บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย

กีฬาแบดมินตันเป็นกีฬาที่นิยมเล่นกันมากชนิดหนึ่งในประเทศไทย เนื่องจากแบดมินตันเป็นกีฬาในร่มจึงสามารถเล่นได้ในทุกสภาพอากาศ ทุกเพศ ทุกวัย [1] มีการแข่งขันหลากหลายระดับ รวมทั้งยังมีการจัดการเรียนการสอนทั้งในระดับโรงเรียน และในระดับอุดมศึกษา โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อเป็นการส่งเสริมสุขภาพและความเป็นเลิศของกีฬา [2, 3]

แบดมินตันประกอบด้วยทักษะการตีลูกสำคัญ 5 ลูกหลัก ได้แก่ ลูกเสิร์ฟ ลูกโยน ลูกตบ ลูกดาด และลูกหยอด เป็นที่ยอมรับกันทั่วไปว่าลูกตบ (Smash) เป็นลูกที่ทำให้ผู้เล่นได้เปรียบผู้เล่นฝ่ายตรงข้าม อาจใช้ในการตีให้ฝ่ายตรงข้ามเสียหลักหรือสูญเสียการทรงตัว และใช้ในการทำคะแนนได้ดี [1] ลูกตบเป็นทักษะการเคลื่อนไหวที่จำเป็นต้องอาศัยการทำงานของกล้ามเนื้อหลายส่วน [2] วิถีของลูกตบจะวิ่งจากตำแหน่งสูงลงสู่พื้นสนามฝ่ายตรงข้ามด้วยความเร็ว วิถีของลูกตบแบ่งออกได้เป็น 2 แนววิถีการตบคือ การตบแนวทแยงคอร์ท (Cross court) และการตบแนวขนานคอร์ท (Parallel court) และมีวิธีการตบลูก 3 รูปแบบ ได้แก่ การตบลูกหน้ามือ (Forehand smash stroke) การตบลูกหลังมือ (Backhand smash stroke) และการตบลูกหน้ามืออ้อมศีรษะ (Overhead smash stroke) โดยการตบในแต่ละแนววิถีมีการทำงานของกล้ามเนื้อมากน้อยต่างกัน กล่าวคือ แนววิถีทแยงคอร์ทจะมีการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัวที่เด่นชัดกว่าการตบในแนววิถีขนานคอร์ทมาก เพราะต้องมีการหมุนลำตัวซึ่งเป็นการสะสมพลังงานเพื่อที่จะตบลูกให้ข้ามไปอยู่ในคอร์ทฝั่งตรงข้ามกับลูกเสิร์ฟให้ได้ความเร็วและความแรงสูง เช่น นักกีฬาแบดมินตันที่ถนัดตบลูกแขนขวา กล้ามเนื้อที่ช่วยในการหมุนลำตัวตบลูกที่น่าจะมีการทำงานมากสุดคือ กล้ามเนื้อลำตัว External oblique ข้างขวา

เป็นที่ทราบกันดีแล้วว่านักกีฬาแบดมินตันที่ชำนาญหรือมีทักษะ สูงจะตบลูกได้อย่างรวดเร็วและรุนแรงรวมถึงแม่นยำกว่านักกีฬาแบดมินตันที่เริ่มต้นเล่นหรือมีทักษะ ต่ำ [4] แสดงให้เห็นว่านักกีฬาแบดมินตันที่มีทักษะ สูงน่าจะมีการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัวมากกว่า ขณะตบลูกมีการหมุนลำตัวมากกว่าเพื่อสะสมแรงในการตบ มีการทำงานของกล้ามเนื้อรยางค์แขนมากกว่า และมีการทำงานของกล้ามเนื้อทุกส่วนประสานสัมพันธ์กันอย่างดี ทำให้มีแรงตบลูกที่ดีกว่า นักกีฬาแบดมินตันที่เริ่มต้นเล่นหรือมีทักษะ ต่ำมีการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัวน้อย ออกแรงตบลูกจาก

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository(CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the Graduate School.

หัวไหล่ กล้ามเนื้อทำงานไม่ประสานสัมพันธ์กัน แต่อย่างไรก็ดียังไม่มีงานวิจัยที่ศึกษาการทำงานของกล้ามเนื้อ ลำตัวหลักขณะตบลูกขนไก่ในนักกีฬาแบดมินตันชายไทย ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการพัฒนาศักยภาพนักกีฬาแบดมินตันเพื่อให้นักกีฬาที่มีทักษะสูงเล่นได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น และนักกีฬาแบดมินตัน ที่มีทักษะ ต่ำได้ทราบถึงจุดด้อยของตนเอง และได้พัฒนาตนเองให้เล่นแบดมินตันได้ดีมากขึ้น ทำให้นักกีฬาแบดมินตันมีการแสดงออกถึงความสามารถสูงสุดในการแข่งขัน เพื่อให้แข่งขันในระดับนานาชาติได้ การนำศาสตร์ต่างๆทางด้านวิทยาศาสตร์การกีฬามาช่วยพัฒนา เช่น การนำความรู้ด้านชีวกลศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับกลไกการเคลื่อนที่ เคลื่อนไหวของร่างกายขณะเล่นกีฬา ช่วยค้นหาจุดบกพร่องในการเล่นกีฬาของนักกีฬาแบดมินตัน และช่วยในการเสริมสร้างทักษะนักกีฬาแบดมินตันสู่ความสามารถสูงสุดของแต่ละบุคคล โดยศึกษาถึงรูปแบบการเคลื่อนไหว วิเคราะห์การเคลื่อนที่ของร่างกายมนุษย์ เพื่อให้เล่นกีฬาได้เต็มประสิทธิภาพ ลดจุดอ่อนหรือข้อเสียเปรียบของนักกีฬาแบดมินตัน เพิ่มความสามารถของนักกีฬาแบดมินตัน เป็นต้น [5]

การศึกษาการเคลื่อนไหวขณะเล่นกีฬา ที่ผ่านมา โดยส่วนใหญ่จะศึกษาโดยการใช้กล้องวิดีโอ ซึ่งเป็นการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวด้วยตา ไม่สามารถบอกถึงรายละเอียดของการใช้กล้ามเนื้อขณะเคลื่อนไหว บอกได้เพียงการเคลื่อนไหวของข้อต่อต่างๆของร่างกาย ทำให้พัฒนาทักษะความสามารถได้ไม่เต็มที่ ในปัจจุบันจึงมีการนำเครื่องบันทึกคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyography; EMG) มาร่วมในการตรวจวิเคราะห์การเคลื่อนไหวขณะเล่นกีฬา ซึ่ง EMG สามารถบอกรายละเอียดได้ว่ากล้ามเนื้อมัดใดทำงาน ช่วงการเคลื่อนไหวนั้นๆ มีการ ทำงานของกล้ามเนื้อมากน้อยอย่างไร การทำงานของกล้ามเนื้อขณะเคลื่อนไหวร่างกายเป็นไปตามลำดับที่เหมาะสม และใช้กล้ามเนื้อที่สำคัญได้ อย่างมีประสิทธิภาพ หรือไม่ เป็นต้น [6] แต่อย่างไรก็ดี การศึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์การเคลื่อนไหว โดยใช้ EMG ในกีฬาแบดมินตันยัง มีผลงานวิจัยจำนวนน้อยที่ค้นหาและใช้อ้างอิงได้

จากความสำคัญดังกล่าวผู้วิจัยจึงสนใจศึกษา การทำงานของกล้ามเนื้อขณะตบของนักกีฬาแบดมินตันชายไทยที่ระดับความสามารถต่างกันว่ามีการทำงานของกล้ามเนื้อจากการวัดโดยใช้ EMG ต่างกันอย่างไร ร่วมกับการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวด้วยเครื่องวิเคราะห์การเคลื่อนไหวแบบสามมิติ ในระบบ Optical system เพื่อใช้วิเคราะห์มุมการบิดตัวระหว่างแนวข้อไหล่ (Acromian process of scapula) กับแนวข้อสะโพก (Greater trochanter of femur) หรือ X-factor เพื่อสนับสนุนสมมติฐานที่ว่านักกีฬาแบดมินตันชายที่มีทักษะ สูงซึ่งมีลูกตบที่รุนแรงและรวดเร็วกว่า น่าจะมีการหมุนลำตัวเข้าตบลูกที่เร็วกว่า ซึ่งเกิดจาก ทำงานของกล้ามเนื้อ ลำตัว External oblique ข้างขวาที่มากกว่านักกีฬาแบดมินตันชายที่มีทักษะ ต่ำ เพราะฉะนั้นควรจะมี X-factor ขณะหมุนตัวตบลูกขน

ไก่ที่มากกว่ากลุ่มนักกีฬาแบดมินตันที่ มีทักษะต่ำด้วย โดยประเมินลักษณะการเคลื่อนไหวร่างกายของนักกีฬาแบดมินตันขณะตบลูกในแนววิถีทแยงคอร์ท ทั้ง 3 รูปแบบ ได้แก่ การตบลูกหน้ามือ การตบลูกหลังมือ และการตบลูกหน้ามืออ้อมศีรษะ เพื่อประโยชน์ในการนำไปประยุกต์ใช้กับนักกีฬาแบดมินตันและผู้ที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดแก่ตัวนักกีฬาแบดมินตันและวงการกีฬาแบดมินตันของประเทศไทย อีกทั้งยังเป็นแนวทางหนึ่งในการพัฒนาวงการกีฬาไทยด้วย

คำถามการวิจัย

คำถามหลัก นักกีฬาแบดมินตันชายที่ระดับความสามารถต่างกัน มีการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัว External oblique ข้างขวาจากการวัดโดยใช้ Surface EMG ต่างกันอย่างไร เมื่อตบลูกทั้ง 3 รูปแบบ ได้แก่ การตบลูกหน้ามือ การตบลูกหลังมือ และการตบลูกหน้ามืออ้อมศีรษะ ในแนววิถีการตบแบบทแยงคอร์ท

คำถามรอง นักกีฬาแบดมินตันชายที่ระดับความสามารถต่างกัน มีการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัวและกล้ามเนื้อรยางค์แขนขวามัดต่างๆ จากการวัดโดยใช้ Surface EMG ต่างกันอย่างไร เมื่อตบลูกทั้ง 3 รูปแบบ ได้แก่ การตบลูกหน้ามือ การตบลูกหลังมือ และการตบลูกหน้ามืออ้อมศีรษะ ในแนววิถีการตบแบบทแยงคอร์ท

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

วัตถุประสงค์หลัก ศึกษาเปรียบเทียบการทำงานของกล้ามเนื้อ ลำตัว External oblique ข้างขวาจากการวัดโดยใช้ Surface EMG เมื่อตบลูกทั้ง 3 รูปแบบ ได้แก่ การตบลูกหน้ามือ การตบลูกหลังมือ และการตบลูกหน้ามืออ้อมศีรษะ ในแนววิถีการตบแบบทแยงคอร์ท ในนักกีฬาแบดมินตันชายที่ระดับความสามารถต่างกัน

วัตถุประสงค์รอง ศึกษาเปรียบเทียบการทำงาน ของกล้ามเนื้อลำตัวและกล้ามเนื้อรยางค์แขนมัดอื่นจากการวัดโดยใช้ Surface EMG เมื่อตบลูกทั้ง 3 รูปแบบ ได้แก่ การตบลูกหน้ามือ การตบลูกหลังมือ และการตบลูกหน้ามืออ้อมศีรษะ ในแนววิถีการตบแบบทแยงคอร์ท ในนักกีฬาแบดมินตันชายที่ระดับความสามารถต่างกัน

สมมติฐานของการวิจัย

จากการเก็บข้อมูลเบื้องต้น (Pilot study) โดยใช้ Surface EMG ขณะตบลูกในแนววิถีการตบแบบทแยงคอร์ททั้ง 3 รูปแบบ ได้แก่ การตบด้วยลูกหน้ามือ การตบด้วยลูกหลังมือ และการตบด้วยลูกหน้ามืออ้อมศีรษะ นักกีฬาแบดมินตันชายที่มีทักษะ สูงมีการทำงานของกล้ามเนื้อ External oblique ข้างขวามากกว่านักกีฬาแบดมินตันชายที่มีทักษะต่ำ

ขอบเขตของการวิจัย

1. การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาวิจัยโดยการสังเกตเชิงวิเคราะห์ ในนักกีฬาแบดมินตันชายไทย อายุระหว่าง 18-30 ปี สุขภาพแข็งแรง ถนัดแขนข้างขวา ไม่มีความผิดปกติบริเวณลำตัวและรยางค์แขน ที่มีระดับความสามารถต่างกัน 2 กลุ่ม คือ กลุ่มนักกีฬาแบดมินตันที่มีทักษะสูง และกลุ่มนักกีฬาแบดมินตันที่มีทักษะต่ำ

2. ตัวแปรการศึกษาวิจัยครั้งนี้ศึกษาการทำงานกล้ามเนื้อลำตัวและกล้ามเนื้อรยางค์แขนข้างขวาจากการวัดโดยใช้ Surface EMG ในแนววิถีการตบแบบทแยงคอร์ท ร่วมกับการวัดความเร็วลูกตบ และการวัด X-factor ของการหมุนลำตัวขณะตบลูก เมื่อตบลูกทั้ง 3 รูปแบบ ได้แก่ การตบลูกหน้ามือ การตบลูกหลังมือ และการตบลูกหน้ามืออ้อมศีรษะ

3. การวิจัยครั้งนี้ได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เนื่องจากเป็นการวิจัยในกลุ่มตัวอย่างที่เป็นมนุษย์ ดังนั้นผู้เข้าร่วมวิจัยต้องลงนามยินยอมเข้าร่วมการศึกษาวิจัยเป็นลายลักษณ์อักษร โดยสามารถขอถอนตัวจากการเข้าร่วมการศึกษาวิจัยในช่วงเวลาใดๆ ของการศึกษาวิจัยได้ ไม่ว่าจะด้วยเหตุผลใดก็ตาม

4. ผู้วิจัยทำการสอบเทียบเครื่องมือวิจัย (Calibration) ทุกครั้งที่มีการเริ่มต้นเก็บข้อมูล

คำสำคัญ

Electromyography, Badminton, Smash stroke, Biomechanics

ข้อตกลงเบื้องต้น

1. ผู้เข้าร่วมงานวิจัยต้องเป็นนักแบดมินตันชายไทย อายุ 18 – 30 ปี ที่ถนัดแขนข้างขวา
2. ผู้เข้าร่วมงานวิจัยทุกคนต้องเซ็นให้ความยินยอมก่อนทำการเก็บข้อมูล
3. ผู้เข้าร่วมงานวิจัยต้องไม่เล่นกีฬาชนิดอื่นที่ใช้กล้ามเนื้อลำตัวและแขนเป็นหลัก เช่น เทนนิส สควอซ์ บาสเกตบอล วอลเล่ย์บอล เป็นต้น

4. หากตรวจประเมินแล้วพบความผิดปกติ หรือมีคุณสมบัติไม่ตรงตามที่ผู้วิจัยกำหนด จะคัดออกจากการเป็นผู้เข้าร่วมงานวิจัย

5. ผู้เข้าร่วมงานวิจัยทุกคนต้องปฏิบัติตามขั้นตอนของวิธีการเก็บข้อมูลของงานวิจัยนี้ทุกขั้นตอน

6. ข้อมูลส่วนตัวของผู้เข้าร่วมงานวิจัยจะถูกเก็บเป็นความลับ

7. ขณะทำการเก็บข้อมูล หากผู้เข้าร่วมงานวิจัยไม่พอใจ ไม่ว่ากรณีใดๆ สามารถยกเลิกการเป็นผู้เข้าร่วมงานวิจัย และออกจากงานวิจัยได้ทุกขั้นตอน โดยไม่จำเป็นต้องแจ้งเหตุผลแก่ผู้วิจัย

8. หากผู้เข้าร่วมงานวิจัยได้รับบาดเจ็บในระหว่างเข้าร่วมการวิจัย จะไม่นำข้อมูลมาวิเคราะห์

ข้อจำกัดในการวิจัย

1. การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาโดยใช้ Surface EMG ซึ่งมีสายรับ-ส่งข้อมูลจำนวนมากติดกับตัวผู้เข้าร่วมงานวิจัยอาจทำให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยไม่สามารถตบลูกขนไก่ได้อย่างเป็นธรรมชาติและมีประสิทธิภาพเท่ากับความสามารถสูงสุดของตน

2. การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาโดยใช้ Surface EMG ซึ่งไม่สามารถวัดกล้ามเนื้อมัดลึกได้ จึงไม่สามารถทดสอบกล้ามเนื้อลำตัวในชั้นลึกได้

3. การศึกษาครั้งนี้ไม่สามารถใช้การเก็บสัญญาณ (Synchronize) ให้อยู่ในช่วงเวลาเดียวกันได้ระหว่างเครื่อง EMG และเครื่องวิเคราะห์การเคลื่อนไหวแบบสามมิติ ในระบบ Optical system ขณะนักกีฬาแบดมินตันเคลื่อนไหวอาจมีปัญหาในการรับส่งสัญญาณ และถ่ายโอนข้อมูล และอาจเกิดความคลาดเคลื่อนเรื่องระยะเวลาในการแปลผลข้อมูลได้เล็กน้อย

4. การศึกษาครั้งนี้ต้องอาศัยคนส่งลูกขนไก่ อาจไม่แม่นยำเท่ากับการส่งลูกจากเครื่องยิงลูกขนไก่ให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัย

5. ผู้เข้าร่วมงานวิจัยใช้ไม้แร็คเก็ตตามที่ ผู้วิจัยกำหนดให้ อาจไม่ถนัดเหมือนการใช้ไม้ตนเองทำให้ไม่สามารถตบลูกได้เต็มความสามารถของตน

6. การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาการตบลูกขนไก่ในแนววิถีการตบแบบทแยงคอร์ท จึงไม่สามารถนำผลที่ได้ไปประยุกต์ใช้กับการตบลูกขนไก่ในแนววิถีแบบขนานคอร์ท

7. พื้นที่การเริ่มเสิร์ฟ พื้นที่การยืนรอรับลูก พื้นที่ที่เป็นอาณาเขตที่ต้องการให้ลูกเสิร์ฟตก และพื้นที่ที่เป็นอาณาเขตที่ต้องการให้ลูกตบลง เป็นพื้นที่ที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้นเองเพื่อเลียนแบบการตบลูกขนไก่ แต่พื้นที่ดังกล่าวถูกปรับให้เหมาะสมกับความสามารถของนักกีฬาแบดมินตันที่ไม่มีทักษะเพื่อให้สามารถตบลูกได้ตามข้อกำหนดโดยอัตราความสำเร็จอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง เพื่อไม่ให้

นักกีฬาแบดมินตันที่ไม่มีทักษะต้องทำการทดลองซ้ำมากเกินไปจนทำให้เกิดการล้าและส่งผลกับความล้าของกล้ามเนื้อและการเคลื่อนไหวการตบที่อาจเปลี่ยนแปลงไปจากการล้า

คำนิยามเชิงปฏิบัติการที่ใช้ในการวิจัย

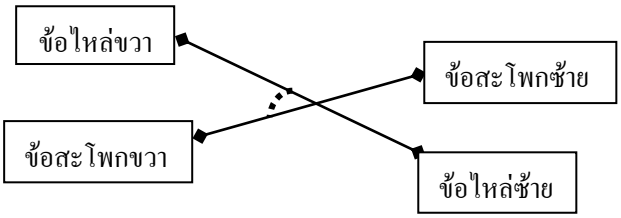
1) Surface Electromyographic activity (Surface EMG activity) หมายถึง การบันทึกคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ บันทึกศักย์ไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงในเซลล์กล้ามเนื้อ โดยการติดขั้วบันทึกบนผิวหนังบริเวณกล้ามเนื้อที่ต้องการศึกษา

2) ลูกตบทแยงคอร์ท (Cross court smash stroke) หมายถึง ลูกที่มีแนววิถีของลูกวิ่งพุ่งจากตำแหน่งสูงลงสู่พื้นสนามในคอร์ทฝั่งตรงข้าม ในพื้นที่การเล่นเดี่ยวฝั่งเดียวกับที่คนเสิร์ฟส่งลูกจากเส้น Short service line ถึงเส้น Singles long service line ด้วยความเร็วและรุนแรง

3) นักกีฬาแบดมินตันที่มีทักษะ สูง หมายถึง นักกีฬาแบดมินตันทีมมหาวิทยาลัย นักกีฬาแบดมินตันระดับสโมสรในประเทศไทย นักกีฬาแบดมินตันทีมชาติไทย รวมถึงนักกีฬาแบดมินตันที่มีประสบการณ์การแข่งขันระดับจังหวัดขึ้นไป หรือเคยเป็นนักกีฬาแบดมินตันในระดับดังกล่าวข้างต้น

4) นักกีฬาแบดมินตันที่มีทักษะ ต่ำ หมายถึง นิสิต/นักศึกษาที่เคยลงทะเบียนเรียนรายวิชาแบดมินตันและผ่านการสอบประเมิน 1 ภาคการศึกษา และไม่มีประสบการณ์การแข่งขัน

5) X-factor หรือ มุมการบิดตัวระหว่างแนวข้อไหล่ (Acromian process of scapula) กับแนวข้อสะโพก (Greater trochanter of femur) หมายถึง ค่ามุมที่ตัดกันระหว่างแนวแกนของข้อไหล่ขวา-ซ้าย กับแนวแกนของข้อสะโพกขวา-ซ้ายในระนาบที่ขนานกับพื้น ขณะที่ไม้แร็คเก็ตกระทบลูกขนไก่ คำนวณได้จากการประมวลผลด้วยโปรแกรมของเครื่องวิเคราะห์การเคลื่อนไหวแบบสามมิติ ขณะหมุนตัวตบลูกขนไก่ทั้ง 3 รูปแบบ หน่วยเป็น องศา (ภาพที่ 1.1)



ภาพที่ 1.1 แสดงภาพจำลองมุมมองด้านบนของมุมการบิดตัวระหว่างแนวข้อไหล่กับแนวข้อสะโพก (X-factor)

6) X-factor stretch หรือ มุมการบิดตัวระหว่างแนวข้อไหล่กับแนวข้อสะโพกสูงสุดขณะมีการเคลื่อนไหวเพื่อตบลูก หมายถึง ค่ามุมที่ตัดกันระหว่างแนวแกนของข้อไหล่ขวา-ซ้าย กับ

แนวแกนของข้อสะโพกขวา-ซ้ายในระนาบที่ขนานกับพื้นสูงสุด ขณะหมุนตัวตบลูกขนไก่ทั้ง 3
รูปแบบ หน่วยเป็นองศา

7) Shuttlecock velocity หมายถึง ความเร็วลูกขนไก่สูงสุดทันทีหลังจากกระทบไม้แร็คเก็ต หน่วยเป็น เมตร/วินาที

ผลหรือประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

1. ได้ทราบถึงรูปแบบการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัวและกล้ามเนื้อรยางค์แขนขณะตบลูกในนักกีฬาแบดมินตัน
2. ผลการศึกษาในครั้งนี้เป็นประโยชน์ในการพัฒนาศักยภาพนักกีฬาแบดมินตันเพื่อให้นักกีฬาที่มีทักษะสูงเล่นได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น และนักกีฬาแบดมินตันที่มีทักษะ ต่ำได้ทราบถึงจุดด้อยของตนเอง และได้พัฒนาตนเองให้เล่นแบดมินตันได้ดีมากขึ้น ทำให้นักกีฬาแบดมินตันมีการแสดงออกถึงความสามารถสูงสุดในการแข่งขัน เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาความสามารถของนักกีฬาแบดมินตันในการฝึกซ้อมและการแข่งขัน
3. เพื่อเป็นข้อมูล และเอกสารอ้างอิงในการพัฒนางานวิจัยในอนาคต

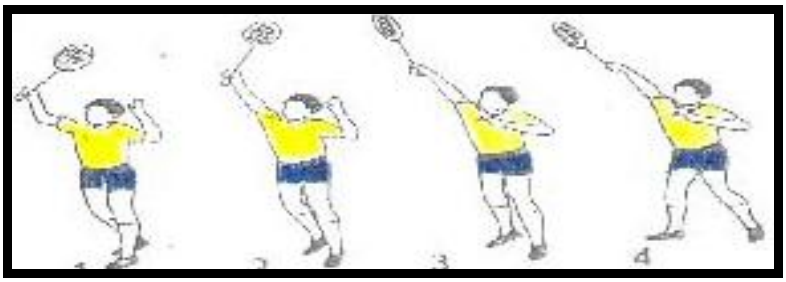
บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลูกตบ (The smash)

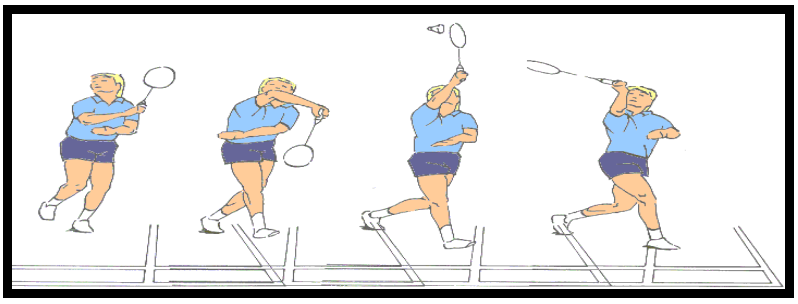
เป็นลูกที่มีวิถีวิ่งจากตำแหน่งสูงลงสู่พื้นสนามฝ่ายตรงข้ามด้วยความเร็วและรุนแรง แบ่งวิธีการตบลูก เป็น 3 รูปแบบ คือ

1. การตบด้วยลูกหน้ามือ (Forehand smash stroke)



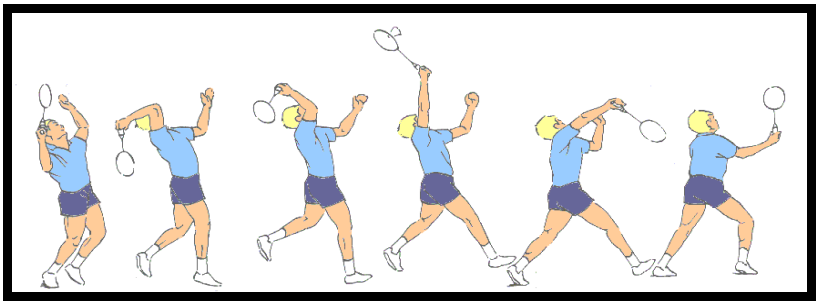
ภาพที่ 2.1 แสดงภาพจำลองการตบด้วยลูกหน้ามือ (Forehand smash stroke) [7]

2. การตบด้วยลูกหลังมือ (Backhand smash stroke)



ภาพที่ 2.2 แสดงภาพจำลองการตบด้วยลูกหลังมือ (Backhand smash stroke) [7]

3. การตบด้วยลูกหน้ามืออ้อมศีรษะ (Overhead smash stroke)



ภาพที่ 2.3 แสดงภาพจำลองการตบด้วยลูกหน้ามืออ้อมศีรษะ (Overhead smash stroke) [7]

