกแรงเกร็งกล้ามเนื้อทั้งสองข้างได้อย่างสมดุล ซึ่งจะเป็นข้อมูลสำคัญสำหรับนักกีฬาเพาะกายฝึกใหม่ในการควบคุมกล้ามเนื้อขณะโพล ท่าให้เกิดความสมดุล สวยงามทั้งกล้ามเนื้อข้างซ้ายและข้างขวาของร่างกาย

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยสรุปได้ว่า คุณลักษณะของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อทั้ง 6 มัด มีความแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับท่าที่โพล โดยพบว่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ BB, RA, RF และ TB มีค่าสูงสุด ขณะโพลท่า AT, FDB, BDB และ ST รองลงมาคือคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ PM ขณะโพลท่า SC ส่วนคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ LD ขณะโพลท่า FLS และ BLS มีค่าน้อยที่สุด (ไม่ถึง 10 %MVIC) นอกจากนี้ยังพบว่ากลุ่มกล้ามเนื้อ BB และ LD มีคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อไม่แตกต่างกันทั้งข้างซ้ายและข้างขวา ขณะโพลท่า ยกเว้นท่า BDB ข้อมูลที่ได้นี้สามารถนำไปอ้างอิงถึงลักษณะของการโพลท่าบังคับมาตรฐานของนักกีฬาเพาะกายระดับแชมป์ และนำไปเป็นข้อมูลในการฝึกโพล 7 ท่าบังคับแก่นักกีฬาเพาะกายฝึกใหม่ เพื่อฝึกกล้ามเนื้อให้มีความพร้อมด้านขนาดของมัดกล้ามเนื้อและความสวยงาม รวมทั้งออกแรงเกร็งกล้ามเนื้อขณะโพลแต่ละท่า ให้มีความใกล้เคียงกับนักกีฬาเพาะกายระดับแชมป์

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. ควรมีการศึกษาค้นคว้ากล้ามเนื้อของกลุ่มกล้ามเนื้อ Co-contraction ขณะโพลท่าบังคับมาตรฐานและเปรียบเทียบสัดส่วนของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อหลักของการโพลแต่ละท่ากับกลุ่มกล้ามเนื้อ Co-contraction
2. ควรมีการศึกษาค้นคว้าความสัมพันธ์ระหว่างคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (%MVIC) ในแต่ละท่ากับคะแนนการตัดสินจากคณะกรรมการ

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏ จันทราเกษมที่สนับสนุนทุนการวิจัย สมาคมเพาะกาย และฟิตเนสแห่งประเทศไทยที่ให้การสนับสนุน และขอขอบคุณนักกีฬาเพาะกายทีมชาติไทยที่สละเวลาเข้าร่วมโครงการวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

- Barclay, C. J. (2015). Energetics of Contraction. In *Comprehensive Physiology*, R. Terjung (Ed.). pp. 961-995.
- Barré, A., & Armand, S. (2014). Biomechanical Toolkit: Open-source Framework to visualize and process biomechanical data. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 114, 80-87. doi: 10.1016/j.cmpb.2014.01.012
- Bauer, A. (2018). *WBPF Rules Book Bodybuilding, Fitness Physique, Athletic Physique, Sport Physique, Model Physique and Mixed Pairs*: World Bodybuilding & Physique Sport Federation.
- Coratella, G., Tornatore, G., Caccavale, F., Longo, S., Esposito, F., & Cè, E. (2021). The activation of gluteal, thigh, and lower back muscles in different squat variations performed by competitive bodybuilders: Implications for resistance training. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(2). doi: 10.3390/ijerph18020772
- Coratella, G., Tornatore, G., Longo, S., Esposito, F., & Cè, E. (2020a). An Electromyographic Analysis of Lateral Raise Variations and Frontal Raise in Competitive Bodybuilders. *International journal of environmental research and public health*, 17(17), 6015. doi: 10.3390/ijerph17176015
- Coratella, G., Tornatore, G., Longo, S., Esposito, F., & Cè, E. (2020b). Specific prime movers' excitation during free-weight bench press variations and chest press machine in competitive bodybuilders. *European Journal of Sport Sciences*, 20(5), 571-579. doi: 10.1080/17461391.2019.1655101
- Hermens, H. J., Freriks, B., Disselhorst-Klug, C., & Rau, G. (2000). Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 10(5), 361-374. doi: https://doi.org/10.1016/S1050-6411(00)00027-4
- Konrad, P. (2005). The abc of EMG: A practical introduction to kinesiological electromyography. *Noraxon Inc. USA, version 1.0*.
- Maeo, S., Takahashi, T., Takai, Y., & Kanehisa, H. (2013). Trainability of muscular activity level during maximal voluntary co-contraction: Comparison between bodybuilders and non-athletes. *PLoS one*, 8, e79486. doi: 10.1371/journal.pone.0079486
- Marcolin, G., Panizzolo, F. A., Petrone, N., Moro, T., Grigoletto, D., Piccolo, D., & Paoli, A. (2018). Differences in electromyographic activity of biceps brachii and brachioradialis while performing three variants of curl. *PeerJ*, 6, e5165-e5165. doi: 10.7717/

peerj.5165

Rash, G. (2002). Electromyography Fundamentals. *International Encyclopedia of Ergonomics and Human Factors*.
Santonja, R. (2017). *IFBB Rules Section 2: Men's Bodybuilding*: International Federation

of Bodybuilding & Fitness (IFBB).

Tesch, P. A., & Larsson, L. (1982). Muscle hypertrophy in bodybuilders. *European Journal of Applied Physiology*, 49(3), 301-306. doi: 10.1007/bf00441291