กล้ามเนื้อหลักที่เกี่ยวข้องขณะตบแบดมินตัน

- **<u>กล้ามเนื้อลำตัว</u>**

การเคลื่อนไหวในกีฬาประเภทแร็คเก็ต ส่วนใหญ่มีการทำงานของกล้ามเนื้อจากกล้ามเนื้อส่วนต้นไปสู่กล้ามเนื้อส่วนปลาย เพื่อให้กล้ามเนื้อส่วนปลายคือกล้ามเนื้อรยางค์แขนออกแรงตีลูกได้แรงขึ้น กล้ามเนื้อส่วนต้นซึ่งคือกล้ามเนื้อลำตัวเป็นกล้ามเนื้อที่ช่วยสะสมพลังงาน และส่งแรงต่อไปยังกล้ามเนื้อรยางค์แขน จึงมีส่วนช่วยในการตีเป็นอย่างมาก เนื่องจากการเล่นกีฬาประเภทนี้ส่วนใหญ่ต้องใช้ความรุนแรงและรวดเร็วในการตีลูก ในปี 2011 Samuel และคณะ [8] ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัวและกล้ามเนื้อรยางค์แขนกับความเร็วขณะตีลูกเทนนิสหน้ามือซึ่งเป็นกีฬาประเภทแร็คเก็ต พบว่าถ้ากล้ามเนื้อลำตัวคือ กล้ามเนื้อ External oblique มีการทำงานอย่างมาก ซึ่งมีส่วนช่วยให้ตีลูกเทนนิสหน้ามือได้เร็วขึ้น คณะผู้วิจัยจึงแนะนำให้ฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัวมัดนี้เพิ่มเป็นพิเศษ แสดงให้เห็นว่าความแรงในการตีลูกจะมากหรือน้อยนั้น นอกจากจะขึ้นกับการเหวี่ยงแขนและข้อมือแล้ว ยังขึ้นกับการหมุนตัวด้วยเช่นกัน เช่นเดียวกับการศึกษาของ Jim McLean ในปี 2008 [9] เกี่ยวกับวงสวิงของนักกอล์ฟและการหมุนลำตัว ทำให้เกิดมุมของแนวไหล่กับแนวสะโพก โดย McLean สรุปว่าถ้าความสัมพันธ์ระหว่างมุมของแนวไหล่กับแนวสะโพก หรือที่เรียกว่า X-factor มีค่ามาก จะทำให้นักกอล์ฟตีลูกได้แรงมากขึ้น จากการศึกษานี้ทำให้ทราบว่าถ้ามีการหมุนของลำตัวมากขณะเคลื่อนไหว ซึ่งเป็นการสะสมพลังงานไว้ที่ลำตัว น่าจะส่งผลให้เกิดแรงส่งผ่านไปที่รยางค์แขนมากด้วยเช่นกัน ซึ่งในกีฬาแบดมินตันก็น่าจะเป็นไปในลักษณะเดียวกันด้วย กล่าวคือ ถ้ามีการทำงานของกล้ามเนื้อที่ใช้ในการหมุนลำตัวมาก ก็น่าจะมีการส่งผ่านแรงไปที่รยางค์แขนเพื่อตบลูกได้แรงมากขึ้นเช่นกัน โดยการตบในแนววิถีแบบทแยงคอร์ทน่าจะมีการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัวจากการวัดโดยใช้ Surface EMG มากกว่าการตบในแนววิถีขนานคอร์ทด้วย นอกจากนี้ในปี 2009 Shariff AH และคณะ [10] ทำการสำรวจการบาดเจ็บทางระบบกระดูกและกล้ามเนื้อในนักกีฬาแบดมินตันประเทศมาเลเซีย พบว่ามีการบาดเจ็บทางระบบกระดูกและกล้ามเนื้อบริเวณลำตัวใกล้เคียงกับบริเวณรยางค์แขนโดยส่วนใหญ่เป็นการอักเสบบริเวณกล้ามเนื้อจากการใช้งานมากเกินปกติ จากผลการศึกษาครั้งนี้ทำให้คาดเดาได้ว่ากล้ามเนื้อบริเวณลำตัวอาจเป็นกล้ามเนื้อที่มีการใช้งานมากขณะเล่นแบดมินตัน

จากการวิเคราะห์ทางกายวิภาคศาสตร์พบว่ากล้ามเนื้อลำตัวหลักที่จำเป็นในการตบลูกขนไก่นั้น ได้แก่ กล้ามเนื้อ External oblique และกล้ามเนื้อ Internal oblique ที่ทำหน้าที่ในการหมุนลำตัว มีส่วนช่วยในการหมุนตัวตบลูก [11] ช่วยสะสมพลังงานให้เกิดแรงในการตบลูกได้มากขึ้น และกล้ามเนื้อ Rectus abdominis ที่มีส่วนช่วยควบคุมการเหยียดงอของลำตัวใน ขณะหมุนตัวตบลูก

สร้างโมเมนตัมให้ลำตัวเคลื่อนที่ไปด้านหน้า และเมื่อวิเคราะห์ทางชีวกลศาสตร์จะพบว่า ในการตบลูกทั้ง 3 รูปแบบ ทั้งการตบลูกหน้ามือ การตบลูกหลังมือ และการตบลูกหน้ามืออ้อมศีรษะ พบว่าสิ่งที่แตกต่างกันคือ การตบลูกหน้ามือ และการตบลูกหลังมือมีทิศทางการหมุนลำตัวแตกต่างกัน ทำให้อาจมีการทำงานของกล้ามเนื้อต่างกัน ส่วนการตบลูกหน้ามืออ้อมศีรษะ จะมีการหมุนลำตัวมากกว่าการตบลูกหน้ามือ อาจมีการทำงานของกล้ามเนื้อมากกว่า เป็นต้น แต่อย่างไรก็ดีการศึกษาโดยใช้ Surface EMG ที่ผ่านมายังไม่มีผู้วิจัยใดศึกษาการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัวหลักๆที่จำเป็น

- **<u>กล้ามเนื้อรยางค์แขน</u>**

ในปี 2009 Escamilla และ Andrews [12] ได้รวบรวมผลการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อรยางค์แขนขณะเล่นกีฬาโดยใช้ Surface EMG ในกีฬาที่มีท่าทางการใช้หัวไหล่และรยางค์แขนในการเล่น ได้แก่ การขว้างลูกเบสบอล อเมริกันฟุตบอล ซอล์ฟบอล การเสิร์ฟและตบลูกวอลเลย์บอล การตีลูกเทนนิส การตีเบสบอล และการตีลูกกอล์ฟ ทำให้ทราบว่ากีฬาแต่ละชนิดใช้กล้ามเนื้อรยางค์แขนมัดใดมากโดยเทียบเป็นค่าร้อยละการทำงานสูงสุด (% Maximal Voluntary Isometric Contraction; %MVIC) ชนิดการหดตัวของกล้ามเนื้อเป็นแบบใด (Eccentric หรือ Concentric) และลำดับการทำงานของกล้ามเนื้อในแต่ละช่วงการเคลื่อนไหว เป็นต้น ทำให้ทราบถึงประโยชน์ที่ได้จากการใช้ Surface EMG วิเคราะห์การเคลื่อนไหวทางด้านการกีฬา การเข้าใจการทำงานของกล้ามเนื้อนำมาสู่การพัฒนาศักยภาพนักกีฬา แต่ในการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อรยางค์แขนขณะเล่นกีฬาแบดมินตันโดยใช้ Surface EMG ยังมีจำนวนน้อย แต่ยังมีผู้ศึกษาวิจัยบ้าง ได้แก่ Chien-Lu Tsai และคณะในปี 2005 [13] ทำการศึกษาคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อในท่ายืนตบและกระโดดตบลูกขนไก่ของกล้ามเนื้อรยางค์แขนข้างขวา 7 กล้ามเนื้อ ได้แก่ Wrist flexor, Wrist extensor, Biceps brachii, Triceps brachii, Middle deltoid, Posterior deltoid และ Pectoralis major โดยใช้ Surface EMG ในนักกีฬาแบดมินตันทีมชาติไต้หวัน จำนวน 8 คน พบว่า การกระโดดตบลูกขนไก่มีคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อรยางค์แขนมากกว่าการยืนตบในช่วงก่อนไม้แร็คเก็ตสัมผัสลูกขนไก่ 0.7 วินาทีอย่างมีนัยสำคัญในทุกกล้ามเนื้อ ยกเว้นกล้ามเนื้อ Pectoralis major ขณะที่ช่วงไม้แร็คเก็ตสัมผัสลูกขนไก่และช่วงหลังเมื่อไม้แร็คเก็ตสัมผัสลูกขนไก่ไปแล้ว 0.4 วินาที การกระโดดตบมีรูปแบบการทำงานของกล้ามเนื้อ Wrist extensor มากกว่าการยืนตบอย่างมีนัยสำคัญ และตลอดทั้งช่วงการเคลื่อนไหวการกระโดดตบลูกขนไก่มีการทำงานของกล้ามเนื้อรยางค์แขนมากกว่าการยืนตบในกล้ามเนื้อ Wrist flexor, Wrist extensor, Triceps brachii และ Pectoralis major จะทำงาน

ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อ พิจารณาจากค่าผลรวมคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อเฉลี่ย (Mean Integrated Electromyography; meanIEMG)

ต่อมาในปี 2006 Chien-Lu Tsai และคณะ [14] ศึกษาเปรียบเทียบคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อรยางค์แขนข้างขวา 7 กล้ามเนื้อ ได้แก่ Wrist flexor, Wrist extensor, Biceps brachii, Triceps brachii, Middle deltoid, Posterior deltoid และ Pectoralis major ในรูแบบการตบลูกหน้ามือ และการตบลูกหลังมือ โดยใช้ Surface EMG ในนักกีฬาแบดมินตันทีมชาติไต้หวัน จำนวน 8 คน พบว่า ในช่วงก่อนไม้แร็คเก็ตสัมผัสลูกขนไก่ 0.1 วินาที ลูกตบหน้ามือมีการทำงานของกล้ามเนื้อ Middle deltoid และ Posterior deltoid มากกว่าลูกตบหลังมืออย่างมีนัยสำคัญ และลูกตบหลังมือมีการทำงานของกล้ามเนื้อ Wrist extensor, Biceps brachii และ Pectoralis major มากกว่าลูกตบหน้ามืออย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่ช่วงไม้แร็คเก็ตสัมผัสลูกขนไก่ ในท่าลูกตบหน้ามือและลูกตบหลังมือมีการทำงานของกล้ามเนื้อค่อนข้างคล้ายกันมาก และช่วงหลังจากไม้แร็คเก็ตสัมผัสลูกขนไก่ไปแล้ว 0.1 วินาที ในการตบลูกหน้ามือมีการทำงานของกล้ามเนื้อ Middle deltoid และ Posterior deltoid มากกว่าลูกตบหลังมืออย่างมีนัยสำคัญ

ที่ผ่านมาการศึกษาส่วนใหญ่เป็นการศึกษาการทำงานของกล้ามเนื้อที่วัดโดยใช้ Surface EMG ในนักกีฬาแบดมินตันที่มีทักษะสูง การศึกษาในนักกีฬาแบดมินตันที่เริ่มต้นฝึกหรือยังมีทักษะต่ำยังมีจำนวนน้อย ในการศึกษาของ Sakurai และ Ohtsuki ปี 2000 [4] เกี่ยวกับการทำงานของกล้ามเนื้อรยางค์แขนข้างขวาขณะตบลูกและพิจารณาความแม่นยำของการตบลูกของนักกีฬาแบดมินตันที่มีทักษะ สูงเปรียบเทียบกับนักกีฬาแบดมินตัน ที่มีทักษะต่ำ โดยใช้ Surface EMG ในนักกีฬาแบดมินตันที่มีทักษะ สูงจำนวน 5 คน และมีทักษะ ต่ำจำนวน 5 คน ทำในกล้ามเนื้อรยางค์แขนจำนวน 5 กล้ามเนื้อ ได้แก่ Flexor carpi ulnalis, Extensor carpi radialis, Triceps brachii (Lateral head), Biceps brachii และ Trapezius (Upper part) โดยให้นักกีฬาแบดมินตันตบลูกขนไก่จากเครื่องยิงลูกให้เข้าบริเวณเป้าหมายที่กำหนด จำนวน 30 ครั้งต่อคน พบว่า กลุ่มนักกีฬาแบดมินตันที่มีทักษะ สูงมีการทำงานของกล้ามเนื้อรยางค์แขนมากกว่าโดยดูได้จากค่าความสูงของคลื่นสัญญาณไฟฟ้า (Amplitude) ช่วงเวลาการทำงานของกล้ามเนื้อตั้งแต่ช่วงเตรียมตัวก่อนตีลูกไปถึงช่วงที่ตีลูกออกไปแล้วเกิดในช่วงเวลาสั้นกว่า การทำงานของกล้ามเนื้อรยางค์แขนเกิดขึ้นเร็วกว่าและมีความแม่นยำในการตบลูกขนไก่ให้เข้าเป้าหมายมากกว่ากลุ่มนักกีฬาแบดมินตันที่มีทักษะ ต่ำอย่างมีนัยสำคัญ การศึกษาเปรียบเทียบการทำงานของกล้ามเนื้อในนักกีฬาแบดมินตันที่มีทักษะสูงเทียบกับนักกีฬาแบดมินตันที่มีทักษะ ต่ำโดยใช้ EMG ทำให้เกิดประโยชน์ทั้งตัวนักกีฬาเองและทีมกีฬานั้นๆ จะเห็นได้จากหลายชนิดกีฬาได้ประยุกต์ใช้ความรู้นี้เข้าไปพัฒนาระดับความสามารถของ

นักกีฬา ดังการศึกษาของ Farber และคณะ ในปี 2009 [15] ซึ่งเป็นการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวโดยใช้เครื่อง EMG โดยเปรียบเทียบการทำงานของกล้ามเนื้อต้นแขนในนักกีฬากอล์ฟระดับอาชีพเทียบกับระดับสมัครเล่นโดยใช้การวัดคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อแบบเข็ม (Fine-wire EMG) ในนักกีฬากอล์ฟชายถนัดขวากลุ่มละ 10 คน ในกล้ามเนื้อ Flexor carpi radialis, Pronator teres, Flexor carpi ulnaris และ Extensor carpi radialis brevis ทั้งแขนนำและแขนตาม พบว่ากล้ามเนื้อหลักที่ทำให้นักกอล์ฟระดับสมัครเล่นต่างจากระดับอาชีพ คือ กล้ามเนื้อ Pronator teres ทำให้ผู้วิจัยสันนิษฐานว่ากล้ามเนื้อมัดนี้เป็นกล้ามเนื้อที่ทำให้นักกอล์ฟสมัครเล่นมีโอกาสบาดเจ็บมากกว่านักกอล์ฟระดับอาชีพ จึงแนะนำให้นักกอล์ฟสมัครเล่นฝึกยืดและฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมัดนี้ เป็นต้น

การวิเคราะห์การเคลื่อนไหว

ปัจจุบันการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวของนักกีฬา ส่วนมากใช้การถ่ายวิดีโอจากทางด้านหน้า และด้านข้าง ซึ่งบอกรายละเอียดได้มากขึ้น สามารถวิเคราะห์ระนาบการเคลื่อนไหว การทำงานของข้อต่อต่างๆของร่างกายได้ชัดเจนขึ้น ถึงแม้การวิเคราะห์การเคลื่อนไหวจากกล้องวิดีโอจะทำให้ ทราบถึง รายละเอียดการ เคลื่อนไหว ของส่วนต่างๆของร่างกายมากขึ้น แต่การพัฒนาปรับเปลี่ยนความสามารถของนักกีฬาจากนักกีฬาที่มีทักษะ ต่ำให้มีทักษะที่สูงขึ้นได้นั้นก็เป็นไปได้ยาก เนื่องจากความแตกต่างของสรีรร่างกาย ความแข็งแรงและ รูปแบบการทำงานของกล้ามเนื้อที่ไม่เหมือนกัน เป็นต้น [5] และเนื่องจากกีฬาแบดมินตันเป็นกีฬาที่มีการเคลื่อนไหวด้วยความรวดเร็วและรุนแรงการตีลูกขนไก่ใช้เวลาสั้นมาก ช่วงเวลาตั้งแต่ยกไม้เริ่มออกแรงตีจนกระทั่งไม้กระทบลูกใช้เวลาเพียง 0.1 วินาทีเท่านั้น และลูกที่พุ่งไปจากการตบมีความเร็วมากกว่า 100 เมตรต่อวินาที [3] อีกทั้งยังมีการเคลื่อนไหวส่วนต่างๆของร่างกายหลายส่วน การดูภาพเคลื่อนไหวเพียงอย่างเดียวอาจไม่ได้ให้ข้อมูลการทำงานของร่างกายที่เพียงพอ ดังนั้นการใช้เครื่องบันทึก คลื่น สัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyography; EMG) ตรวจการทำงานของกล้ามเนื้อที่ใช้แต่ละช่วงของการเคลื่อนไหวเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่แสดงให้เห็นชัดเจนว่าการเคลื่อนไหวของร่างกายเป็นไปตามลำดับที่เหมาะสม และใช้กล้ามเนื้อที่สำคัญได้ อย่างมีประสิทธิภาพ หรือไม่ [6] ซึ่งจะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ใช้ในการพัฒนาปรับเปลี่ยนความสามารถของนักกีฬาจากนักกีฬาที่ไม่มีทักษะ ให้มีทักษะที่สูงขึ้นได้

สรุปผลจากการทบทวนวรรณกรรม

จากการทบทวนวรรณกรรมข้างต้น จะเห็นว่า ยังไม่มีผู้ใดศึกษาการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัวหลักที่จำเป็นในการหมุนตัวขณะตบในกีฬาแบดมินตัน อันได้แก่ กล้ามเนื้อ External oblique และกล้ามเนื้อ Internal oblique แต่ทางผู้วิจัยเน้นศึกษากล้ามเนื้อที่สามารถบันทึกได้ เห็นคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่ชัดเจน กล้ามเนื้ออยู่ในชั้นตื้นและมีขนาดใหญ่คือ กล้ามเนื้อ External oblique เป็นหลัก ซึ่งผู้วิจัยคาดว่ากล้ามเนื้อ External oblique ข้างขวาในนักแบดมินตันที่ถนัดแขนขวามีการทำงานมากขณะตบลูก และงานศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการทำงานของกล้ามเนื้อรยางค์แขนขณะการเคลื่อนไหวโดยใช้ Surface EMG ในนักกีฬาแบดมินตัน ชาย ยังมีจำนวนน้อยและไม่ครอบคลุมในทุกกล้ามเนื้อรยางค์แขนที่สำคัญที่ใช้ตบลูก อีกทั้งงานวิจัยที่ผ่านมาขาดการวิเคราะห์การตบลูกขนไก่ใน 3 รูปแบบ ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาเปรียบเทียบการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัวโดยเฉพาะกล้ามเนื้อ External oblique ข้างขวาขณะตบลูก รวมถึงกล้ามเนื้อลำตัวและกล้ามเนื้อรยางค์แขนมัดอื่นขณะตบลูกในนักกีฬาแบดมินตันชายที่ระดับความสามารถต่างกันโดยใช้ Surface EMG โดยมีการเพิ่มกลุ่มกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้อง เพิ่มการวิเคราะห์การทำงานของกล้ามเนื้อในวิธีการตบใน 3 รูปแบบ ได้แก่ การตบลูกหน้ามือ การตบลูกหลังมือ และการตบลูกหน้ามืออ้อมศีรษะ การวิเคราะห์ X-factor โดยการควบคุมแนววิถีการตบให้เป็นแบบทแยงคอร์ท ควบคุมตำแหน่งการตบลูกและตำแหน่งลูกที่ตกในคอร์ทอีกด้วย

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

รูปแบบการวิจัย

เป็นการวิจัยโดยการสังเกตเชิงวิเคราะห์ (Observational Analytic Design) ในนักกีฬาแบดมินตันชายไทย อายุ 18-30 ปี

ระเบียบวิธีวิจัย

ประชากรเป้าหมาย (Target population) คือ นักกีฬาแบดมินตันชายไทยอายุระหว่าง 18 – 30 ปี ที่มีทักษะสูง และมีทักษะต่ำ

ประชากรที่ใช้ในการศึกษา (Study population) คือ นักกีฬาแบดมินตันชายไทยอายุระหว่าง 18 – 30 ปีที่มีทักษะสูง และมีทักษะต่ำตามเกณฑ์การคัดเลือกเข้าศึกษาวิจัย

ตัวอย่าง (Sample) คือ นักกีฬาแบดมินตันชายไทยอายุระหว่าง 18 – 30 ปีที่มีทักษะสูง และมีทักษะต่ำ ตามเกณฑ์การคัดเลือกเข้าศึกษาวิจัย และลงนามยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

A. เกณฑ์ในการคัดเข้าศึกษา (Inclusion criteria)

- ผู้เข้าร่วมงานวิจัยเป็นนักกีฬาแบดมินตันชายไทย อายุ 18 - 30 ปี ถนัดแขนข้างขวา

นักกีฬาแบดมินตันที่มีทักษะ สูง หมายถึง นักกีฬาแบดมินตันทีมมหาวิทยาลัย นักกีฬาแบดมินตันระดับสโมสรในประเทศไทย นักกีฬาแบดมินตันทีมชาติไทย รวมถึงนักกีฬาแบดมินตันที่มีประสบการณ์การแข่งขันระดับจังหวัดขึ้นไป หรือเคยเป็นนักกีฬาแบดมินตันในระดับดังกล่าวข้างต้น

นักกีฬาแบดมินตันที่ทักษะ ต่ำ หมายถึง นิสิต/นักศึกษาที่เคยลงทะเบียนเรียนรายวิชาแบดมินตันและผ่านการสอบประเมิน 1 ภาคการศึกษา และไม่มีประสบการณ์การแข่งขัน

- ผู้เข้าร่วมงานวิจัยเป็นผู้มีสุขภาพดี ไม่มีอาการปวด และไม่มีการบาดเจ็บใดๆ โดยเฉพาะบริเวณลำตัวและรยางค์แขนขณะเริ่มเข้าร่วมงานวิจัย
- ผู้เข้าร่วมงานวิจัย ไม่มีความผิดปกติเกี่ยวกับเส้นประสาทและกล้ามเนื้อ และไม่มีข้อจำกัดในการเคลื่อนไหวของลำตัวและรยางค์แขน
- ค่าดัชนีมวลกาย (Body Mass Index; BMI) อยู่ในเกณฑ์ปกติ คือระหว่าง 20-24.9 กิโลกรัม/เมตร^2
- สมัครใจและลงนามในใบยินยอมการเข้าร่วมงานวิจัย

B. เกณฑ์ในการคัดออกจากการศึกษา (Exclusion criteria)

- อยู่ในสภาวะเจ็บป่วย/บาดเจ็บ ที่เป็นอุปสรรคต่อการทดลอง
- ความหนาของชั้นไขมันใต้ผิวหนังที่วัดด้วยวิธี Skinfold measurement ของแต่ละกล้ามเนื้อที่ใช้ในการทดสอบมากกว่า 4 เซนติเมตร [16]
- ผู้เข้าร่วมงานวิจัยเป็นนักกีฬาประเภทอื่นที่ใช้กล้ามเนื้อลำตัวและแขนเป็นหลัก เช่น เทนนิส สควอซ์ บาสเกตบอล วอลเล่ย์บอล เป็นต้น
- มีข้อจำกัด ข้อห้าม ในการทดสอบด้วยเครื่องวัดคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ เช่น ผิวหนังบริเวณที่ใช้ทดสอบมีแผลเปิด เป็นต้น

การคำนวณขนาดตัวอย่าง

การกำหนดกลุ่มประชากรตัวอย่าง มาจากการคำนวณหากลุ่มประชากรตัวอย่างของ Roscoe, JT.ในปี 1975 [17] ซึ่งในงานวิจัยนี้ ศึกษาเปรียบเทียบการทำงานของกล้ามเนื้อ External oblique ข้างขวาจากการวัดโดยใช้ Surface EMG เมื่อตบลูกในแนววิถีการตบแบบทแยงคอร์ท ทั้ง 3 รูปแบบ ได้แก่ การตบลูกหน้ามือ การตบลูกหลังมือ และการตบลูกหน้ามืออ้อมศีรษะในนักกีฬาแบดมินตันชายที่ระดับความสามารถต่างกัน โดย Roscoe กล่าวว่า ขนาดของกลุ่มตัวอย่างควรมีจำนวนอย่างน้อยต้องมากกว่าตัวแปรที่จะศึกษา 10 เท่า ในการศึกษานี้มีตัวแปรที่ต้องการจะศึกษา คือ Muscle activity of right external oblique รวม 1 ตัวแปร

จากที่กล่าวมาข้างต้น สามารถนำมาคำนวณจำนวนประชากรตัวอย่างได้จาก

สูตร $n = 10 \times f$

กำหนดให้ n คือ จำนวนตัวอย่างต่อกลุ่มที่ต้องการจะศึกษา

f คือ จำนวนตัวแปรที่จะทำการศึกษา ในการศึกษานี้มีจำนวน 1 ตัวแปร

แทนค่า $n = 10 \times 1 = 10$

เพราะฉะนั้นจะต้องใช้จำนวนตัวอย่างต่อกลุ่มทั้งสิ้น 10 คน แต่เพื่อป้องกัน ผู้เข้าร่วมงานวิจัยบางคนตบลูกไม่เป็นไปตามข้อกำหนด จึงมีการเพิ่มจำนวนกลุ่มตัวอย่างต่อกลุ่ม เท่ากับ 15 คนต่อกลุ่ม เพื่อวิเคราะห์นักกีฬาแบดมินตันที่ความสามารถต่างกัน 2 ระดับ การศึกษาวิจัยครั้งนี้จะต้องใช้ประชากรตัวอย่างรวมทั้งหมด 30 คน

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ใช้วิธีการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) คือ คัดเลือกเฉพาะนัก กีฬาแบดมินตันชายไทย และผู้เข้าร่วมงานวิจัยจะต้องอยู่ในเกณฑ์การคัดเลือกเข้าศึกษา โดยมีการจัดสรรตัวอย่างเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละเท่าๆ กัน ได้แก่

- กลุ่มนักกีฬาแบดมินตันที่มีทักษะสูง หมายถึง นักกีฬาแบดมินตันทีมมหาวิทยาลัย นักกีฬาแบดมินตันระดับสโมสรในประเทศไทย นักกีฬาแบดมินตันทีมชาติไทย รวมถึงนักกีฬาแบดมินตันที่มีประสบการณ์การแข่งขันระดับจังหวัดขึ้นไป หรือเคยเป็นนักกีฬาแบดมินตันในระดับดังกล่าวข้างต้น
- กลุ่มนักกีฬาแบดมินตันที่มีทักษะ ต่ำ หมายถึง นิสิต/นักศึกษาที่เคยลงทะเบียนเรียนรายวิชาแบดมินตันและผ่านการสอบประเมิน 1 ภาคการศึกษา และไม่มีประสบการณ์การแข่งขัน

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เอกสารข้อมูลคำอธิบายสำหรับผู้เข้าร่วมในโครงการวิจัย (ภาคผนวก ข) และเอกสารแสดงความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย (ภาคผนวก ค)
2. แบบสอบถามข้อมูลเพื่อการคัดกรองเบื้องต้น (ภาคผนวก ง) แบบบันทึกข้อมูลส่วนบุคคล (ภาคผนวก จ) และแบบบันทึกข้อมูลของการวิจัย (ภาคผนวก ฉ)
3. เครื่อง Electromyography เครื่องหมายการค้า Megawin 6000 พร้อมคอมพิวเตอร์บันทึกข้อมูล และ Software วิเคราะห์คลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ Megawin 6000 Version 3.0

ภาพที่ 3.1 แสดงเครื่อง Electromyography เครื่องหมายการค้า Megawin 6000 พร้อมคอมพิวเตอร์บันทึกข้อมูล และ Software วิเคราะห์คลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ Megawin 6000 Version 3.0

4. ขั้วบันทึกคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electrode) Bipolar Ag/AgCl disc-surface electrode เส้นผ่านศูนย์กลาง 34 มิลลิเมตร เครื่องหมายการค้า Ambu® Blue sensor P

ภาพที่ 3.2 แสดงขั้วบันทึกคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อเครื่องหมายการค้า Ambu® Blue sensor P

5. อุปกรณ์ในการตรวจร่างกาย

- เครื่องชั่งน้ำหนัก วัดส่วนสูง
- เครื่องวัดความหนาของชั้นไขมันใต้ผิวหนัง (Skinfold caliper)

ภาพที่ 3.3 แสดงเครื่องวัดความหนาของชั้นไขมันใต้ผิวหนัง (Lange Bodyfat Skinfold Caliper C-130)

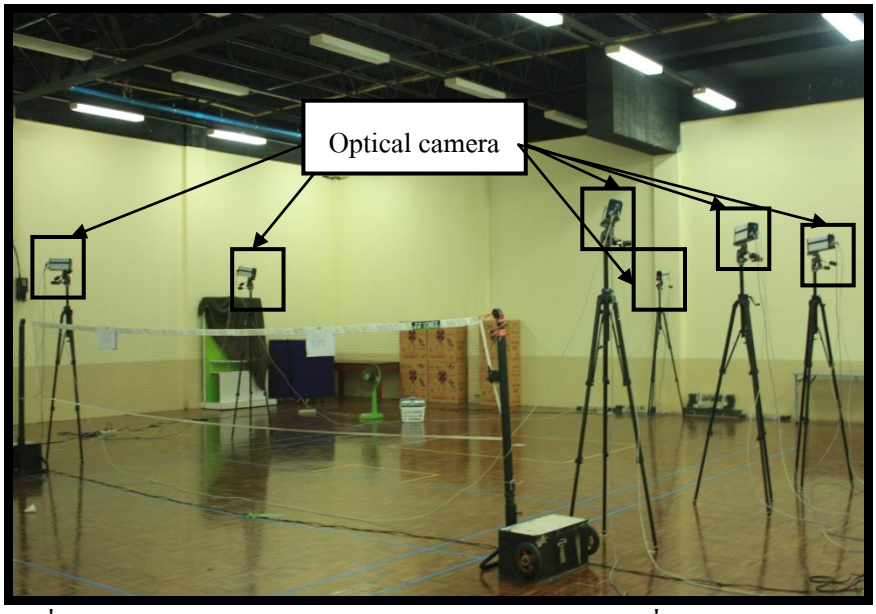
6. เครื่องวิเคราะห์การเคลื่อนไหวแบบสามมิติ ในระบบ Optical system ใช้ในการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวส่วนต่างๆของร่างกายขณะทดสอบการตบลูกขนไก่ โดยการติดตัวบอกตำแหน่ง (Reflextive marker) ที่ร่างกายตามตำแหน่งอ้างอิงที่กำหนด โดยใช้ความเร็วในการบันทึกภาพ 500 ภาพต่อวินาที ประกอบด้วย

- คอมพิวเตอร์บันทึกข้อมูล จำนวน 1 เครื่อง พร้อม Software วิเคราะห์การเคลื่อนไหว เครื่องหมายการค้า Qualisys Track Manager (QTM) Version 2.0.365 (Qualisys AB, Inc., Gothenburg, Sweden) (ภาพที่ 3.4.ก)
- อุปกรณ์กำหนดพิกัดอ้างอิง (Calibration set) 1 ชุด (ภาพที่ 3.4.ข)

- กล้องจับแสงสะท้อนระบบดิจิตอล เครื่องหมายการค้า Pro Reflex MCU 1000 Digital camera จำนวน 6 ตัว พร้อมขาตั้งกล้อง (Manfrotto version 475B/MG31) จำนวน 6 ชุด และสายรับ-ส่งข้อมูลแต่ละกล้อง (ภาพที่ 3.4.ค)
- ตัวบอกตำแหน่ง (Reflextive marker) เส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 2.5 เซนติเมตร จำนวน 7 ชิ้น (ภาพที่ 3.4.ง) และเทป Reflextive marker ติดบริเวณหัวลูกขนไก่ และไม้แร็คเก็ต (ภาพที่ 3.4.จ)

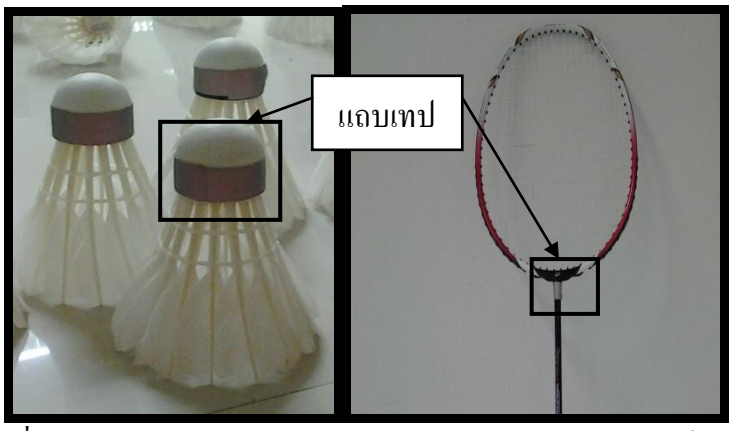
ภาพที่ 3.4.ก แสดงคอมพิวเตอร์บันทึกข้อมูล พร้อม Software วิเคราะห์การเคลื่อนไหว

ภาพที่ 3.4.ข แสดงอุปกรณ์กำหนดพิกัดอ้างอิง (Calibration set)



ภาพที่ 3.4.ค แสดงชุดกล้องจับแสงสะท้อนระบบดิจิตอล เครื่องหมายการค้า ProReflex MCU 1000 Digital camera

ภาพที่ 3.4.ง แสดง Reflextive marker เส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 2.5 เซนติเมตร



ภาพที่ 3.4.จ แสดงแถบเทป Marker ติดบริเวณลูกขนไก่ และไม้แร็คเก็ต

7. ไม้แร็คเก็ต เครื่องหมายการค้า Yonex รุ่น Arcsaber 100

ภาพที่ 3.5 แสดงไม้แร็คเก็ต เครื่องหมายการค้า Yonex รุ่น Arcsaber 100

8. ลูกขนไก่ เครื่องหมายการค้า RSL รุ่น Silver (JP)

ภาพที่ 3.6 แสดงลูกขนไก่ เครื่องหมายการค้า RSL รุ่น Silver (JP)

9. ตาข่ายสนามแบดมินตัน

10. แอลกอฮอล์ สำลี ผ้ากอซ Transpore และ Strap taping

ขั้นตอนการทดสอบ

1. ผู้เข้าร่วมงานวิจัยกรอกแบบบันทึกข้อมูลเบื้องต้นของอาสาสมัคร
2. ชั่งน้ำหนัก วัดส่วนสูง คำนวณดัชนีมวลกาย (BMI) และวัดความหนาของชั้นไขมันใต้ผิวหนังโดยวิธี Skinfold measurement ในทุกตำแหน่งของกล้ามเนื้อที่ทำการติด Electrode ของการทดสอบ
3. การทดลองแบ่งผู้เข้าร่วมงานวิจัยออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

- กลุ่มนักกีฬาแบดมินตันที่มีทักษะสูง
- กลุ่มนักกีฬาแบดมินตันที่มีทักษะต่ำ

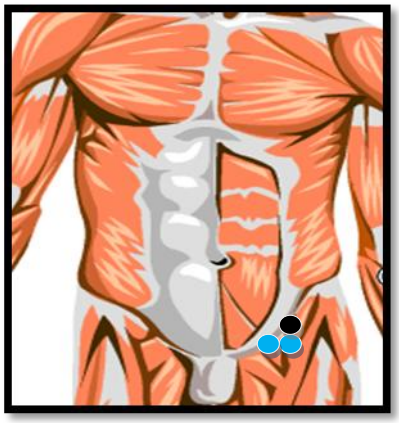
4. อธิบายถึงวิธีการทดลองให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยเข้าใจถึงวิธีปฏิบัติ วิธีการทดสอบและประเมินผล ซึ่งแต่ละคนต้องทำการตบลูกขนไก่ในแนววิถีการตบแบบทแยงคอร์ท ทั้ง 3 รูปแบบๆ ละ 30 ครั้ง รวมเป็น 90 ครั้งต่อคน กำหนดให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยสวมกางเกงขาสั้น สวมถุงเท้า และรองเท้ากีฬาเพื่อความสะดวกขณะทำการทดสอบ

5. เมื่อผู้เข้าร่วมงานวิจัยมาถึงห้องปฏิบัติการ ให้นั่งพัก 10 นาที เพื่อให้อัตราการเต้นของหัวใจอยู่ในระดับปกติของอัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก จากนั้นทำการวัดอัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (Resting Heart Rate)

6. ผู้เข้าร่วมงานวิจัยทำการอบอุ่นร่างกาย (Warm Up) และยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (Stretching) เพื่อเตรียมร่างกายให้พร้อมสำหรับการทดสอบ เป็นเวลา 10 นาที

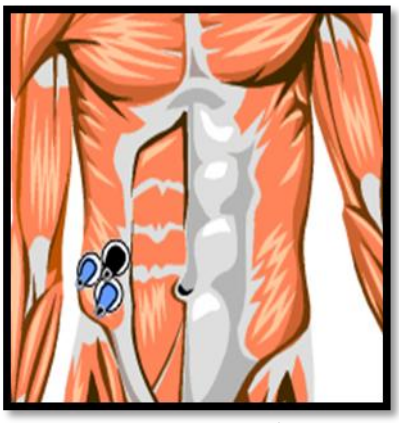
7. ผู้ทำการวิจัยทำความสะอาดผิวหนังบริเวณกล้ามเนื้อลำตัวและกล้ามเนื้อรยางค์แขนที่เกี่ยวข้องในการทดสอบ โดยใช้แอลกอฮอล์และใช้ผ้ากอซขัดเบาๆ จนบริเวณผิวหนังมีสีแดงเล็กน้อย หลังจากนั้นผู้ทำการวิจัยทำการติด Surface EMG electrode ตามโปรแกรม Megawin 6000 Version 3.0 บริเวณต่อไปนี้ กล้ามเนื้อ Left External oblique, Left Internal oblique, Left Rectus abdominis, Right External oblique , Right Internal oblique, Right Rectus abdominis, Right Pectoralis major, Right Anterior deltoid, Right Posterior deltoid, Right Biceps brachii, Right Triceps brachii, Right Flexors of the wrist และ Right Extensor of the wrist ดังภาพ

ภาพที่ 3.7 แสดงการติด Electrode ของกล้ามเนื้อ Left External oblique

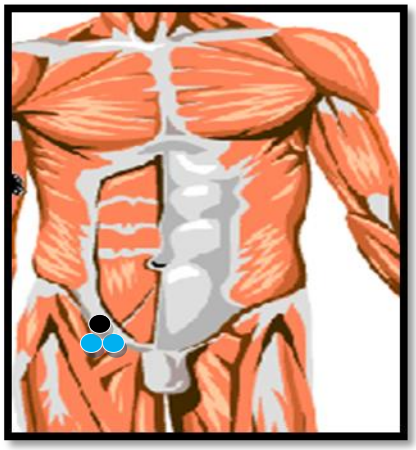


ภาพที่ 3.8 แสดงการติด Electrode ของกล้ามเนื้อ Left Internal oblique

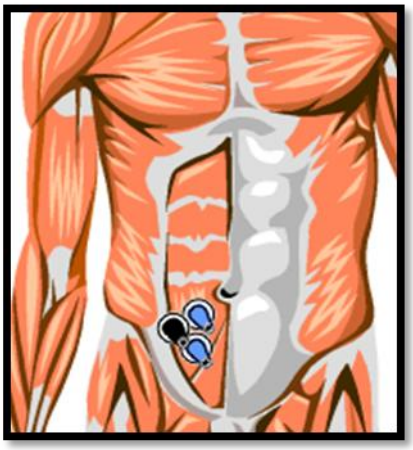
ภาพที่ 3.9 แสดงการติด Electrode ของกล้ามเนื้อ Left Rectus abdominis



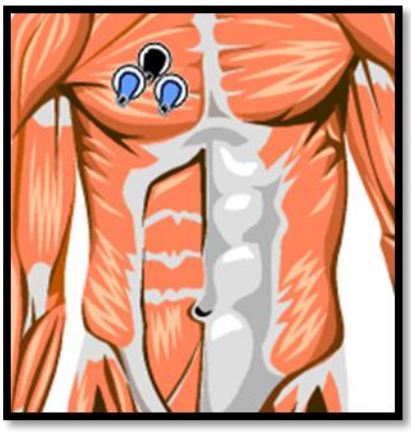
ภาพที่ 3.10 แสดงการติด Electrode ของกล้ามเนื้อ Right External oblique



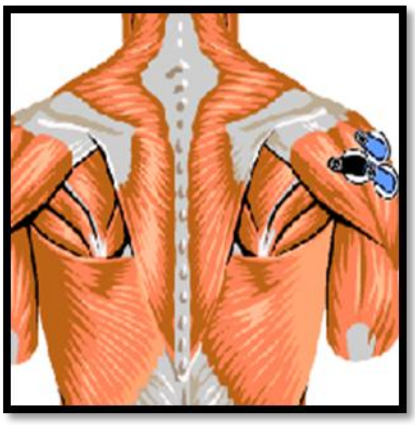
ภาพที่ 3.11 แสดงการติด Electrode ของกล้ามเนื้อ Right Internal oblique



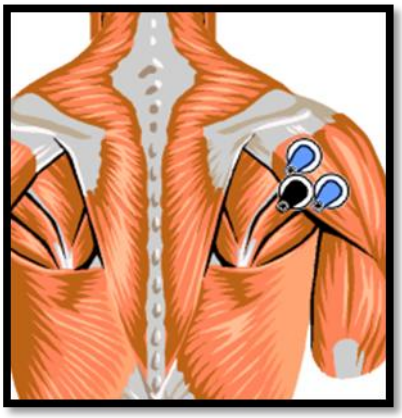
ภาพที่ 3.12 แสดงการติด Electrode ของกล้ามเนื้อ Right Rectus abdominis



ภาพที่ 3.13 แสดงการติด Electrode ของกล้ามเนื้อ Right Pectoralis major



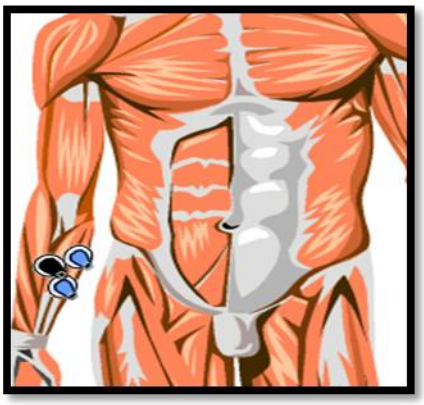
ภาพที่ 3.14 แสดงการติด Electrode ของกล้ามเนื้อ Right Anterior deltoid



ภาพที่ 3.15 แสดงการติด Electrode ของกล้ามเนื้อ Right Posterior deltoid

ภาพที่ 3.16 แสดงการติด Electrode ของกล้ามเนื้อ Right Biceps brachii

ภาพที่ 3.17 แสดงการติด Electrode ของกล้ามเนื้อ Right Triceps brachii



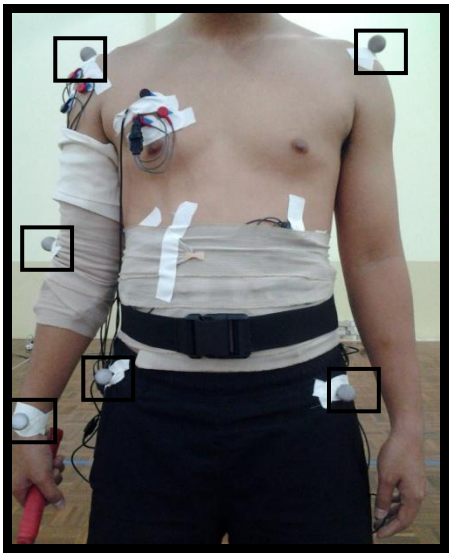
ภาพที่ 3.18 แสดงการติด Electrode ของกล้ามเนื้อ Right Flexors of the wrist

ภาพที่ 3.19 แสดงการติด Electrode ของกล้ามเนื้อ Right Extensor of the wrist

8. ผู้เข้าร่วมงานวิจัย ทั้ง 2 กลุ่ม ได้รับการทดสอบความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ (Maximal Voluntary Isometric Contraction; MVIC) ของทุกกล้ามเนื้อดังกล่าวข้างต้น [18]

(ภาคผนวก ก) โดยออกคำสั่งให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยออกแรงต้านกันมากที่สุด เป็นเวลา 5 วินาที ทำซ้ำ 3 ครั้ง ระหว่างการทดสอบครั้งที่ติดกันจะมีเวลาพัก 30 วินาที นำค่าคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อสูงสุดของแต่ละครั้งมาหาค่าเฉลี่ย [16] เพื่อนำมาใช้เป็นค่าเปรียบเทียบการทำงานของกล้ามเนื้อขณะตบลูกทั้ง 3 รูปแบบ

9. ติดตัวบอกตำแหน่ง (Reflextive marker) ที่ร่างกายตามตำแหน่งอ้างอิงที่กำหนดในงานวิจัยครั้งนี้มี 6 ตำแหน่ง คือ ข้อไหล่ (Acromion process) ทั้ง 2 ข้าง ข้อสะโพก (Anterior Superior Iliac Spine; ASIS) ทั้ง 2 ข้าง ข้อมือขวา (Radial styloid process) ข้อศอกขวา (Lateral epicondyle)

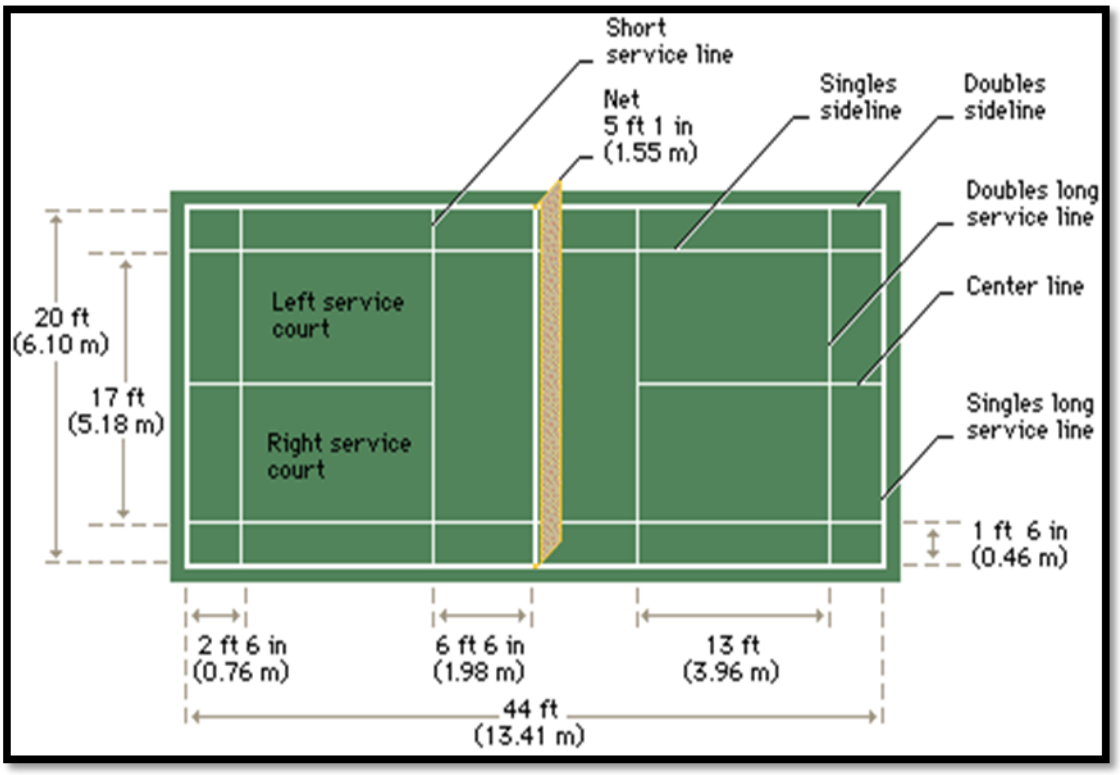


ภาพที่ 3.20 แสดงตำแหน่งในการติดตัวบอกตำแหน่ง (Reflextive marker)

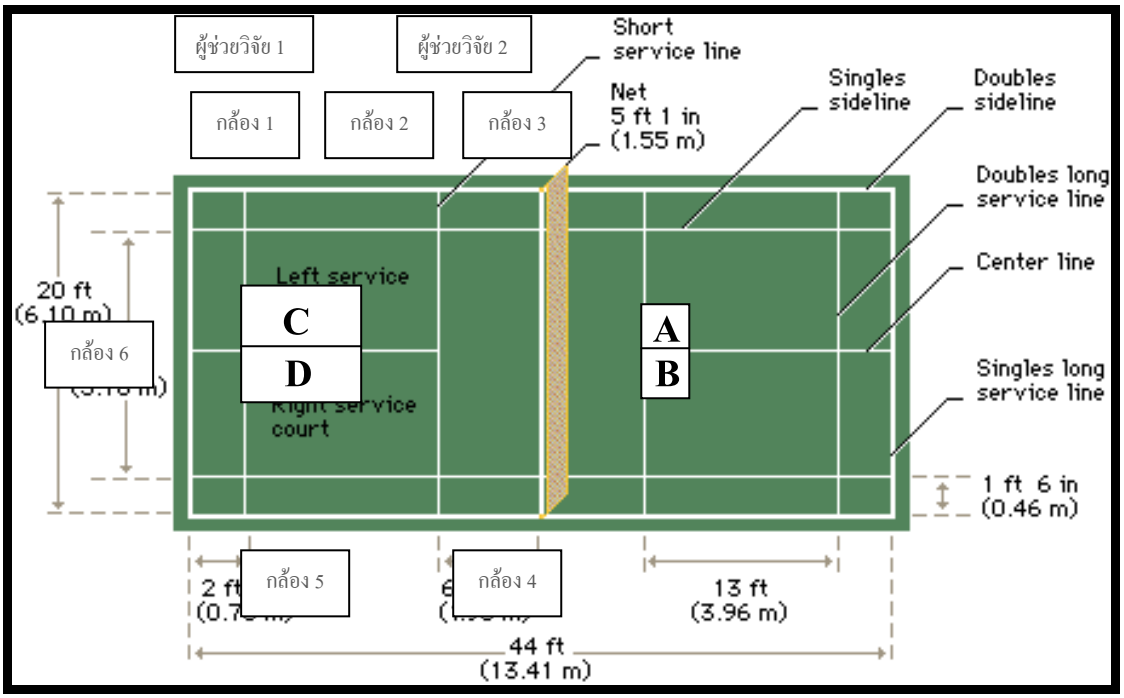
10. ให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยทั้ง 2 กลุ่ม รับลูกเสิร์ฟจาก คนเสิร์ฟลูกขนไก่ซึ่งมีประสบการณ์การแข่งขันแบดมินตันอย่างน้อย 10 ปี และมีประสบการณ์การเสิร์ฟลูกมา 2 ปี จะเสิร์ฟในลักษณะให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยตบลูกกลับมา ในแนววิถีการตบแบบทแยงคอร์ท โดยการตบจะเริ่มจากการตบลูกหน้ามือ ตบลูกหลังมือ และตบลูกหน้ามืออ้อมศีรษะท่าละ 10 ลูก มีเวลาพักระหว่างการตบแต่ละลูก 5 วินาที เพื่อป้องกันการเมื่อยล้าของผู้เข้าร่วมงานวิจัย เมื่อครบการตบทั้ง 3 รูปแบบ รวม 30 ลูก ถือเป็น 1 ชุดการตบ ระหว่างชุดการตบผู้เข้าร่วมงานวิจัยจะมีเวลาพัก 5 นาที และจะวนกลับมาเช่นเดิมอีก 2 ชุดการตบ กล่าวคือ ผู้เข้าร่วมงานวิจัยต้องตบลูกขนไก่ท่าละ 30 ลูก รวม 90 ลูกต่อคน

11. เมื่อทดสอบเสร็จให้ผู้เข้าร่วมวิจัยทำการผ่อนคลายกล้ามเนื้อ (Cool Down) เป็นเวลา 10 นาที

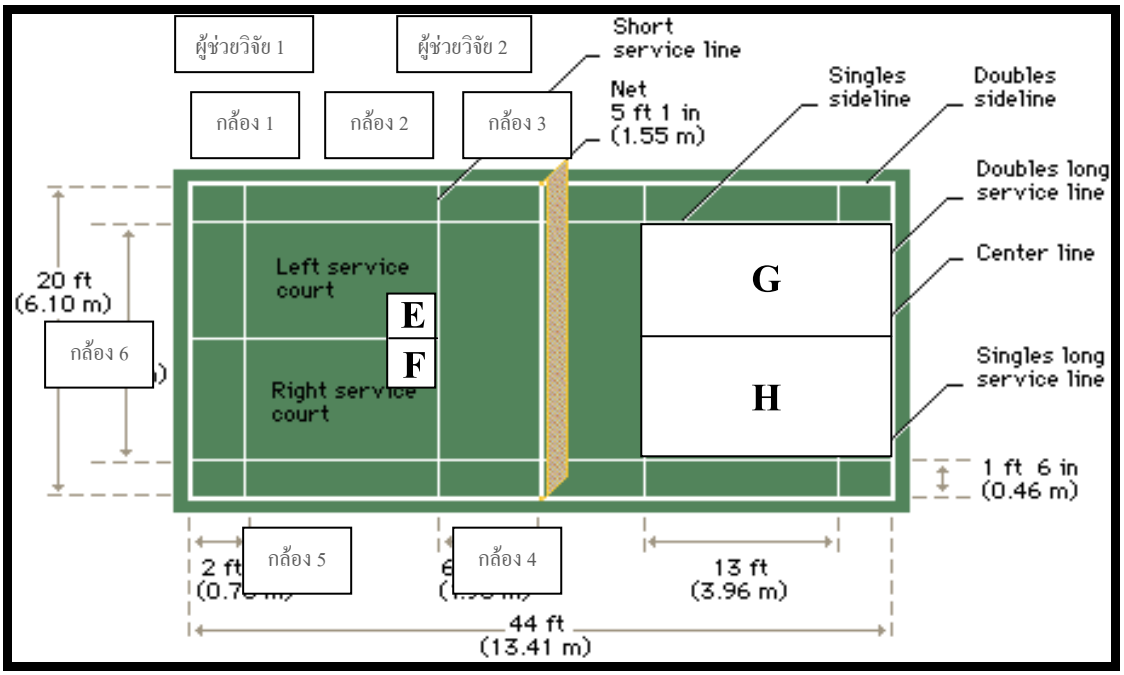
การประเมินการตบลูกขนไก่ทั้ง 3 รูปแบบ



ภาพที่ 3.21 แสดงภาพจำลองสนามแบดมินตัน พร้อมเส้นแสดงตำแหน่งต่างๆ



ภาพที่ 3.22 แสดงภาพจำลองสนามแบดมินตัน ที่ใช้ในการประเมินตำแหน่งลูกเสิร์ฟตกที่สามารถยอมรับได้



ภาพที่ 3.23 แสดงภาพจำลองสนามแบดมินตันที่ใช้ในการประเมินตำแหน่งลูกตบทั้ง 3 รูปแบบตกที่สามารถยอมรับได้

กำหนดให้

- **A และ B** คือ ตำแหน่งของคนเสิร์ฟลูกขนไก่ กำหนดให้ยืนในบริเวณกรอบที่ขนาด 2 ฟุต*2 ฟุต แบ่งเป็น 2 ตำแหน่ง โดยใช้เส้น Central line คือ บริเวณคนเสิร์ฟลูกขนไก่ A (เป็นบริเวณที่ใช้ยืนเสิร์ฟลูกเพื่อให้ผู้เข้าร่วมวิจัยตบใน รูปแบบการตบลูกหน้ามือ) และบริเวณคนเสิร์ฟลูกขนไก่ B (เป็นบริเวณที่ใช้ยืนเสิร์ฟลูกเพื่อให้ผู้เข้าร่วมวิจัยตบใน รูปแบบการตบลูกหลังมือ และ การตบลูกหน้ามืออ้อมศีรษะ) ต้องเสิร์ฟให้ลูกตกอยู่ใน ตำแหน่งที่ลูกเสิร์ฟตกที่สามารถยอมรับได้ (ทั้งลูกตบหน้ามือ ลูกตบหลังมือ และลูกตบหน้ามืออ้อมศีรษะ) ดังภาพที่ 3.22
- **C และ D** คือ ตำแหน่งลูกเสิร์ฟตกที่ยอมรับได้ กำหนดให้ตกในบริเวณกรอบที่กำหนดขนาด 4.25ฟุต* 6.50 ฟุต ซึ่งเป็นตำแหน่ง ที่เกิดจากเส้นขนานเส้น Short service line เส้นขนานเส้น Singles sideline เส้น Double long service line และเส้น Central line เพื่อให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยวิ่งไปตบลูกได้และเป็นแนววิถีทแยงคอร์ทตามเกณฑ์ที่กำหนด โดย C เป็นบริเวณลูกเสิร์ฟ รูปแบบ การตบ ลูกหลังมือ และการตบ ลูกหน้ามืออ้อมศีรษะตกที่ยอมรับได้ และ D เป็นบริเวณลูกเสิร์ฟรูปแบบการตบลูกหน้ามือตกที่ยอมรับได้ ดังภาพ ที่ 3.22
- **E และ F** คือ ตำแหน่งของผู้เข้าร่วมงานวิจัย กำหนดให้ยืนรอรับลูกในบริเวณกรอบที่กำหนดขนาด 2 ฟุต *2 ฟุต แบ่งเป็น 2 ตำแหน่ง โดยใช้เส้น Central line คือ ผู้เข้าร่วมงานวิจัย E (เป็นบริเวณที่ผู้เข้าร่วมงานวิจัยยืนรอรับลูกเสิร์ฟเพื่อตบกลับใน รูปแบบการตบลูกหลังมือ และ การตบลูกหน้ามืออ้อมศีรษะ) และผู้เข้าร่วมวิจัย F (เป็นบริเวณที่ผู้เข้าร่วมงานวิจัยยืนรอรับลูกเสิร์ฟเพื่อตบกลับใน รูปแบบการตบลูกหน้ามือ) พื้นที่ที่สามารถตบได้คือบริเวณตำแหน่งที่ลูกเสิร์ฟตกที่สามารถยอมรับได้ (ทั้งลูกตบหน้ามือ ลูกตบหลังมือ และลูกตบหน้ามืออ้อมศีรษะ) และต้องตบลูกในแนววิถีทแยงคอร์ท สูงจากพื้นประมาณ 7– 9 ฟุต (คำนวณได้จากเครื่องวิเคราะห์การเคลื่อนไหว) โดยตบลูกให้ลงพื้นสนามในบริเวณกรอบที่กำหนดว่าเป็นตำแหน่งที่ลูกตบตกพื้นที่สามารถยอมรับได้ (ทั้งลูกตบหน้ามือ ลูกตบหลังมือ และลูกตบหน้ามืออ้อมศีรษะ) ดังภาพที่ 3.23
- **G และ H** คือ ตำแหน่งลูกตบตกพื้นที่สามารถยอมรับได้ ขนาด 8.5 ฟุต*15.5 ฟุต คือตำแหน่งที่เกิดจากเส้น Short service line เส้น Singles sideline เส้น Singles long service line และเส้น Central line ซึ่งเป็นบริเวณที่กว้างกว่าบริเวณตำแหน่งลูกเสิร์ฟที่สามารถยอมรับได้ เนื่องจากนักกีฬาแบดมินตันที่ไม่มีทักษะบางคนอาจตบลูกได้ไม่แรง ไม่แม่นยำ

และไม่สามารถตบลูกให้ลงในบริเวณกรอบที่กำหนดไว้ได้ ซึ่งอาจทำให้ต้องตบลูกมากครั้งกว่านักกีฬาแบดมินตันกลุ่มที่มีทักษะ และอาจเกิดการเมื่อยล้าในการตบลูกจึงขยายบริเวณเพิ่มขึ้นจากมาตรฐานการเล่นแบดมินตัน โดย G คือตำแหน่งลูกตบหน้ามือตกพื้นที่ยอมรับได้ และ H คือตำแหน่งลูกตบหลังมือ และลูกตบหน้ามืออ้อมศีรษะตกพื้นที่ยอมรับได้ ดังภาพที่ 3.23

- **กล้องหมายเลข 1-6** คือ อุปกรณ์บันทึกภาพและวิเคราะห์การเคลื่อนไหวแบบสามมิติ (Motion analysis) โดยใช้ความเร็วในการบันทึกการเคลื่อนไหว 500 ภาพต่อวินาที ประกอบด้วย

  - กล้องจับแสงสะท้อนระบบดิจิตอล เครื่องหมายการค้า ProReflex MCU 1000 Digital camera จำนวน 6 ตัว

  - ขาตั้งกล้อง จำนวน 6 ชุด และสายรับ-ส่งข้อมูลแต่ละกล้อง

- **ผู้ช่วยวิจัย 1** เป็นผู้ควบคุมดูแลเครื่อง EMG
- **ผู้ช่วยวิจัย 2** เป็นผู้ควบคุมกล้อง Software วิเคราะห์การเคลื่อนไหว และบันทึกภาพการเคลื่อนไหวที่ได้จากกล้องหมายเลข 1-6

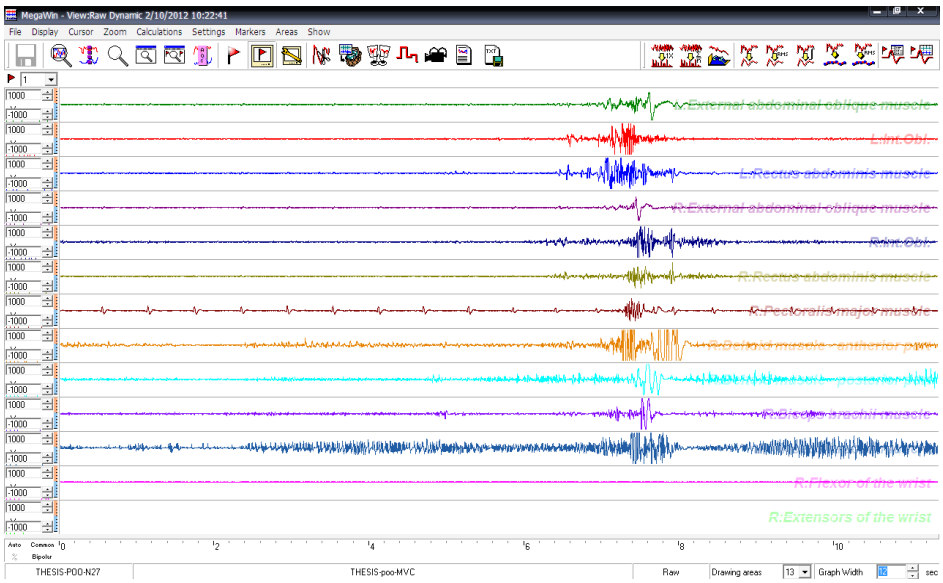
<u>การวิเคราะห์คลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ</u>

หลังจากคนเสิร์ฟลูกขนไก่ ผู้เข้าร่วมงานวิจัย ผู้ช่วยวิจัยผู้ควบคุมกล้องและผู้ควบคุมเครื่อง Surface EMG พร้อมแล้ว ผู้ช่วยวิจัยผู้ควบคุมกล้องเป็นผู้ให้สัญญาณเริ่มเสิร์ฟ ผู้ควบคุมเครื่อง Surface EMG เริ่มบันทึกคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ โดยใช้ Sampling rate 1000 Hz การตบจะเริ่มจากการตบลูกหน้ามือ ตบลูกหลังมือ และตบลูกหน้ามืออ้อมศีรษะท่าละ 10 ลูก มีเวลาพักระหว่างการตบแต่ละลูก 5 วินาที เพื่อป้องกันการเมื่อยล้าของผู้เข้าร่วมงานวิจัย เมื่อครบการตบทั้ง 3 รูปแบบ รวม 30 ลูกถือเป็น 1 ชุดการตบ ระหว่างชุดการตบผู้เข้าร่วมงานวิจัยจะมีเวลาพัก 5 นาที จึงเริ่มทำรอบที่ 2 และรอบที่ 3 ดังนั้นผู้เข้าร่วมงานวิจัยต้องตบลูกขนไก่ท่าละ 30 ลูก รวม 90 ลูกต่อคน

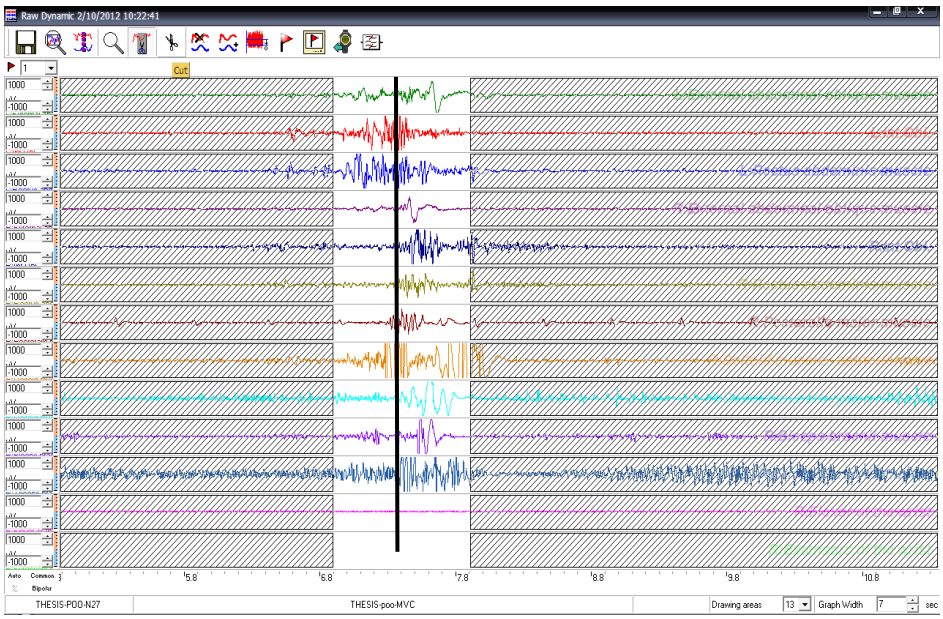
นำข้อมูลดิบของคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (EMG activity) ที่ได้ใน 10 ครั้งแรกที่ลูกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนดดังกล่าวข้างต้นไปทำ Integration โดยโปรแกรม Megawin 6000 Version 3.0 ก่อนทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยประเมินค่า Peak Amplitude (μv) และ Mean IEMG (μv) ณ เวลาก่อนตบลูกขนไก่ทั้ง 3 รูปแบบ 0.5 วินาที และหลังการตบลูกไปแล้ว 0.5 วินาที

นำค่า Peak Amplitude (μv) และ Mean IEMG (μv) ที่ได้เปรียบเทียบเป็นสัดส่วนกับศักย์การทำงานของกล้ามเนื้อขณะกล้ามเนื้อทำงานสูงสุด (MVIC) เพื่อให้ได้ค่า EMG activity ของกล้ามเนื้อมัดนั้นๆ และหาค่าเฉลี่ยของ Peak Amplitude (μv) และ Mean IEMG (μv)

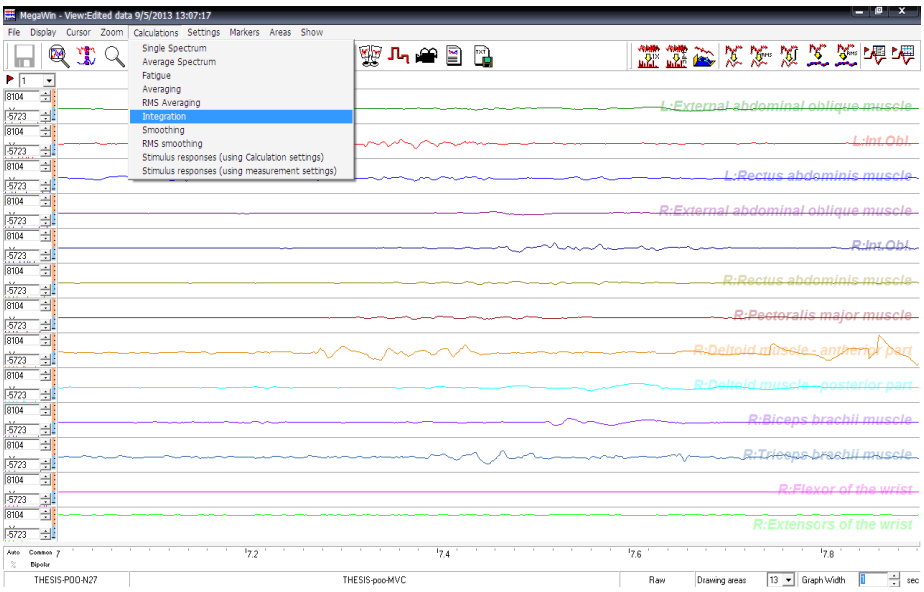
ขั้นตอนการทำการวิเคราะห์สัญญาณคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อแสดงดังภาพที่ 3.24 - 3.26



ภาพที่ 3.24 แสดงข้อมูลดิบของคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (EMG activity) ที่ได้จากโปรแกรม Megawin 6000 Version 3.0



ภาพที่ 3.25 แสดงการเลือกช่วง ณ เวลาก่อนตบลูกขนไก่ 0.5 วินาที และหลังการตบลูกไปแล้ว 0.5 วินาที

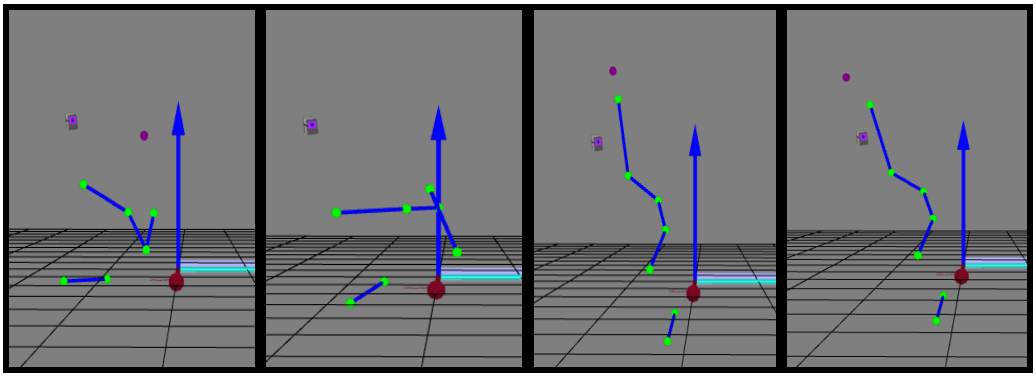


ภาพที่ 3.26 แสดงการทำ Integration จากข้อมูลดิบ

<u>การวิเคราะห์ข้อมูลทางชีวกลศาสตร์ขณะตบลูกขนไก่</u>

นำข้อมูลการเคลื่อนไหวที่ได้ใน 10 ครั้งแรกที่ลูกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนดดังกล่าวข้างต้น มาวิเคราะห์ โดยประเมินได้จาก Software วิเคราะห์การเคลื่อนไหว เครื่องหมายการค้า Qualisys Track Manager (QTM) Version 2.0.365 (Qualisys AB, Inc., Gothenburg, Sweden) ดังนี้

1. ความเร็วลูกขนไก่สูงสุดทันทีหลังจากกระทบไม้แร็คเก็ต
2. มุมของแนวไหล่กับแนวสะโพกขณะตบลูกทั้ง 3 รูปแบบ (X-factor)
3. มุมของแนวไหล่กับแนวสะโพกสูงสุด (X-factor stretch)



ภาพที่ 3.27 แสดงรูปแบบจำลองโครงร่างของร่างกายขณะตบลูก (Stick figure) ที่ได้จากโปรแกรม Qualisys Motion Capture System

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ศึกษารายละเอียด วิธีการใช้ และสอบเทียบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (Calibration) ทุกครั้งที่มีการเริ่มต้นเก็บข้อมูล
2. ติดต่อผู้เข้าร่วมงานวิจัยที่เป็นนักกีฬาแบดมินตันเพศชาย และถนัดแขนขวา
3. ทำการคัดเลือกตามเกณฑ์คัดเลือกเข้าและคัดเลือกออกจากโครงการวิจัย
4. อธิบายวัตถุประสงค์ของการวิจัย ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย และขั้นตอนวิธีการทดสอบรวมถึงตอบข้อซักถามต่างๆ เกี่ยวกับโครงการวิจัยให้ผู้สมัครเข้าร่วมโครงการงานวิจัยได้ทราบ แต่จะไม่แจ้งถึงแนวโน้มของผลการวิจัย
5. ให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยทุกคนลงนามแสดงความยินยอมในใบยินยอมที่กำหนดก่อนการเข้าร่วมโครงการวิจัย
6. วัดตัวแปรต่างๆที่เกี่ยวข้องในงานวิจัย
7. รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล
8. สรุปผลการศึกษา

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. แสดงผลลักษณะกลุ่มตัวอย่าง อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง BMI ด้วยค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)

2. เปรียบเทียบความแตกต่างของคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อระหว่างผู้เข้าร่วมงานวิจัย 2 กลุ่มโดยใช้สถิติ MANOVA เนื่องจากเป็นการเปรียบเทียบข้อมูล 2 กลุ่ม ที่มีตัวแปร คือคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อจำนวนหลายมัดกล้ามเนื้อ

3. เปรียบเทียบความแตกต่างของความเร็วสูงสุดของลูกขนไก่ระหว่างผู้เข้าร่วมงานวิจัย 2 กลุ่มโดยใช้สถิติ MANOVA เนื่องจากเป็นการเปรียบเทียบข้อมูล 2 กลุ่ม ที่มีตัวแปร คือความเร็วสูงสุดของลูกขนไก่ในการตบลูกหลายรูปแบบ

4. เปรียบเทียบความแตกต่างของ X-factor และ X-factor stretch ระหว่างผู้เข้าร่วมงานวิจัย 2 กลุ่มโดยใช้สถิติ MANOVA เนื่องจากเป็นการเปรียบเทียบข้อมูล 2 กลุ่ม ที่มีตัวแปร คือ X-factor และ X-factor stretch ในการตบลูกขนไก่หลายรูปแบบ

5. ทดสอบสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 95 % ของความเชื่อมั่น

การวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดใช้โปรแกรม SPSS สำหรับ Window เวอร์ชัน 17

(ลิขสิทธิ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาครั้งนี้ ให้ความสำคัญกับการ ศึกษาเปรียบเทียบการทำงานของกล้ามเนื้อ External oblique ข้างขวาจากการวัดโดยใช้ Surface EMG ในแนววิถีการตบแบบทแยงคอร์ท เมื่อตบลูกทั้ง 3 รูปแบบ ได้แก่ การตบลูกหน้ามือ การตบลูกหลังมือ และการตบลูกหน้ามืออ้อมศีรษะ รวมถึง การทำงานของ กล้ามเนื้อลำตัวและกล้ามเนื้อรยางค์แขนมัดอื่นด้วยในนักกีฬาแบดมินตันชายที่ระดับความสามารถต่างกัน

ในการวิจัยครั้งนี้ มีผู้เข้าร่วมงาน วิจัยทั้งหมด 30 คน แต่มีผู้เข้าร่วมงาน วิจัย 2 คนที่ต้องคัดออกโดยไม่นำข้อมูลมาวิเคราะห์ เนื่องจากข้อมูลที่เก็บได้จากเครื่องวิเคราะห์การเคลื่อนไหวแบบสามมิติไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ จึงไม่สามารถใช้ในการวิเคราะห์ หาข้อมูลเพื่อนำมาเสริมและเปรียบเทียบความสัมพันธ์กับข้อมูลการทำงานของกล้ามเนื้อเพิ่มเติมได้ สาเหตุเนื่องมาจากผู้เข้าร่วมงานวิจัย ทั้ง 2 คน เคลื่อนไหวแขนบังแนวข้อไหล่และข้อสะโพก ทำให้กล้องไม่สามารถบันทึกตำแหน่งของ Marker ได้พร้อมกันทำให้ ไม่สามารถวิเคราะห์แนวข้อไหล่และ /หรือแนวข้อสะโพกได้ จึงเหลือผู้เข้าร่วมวิจัย 28 คน ที่นำมาวิเคราะห์ทางสถิติต่อไป โดยแบ่ง เป็นนักกีฬาแบดมินตันที่มีทักษะสูง 14 คน และนักกีฬาแบดมินตันที่มีทักษะต่ำ 14 คน

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์คุณลักษณะทั่วไปของผู้เข้าร่วมงานวิจัย

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์ข้อมูลความเร็วลูกขนไก่สูงสุดทันทีหลังจากกระทบไม้แร็คเก็ต

ตอนที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูลมุมการบิดตัวระหว่างข้อไหล่กับข้อสะโพกขณะตบ (X-factor)

ตอนที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลตำแหน่งระหว่างแนวลูกขนไก่ และแนวข้อไหล่

การวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดใช้โปรแกรม SPSS สำหรับ Window เวอร์ชัน 17

(ลิขสิทธิ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)

ผลการวิเคราะห์

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์คุณลักษณะทั่วไปของผู้เข้าร่วมงานวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เหลือผู้เข้าร่วมงานวิจัยเป็นนักกีฬาแบดมินตันชายจำนวนรวม 28 คนที่มีข้อมูลสมบูรณ์พอที่จะนำไปวิเคราะห์เปรียบเทียบทางสถิติต่อไปได้ แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละเท่าๆกัน ได้แก่ กลุ่มนักกีฬาแบดมินตันชายที่มีทักษะสูงจำนวน 14 คน และกลุ่มนักกีฬาแบดมินตันชายที่มีทักษะต่ำจำนวน 14 คน มีคุณลักษณะทั่วไป ได้แก่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และดัชนีมวลกาย แสดงตามตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($\overline{x}$±S.D.) ของคุณลักษณะทั่วไปของกลุ่มผู้เข้าร่วมงานวิจัย จำนวน 28 คน

คุณลักษณะทั่วไปของกลุ่มผู้เข้าร่วมงานวิจัย	นักกีฬาแบดมินตันชายที่มีทักษะสูงจำนวน 14 คน ($\overline{x}$±S.D.)	นักกีฬาแบดมินตันชายที่มีทักษะต่ำจำนวน 14 คน ($\overline{x}$±S.D.)	p-value
อายุ (ปี)	23.50 ± 3.20	23.43 ± 2.87	0.95
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	68.86 ± 5.32	69.79 ± 5.89	0.67
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	176.64 ± 4.22	174.79 ± 4.63	0.23
ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัมต่อตารางเมตร)	22.06 ± 1.34	22.85 ± 1.78	0.20

ผู้เข้าร่วมงานวิจัยกลุ่มนักกีฬาแบดมินตันชายที่มีทักษะ สูง มีอายุเฉลี่ย 23.50 ± 3.20 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 68.86 ± 5.32 กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ย 176.64 ± 4.22 เซนติเมตร ดัชนีมวลกายเฉลี่ย 22.06 ± 1.34 กิโลกรัมต่อตารางเมตร และกลุ่มนักกีฬาแบดมินตันชายที่มีทักษะต่ำ มีอายุเฉลี่ย 23.43 ± 2.87 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 69.79 ± 5.89 กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ย 174.79 ± 4.63 เซนติเมตร ดัชนีมวลกายเฉลี่ย 22.85 ± 1.78 กิโลกรัมต่อตารางเมตร พบว่าคุณลักษณะทั่วไปของผู้เข้าร่วมงานวิจัยทั้ง 2 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ

เมื่อทำการเก็บข้อมูลคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อพบว่าข้อมูลดิบของคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ Biceps brachii กล้ามเนื้อ Triceps brachii กล้ามเนื้อ Flexors of the wrist และกล้ามเนื้อ Extensor of the wrist ข้างขวามีค่าไม่น่าเชื่อถือนับตั้งแต่การเก็บข้อมูลนักกีฬาแบดมินตันคนที่ 8 เนื่องจากการเคลื่อนไหวของนักกีฬาขณะตบมีการเคลื่อนไหวที่รุนแรงทำให้เกิดการยืดของสายจนสายรับส่งข้อมูลกล้ามเนื้อมัดดังกล่าวเกิดการชำรุดต้องได้รับการซ่อมแซมแต่เมื่อมาพิจารณาผลภายหลังข้อมูลที่ได้จากการเก็บกล้ามเนื้อมัดเหล่านี้ยังมีความแตกต่างจากข้อมูลนักกีฬาแบดมินตันที่เก็บข้อมูล 7 คนแรกอย่างเห็นได้ชัด ข้อมูลคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อของ 4 มัดดังกล่าวจึงไม่นำมารายงานและวิเคราะห์ผลทางสถิติ

อักษรย่อของกล้ามเนื้อที่ทำการวิเคราะห์

Lt.EO	Left External oblique
Lt.IO	Left Internal oblique
Lt.RA	Left Rectus abdominis
Rt.EO	Right External oblique
Rt.IO	Right Internal oblique
Rt.RA	Right Rectus abdominis
Rt.PM	Right Pectoralis major
Rt.AD	Right Anterior deltoid
Rt.PD	Right Posterior deltoid

ค่าเฉลี่ยคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ขณะตบลูกขนไก่ ได้จากการนำค่าข้อมูลดิบของศักย์การทำงานของกล้ามเนื้อ (Raw EMG) หน่วยเป็น μv ไปเปรียบเทียบเป็นสัดส่วนกับศักย์การทำงานของกล้ามเนื้อขณะกล้ามเนื้อทำงานสูงสุด (MVIC) เพื่อให้ได้ค่า EMG activity ของกล้ามเนื้อมัดนั้นๆ ในผู้เข้าร่วมวิจัยงานจำนวน 28 คน แสดงตามตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($\overline{x}$±S.D.) ของสัดส่วนคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อสูงสุด (Peak EMG activity) ขณะตบหน้ามือ

กล้ามเนื้อ	นักกีฬาแบดมินตันชาย ที่มีทักษะสูงจำนวน 14 คน ($\overline{x}$±S.D.)	นักกีฬาแบดมินตันชาย ที่มีทักษะต่ำจำนวน 14 คน ($\overline{x}$±S.D.)	p-value
Peak-Lt.EO	2.56 ± 2.33	2.66 ± 4.65	.947
Peak-Lt.IO	1.99 ± 1.60	1.97 ± 1.17	.970
Peak-Lt.RA	1.30 ± 0.71	1.39 ± 0.78	.747
Peak-Rt.EO	2.00 ± 3.00	1.51 ± 1.02	.573
Peak-Rt.IO	2.02 ± 0.62	2.34 ± 2.13	.589
Peak-Rt.RA	1.37 ± 0.65	1.09 ± 1.01	.382
Peak-PM	2.06 ± 1.41	3.07 ± 2.16	.153
Peak-AD	2.60 ± 1.73	2.36 ± 1.72	.715
Peak-PD	1.68 ± 1.22	0.97 ± 0.76	.076

เมื่อเปรียบเทียบสัดส่วนคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อสูงสุด (Peak EMG activity) ของกล้ามเนื้อลำตัว และกล้ามเนื้อรยางค์แขนมัดต่างๆตามตารางข้างต้นพบว่าขณะตบหน้ามือ ผู้เข้าร่วมงานวิจัยทั้ง 2 กลุ่ม มีการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัว และกล้ามเนื้อรยางค์แขนไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($\bar{x}$±S.D.) ของสัดส่วนคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อเฉลี่ย (Mean IEMG activity) ขณะตบหน้ามือ

กล้ามเนื้อ	นักกีฬาแบดมินตันชาย ที่มีทักษะสูงจำนวน 14 คน ($\bar{x}$±S.D.)	นักกีฬาแบดมินตันชาย ที่มีทักษะต่ำจำนวน 14 คน ($\bar{x}$±S.D.)	p-value
Mean-Lt.EO	0.86 ± 0.80	0.53 ± 0.43	.187
Mean-Lt.IO	0.66 ± 0.42	0.72 ± 0.54	.752
Mean-Lt.RA	0.49 ± 0.21	0.50 ± 0.27	.927
Mean-Rt.EO	0.56 ± 0.65	0.51 ± 0.40	.804
Mean-Rt.IO	0.75 ± 0.27	0.88 ± 0.95	.609
Mean-Rt.RA	0.69 ± 0.38	0.43 ± 0.41	.087
Mean-PM	0.47 ± 0.29	0.79 ± 0.70	.132
Mean-AD	0.85 ± 0.40	0.82 ± 0.62	.897
Mean-PD	0.55 ± 0.34	0.32 ± 0.28	.063

เมื่อเปรียบเทียบสัดส่วนคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อเฉลี่ย (Mean EMG activity) ของกล้ามเนื้อลำตัว และกล้ามเนื้อรยางค์แขนมัดต่างๆตามตารางข้างต้นพบว่าขณะตบหน้ามือ ผู้เข้าร่วมงานวิจัยทั้ง 2 กลุ่ม มีการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัว และกล้ามเนื้อรยางค์แขนไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($\bar{x}$±S.D.) ของสัดส่วนคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อสูงสุด (Peak EMG activity) ขณะตบหลังมือ

กล้ามเนื้อ	นักกีฬาแบดมินตันชาย ที่มีทักษะสูงจำนวน 14 คน ($\bar{x}$±S.D.)	นักกีฬาแบดมินตันชาย ที่มีทักษะต่ำจำนวน 14 คน ($\bar{x}$±S.D.)	p-value
Peak-Lt.EO	2.42 ± 4.19	0.99 ± 0.85	.221
Peak-Lt.IO	1.40 ± 1.46	1.37 ± 1.28	.955
Peak-Lt.RA	1.23 ± 1.84	1.30 ± 1.38	.903
Peak-Rt.EO	1.26 ± 1.27	1.55 ± 1.23	.557
Peak-Rt.IO	1.52 ± 0.69	2.79 ± 4.06	.261
Peak-Rt.RA	1.26 ± 1.00	1.05 ± 0.97	.570
Peak-PM	1.56 ± 1.21	2.33 ± 1.91	.215
Peak-AD	2.13 ± 1.25	1.76 ± 1.59	.508
Peak-PD	2.01 ± 2.12	1.21 ± 1.18	.224

เมื่อเปรียบเทียบสัดส่วนคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อสูงสุด (Peak EMG activity) ของกล้ามเนื้อลำตัว และกล้ามเนื้อรยางค์แขนมัดต่างๆตามตารางข้างต้นพบว่าขณะตบ หลังมือ ผู้เข้าร่วมวิจัยทั้ง 2 กลุ่ม มีการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัว และกล้ามเนื้อรยางค์แขนไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($\overline{x}$±S.D) ของสัดส่วนคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อเฉลี่ย (Mean IEMG activity) ขณะตบหลังมือ

กล้ามเนื้อ	นักกีฬาแบดมินตันชายที่มีทักษะสูงจำนวน 14 คน ($\overline{x}$±S.D.)	นักกีฬาแบดมินตันชายที่มีทักษะต่ำจำนวน 14 คน ($\overline{x}$±S.D.)	p-value
Mean-Lt.EO	0.71 ± 1.07	0.37 ± 0.33	.272
Mean-Lt.IO	0.43 ± 0.37	0.49 ± 0.45	.726
Mean-Lt.RA	0.39 ± 0.46	0.80 ± 1.60	.369
Mean-Rt.EO	0.42 ± 0.41	0.62 ± 0.93	.473
Mean-Rt.IO	0.60 ± 0.32	0.74 ± 0.51	.376
Mean-Rt.RA	0.64 ± 0.44	0.52 ± 0.56	.517
Mean-PM	0.31 ± 0.23	0.60 ± 0.55	.088
Mean-AD	0.71 ± 0.50	0.57 ± 0.46	.433
Mean-PD	0.56 ± 0.47	0.41 ± 0.40	.387

เมื่อเปรียบเทียบสัดส่วนคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อเฉลี่ย (Mean EMG activity) ของกล้ามเนื้อลำตัว และกล้ามเนื้อรยางค์แขนมัดต่างๆตามตารางข้างต้นพบว่าขณะตบหลังมือ ผู้เข้าร่วมวิจัยงานทั้ง 2 กลุ่ม มีการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัว และกล้ามเนื้อรยางค์แขนไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($\overline{x}$±S.D.) ของสัดส่วนคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อสูงสุด (Peak EMG activity) ขณะตบหน้ามืออ้อมศีรษะ

กล้ามเนื้อ	นักกีฬาแบดมินตันชาย ที่มีทักษะสูงจำนวน 14 คน ($\overline{x}$±S.D.)	นักกีฬาแบดมินตันชาย ที่มีทักษะต่ำจำนวน 14 คน ($\overline{x}$±S.D.)	p-value
Peak-Lt.EO	2.47 ± 3.17	1.66 ± 1.10	.371
Peak -Lt.IO	1.72 ± 1.50	1.99 ± 1.66	.654
Peak -Lt.RA	1.36 ± 1.19	2.32 ± 3.40	.329
Peak-Rt.EO	1.43 ± 1.81	1.82 ± 1.56	.546
Peak -Rt.IO	1.67 ± 0.83	2.36 ± 1.95	.231
Peak-Rt.RA	1.37 ± 1.37	1.29 ± 1.22	.861
Peak-PM	2.11 ± 2.09	2.45 ± 1.33	.617
Peak-AD	1.74 ± 1.06	1.98 ± 1.46	.628
Peak -PD	1.42 ± 1.25	1.13 ± 1.23	.542

เมื่อเปรียบเทียบสัดส่วนคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อสูงสุด (Peak EMG activity) ของกล้ามเนื้อลำตัว และกล้ามเนื้อรยางค์แขนมัดต่างๆตามตารางข้างต้นพบว่าขณะตบหน้ามืออ้อมศีรษะ ผู้เข้าร่วมงานวิจัยทั้ง 2 กลุ่ม มีการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัว และกล้ามเนื้อรยางค์แขนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 4.7 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($\bar{x}$±S.D.) ของสัดส่วนคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อเฉลี่ย (Mean IEMG activity) ขณะลูกตบหน้ามืออ้อมศีรษะ

กล้ามเนื้อ	นักกีฬาแบดมินตันชาย ที่มีทักษะสูงจำนวน 14 คน ($\bar{x}$±S.D.)	นักกีฬาแบดมินตันชาย ที่มีทักษะต่ำจำนวน 14 คน ($\bar{x}$±S.D.)	p-value
Mean-Lt.EO	0.73 ± 0.92	0.53 ± 0.36	.448
Mean-Lt.IO	0.57 ± 0.34	0.74 ± 0.63	.387
Mean-Lt.RA	0.56 ± 0.50	0.79 ± 1.16	.497
Mean-Rt.EO	0.47 ± 0.56	0.65 ± 0.58	.426
Mean-Rt.IO	0.62 ± 0.38	0.74 ± 0.50	.474
Mean-Rt.RA	0.59 ± 0.45	0.46 ± 0.39	.409
Mean-PM	0.48 ± 0.45	0.69 ± 0.41	.208
Mean-AD	0.65 ± 0.36	0.74 ± 0.51	.619
Mean-PD	0.47 ± 0.39	0.42 ± 0.57	.815

เมื่อเปรียบเทียบสัดส่วนคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อเฉลี่ย (Mean EMG activity) ของกล้ามเนื้อลำตัว และกล้ามเนื้อรยางค์แขนมัดต่างๆตามตารางข้างต้นพบว่าขณะตบหน้ามืออ้อมศีรษะ ผู้เข้าร่วมงานวิจัยทั้ง 2 กลุ่ม มีการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัว และกล้ามเนื้อรยางค์แขนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 4.8 แสดงกล้ามเนื้อลำตัว และกล้ามเนื้อรยางค์แขนที่มีค่า mean IEMG activity สูงสุดในการตบลูกขนไก่ทั้ง 3 รูปแบบ

รูปแบบลูกตบ	กลุ่ม	กล้ามเนื้อลำตัว	กล้ามเนื้อรยางค์แขน
ลูกตบหน้ามือ	นักกีฬาแบดมินตันชายที่มีทักษะสูง	Left external oblique	Anterior deltoid
	นักกีฬาแบดมินตันชายที่มีทักษะต่ำ	Right internal oblique	Anterior deltoid
ลูกตบหลังมือ	นักกีฬาแบดมินตันชายที่มีทักษะสูง	Left external oblique	Anterior deltoid
	นักกีฬาแบดมินตันชายที่มีทักษะต่ำ	Left rectus abdominis	Pectoralis major
ลูกตบหน้ามืออ้อมศีรษะ	นักกีฬาแบดมินตันชายที่มีทักษะสูง	Left external oblique	Anterior deltoid
	นักกีฬาแบดมินตันชายที่มีทักษะต่ำ	Left rectus abdominis	Anterior deltoid

เมื่อเปรียบเทียบ mean IEMG activity ของกล้ามเนื้อลำตัว และกล้ามเนื้อรยางค์แขน ในการตบลูกขนไก่ทั้ง 3 รูปแบบ พบว่าในการตบลูกหน้ามือ กลุ่มนักกีฬาแบดมินตันชายที่มีทักษะ สูงมีการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัว External oblique ข้างซ้าย และการทำงานของกล้ามเนื้อรยางค์แขน Anterior deltoid มากที่สุด ส่วนกลุ่มนักกีฬาแบดมินตันชายที่มีทักษะ ต่ำมีการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัว Internal oblique ข้างขวา และการทำงานของกล้ามเนื้อรยางค์แขน Anterior deltoid มากที่สุด

การตบลูกหลังมือ กลุ่มนักกีฬาแบดมินตันชายที่มีทักษะสูงมีการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัว External oblique ข้างซ้าย และการทำงานของกล้ามเนื้อรยางค์แขน Anterior deltoid มากที่สุด ส่วนกลุ่มนักกีฬาแบดมินตันชายที่มีทักษะต่ำมีการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัว Rectus abdominis ข้างซ้าย และการทำงานของกล้ามเนื้อรยางค์แขน Pectoralis major มากที่สุด

การตบลูกหน้ามืออ้อมศีรษะ กลุ่มนักกีฬาแบดมินตันชายที่มีทักษะ สูงมีการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัว External oblique ข้างซ้าย และการทำงานของกล้ามเนื้อรยางค์แขน Anterior deltoid มากที่สุด ส่วนกลุ่มนักกีฬาแบดมินตันชายที่มีทักษะ ต่ำมีการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัว Rectus abdominis ข้างซ้าย และการทำงานของกล้ามเนื้อรยางค์แขน Anterior deltoid มากที่สุด

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์ข้อมูลความเร็วลูกขนไก่สูงสุดทันทีหลังจากกระทบไม้แร็คเก็ต

ตารางที่ 4.9 แสดงความเร็วลูกขนไก่ สูงสุดทันทีหลังจากกระทบไม้แร็คเก็ต หน่วยเป็นเมตรต่อวินาที

รูปแบบลูกตบ	นักกีฬาแบดมินตันชายที่มีทักษะสูงจำนวน 14 คน ($\overline{X}$±S.D.)	นักกีฬาแบดมินตันชายที่มีทักษะต่ำจำนวน 14 คน ($\overline{X}$±S.D.)	p-value
ลูกตบหน้ามือ	61.88 ± 8.35	48.45 ±9.26	.000
ลูกตบหลังมือ	45.38 ±4.30	36.90 ±5.33	.000
ลูกตบหน้ามืออ้อมศีรษะ	61.23 ±7.14	48.45 ±7.40	.000

เมื่อเปรียบเทียบความเร็วลูกขนไก่ สูงสุดทันทีหลังจากกระทบไม้แร็คเก็ต พบว่า กลุ่มนักกีฬาแบดมินตันที่มีทักษะสูงมีความเร็วลูกขนไก่สูงกว่ากลุ่มนักกีฬาแบดมินตันชายที่มีทักษะ ต่ำทั้งการตบลูกหน้ามือ ตบลูกหลังมือ และการตบลูกหน้ามืออ้อมศีรษะ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตอนที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูลมุมการบิดตัวระหว่างแนวข้อไหล่กับแนวข้อสะโพกขณะตบ (X-factor)

ตารางที่ 4.10 แสดงมุมการบิดตัวระหว่างแนวข้อไหล่กับแนวข้อสะโพก ขณะตบลูกขนไก่ (X-factor) หน่วยเป็น องศา

รูปแบบลูกตบ	นักกีฬาแบดมินตันชายที่มีทักษะสูงจำนวน 14 คน ($\overline{X}$±S.D.)	นักกีฬาแบดมินตันชายที่มีทักษะต่ำจำนวน 14 คน ($\overline{X}$±S.D.)	p-value
ลูกตบหน้ามือ	41.87 ± 10.43	45.15 ±9.82	.400
ลูกตบหลังมือ	32.39 ±8.79	35.83 ±10.51	.356
ลูกตบหน้ามืออ้อมศีรษะ	44.56 ±11.50	45.75 ±9.80	.771

เมื่อเปรียบเทียบมุมการบิดตัวระหว่างแนวข้อไหล่กับแนวข้อสะโพก ขณะตบลูกขนไก่ (X-factor) ในการตบลูกทั้ง 3 รูปแบบ พบว่า กลุ่มนักกีฬาแบดมินตันที่มีทักษะ สูงมี X-factor ต่ำกว่ากลุ่มนักกีฬาแบดมินตันชายที่มีทักษะต่ำ แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ 4.11 แสดงมุมการบิดตัวสูงสุดระหว่างแนวข้อไหล่กับแนวข้อสะโพก ขณะตบลูกขนไก่ (X-factor stretch) หน่วยเป็นองศา

รูปแบบลูกตบ	นักกีฬาแบดมินตันชายที่มีทักษะสูงจำนวน 14 คน ($\bar{X}$±S.D.)	นักกีฬาแบดมินตันชายที่มีทักษะต่ำจำนวน 14 คน ($\bar{X}$±S.D.)	p-value
ลูกตบหน้ามือ	42.98 ± 9.46	45.48 ±9.85	.498
ลูกตบหลังมือ	32.95 ±9.06	35.95 ±10.51	.427
ลูกตบหน้ามืออ้อมศีรษะ	46.01 ±11.27	46.04 ±9.62	.995

เมื่อเปรียบเทียบมุมการบิดตัวสูงสุดระหว่างแนวข้อไหล่กับแนวข้อสะโพก ขณะลูกขนไก่ (X-factor stretch) ในการตบลูกทั้ง 3 รูปแบบ พบว่า กลุ่มนักกีฬาแบดมินตันที่มีทักษ ะสูงมี X-factor stretch ต่ำกว่ากลุ่มนักกีฬาแบดมินตันชายที่มีทักษะต่ำแต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$)

ตอนที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลตำแหน่งระหว่างลูกขนไก่ กับข้อไหล่ข้างขวา

ตารางที่ 4.12 แสดงการเปรียบเทียบตำแหน่งระหว่างลูกขนไก่และข้อไหล่ข้างขวาใน 3 แนวแกนหลักขณะไม้กระทบกับลูกขนไก่ ได้แก่ แนวซ้าย-ขวา (Mediolateral; ML) แนวดิ่ง (Vertical) และแนวหน้าหลัง (Anteroposterior; AP) หน่วยเป็น มิลลิเมตร

รูปแบบลูกตบ	นักกีฬาแบดมินตันชายที่มีทักษะสูงจำนวน 14 คน			นักกีฬาแบดมินตันชายที่มีทักษะต่ำจำนวน 14 คน		
	แนวซ้าย-ขวา	แนวหน้า-หลัง	แนวดิ่ง	แนวซ้าย-ขวา	แนวหน้า-หลัง	แนวดิ่ง
ลูกตบหน้ามือ	-165.00	-417.19	866.04	-196.70	-448.01	735.11
ลูกตบหลังมือ	504.10	-121.38	790.23	480.65	-356.75	656.73
ลูกตบหน้ามืออ้อมศีรษะ	-179.46	-336.53	888.95	-174.37	-378.41	762.83

เมื่อเปรียบเทียบตำแหน่งระหว่างตำแหน่งลูกขนไก่กับข้อไหล่ข้างขวาขณะลูกขนไก่กระทบหน้าไม้ โปรแกรม Qualisys Track Manager (QTM) Version 2.0.365 ได้กำหนดแนวแกนซ้าย-ขวา โดยให้เครื่องหมาย – (ลบ) หมายถึง ตบลูกในแนวด้านขวาของร่างกาย หรือรูปแบบการตบลูกหน้ามือ และเครื่องหมาย + (บวก) หมายถึง ตบลูกในแนวด้านซ้ายของร่างกาย หรือรูปแบบการตบลูกหลังมือ ในแนวแกนหน้า-หลัง กำหนดให้เครื่องหมาย – (ลบ) หมายถึง ลูกขนไก่กระทบหน้าไม้ด้านหลังของข้อไหล่ขวา และเครื่องหมาย + (บวก) ลูกขนไก่กระทบหน้าไม้ด้านหลังของข้อไหล่ซ้าย ส่วนแนวแกนดิ่งจะมีค่าเป็นบวกเสมอ เพราะตำแหน่งลูกขนไก่ในขณะที่ตบจะอยู่สูงกว่าข้อไหล่ขวาเสมอ

ในการตบลูก ทั้ง 3 รูปแบบ ตำแหน่งระหว่างลูกขนไก่กับข้อไหล่ข้างขวาในแนวซ้ายขวา พบว่า นักกีฬาแบดมินตันทั้ง 2 กลุ่ม มีตำแหน่งไม่แตกต่างกันมากนัก และอาจเป็นผลจากคนเสิร์ฟลูกขนไก่ ที่ไม่สามารถเสิร์ฟลูกได้ในตำแหน่งเดิมได้ทุกครั้ง ลูกเสิร์ฟจึงอยู่ในแนวเฉียงที่มากบ้างน้อยบ้างขึ้นกับแต่ละการส่งลูกเสิร์ฟ

ตำแหน่งระหว่างลูกขนไก่กับข้อไหล่ข้างขวาในแนวหน้าหลัง นักกีฬาแบดมินตันทั้ง 2 กลุ่มมีตำแหน่งไม่แตกต่างกันมากนักในลูกตบหน้ามือ และลูกตบหน้ามืออ้อมศีรษะ แต่ในลูกตบ

หลังมือ นักกีฬาแบดมินตันที่มีทักษะสูงมีการเคลื่อนไหวแขนเพื่อตบลูกในตำแหน่งหลังตัวเพียงเล็กน้อยโดยเมื่อเทียบกับนักกีฬาแบดมินตันที่มีทักษะต่ำ จะตบลูกขนไก่ในตำแหน่งที่อยู่ด้านหน้ามาเฉลี่ยประมาณ 23 เซนติเมตรซึ่งการตบลูกในตำแหน่งนี้จะทำให้ตบลูกข้ามตาข่ายและควบคุมทิศทางในการตบลูกได้ง่ายกว่า

ตำแหน่งระหว่างลูกขนไก่กับข้อไหล่ข้างขวาในแนวดิ่ง นักกีฬาแบดมินตันที่มีทักษะสูงมีการตบลูกขนไก่ทั้ง 3 รูปแบบในตำแหน่งที่สูงกว่านักกีฬาแบดมินตันที่มีทักษะต่ำ เนื่องจากปัจจัยเรื่องของทักษะที่ดีกว่า การตบลูกในตำแหน่งที่สูงกว่าทำให้ลูกผ่านข้ามตาข่ายได้ง่ายกว่า และยังเพิ่มความแรงของลูกตบได้ง่ายกว่าด้วย

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยนี้เป็นการวิจัยโดยการสังเกตเชิงวิเคราะห์ (Observational Analytic Design) จากการคำนวณประชากรกลุ่มตัวอย่างต้องใช้ประชากรตัวอย่างรวมทั้งหมด 30 คน แต่มีผู้เข้าร่วมงานวิจัย 2 คนที่ต้องคัดออกโดยไม่นำข้อมูลมาวิเคราะห์ เนื่องจากข้อมูลที่เก็บได้จากเครื่องวิเคราะห์การเคลื่อนไหวแบบสามมิติไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ จึงไม่สามารถใช้ในการวิเคราะห์ หาข้อมูลเพื่อนำมาเสริมและเปรียบเทียบความสัมพันธ์กับข้อมูลการทำงานของกล้ามเนื้อเพิ่มเติมได้ สาเหตุเนื่องมาจาก ผู้เข้าร่วมงานวิจัย ทั้ง 2 คน เคลื่อนไหวแขนบังแนวข้อไหล่และข้อสะโพก ทำให้กล้องไม่สามารถบันทึกตำแหน่งของ Marker ได้พร้อมกันทำให้ ไม่สามารถวิเคราะห์แนวข้อไหล่และ / หรือแนวข้อสะโพกได้ จึงเหลือผู้เข้าร่วมวิจัย 28 คน ที่นำมาวิเคราะห์ทางสถิติต่อไป โดยแบ่ง เป็นนักกีฬาแบดมินตันที่มีทักษะ สูง 14 คน และนักกีฬาแบดมินตันที่มีทักษะ ต่ำ 14 คน การศึกษาวิจัย นี้มีจุดประสงค์หลักเพื่อศึกษาเปรียบเทียบการทำงานของกล้ามเนื้อ External oblique ข้างขวา และยังศึกษาเปรียบเทียบการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัวและกล้ามเนื้อรยางค์แขนมัดอื่นด้วยจากการวัดโดยใช้ Surface EMG ในแนววิถีการตบแบบทแยงคอร์ท เมื่อตบลูกใน 3 รูปแบบ ได้แก่ การตบลูกหน้ามือ การตบลูกหลังมือ และการตบลูกหน้ามืออ้อมศีรษะ เพื่อได้ทราบถึงการทำงานกล้ามเนื้อที่ใช้ในการตบลูก รูปแบบ ต่างๆของนักกีฬาแบดมินตันชายไทย ที่ระดับความสามารถต่างกัน ภายในห้องปฏิบัติการกลุ่มวิจัยและพัฒนา สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา กรมพลศึกษา โดยผู้เข้าร่วมงานวิจัยจะถูกบันทึกคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อทั้งกล้ามเนื้อลำตัวหลักข้างซ้ายและข้างขวา รวมทั้งกล้ามเนื้อรยางค์แขนข้างขวา ร่วมกับติดตัวบอกตำแหน่ง (Reflextive markers) ที่ข้อไหล่ และข้อสะโพกทั้ง 2 ข้าง ลูกขนไก่ และไม้แร็คเก็ต เพื่อวิเคราะห์มุมการบิดตัวระหว่างแนวข้อไหล่กับแนวข้อสะโพก และความเร็วลูกขนไก่หลังกระทบไม้แร็คเก็ตทันที ขณะตบลูกใน 3 รูปแบบ ได้แก่ การตบลูกหน้ามือ การตบลูกหลังมือ และการตบลูกหน้ามืออ้อมศีรษะในแนววิถีการตบแบบทแยงคอร์ท รูปแบบละ 30 ลูก รวมทั้งสิ้น 90 ลูกต่อคน โดยจะนำ 10 ลูกแรกที่ตบข้ามตาข่ายและลงในพื้นที่ที่กำหนดมาใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป

ผลการศึกษาพบว่า เมื่อเปรียบเทียบค่า mean IEMG activity ของกล้ามเนื้อลำตัว และกล้ามเนื้อรยางค์แขนมัดอื่นๆ ผู้เข้าร่วมงานวิจัยทั้ง 2 กลุ่ม มีการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัว และกล้ามเนื้อรยางค์แขนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่อย่างไรก็ดีเมื่อเปรียบเทียบ mean IEMG activity ของกล้ามเนื้อลำตัว และกล้ามเนื้อรยางค์แขน ในการตบลูกขนไก่ทั้ง 3 รูปแบบ พบว่าการตบลูกหน้ามือ กลุ่มนักกีฬาแบดมินตันชายที่มีทักษะ สูงมีการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัว

External oblique ข้างซ้าย และการทำงานของกล้ามเนื้อรยางค์แขน Anterior Deltoid มากที่สุด ส่วนกลุ่มนักกีฬาแบดมินตันชายที่มีทักษะ ต่ำมีการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัว Internal oblique ข้างขวา และการทำงานของกล้ามเนื้อรยางค์แขน Anterior Deltoid มากที่สุด ส่วนการตบลูกหลังมือ กลุ่มนักกีฬาแบดมินตันชายที่มีทักษะ สูงมีการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัว External oblique ข้างซ้าย และการทำงานของกล้ามเนื้อรยางค์แขน Anterior deltoid มากที่สุด ส่วนกลุ่มนักกีฬาแบดมินตันชายที่มีทักษะต่ำมีการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัว Rectus abdominis ข้างซ้าย และการทำงานของกล้ามเนื้อรยางค์แขน Pectoralis major มากที่สุด และในการตบลูกหน้ามืออ้อมศีรษะกลุ่มนักกีฬาแบดมินตันชายที่มีทักษะ สูงมีการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัว External oblique ข้างซ้าย และการทำงานของกล้ามเนื้อรยางค์แขน Anterior Deltoid มากที่สุด ส่วนกลุ่มนักกีฬาแบดมินตันชายที่มีทักษะ ต่ำมีการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัว Rectus abdominis ข้างซ้าย และการทำงานของกล้ามเนื้อรยางค์แขน Anterior Deltoid มากที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของทุกกล้ามเนื้อที่ทดสอบในการตบแต่ละรูปแบบระหว่างนักกีฬาแบดมินตันทั้ง 2 กลุ่ม

เมื่อเปรียบเทียบความเร็วลูกขนไก่ สูงสุดทันทีหลังจากกระทบไม้แร็คเก็ต พบว่า กลุ่มนักกีฬาแบดมินตันที่มีทักษะสูงตบลูกได้ความเร็วลูกขนไก่สูงกว่ากลุ่มนักกีฬาแบดมินตันที่มีทักษะต่ำ ทั้งการตบลูกหน้ามือ ตบลูกหลังมือ และการตบลูกหน้ามืออ้อมศีรษะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

เมื่อเปรียบเทียบมุมการบิดตัวระหว่างแนวข้อไหล่กับแนวข้อสะโพก ขณะตบ ณ จุดไม้แร็คเก็ตกระทบลูกขนไก่ (X-factor) ในการตบ ทั้ง 3 รูปแบบ พบว่า กลุ่มนักกีฬาแบดมินตันที่มีทักษะ สูงมี X-factor และมุมการบิดตัวระหว่างแนวข้อไหล่กับแนวข้อสะโพก ขณะตบลูกทั้ง 3 รูปแบบ สูงสุด (X-factor stretch) น้อยกว่ากลุ่มนักกีฬาแบดมินตันชายที่มีทักษะ ต่ำ แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งอาจคาดเดาได้ว่ากีฬาแบดมินตันเป็นกีฬาที่เน้นใช้กล้ามเนื้อรยางค์แขนมากกว่ากล้ามเนื้อลำตัว

อภิปรายผลการวิจัย

ผลของทักษะต่อการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัวหลักจากการวัดคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ

จากการวิเคราะห์ปัจจัยเรื่องของทักษะนักกีฬาแบดมินตันชายที่ระดับความสามารถต่างกันต่อการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัวหลักจำนวน 3 มัดกล้ามเนื้อได้แก่ กล้ามเนื้อ External oblique กล้ามเนื้อ Internal oblique และกล้ามเนื้อ Rectus abdominis ทั้งข้างซ้ายและข้างขวา โดยกล้ามเนื้อ External oblique ทำหน้าที่ช่วยในการบิดหรือหมุนลำตัวไปในด้านตรงข้ามกับกล้ามเนื้อ เช่น ถ้าบิดหรือหมุนลำตัวไปด้านขวาจะมีการทำงานของ External oblique ข้างซ้ายเป็นหลัก กล้ามเนื้อ

Internal oblique ช่วยในการบิดหรือหมุนลำตัวไปในทิศทางเดียวกันกับกล้ามเนื้อเช่น ถ้าบิดหรือหมุนลำตัวไปด้านขวาจะมีการทำงานของ Internal oblique ข้างขวาเป็นหลัก และกล้ามเนื้อ Rectus abdominis ทำหน้าที่ก้มลำตัว และเป็นกล้ามเนื้อที่ช่วยในการพยุงร่างกายให้ตั้งตรงอยู่ได้อย่างสมดุล พบว่าการตบลูกใน 3 รูปแบบ นักกีฬาแบดมินตันกลุ่มที่มีทักษะ สูงมีการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัว External oblique ข้างซ้ายมากกว่ากล้ามเนื้อลำตัวหลักมัดอื่น (ทั้งลูกตบหน้ามือ ลูกตบหลังมือ และลูกตบหน้ามืออ้อมศีรษะ มีค่าการทำงานของกล้ามเนื้อเท่ากับ ร้อยละ 86 ± 80 71±107 และ 73±92 ตามลำดับ) แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานในการศึกษาวิจัยครั้งนี้คือ กล้ามเนื้อลำตัว External oblique ข้างขวา น่าจะมีการทำงานมากที่สุด แต่กลับมีการทำงานน้อย กว่า (ทั้งลูกตบหน้ามือ ลูกตบหลังมือ และลูกตบหน้ามืออ้อมศีรษะ มีค่าการทำงานของกล้ามเนื้อเท่ากับ ร้อยละ 56±65 42±41 และ 47±56 ตามลำดับ) แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการตบลูกในแนวทแยงคอร์ท ช่วงแรกของการเคลื่อนไหวในการตบด้วยลูกหน้ามือ และการตบด้วยลูกหน้ามืออ้อมศีรษะนักกีฬาแบดมินตันถนัดขวามีการหมุนลำตัวไปด้านขวา กล้ามเนื้อ External oblique ข้างซ้ายจึงมีการทำงานมากกว่ากล้ามเนื้อลำตัวมัดอื่น เพื่อสะสมแรงในการตบลูกให้ได้ความแรงและรวดเร็ว ขณะที่หมุนตัวกลับมาซึ่งใช้กล้ามเนื้อ External oblique ข้างขวา เพื่อตบลูกขนไก่ควรได้รับการส่งแรงกลับมามากขึ้น หากนักกีฬาแบดมินตันอยู่ในตำแหน่งที่ยืนตีนิ่งๆ แต่ผู้วิจัยคาดว่าผลที่ต่างจากสมมติฐานเกิดเนื่องจากนักกีฬาแบดมินตันต้องควบคุมเคลื่อนไหวร่างกายให้ได้ตำแหน่งของร่างกายและไม้แร็คเก็ตที่จะสามารถตบลูกขนไก่ที่ส่งมาได้อย่างเหมาะสม จึงอาจมีการชะลอการเคลื่อนไหวของลำตัวเพื่อความแม่นยำของตำแหน่งของร่างกายเพื่อการตบลูก ขณะที่ การตบลูกหลังมือของนักกีฬาแบดมินตันที่มีทักษะสูง กล้ามเนื้อ External oblique ข้างซ้าย มีการทำงานมาก เพราะตำแหน่งการตบลูกอยู่หลังตำแหน่งไหล่ไม่มาก และการหมุนตัวด้วยกล้ามเนื้อ External oblique ข้างซ้าย จะเสริมแรงในการตบลูกหลังมือเนื่องจากในท่าตบหลังมือมีผลให้รยางค์แขนมีรัศมีการตบลูกสั้นกว่า

ส่วนกลุ่มนักกีฬาแบดมินตันที่มีทักษะ ต่ำใน การตบด้วยลูกหน้ามือ มีการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัว Internal oblique ข้างขวา มากสุด (ร้อยละ 88 ± 95) ซึ่งทำหน้าที่หมุนตัวไปทางซ้ายเช่นเดียวกับ กล้ามเนื้อ External oblique ข้างซ้าย พบว่านักกีฬาแบดมินตันกลุ่มนี้ตบลูกได้ความเร็วน้อยกว่า อาจเป็นเพราะใช้กล้ามเนื้อ Internal oblique ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อมัดเล็กกว่าในการทำงาน ส่วนลูกตบหลังมือ และลูกตบหน้ามืออ้อมศีรษะ มีการใช้กล้ามเนื้อ Rectus abdominis ข้างซ้าย (ร้อยละ 80 ± 160 และ ร้อยละ 79 ± 116 ตามลำดับ) มากกว่ากล้ามเนื้อลำตัวหลักมัดอื่น เนื่องจากนักกีฬาแบดมินตันที่มีทักษะต่ำ ตบลูกในตำแหน่งที่ต่ำกว่า และมีความสามารถในการควบคุมตำแหน่งของร่างกายไม่ดีเท่านักกีฬาแบดมินตันกลุ่มที่มีทักษะสูง เชื่อว่าการใช้กล้ามเนื้อในการ

เหยียดตัวตบลูกจะควบคุมการตบลูกได้ดีกว่าการใช้กล้ามเนื้อในการหมุนลำตัว อย่างไรก็ตาม แนวทางการศึกษาวิจัยดังกล่าวควรมีการวิเคราะห์เพิ่มเติมถึงลักษณะทาง Kinematics ของกล้ามเนื้อลำตัวควบคู่ไปกับ EMG ที่เวลาเดียวกัน จึงจะสามารถอธิบายการทำงานของกล้ามเนื้อต่างๆขณะเคลื่อนไหวตบลูกได้อย่างแม่นยำ แต่เนื่องจากเป็นข้อจำกัดของงานวิจัยนี้ที่ไม่สามารถ ใช้การเชื่อมสัญญาณ (Synchronization) ระหว่างเครื่อง EMG และเครื่องวิเคราะห์การเคลื่อนไหวแบบสามมิติในระบบ Optical system ขณะนักกีฬาแบดมินตันเคลื่อนไหวได้

ผลของทักษะต่อการทำงานของกล้ามเนื้อรยางค์แขนจากการวัดคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ

จากการวิเคราะห์ปัจจัยเรื่องของทักษะนักกีฬาแบดมินตันชายที่ระดับความสามารถต่างกันต่อการทำงานของกล้ามเนื้อรยางค์แขนขวา จำนวน 7 มัดกล้ามเนื้อได้แก่ กล้ามเนื้อ Pectoralis major กล้ามเนื้อ Anterior deltoid กล้ามเนื้อ Posterior deltoid กล้ามเนื้อ Biceps brachii กล้ามเนื้อ Triceps brachii กล้ามเนื้อ Flexors of the wrist และกล้ามเนื้อ Extensor of the wrist พบปัญหาข้อมูลเนื่องจากการขัดข้องของอุปกรณ์จึงเหลือการวิเคราะห์กล้ามเนื้อเพียง 3 มัด ได้แก่ กล้ามเนื้อ Pectoralis major กล้ามเนื้อ Anterior deltoid กล้ามเนื้อ Posterior deltoid พบว่าในการตบลูกหน้ามือนักกีฬาแบดมินตัน ทั้ง 2 กลุ่ม มีการ ค่า Mean IEMG activity ของ ทำงานของกล้ามเนื้อ Anterior Deltoid มากที่สุด (ร้อยละ 69 ± 38 และร้อยละ 43 ± 41 ตามลำดับ) เนื่องจากลูกตบหน้ามือเป็นการตบที่ง่าย การควบคุมการตบลูกด้วยการหมุนไหล่ไปตามระนาบตัดขวางด้านหน้า (Horizontal adduction) จะทำให้ควบคุมการตบลูกได้ดี เช่นเดียวกับในกรณีการตบลูกหน้ามืออ้อมศีรษะ นักกีฬาแบดมินตันทั้ง 2 กลุ่ม มีการทำงานของกล้ามเนื้อ Anterior Deltoid มากที่สุด (ร้อยละ 65 ± 36 และร้อยละ 74 ± 51 ตามลำดับ) ซึ่งตำแหน่งที่ลูกกระทบไม้แร็คเก็ตเมื่อเทียบกับไหล่ใกล้เคียงกับการตบลูกหน้ามือ คือ ความแตกต่างในแนวซ้ายขวาอยู่ในช่วง 3 เซนติเมตร และความแตกต่างในแนวหน้าหลังอยู่ในช่วง 9 เซนติเมตร นักกีฬาทั้ง 2 กลุ่ม จึงสามารถใช้ทักษะเดียวกันในการตบลูกได้

ส่วน การตบลูกหลังมือ กลุ่มนักกีฬาแบดมินตันที่มีทักษะ สูงมีการทำงานของกล้ามเนื้อ Anterior deltoid มากที่สุด (ร้อยละ 71 ± 50) เนื่องจากนักกีฬาแบดมินตันกลุ่มนี้ในกล้ามเนื้อลำตัว External oblique ข้างซ้ายหมุนตัวสร้างแรงในการตบ คาดว่า กล้ามเนื้อ Anterior deltoid ทำหน้าที่ช่วยในชะลอความเร็วลูกเพื่อควบคุมทิศทางในการตบลูก ส่วนกลุ่มนักกีฬาแบดมินตันที่มีทักษะ ต่ำมีการทำงานของกล้ามเนื้อ Pectoralis major มากที่สุด ซึ่งกล้ามเนื้อ Pectoralis major ทำหน้ายกแขนเหนือศีรษะ การตบลูกหลังมือน่าจะมีการใช้กล้ามเนื้อรยางค์แขนในการเหยียดแขน (Triceps Brachii) หรือข้อมือ (Wrist Extensor) สร้างความเร็วลูกที่มากกว่าแต่เนื่องจากปัญหาอุปกรณ์ที่ขัดข้องจึงไม่สามารถพิสูจน์แนวคิดดังกล่าวได้

อย่างไรก็ตามการศึกษาวิจัยครั้งนี้ทำเปรียบเทียบการทำงานของกล้ามเนื้อทั้งกล้ามเนื้อลำตัวหลักและกล้ามเนื้อรยางค์แขนระหว่างนักกีฬาแบดมินตันชายที่มีทักษะต่างกัน แม้ว่าผลที่ออกมาผู้เข้าร่วมวิจัยทั้ง 2 กลุ่มมีแนวโน้มการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัวหลักและกล้ามเนื้อรยางค์แขนค่อนข้างแตกต่างกัน แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อาจ เป็นข้อจำกัดของงานวิจัยที่ มีจำนวนผู้เข้าร่วมงานวิจัยจำนวนน้อย และ การเคลื่อนไหวของ ผู้เข้าร่วมงานวิจัย ที่ไม่เป็นธรรมชาติจากอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัยซึ่งมีสายรับส่งสัญญาณจำนวนมากติดกับร่างกายผู้เข้าร่วมงานวิจัย

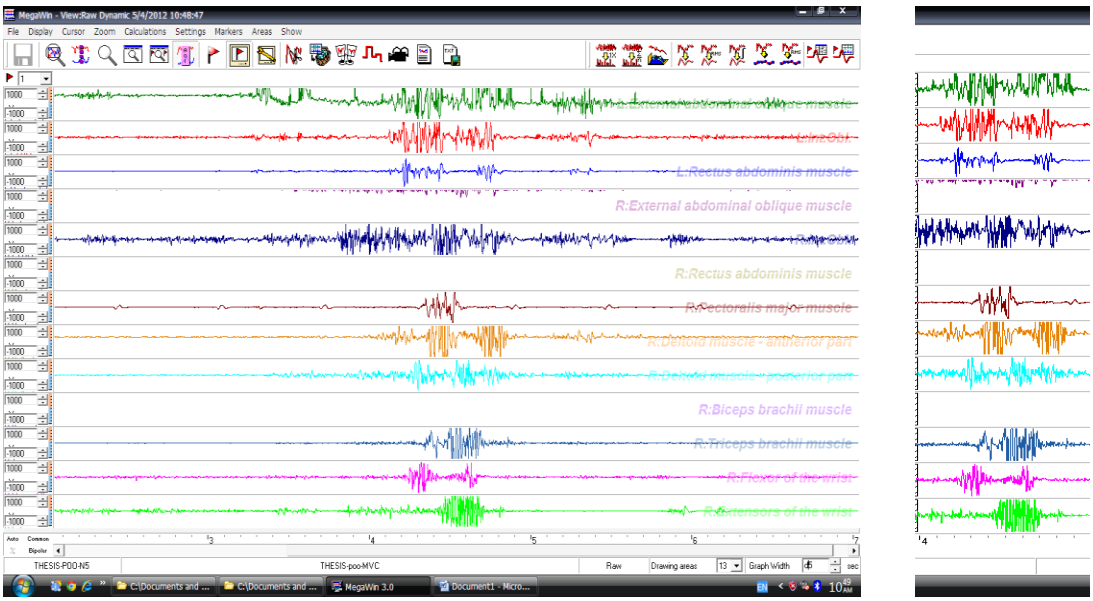
เมื่อพิจารณางานวิจัยคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อรยางค์แขนในนักกีฬาแบดมินตัน ยังไม่มีผู้ใดทำการวิจัยเปรียบเทียบการทำงานของกล้ามเนื้อรยางค์แขนในนักกีฬาแบดมินตันชายที่มีทักษะต่างกัน มีเพียงการศึกษาของ Chien-Lu Tsai และคณะในปี 2005 [13] ทำการศึกษาคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อในท่ายืนตบและกระโดดตบลูกขนไก่ของกล้ามเนื้อรยางค์แขนข้างขวา 7 กล้ามเนื้อ ได้แก่ Wrist flexor, Wrist extensor, Biceps brachii, Triceps brachii, Middle deltoid, Posterior deltoid และ Pectoralis major โดยใช้ Surface EMG ในนักกีฬาแบดมินตันทีมชาติไต้หวัน จำนวน 8 คน พบว่า การกระโดดตบลูกขนไก่มีคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อรยางค์แขนมากกว่าการยืนตบในช่วงก่อนไม้แร็คเก็ตสัมผัสลูกขนไก่ 0.7 วินาทีอย่างมีนัยสำคัญในทุกกล้ามเนื้อยกเว้นกล้ามเนื้อ Pectoralis major ขณะที่ช่วงไม้แร็คเก็ตสัมผัสลูกขนไก่และช่วงหลังเมื่อไม้แร็คเก็ตสัมผัสลูกขนไก่ไปแล้ว 0.4 วินาที การกระโดดตบมีรูปแบบการทำงานของกล้ามเนื้อ Wrist extensor มากกว่าการยืนตบอย่างมีนัยสำคัญ และตลอดทั้งช่วงการเคลื่อนไหวการกระโดดตบลูกขนไก่มีการทำงานของกล้ามเนื้อรยางค์แขนมากกว่าการยืนตบในกล้ามเนื้อทุกมัด แต่ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญคือกล้ามเนื้อ Wrist flexor, Wrist extensor, Triceps brachii และPectoralis major

ในปี 2006 Chien-Lu Tsai และคณะ [14] ศึกษาเปรียบเทียบคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อรยางค์แขนข้างขวา 7 กล้ามเนื้อ ได้แก่ Wrist flexor, Wrist extensor, Biceps brachii, Triceps brachii, Middle deltoid, Posterior deltoid และ Pectoralis major ในรูปแบบการตบลูกหน้ามือ และการตบลูกหลังมือ โดยใช้ Surface EMG ในนักกีฬาแบดมินตันทีมชาติไต้หวัน จำนวน 8 คน พบว่าในช่วงก่อนไม้แร็คเก็ตสัมผัสลูกขนไก่ 0.1 วินาที ลูกตบหน้ามือมีการทำงานของกล้ามเนื้อ Middle deltoid และ Posterior deltoid มากกว่าลูกตบหลังมืออย่างมีนัยสำคัญ และลูกตบหลังมือมีการทำงานของกล้ามเนื้อ Wrist extensor, Biceps brachii และ Pectoralis major มากกว่าลูกตบหน้ามืออย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่ช่วงไม้แร็คเก็ตสัมผัสลูกขนไก่ ในท่าลูกตบหน้ามือและลูกตบหลังมือมีการทำงานของกล้ามเนื้อค่อนข้างคล้ายกันมาก และช่วงหลังจากไม้แร็คเก็ตสัมผัสลูกขนไก่ไปแล้ว 0.1 วินาที ในการตบลูกหน้ามือมีการทำงานของกล้ามเนื้อ Middle deltoid และ Posterior deltoid มากกว่าลูกตบหลังมืออย่างมีนัยสำคัญ

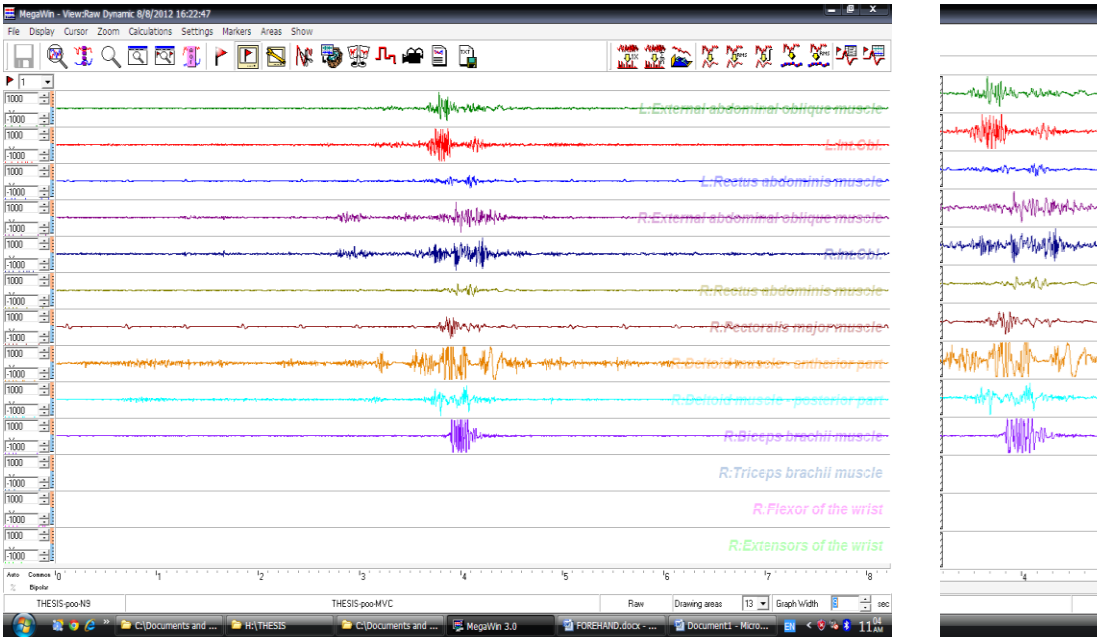
เมื่อเปรียบเทียบงานวิจัยนี้กับงานวิจัยของ Chien-Lu Tsai และคณะ ทั้ง 2 งานวิจัยจะพบว่านักกีฬาแบดมินตันที่เข้าร่วมการทดลองของ Chien-Lu Tsai และคณะ เป็นนักกีฬาแบดมินตันที่มีระดับความสามารถสูงกว่างานวิจัยนี้ คือเป็นนักกีฬาแบดมินตันระดับทีมชาติทั้งหมด และมีการวิเคราะห์เพียงกล้ามเนื้อรยางค์แขน ไม่มีการวิเคราะห์กลุ่มกล้ามเนื้อลำตัว พบว่านักกีฬาแบดมินตันกลุ่มดังกล่าวมีแนวโน้มจะใช้กล้ามเนื้อข้อมือ (Wrist flexor และ Wrist extensor) และกล้ามเนื้อข้อไหล่ (Middle deltoid และ Posterior deltoid) ที่มากกว่า นอกจากการสร้างความเร็วลูกแล้ว กล้ามเนื้อเหล่านี้มีแนวโน้มที่จะใช้ในการควบคุมทิศทางให้ดี ซึ่งอาจต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ชัดเจนขึ้น

รูปแบบการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัวหลักและกล้ามเนื้อรยางค์แขนในนักกีฬาแบดมินตันในการตบลูก

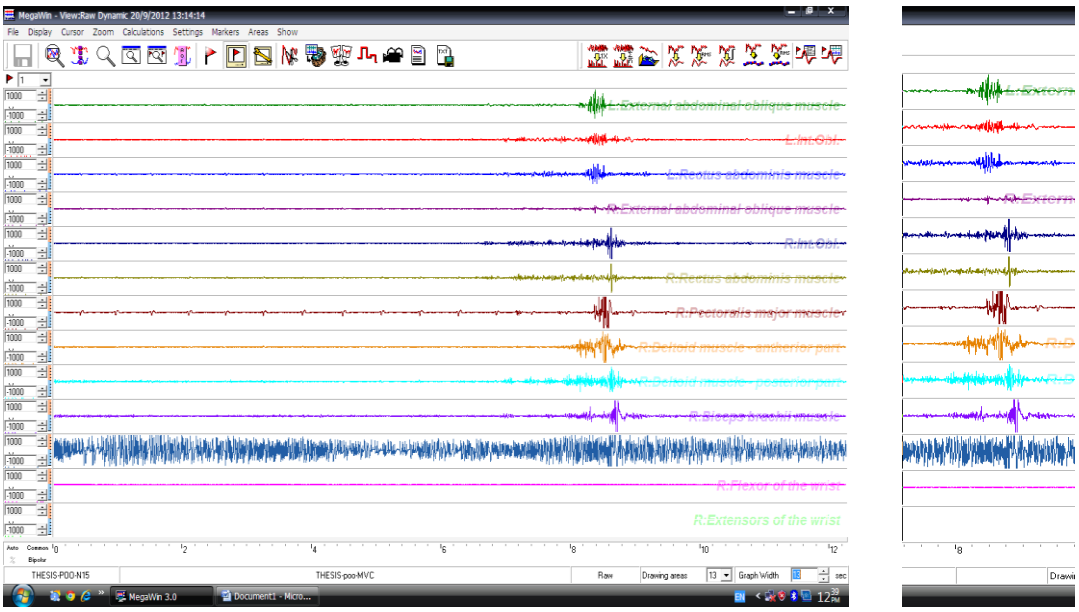
ในการตบลูกขนไก่ทั้งสามรูปแบบ ในนักกีฬาแบดมินตันที่มีทักษะสูงมักจะมีการเตรียมความพร้อมของร่างกายได้ดีกว่า รูปแบบการทำงานของกล้ามเนื้อมักจะเป็นในลักษณะ (proximal to distal) โดยกล้ามเนื้อลำตัวทำงานก่อนกล้ามเนื้อรยางค์แขน แต่ในนักกีฬาแบดมินตันที่มีทักษะต่ำการทำงานมีรูปแบบดังกล่าวที่ไม่ชัดเจนเท่านักกีฬาแบดมินตันที่มีทักษะสูง ภาพต่อไปนี้แสดงให้เห็นรูปแบบการทำงานของกล้ามเนื้อในลักษณะข้อมูลดิบของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อของการตบลูกทั้ง 3 ลักษณะของนักกีฬาแบดมินตันทั้งสองกลุ่ม โดยแถบคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรียงจากด้านบนลงล่างคือ กล้ามเนื้อ Left External oblique, Left Internal oblique, Left Rectus abdominis, Right External oblique , Right Internal oblique, Right Rectus abdominis, Right Pectoralis major, Right Anterior deltoid, Right Posterior deltoid, Right Biceps brachii, Right Triceps brachii, Right Flexors of the wrist และ Right Extensor of the wrist ดังภาพที่ 5.1-5.6



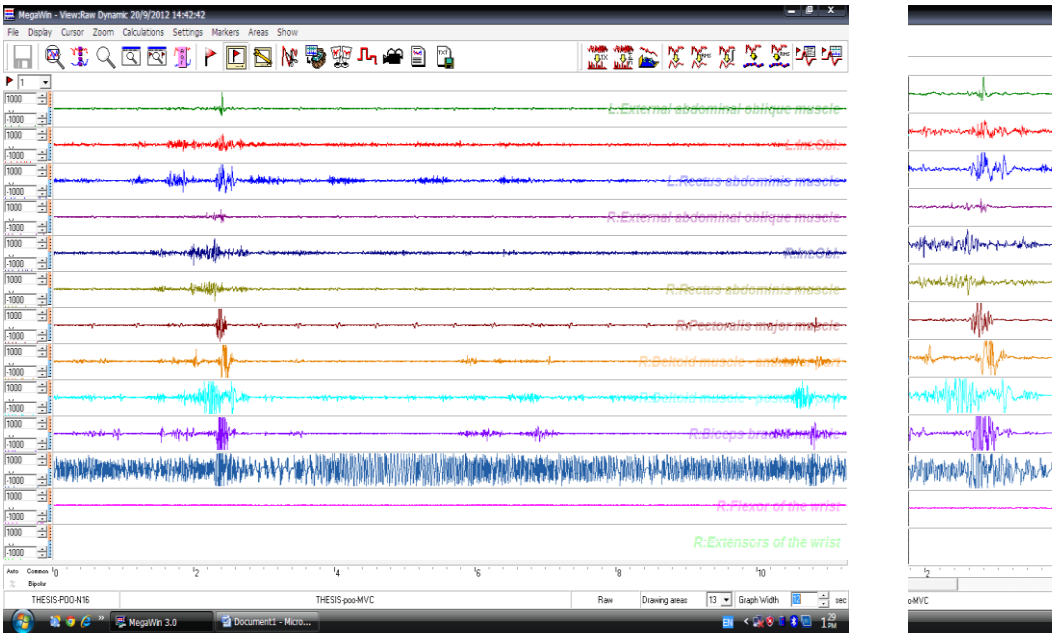
ภาพที่ 5.1 ซ้าย แสดงข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะตบลูกขนไก่หน้ามือในนักกีฬาแบดมินตันกลุ่มที่มีทักษะสูง ขวา แสดงช่วงเวลาก่อนการตบลูก 0.5 วินาที และหลังการตบลูก 0.5 วินาที ที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล



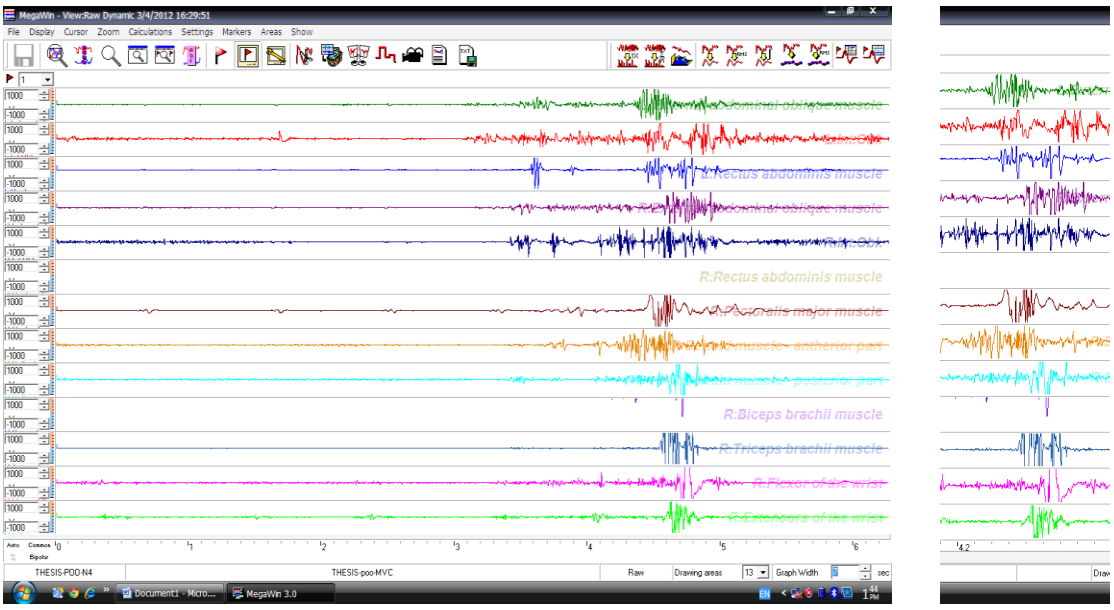
ภาพที่ 5.2 ซ้าย แสดงข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะตบลูกขนไก่หน้ามือในนักกีฬาแบดมินตันกลุ่มที่มีทักษะต่ำ ขวา แสดงช่วงเวลาก่อนการตบลูก 0.5 วินาที และหลังการตบลูก 0.5 วินาที ที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล



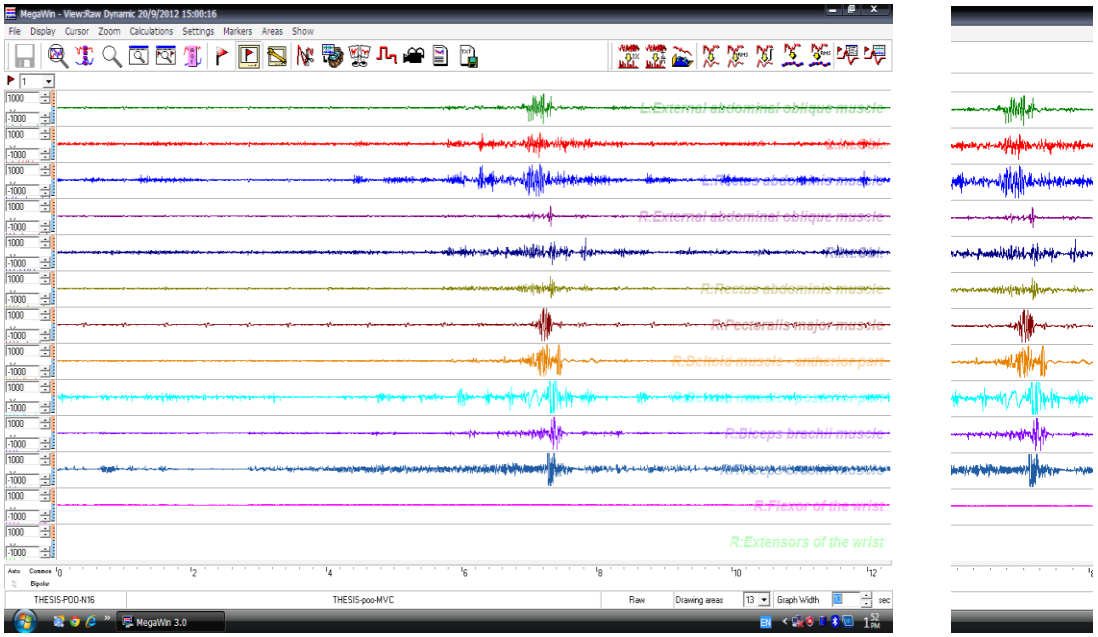
ภาพที่ 5.3 ซ้าย แสดงข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะตบลูกขนไก่หลังมือในนักกีฬาแบดมินตันกลุ่มที่มีทักษะสูง ขวา แสดงช่วงเวลาก่อนการตบลูก 0.5 วินาที และหลังการตบลูก 0.5 วินาที ที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล



ภาพที่ 5.4 ซ้าย แสดงข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะตบลูกขนไก่หลังมือในนักกีฬาแบดมินตันกลุ่มที่มีทักษะต่ำ ขวา แสดงช่วงเวลาก่อนการตบลูก 0.5 วินาที และหลังการตบลูก 0.5 วินาที ที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล



ภาพที่ 5.5 ซ้าย แสดงข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะตบลูกขนไก่หน้ามืออ้อมศีรษะในนักกีฬาแบดมินตันกลุ่มที่มีทักษะสูง ขวา แสดงช่วงเวลาก่อนการตบลูก 0.5 วินาที และหลังการตบลูก 0.5 วินาที ที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล



ภาพที่ 5.6 ซ้าย แสดงข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะตบลูกขนไก่หน้ามืออ้อมศีรษะ ในนักกีฬาแบดมินตันกลุ่มที่มีทักษะ ต่ำ ขวา แสดงช่วงเวลาก่อนการตบลูก 0.5 วินาที และหลังการตบลูก 0.5 วินาที ที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลของทักษะต่อความเร็วลูกขนไก่สูงสุดทันทีหลังจากกระทบไม้แร็คเก็ต

จากการวิเคราะห์ปัจจัยเรื่องของทักษะนักกีฬาแบดมินตันชายที่ระดับความสามารถต่างกันต่อความเร็วลูกขนไก่ สูงสุดทันทีหลังจากกระทบไม้แร็คเก็ต โดยการบันทึกภาพสะท้อนแสงแบบสามมิติจากตัวบอกตำแหน่งที่ติดตามข้อต่อของรยางค์แขน ไม้แร็คเก็ต และลูกขนไก่ ที่ความเร็ว 500 ภาพต่อวินาที เพื่อให้สามารถวัดความเร็ว การตบลูกขนไก่ที่มีการ เคลื่อนไหวด้วยความเร็วสูง และสามารถอธิบายกลไกการเคลื่อนไหวร่างกายที่มีความซับซ้อนกล้ามเนื้อได้ ในการศึกษาครั้งนี้ พบว่าในการตบลูกขนไก่ทั้ง 3 รูปแบบ ได้แก่ ลูกตบหน้ามือ ลูกตบหลังมือ ลูกตบหน้ามืออ้อม ศีรษะ กลุ่มนักกีฬาแบดมินตันชายที่มีทักษะ สูงมีความเร็วลูกขนไก่สูงกว่ากลุ่มนักกีฬาแบดมินตันชายที่มีทักษะต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับการศึกษาของ Sakurai และ Ohtsuki [4] ซึ่งทำการเปรียบเทียบการทำงานของกล้ามเนื้อแขนข้างขวาขณะตบลูกและพิจารณาความแม่นยำของการตบลูกของนักกีฬาแบดมินตันที่มีทักษะ สูงกับนักกีฬาแบดมินตันที่มีทักษะ ต่ำ โดยใช้ Surface EMG กล่าวว่า นอกจากนักกีฬาแบดมินตันที่มีทักษะ สูงมีความแม่นยำในการตบลูกมากกว่าแล้ว ยังมีความเร็วในการตบลูกมากกว่าอีกด้วย ที่กลุ่มนักกีฬาแบดมินตันชายที่มีทักษะ สูงมีความเร็วลูกขนไก่สูงกว่าอาจเป็นผลจากทักษะการฝึกฝน ฝึกซ้อม และประสบการณ์การแข่งขันด้วย

ผลของทักษะต่อมุมการบิดตัวระหว่างแนวข้อไหล่กับแนวข้อสะโพกขณะตบ ณ จุดไม้แร็คเก็ตกระทบลูกขนไก่ (X-factor)

จากการวิเคราะห์ปัจจัยเรื่องของทักษะนักกีฬาแบดมินตันชายที่ระดับความสามารถต่างกันต่อมุมการบิดตัวระหว่างแนวข้อไหล่กับแนวข้อสะโพก (X-factor) ที่ตำแหน่งไม้แร็คเก็ตกระทบลูกขนไก่ ขณะหมุนตัวตบลูกขนไก่ทั้ง 3 รูปแบบ โดยการบันทึกภาพสะท้อนแสงแบบสามมิติจากตัวบอกตำแหน่งที่ติดบริเวณข้อไหล่ และข้อสะโพกทั้ง 2 ข้าง พบว่ากลุ่มนักกีฬาแบดมินตันที่มีทักษะสูงมีมุมการบิดตัว (X-factor) และมุมการบิดตัวระหว่างแนวข้อไหล่กับแนวข้อสะโพกสูงสุด (X-factor stretch) ต่ำกว่ากลุ่มนักกีฬาแบดมินตันชายที่มีทักษะ ต่ำ แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ อาจเป็นเพราะกีฬาแบดมินตันตบลูกที่ไม่หยุดนิ่ง ต่างกับกีฬากอล์ฟ การสร้างพลังงานจากกล้ามเนื้อลำตัวเพื่อส่งแรงไปตบลูกที่ตำแหน่งต่างกันทุกๆการตบ เพื่อควบคุมทิศทางลูก และให้ได้แรงสูงสุดนั้นเป็นไปได้ยากกว่า การสร้างแรงส่วนใหญ่จึงอาศัยการสร้างแรงตบจากกล้ามเนื้อรยางค์แขนมากกว่ากล้ามเนื้อลำตัว จึงไม่สอดคล้องกับแนวความคิดผู้วิจัยที่ว่านักกีฬาแบดมินตันที่มีทักษะ สูงน่าจะมี X-factor มากกว่านักกีฬาแบดมินตันกลุ่มที่มีทักษะ ต่ำ เช่นในการศึกษาของ Jim McLean ในปี 2008 [9] เกี่ยวกับวงสวิงของนักกอล์ฟและการหมุนลำตัว ทำให้เกิดมุมของแนวไหล่กับแนวสะโพก โดย McLean สรุปว่าถ้าความสัมพันธ์ระหว่าง X-factor มีค่ามาก จะทำให้นักกอล์ฟตีลูกได้

แรงมากขึ้น จากการศึกษานี้ทำให้ทราบว่าถ้ามีการหมุนของลำตัวมากขณะเคลื่อนไหว ซึ่งเป็นการสะสมพลังงานไว้ที่ลำตัว น่าจะส่งผลให้เกิดแรงส่งผ่านไปที่รยางค์แขนมากด้วยเช่นกัน แต่เนื่องจากกีฬากอล์ฟเป็นกีฬาที่ลูกอยู่ในตำแหน่งที่นิ่ง จึงมีการบิดหมุนลำตัวเพื่อสะสมแรงให้ตีลูกได้แรงไว้ก่อนได้ ไม่ต้องกังวลกับทิศทางที่ลูกจะเคลื่อนที่เข้าหาผู้ตี ต่างกับกีฬาแบดมินตันซึ่งเป็นกีฬาที่ไม่สามารถควบคุมและคาดเดาตำแหน่งที่แน่นอนของลูกที่เคลื่อนที่เข้าหาผู้ตีได้ แม้ในช่วงแรกของการเคลื่อนไหวตัวตบลูกจะมีการบิดหมุนลำตัวเพื่อสะสมแรงตบ แต่ทิศทางและความแม่นยำของลูกก็เป็นข้อจำกัดในกีฬาแบดมินตันเช่นกัน แต่อย่างไรก็ดียังไม่มีผู้ใดทำการศึกษาวิจัยปัจจัยเรื่องของทักษะนักกีฬาแบดมินตันชายต่อมุมการบิดตัวระหว่างแนวข้อไหล่กับแนวข้อสะโพก (X-factor) ที่ตำแหน่งไม้แร็คเก็ตกระทบลูกขนไก่

ข้อเสนอแนะ

1. ควรศึกษาผลของทักษะต่อความแม่นยำในการตบลูกขนไก่เพิ่มเติมด้วย
2. ควรศึกษารูปแบบการทำงานของกล้ามเนื้อจากการวัดโดยใช้เครื่องบันทึกคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อในทักษะการตีในรูปแบบอื่นเพิ่มเติมด้วย เช่น ลูกเสิร์ฟ ลูกหยอด เป็นต้น และอาจเพิ่มจำนวนผู้เข้าร่วมงานวิจัยเพื่อเปรียบเทียบปัจจัยเรื่องของทักษะต่อการตบลูกขนไก่ เพื่อประโยชน์ต่อนักกีฬาแบดมินตัน ผู้สนใจ และวงการกีฬาแบดมินตันไทย

รายการอ้างอิง

1. นิพนธ์ กิติกุล. เอกสารคำสอนวิชา กิจกรรมกีฬาแบดมินตัน. กรุงเทพมหานคร: สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547.
2. หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมพลศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. คู่มือการเรียนการสอนแบดมินตัน ระดับมัธยมศึกษา. 2533: หน้า 37.
3. นภพร ทัศนัยนา. คัมภีร์ผู้ฝึกสอนแบดมินตัน. นครศรีธรรมราช: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์, 2548.
4. Sakurai and Ohtsuki. Muscle activity and accuracy of performance of the smash stroke in badminton with reference to skill and practice. Journal of Sports Sciences. 2000: 901-914.
5. สุรพล วงษ์สถิตย์ และณรงค์ศักดิ์ พุ่มจันทร์. การประยุกต์ชีวกลศาสตร์การกีฬาไปใช้ในการเล่นกีฬา. [ออนไลน์]. 2553. แหล่งที่มา: http://www.zeroxbook.com. [3 มีนาคม 2553]
6. โรงพยาบาลวิภาวดี. ความรู้สุขภาพกล้ามเนื้อกับวงสวิงกอล์ฟ การวิเคราะห์การทำดาวน์สวิงโดยใช้ EMG. [ออนไลน์]. 2553. แหล่งที่มา: http://www.vibhavadi.com. [3 มีนาคม 2553]
7. Krilee@ucalgary.ca. Badminton Friends. [ออนไลน์]. 2555. แหล่งที่มา: http://badminton.chorwong.com/badmintontechniques.html. [24 March 2012]
8. Samuel, R., Christophr, H., Thomas, C., et.al, Relationship between muscle coordination and forearm drive velocity in tennis. Journal of electromyography and kinesiology. 22, 2 (2011): 294-300.
9. McLean, J. Triple X-factor. Golf Digest. [Online]: 2008. Available from: http://www.golfdigest.com/instruction/swing/2008/01/mclean_xfactor. [5 May 2011]
10. Shariff, A.H, George, J. and Ramlan, A.A. Musculoskeletal injuries among Malaysian badminton players. Singapore Medical Journal. 50 (2009): 1095-1097.
11. Floyd, R.T. Manual of structural kinesiology, 17th. United States: McGraw-Hill, 2009.
12. Escamilla, R.F and Andrews, J.R. Shoulder muscle recruitment patterns and related biomechanics during upper extremity sports. Review article of sports medicine. 39, 7(2009): 569-590.

13. Tsai, C.L, Yang, C.C, Lin, M.S and Huang, K.S. The surface EMG activity analysis between badminton smash and jump smash. Proceedings of International Symposium on Biomechanics in Sports, 483-486. Beijing, China, 2005.

14. Tsai, C.L, Yang, C.C, Lin, M.S, Huang, K.S and Shiun, C.S. The surface EMG activity of the upper limp muscles of badminton forehand and backhand smashes. Proceedings of *XXIV*th International Symposium on Biomechanics in Sports, 762-765. Salzburg, Austria, 18 July 2006.

15. Farber, A.J, Smith, J.S, Kvitne, R.S, Mohr, K.J and Shin, S.S. Electromyographic analysis of forearm muscles in professional and amateur golfers. The American Journal of sports medicine. 37, 2(2009): 396-401.

16. Konrad, P. The ABC of EMG-A Practical introduction to kinesiological electromyography. USA: Noraxon INC, 2005.

17. Roscoe, J.T. Fundamental research statistics for the behavioural sciences, 2nd edition. New York: Holt Rinehart & Winston, 1975.

18. นวลอนงค์ ชัยปิยะพร. การทดสอบกำลังกล้ามเนื้อด้วยมือ, พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: บริษัท ลีฟวิ่ง ทรานส์ มีเดีย จำกัด, 2541.

19. Chow, J.W, Park, S.A and Tillman, M.D. Lower trunk kinematics and muscle activity during different types of tennis serves. Journal of Sports Medicine, Arthroscopy, Rehabilitation, Therapy & Technology. 2009: 1-14.

20. Myers, J., Lephart, S., Tsai, Y.S, Sell, T., Smoliga, J. and Jolly, J. The role of upper torso and pelvis rotation in driving performance during the golf swing. Journal of Sports Sciences. 26, 2(2008): 181–188.

21. Masso, N., Rey, F., Romero, D., Gual, G., Costa, L. and German, A. Surface electromyography applications in the sport. Review of Apunts Medicina DE L'sport. 2010: 121-130.

22. Shenoy, S. EMG in sports rehabilitation. Br J Sports Med Indian Association of Sports Medicine. 2010: 146-153.

23. Mesin, L.A., Merletti, R.A. and Rainoldi, A.B. Surface EMG: The issue of electrode location Journal of Electromyography and Kinesiology. 19(2009): 719–726.

24. Farina, D., Cescon, C. and Merletti, R. Influence of anatomical physical and detection-system parameters on surface EMG. Biological Cybernetics. 86(2002): 445–456.

25. งานวิชาการ กองการฝึกอบรม สำนักพัฒนาบุคลากรกีฬา คู่มือการฝึกสอนแบดมินตัน, หน้า 1-25. การกีฬาแห่งประเทศไทย, 2546.

26. Richards, J. Biomechanics in Clinic and Research An interactive teaching and learning course. Elsevier - Health Sciences Division, 2008.

27. Caine, D.J, Harmer, P.A and Schiff, M.A. Epidemiology of injury in Olympic sports. Blackwell Publishing, 2009: 49-58.

28. Wei, S.H., Chiang, J.Y., Shiang, T.Y. and Chang, H.Y. Comparison of Shock Transmission and Forearm Electromyography between Experienced and Recreational Tennis Players during Backhand Strokes. Clinical Journal of Sport Medicine. 16, 2(2006): 129-135.

29. Garcia, V., Moreside, J.M. and McGill, S.M. MVC techniques to normalize trunk muscle EMG in healthy women. Journal of Electromyography and Kinesiology. 20(2010): 10–16.

30. Badminton World Federation (BWF). Badminton rule. [Online]. 2010. Available from: http://www.internationalbadminton.org. [3 March 2012]

31. Caine,D.J., Harmer, P.A. and Schiff, M.A.. Epidermiology of injury in Olympic Sports. Blackwell Publishing, 2010.

32. Richards, J., Thewlis, D. and Selfe, J. Measurement of Muscle Funtion and Physiological Cost, 2008.

33. Tsai, C.L, Huang, K.S and Chang, S.S. Biomechanical analysis of EMG activity between badminton smash and drop shot. ASB 29th Annual Meeting, pp.1-4. 31 July -5 August 2008. Cleveland, Ohio, USA, 2008.

34. Winter, D.A. Biomechanics and motor control of human movement, 3rd. University of Waterloo, Ontario, Canada: John Wiley & Sons Inc, 2005.

35. เติมศรี ชำนาญกิจ. สถิติประยุกต์ทางการแพทย์, พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.

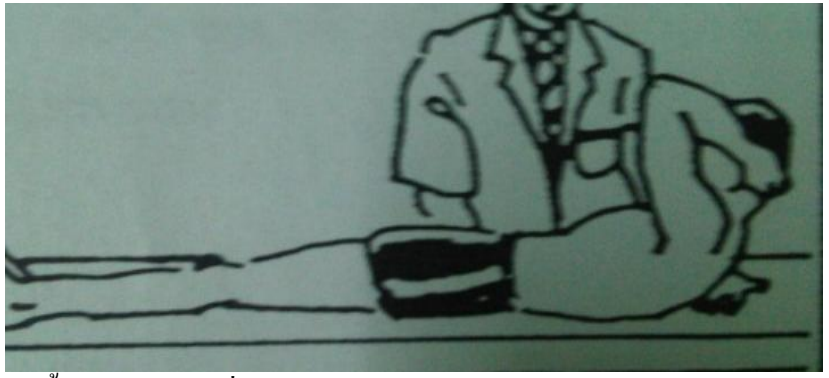
ภาคผนวก

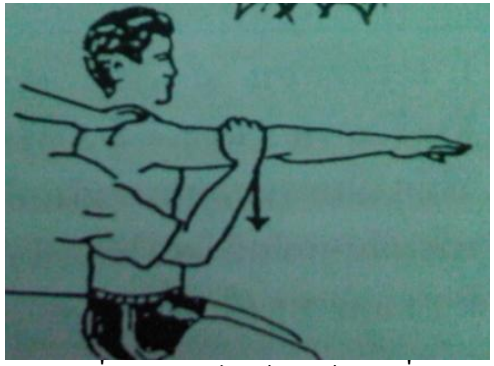
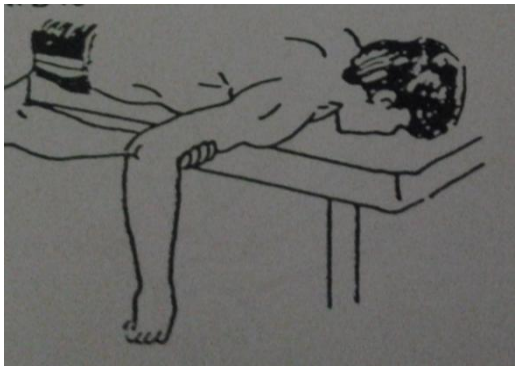
ภาคผนวก ก

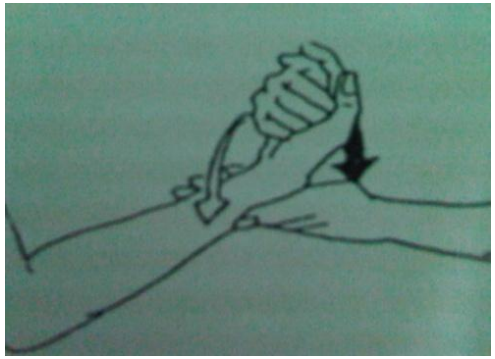
ท่าที่ใช้ทดสอบกำลังกล้ามเนื้อสูงสุด (Maximal Voluntary Isometric Contraction; MVIC)

<table>
<tr><th>กล้ามเนื้อ</th><th>ท่าที่ใช้ทดสอบ</th></tr>
<tr><td>Lt. External oblique</td><td rowspan="4">

ออกคำสั่ง
• กล้ามเนื้อ Lt. External oblique และ Rt. Internal oblique ให้หมุนลำตัวไปด้านขวามากที่สุด
• กล้ามเนื้อ Rt. External oblique และ Lt. Internal oblique ให้หมุนลำตัวไปด้านซ้ายมากที่สุด</td></tr>
<tr><td>Lt. Internal oblique</td></tr>
<tr><td>Rt. External oblique</td></tr>
<tr><td>Rt. Internal oblique</td></tr>
</table>

กล้ามเนื้อ	ท่าที่ใช้ทดสอบ
Lt. Rectus abdominis Rt. Rectus abdominis	 ออกคำสั่ง; ยกตัวขึ้นแนวตรงมากที่สุด
Rt. Pectoralis major	 ออกคำสั่ง; หุบแขนเข้าหาข้อไหล่ฝั่งตรงข้ามมากที่สุด

กล้ามเนื้อ	ท่าที่ใช้ทดสอบ	กล้ามเนื้อ	ท่าที่ใช้ทดสอบ
Anterior deltoid	 ออกคำสั่ง; ยกแขนไปข้างหน้ามากที่สุด	Posterior deltoid	 ออกคำสั่ง; ยกแขนไปด้านหลังมากที่สุด
Biceps brachii	 ออกคำสั่ง; งอข้อศอกเข้าหาตัวมากที่สุด	Triceps brachii	 ออกคำสั่ง; เหยียดข้อศอกเข้าหาตัวมากที่สุด

กล้ามเนื้อ	ท่าที่ใช้ทดสอบ	กล้ามเนื้อ	ท่าที่ใช้ทดสอบ
Flexor of the wrist	 ออกคำสั่ง; งอข้อมือเข้าหาตัวมากที่สุด	Extensor of the wrist	 ออกคำสั่ง; กระดกข้อมือขึ้นมากที่สุด

ภาคผนวก ข

คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	**เอกสารข้อมูลคำอธิบายสำหรับผู้เข้าร่วมในโครงการวิจัย** **(Information sheet for research participant)**

ชื่อโครงการ การบันทึกคลื่นสัญญาณไฟฟ้า กล้ามเนื้อ โดยการติดขั้วบันทึกบนผิวหนังบริเวณกล้ามเนื้อลำตัวและกล้ามเนื้อรยางค์แขนในท่าตบทแยงคอร์ทระหว่างนักกีฬาแบดมินตันชายที่ระดับความสามารถต่างกัน

THE SURFACE EMG ACTIVITY OF TRUNK AND UPPER LIMB MUSCLES OF THE CROSS COURT SMASH STROKE BETWEEN MALE BADMINTON PLAYERS OF DIFFERENT PERFORMANCE LEVELS.

ชื่อผู้วิจัย นางสาววิภาพร ชำนาญกิจ ผู้วิจัย

ผศ. นพ. ดร. ภาสกร วัธนธาดา อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิจัย

ผู้ดูแลที่ติดต่อได้

1. ผศ. นพ. ดร.ภาสกร วัธนธาดา ภาควิชาสรีรวิทยา คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โทรศัพท์ 02-256-4267
2. นางสาววิภาพร ชำนาญกิจ นิสิตหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเวชศาสตร์การกีฬา คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โทรศัพท์ 087-074-3977

สถานที่วิจัย

1. ศูนย์ความเป็นเลิศทางการแพทย์ด้านการเดินและการเคลื่อนไหว โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ อาคารแพทยพัฒน์ ชั้น 4 คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. ห้องปฏิบัติการกลุ่มวิจัยและพัฒนา สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร

เรียน ผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยทุกท่าน

ท่านได้รับเชิญให้เข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้เนื่องจากท่านเป็นนักแบดมินตันชาย อายุระหว่าง 18-30 ปี ก่อนที่ท่านจะตัดสินใจเข้าร่วมการศึกษา วิจัยดังกล่าว ขอให้ท่านอ่านเอกสารฉบับนี้อย่างถี่ถ้วน เพื่อให้ท่านได้ทราบถึงเหตุผลและรายละเอียดของการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ หากท่านมีข้อสงสัยใดๆ เพิ่มเติม กรุณาซักถามจากทีมงานของผู้ทำวิจัย ซึ่งจะเป็นผู้สามารถตอบคำถามและให้ความกระจ่างแก่ท่านได้

ท่านสามารถขอคำแนะนำในการเข้าร่วมโครงการวิจัยนี้จากครอบครัว เพื่อน หรือแพทย์ประจำตัวของท่านได้ ท่านมีเวลาอย่างเพียงพอในการตัดสินใจโดยอิสระ ถ้าท่านตัดสินใจแล้วว่าจะเข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้ ขอให้ท่านลงนามในเอกสารแสดงความยินยอมของโครงการวิจัยนี้

ความเป็นมาของโครงการวิจัย

กีฬาแบดมินตันเป็นกีฬาที่นิยมเล่นกันมากชนิดหนึ่งในโลก ประกอบด้วยทักษะการตีลูกสำคัญ 4 ลูกหลัก ได้แก่ ลูกโยน ลูกตบ ลูกดาด ลูกหยอด เป็นต้น ซึ่งลูกตบ (Smash) เป็นลูกที่ใช้ในการทำคะแนน วิถีของลูกจะวิ่งจากตำแหน่งสูงลงสู่พื้นสนามฝ่ายตรงข้ามด้วยความเร็วและรุนแรง แนววิถีการตบแบ่งออกได้ 2 แนวคือ การตบแนวทแยงคอร์ท (Cross court) และการตบแนวขนานคอร์ท (Parallel court) การตบลูกขนไก่แบ่งออกได้ 3 รูปแบบ คือ การตบลูกหน้ามือ การตบลูกหลังมือ และการตบลูกหน้ามืออ้อมศีรษะ ความแรงของลูกตบส่วนมากมาจากจังหวะของการประสานงานที่ถูกต้องของจังหวะฟุตเวิร์ค การเหวี่ยงแขนและข้อมือ การมีกล้ามเนื้อลำตัวที่แข็งแรงและทำงานประสานสัมพันธ์กัน ตลอดจนการใช้แรงจากการถ่ายน้ำหนักตัวจากเท้าหลังมาสู่เท้าหน้าขณะเคลื่อนที่ ซึ่งการตบลูกแต่ละแนววิถีและแต่ละ รูปแบบยังมีการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อลำตัวและการทำงานของกล้ามเนื้อแขนที่ต่างกันอีกด้วย

การพัฒนาศักยภาพนักกีฬาแบดมินตัน ให้นักกีฬามีประสิทธิภาพมากขึ้น มีการแสดงออกถึงความ สามารถสูงสุดในการแข่งขัน เพื่อให้แข่งขันในระดับนานาชาติได้ ควรมีการนำศาสตร์ต่างๆทางด้านวิทยาศาสตร์การกีฬามาช่วยพัฒนา เช่น การนำความรู้ด้านชีวกลศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับกลไกการเคลื่อนที่ เคลื่อนไหวของร่างกายมนุษย์ขณะเล่นกีฬา มาช่วยค้นหาจุดบกพร่องในการเล่นกีฬาของนักกีฬา และช่วยในการเสริมสร้างทักษะนักกีฬาสู่ความสามารถสูงสุดของแต่ละบุคคล โดยส่วนใหญ่จะศึกษาการเคลื่อนไหวขณะเล่นกีฬาโดยใช้กล้องวิดีโอ ซึ่งเป็นการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวด้วยตา ไม่สามารถบอกถึงรายละเอียดการใช้กล้ามเนื้อขณะเคลื่อนไหวได้ บอกได้เพียงการเคลื่อนไหวของข้อต่อต่างๆของร่างกาย ทำให้พัฒนาทักษะความสามารถได้ไม่เต็มที่ ปัจจุบันจึง

มีการนำเครื่องบันทึกคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyography; EMG) มาช่วยในการตรวจดูการทำงานของกล้ามเนื้อขณะเคลื่อนไหวซึ่งสามารถบอกรายละเอียดได้ว่ากล้ามเนื้อมัดใดทำงาน ช่วงการเคลื่อนไหวนั้นๆมีการ ทำงานมากน้อยอย่างไร การทำงานของกล้ามเนื้อขณะเคลื่อนไหวร่างกายเป็นไปตามลำดับที่ถูกต้องหรือไม่และมีการใช้กล้ามเนื้อที่สำคัญได้ดีหรือไม่ เป็นต้น อย่างไรก็ดีการศึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์การเคลื่อนไหว โดยใช้ EMG ในกีฬาแบดมินตันยังมีจำนวนน้อย และการศึกษาโดยใช้เครื่องบันทึกคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อแบบแปะผิวหนัง (Surface EMG) ที่ผ่านมายังไม่มีผู้วิจัยใดศึกษาการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัวหลักๆซึ่งเป็นกล้ามเนื้อสำคัญที่ใช้ในการหมุนลำตัวตบลูกขนไก่ ทำให้เกิดแรงในการตบลูกได้มากขึ้น และเมื่อวิเคราะห์ตามหลักทางกายวิภาคศาสตร์แล้ว ในการตบลูกทั้ง 3 รูปแบบ ทั้งการตบด้วยลูกหน้ามือ การตบด้วยลูกหลังมือ และการตบด้วยลูกหน้ามืออ้อมศีรษะ มีการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัวแตกต่างกัน

นอกจากความแรงในการตบลูกขนไก่จะขึ้นกับการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อลำตัวดังที่กล่าวข้างต้นแล้ว ยังขึ้นกับการเหวี่ยงแขนและข้อมือด้วยเช่นกัน แต่เนื่องจากยังไม่มีผู้วิจัยใดศึกษาการทำงานของกล้าม เนื้อลำตัวหลักๆที่จำเป็นในการหมุนลำตัวตบลูก และการศึกษาการทำงานของกล้ามเนื้อรยางค์แขนขณะเคลื่อนไหวโดยใช้ Surface EMG ในนักแบดมินตันยังมีจำนวนน้อยและไม่ครอบคลุมในทุกกล้ามเนื้อรยางค์แขนที่สำคัญที่ใช้ในการตบลูก จากความสำคัญดังกล่าวผู้วิจัย จึงเน้นศึกษากล้ามเนื้อลำตัวที่สามารถบันทึกสัญญาณ EMG ได้ชัดเจน กล้ามเนื้อมีขนาดใหญ่ และเป็นกล้ามเนื้อชั้นตื้น คือกล้ามเนื้อ ลำตัวส่วนเอวข้างขวาในนักกีฬาแบดมินตันที่ถนัดแขนขวา และยังศึกษากล้ามเนื้อลำตัวส่วนเอวทั้ง 2 ข้างของร่างกายและกล้ามเนื้อรยางค์แขนข้างขวามัดอื่นๆจากการวัดโดยใช้ EMG เมื่อตบลูกทั้ง 3 รูปแบบในแนววิถีการตบแบบทแยงคอร์ทในนักกีฬาแบดมินตันชายที่มีทักษะต่างกันว่ามีการทำงานของกล้ามเนื้อแตกต่างกันอย่างไร เพื่อประโยชน์ในการนำไปประยุกต์ใช้กับนักกีฬาแบดมินตันและผู้ที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดแก่ตัวนักกีฬาและวงการกีฬาแบดมินตันของประเทศไทย อีกทั้งยังเป็นแนวทางหนึ่งในการพัฒนาวงการกีฬาไทยด้วย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

วัตถุประสงค์หลัก ศึกษาเปรียบเทียบการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัวได้แก่ กล้ามเนื้อ External oblique ข้างขวาจากการวัดโดยใช้ Surface EMG ในแนววิถีการตบแบบทแยงคอร์ท เมื่อตบลูกทั้ง 3 รูปแบบ ได้แก่ การตบลูกหน้ามือ การตบลูกหลังมือ และการตบลูกหน้ามืออ้อมศีรษะในนักกีฬาแบดมินตันชายที่ระดับความสามารถต่างกัน

วัตถุประสงค์รอง ศึกษาเปรียบเทียบการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัวและกล้ามเนื้อรยางค์แขนมัดอื่นจากการวัดโดยใช้ Surface EMG ในแนววิถีการตบแบบทแยงคอร์ท เมื่อตบลูกทั้ง 3 รูปแบบ ได้แก่ การตบลูกหน้ามือ การตบลูกหลังมือ และ การตบลูกหน้ามืออ้อมศีรษะในนักกีฬาแบดมินตันชายที่ระดับความสามารถต่างกัน

จำนวนผู้เข้าร่วมในโครงการวิจัย คือ …….....30…….. คน

ระยะเวลาตลอดโครงการวิจัย คือ .....1 ปี.....

รายละเอียดที่จะปฏิบัติต่อผู้เข้าร่วมวิจัย

1. ท่านจะได้รับการชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับงานวิจัยโดยย่อ และได้รับการแจ้งให้ทราบว่าการเข้าร่วมโครงการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ท่านไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายใดๆทั้งสิ้น ท่านจะได้รับการสัมภาษณ์ เพื่อคัดกรองความเสี่ยงเบื้องต้น และตอบแบบสอบถามโดยผู้วิจัยตามเกณฑ์คัดเลือกเข้าศึกษา เมื่อท่านตัดสินใจเข้าร่วมงานวิจัย ท่านจะต้องลงนามยินยอมเข้าร่วมในการวิจัย

2. หลังจากท่านให้ความยินยอมที่จะเข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะขอตรวจดัชนีมวลกาย (BMI) และวัดความหนาของชั้นไขมันใต้ผิวหนังด้วยวิธี Skinfold measurement เพื่อคัดกรองว่าท่านมีคุณสมบัติที่เหมาะสมที่จะเข้าร่วมในการวิจัย

3. หากท่านมีคุณสมบัติตามเกณฑ์คัดเข้า ท่านจะได้รับเชิญให้มาร่วมโครงการวิจัยตามวันเวลาที่ผู้ทำวิจัยนัดหมาย เพื่อร่วมโครงการวิจัยในห้องปฏิบัติการและสถานที่วิจัยที่แจ้งข้างต้น โดยระยะเวลาที่ท่านอยู่ในโครงการวิจัยโดยประมาณ คือ 2 ชั่วโมง และมาเข้าร่วมงานวิจัยทั้งสิ้นจำนวน 1 ครั้ง

4. ผู้วิจัยหรือผู้ร่วมทำวิจัยอธิบายวิธีการทดสอบให้ท่านทราบ ดังนี้

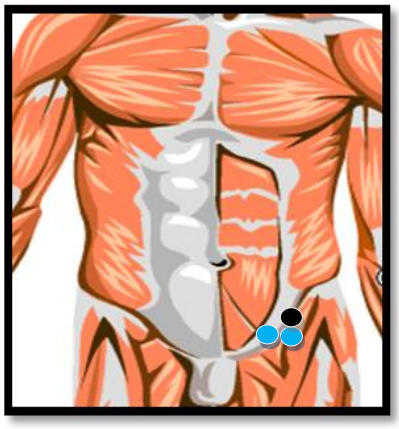
4.1 เมื่อท่านมาถึงห้องปฏิบัติการ ให้นั่งพัก 10 นาที เพื่อให้อัตราการเต้นของหัวใจอยู่ในระดับปกติของอัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก จากนั้นทำการวัดอัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก

4.2 ท่านต้องทำการอบอุ่นร่างกาย (Warm Up) และยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (Stretching) เพื่อเตรียมร่างกายให้พร้อมสำหรับการทดสอบ เป็นเวลา 10 นาที

4.3 ผู้วิจัยจะทำความสะอาดผิวหนังบริเวณกล้ามเนื้อลำตัวและกล้ามเนื้อรยางค์แขนที่เกี่ยวข้องในการทดสอบ โดยใช้แอลกอฮอล์และใช้ผ้ากอซขัดเบาๆ หลังจากนั้นผู้วิจัยทำการติดขั้วบันทึกคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electrode) ตามโปรแกรมของเครื่อง Biomonitor ME6000 และ Megawin software version 3.0บริเวณกล้ามเนื้อลำตัวส่วนเอวด้านหน้า ด้านข้าง และด้านหลังทั้ง 2 ข้างของร่างกาย และติดเฉพาะด้านขวาของร่างกายที่กล้ามเนื้อหัวไหล่ด้านหน้า -ด้านหลัง

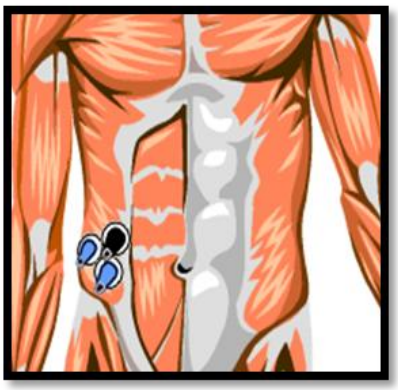
กล้ามเนื้อหน้าอก กล้ามเนื้อต้นแขนด้านหน้า -ด้านหลัง และกล้ามเนื้อปลายแขนด้านหน้า -ด้านหลัง จำนวนทั้งสิ้น 13 มัดกล้ามเนื้อ ดังภาพ

ภาพที่ 1 แสดงการติด Electrode ของกล้ามเนื้อ Left External oblique

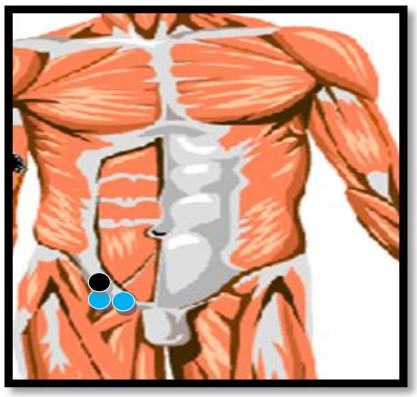


ภาพที่ 2 แสดงการติด Electrode ของกล้ามเนื้อ Left Internal oblique

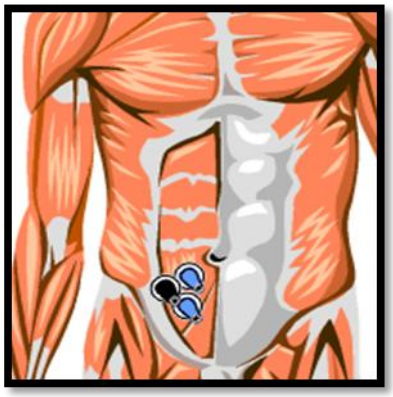
ภาพที่ 3 แสดงการติด Electrode ของกล้ามเนื้อ Left Rectus abdominis



ภาพที่ 4แสดงการติด Electrode ของกล้ามเนื้อ Right External oblique



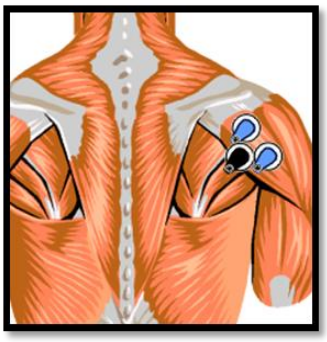
ภาพที่ 5 แสดงการติด Electrode ของกล้ามเนื้อ Right Internal oblique



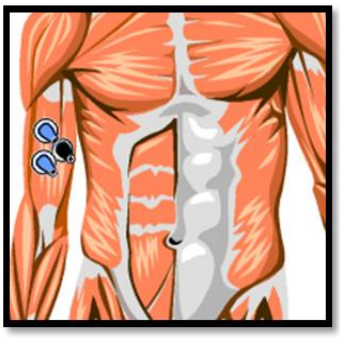
ภาพที่ 6 แสดงการติด Electrode ของกล้ามเนื้อ Right Rectus abdominis

ภาพที่ 7 แสดงการติด Electrode ของกล้ามเนื้อ Right Pectoralis major

ภาพที่ 8 แสดงการติด Electrode ของกล้ามเนื้อ Right Anterior deltoid

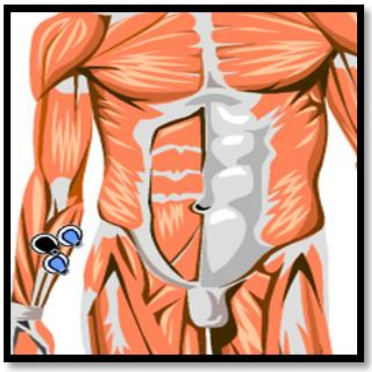


ภาพที่ 9 แสดงการติด Electrode ของกล้ามเนื้อ Right Posterior deltoid



ภาพที่ 10 แสดงการติด Electrode ของกล้ามเนื้อ Right Biceps brachii

ภาพที่ 11 แสดงการติด Electrode ของกล้ามเนื้อ Right Triceps brachii



ภาพที่ 12 แสดงการติด Electrode ของกล้ามเนื้อ Right Flexors of the wrist

ภาพที่ 13 แสดงการติด Electrode ของกล้ามเนื้อ Right Extensor of the wrist

4.4 ท่านจะได้รับการทดสอบการทำงานของกล้ามเนื้อสูงสุด (Maximal Voluntary Isometric Contraction; MVIC) ของทุกกล้ามเนื้อดังกล่าวข้างต้น

5. ติดตัวบอกตำแหน่ง (Reflextive marker) ที่ร่างกายตามตำแหน่งอ้างอิงที่กำหนดในการวิจัยครั้งนี้มี ตำแหน่ง คือ ข้อไหล่ (Acromion process) ทั้ง 2 ข้าง ข้อสะโพก (Anterior superior iliac spine; ASIS) ทั้ง 2 ข้าง ข้อมือขวา (Radial styloid process) ข้อศอกขวา (Lateral epicondyle)

ภาพที่ 14 แสดงตำแหน่งในการติดตัวบอกตำแหน่ง (Reflextive marker)

6. ให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยทั้ง 2 กลุ่ม รับลูกเสิร์ฟจากคนเสิร์ฟลูกขนไก่ซึ่งมีประสบการณ์การแข่งขันแบดมินตันอย่างน้อย 10 ปี และมีประสบการณ์การเสิร์ฟลูกมา 2 ปี จะเสิร์ฟในลักษณะให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยตบลูกกลับมา ในแนววิถีการตบแบบทแยงคอร์ท โดยการตบจะเริ่มจากการตบลูกหน้ามือ ตบลูกหลังมือ และตบลูกหน้ามืออ้อมศีรษะท่าละ 10 ลูก มีเวลาพักระหว่างการตบแต่ละลูก 5 วินาที เพื่อป้องกันการเมื่อยล้าของผู้เข้าร่วมงานวิจัย เมื่อครบการตบทั้ง 3 รูปแบบ รวม 30 ลูกถือเป็น 1 ชุดการตบ ระหว่างชุดการตบผู้เข้าร่วมงานวิจัยจะมีเวลาพัก 5 นาที และจะวนกลับมาเช่นเดิมอีก 2 ชุดการตบ กล่าวคือ ผู้เข้าร่วมงานวิจัยต้องตบลูกขนไก่ท่าละ 30 ลูก รวม 90 ลูกต่อคน

7. เมื่อทดสอบเสร็จให้ท่านทำการผ่อนคลายกล้ามเนื้อ (Cool Down) เป็นเวลา 10 นาที

ความรับผิดชอบของอาสาสมัครผู้เข้าร่วมในโครงการวิจัย

เพื่อให้งานวิจัยนี้ประสบความสำเร็จ ผู้ทำวิจัยใคร่ขอความร่วมมือจากท่านโดยจะขอให้ท่านปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ทำวิจัยอย่างเคร่งครัด รวมทั้งแจ้งอาการผิดปกติต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับท่านระหว่างที่ท่านเข้าร่วมในโครงการวิจัยให้ผู้ทำวิจัยได้รับทราบ

ผลข้างเคียงที่อาจเกิดขึ้นแก่ผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย

หลังจากทำก ารทดสอบตบลูกขนไก่ อาจมีผลข้างเคียง คือ อาการเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ เนื่องจาก การตบลูกขนไก่ สามารถแก้ไขโดยหลังทำการทดสอบเสร็จ ให้ท่านทำการผ่อนคลายกล้ามเนื้อ (Cool Down) ทันที และหลังจากทำการทดสอบเสร็จขอให้ท่านพักผ่อนให้เพียงพอ อาการเมื่อยล้าก็จะหายไป หากท่านเกิดการหกล้มขณะทำการทดสอบ จะหยุดการทดสอบ พร้อมกับปฐมพยาบาล และส่งแพทย์โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทย ในทันที เมื่อผู้ทำการทดสอบเห็นว่าท่านได้รับการบาดเจ็บรุนแรง

หากพบอันตรายที่เกิดขึ้นจากการวิจัย ท่านจะได้รับการรักษาอย่างเหมาะสมทันที หากพิสูจน์ได้ว่าท่านปฏิบัติตามคำแนะนำของทีมผู้ทำวิจัยแล้ว ผู้ทำวิจัย /ผู้สนับสนุนการวิจัยยินดีจะรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาลของท่าน และการลงนามในเอกสารให้ความยินยอม ไม่ได้หมายความว่าท่านได้สละสิทธิ์ทางกฎหมายตามปกติที่ท่านพึงมี

ในกรณีที่ท่านได้รับอันตรายใด ๆ หรือต้องการข้อมูลเพิ่มเติมที่เกี่ยวข้องกับโครงการวิจัย ท่านสามารถติดต่อกับผู้ทำวิจัยคือ นางสาววิภาพร ชำนาญกิจ ได้ตลอด 24 ชั่วโมง

ผลข้างเคียงของเครื่องมือในการตรวจวัดที่อาจเกิดขึ้นแก่ผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย

หลังจากทำ วัดความหนาของชั้นไขมันใต้ผิวหนังด้วยวิธี Skinfold measurement การทำความสะอาดผิวหนังบริเวณกล้ามเนื้อลำตัวและกล้ามเนื้อรยางค์แขนที่เกี่ยวข้องในการทดสอบ โดยใช้แอลกอฮอล์และใช้ผ้ากอซขัดเบาๆ และหลังจากการติดขั้วบันทึกคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ บริเวณผิวหนังอาจมีอาการแดงเล็กน้อย สามารถแก้ไขโดยหลังทำการทดสอบเสร็จขอให้ท่านพักผ่อนให้เพียงพอ อาการแดงบริเวณผิวหนังก็จะหายไป

ความเสี่ยงที่ไม่ทราบแน่นอน

ท่านอาจเกิดอาการข้างเคียง หรือความไม่สบาย นอกเหนือจากที่ได้แสดงในเอกสารฉบับนี้ ซึ่งอาการข้างเคียงเหล่านี้เป็นอาการที่ไม่เคยพบมาก่อน เพื่อความปลอดภัยของท่าน ควรแจ้งผู้ทำวิจัยให้ทราบทันทีเมื่อเกิดความผิดปกติใดๆ เกิดขึ้น

หากท่านมีข้อสงสัยใดๆ เกี่ยวกับความเสี่ยงที่อาจได้รับจากการเข้าร่วมในโครงการวิจัย ท่านสามารถสอบถามจากผู้ทำวิจัยได้ตลอดเวลา

หากมีการค้นพบข้อมูลใหม่ ๆ ที่อาจมีผลต่อความปลอดภัยของท่านในระหว่างที่ท่านเข้าร่วมในโครงการวิจัย ผู้ทำวิจัยจะแจ้งให้ท่านทราบทันที เพื่อให้ท่านตัดสินใจว่าจะอยู่ในโครงการวิจัยต่อไปหรือจะขอถอนตัวออกจากการวิจัย

ผลหรือประโยชน์ที่ผู้เข้าร่วมวิจัยจะได้รับจากการเข้าร่วมโครงการวิจัย

1. ท่านจะได้รับทราบข้อมูลพื้นฐานของการใช้กล้ามเนื้อลำตัวและกล้ามเนื้อรยางค์แขนของท่านขณะตบลูกเพื่อนำไปพัฒนาความสามารถของตนเองได้
2. ท่านจะได้นำผลจากงานวิจัยไปประยุกต์ใช้ในการฝึกซ้อมและการแข่งขันในกีฬาแบดมินตัน

ค่าตอบแทนต่ออาสาสมัครผู้เข้าร่วมวิจัย

ท่านจะไม่ได้รับเงินค่าตอบแทนจากการเข้าร่วมในการวิจัย แต่ท่านจะได้รับค่าเดินทางและเงินชดเชยการสูญเสียรายได้ หรือความไม่สะดวก ไม่สบาย ในการมาร่วมโครงการวิจัย ครั้งละ 500 บาท รวมทั้งหมด 1 ครั้ง

การเก็บข้อมูลเป็นความลับ

ผู้ทำวิจัยขอยืนยันว่า ข้อมูลเกี่ยวกับตัวท่านจะถูกเก็บไว้เป็นความลับ และจะใช้สำหรับงานวิจัยนี้เท่านั้น ชื่อของท่านจะไม่ปรากฏในแบบฟอร์มการเก็บข้อมูล และในฐานข้อมูลทั่วไป มีผู้ทำวิจัยเพียงคนเดียวเท่านั้นที่ทราบรายละเอียดของข้อมูลนี้ โดยจะใช้เฉพาะรหัสประจำโครงการวิจัยของท่าน

สิทธิ์ของผู้เข้าร่วมในโครงการวิจัย

ในฐานะที่ท่านเป็นผู้เข้าร่วมในโครงการวิจัย ท่านจะมีสิทธิ์ดังต่อไปนี้

1. ท่านจะได้รับทราบถึงลักษณะและวัตถุประสงค์ของการวิจัยในครั้งนี้
2. ท่านจะได้รับการอธิบายเกี่ยวกับระเบียบวิธีการของการวิจัยทางการแพทย์ รวมทั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้
3. ท่านจะได้รับการอธิบายถึงความเสี่ยงและความไม่สบายที่จะได้รับจากการวิจัย
4. ท่านจะได้รับการอธิบายถึงประโยชน์ที่ท่านอาจจะได้รับจากการวิจัย
5. ท่านจะมีโอกาสได้ซักถามเกี่ยวกับงานวิจัยหรือขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

6. ท่านจะได้รับทราบว่าการยินยอมเข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้ ท่านสามารถขอถอนตัวจากโครงการเมื่อไรก็ได้ โดยผู้เข้าร่วมในโครงการวิจัยสามารถขอถอนตัวจากโครงการโดยไม่ได้รับผลกระทบใด ๆ ทั้งสิ้น

7. ท่านจะได้รับสำเนาเอกสารใบยินยอมที่มีทั้งลายเซ็นและวันที่

8. ท่านจะได้โอกาสในการตัดสินใจว่าจะเข้าร่วมในโครงการวิจัยหรือไม่ก็ได้ โดยปราศจากการใช้อิทธิพลบังคับข่มขู่ หรือการหลอกลวง

หากท่านมีข้อสงสัยใดๆ สามารถสอบถามได้ที่ นางสาววิภาพร ชำนาญกิจ โทรศัพท์ 087-074-3977 ซึ่งยินดีตอบคำถามทุกเวลา

หากท่านไม่ได้รับการชดเชยอันควรต่อการบาดเจ็บหรือเจ็บป่วยที่เกิดขึ้นโดยตรงจากการวิจัย หรือท่านไม่ได้รับการปฏิบัติตามที่ปรากฏในเอกสารข้อมูลคำอธิบายสำหรับผู้เข้าร่วมในการวิจัย ท่านสามารถร้องเรียนได้ที่ คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัย คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ตึกอานันทมหิดลชั้น 3 โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ถนนพระราม 4 ปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทร 0-2256-4455 ต่อ 14, 15 ในเวลาราชการ

ขอขอบคุณในความร่วมมือของท่านมา ณ ที่นี้

.....

ภาคผนวก ค

คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	**เอกสารแสดงความยินยอมเข้าร่วมในโครงการวิจัย**

การวิจัยเรื่อง การบันทึกคลื่นสัญญาณไฟฟ้า กล้ามเนื้อ โดยการติดขั้วบันทึกบนผิวหนังบริเวณกล้ามเนื้อลำตัวและกล้ามเนื้อรยางค์แขนในท่าตบทแยงคอร์ทระหว่างนักกีฬาแบดมินตันชายที่ระดับความสามารถต่างกัน

วันให้คำยินยอม วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ.....

ข้าพเจ้า นาย.....

ที่อยู่.....

ได้อ่านรายละเอียดจากเอกสารข้อมูลสำหรับผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยวิจัยที่แนบมาฉบับวันที่..... และข้าพเจ้ายินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัยโดยสมัครใจ

ข้าพเจ้าได้รับสำเนาเอกสารแสดงความยินยอมเข้าร่วมในโครงการวิจัยที่ข้าพเจ้าได้ลงนามและวันที่ พร้อมด้วยเอกสารข้อมูลสำหรับผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย ทั้งนี้ก่อนที่จะลงนามในใบยินยอมให้ทำการวิจัยนี้ ข้าพเจ้าได้รับการอธิบายจากผู้วิจัยถึงวัตถุประสงค์ของการวิจัย ระยะเวลาของการทำวิจัย วิธีการวิจัย อันตราย หรืออาการที่อาจเกิดขึ้นจากการวิจัย รวมทั้งประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นจากการวิจัย ข้าพเจ้ามีเวลาและโอกาสเพียงพอในการซักถามข้อสงสัยจนมีความเข้าใจอย่างดีแล้ว โดยผู้วิจัยได้ตอบคำถามต่าง ๆ ด้วยความเต็มใจไม่ปิดบังซ่อนเร้นจนข้าพเจ้าพอใจ

ข้าพเจ้ารับทราบจากผู้วิจัยว่าหากเกิดอันตรายใด ๆ จากการวิจัยดังกล่าว ผู้เข้าร่วมวิจัยจะได้รับการรักษาพยาบาลโดยไม่เสียค่าใช้จ่าย

ข้าพเจ้ามีสิทธิที่จะบอกเลิกเข้าร่วมในโครงการวิจัยเมื่อใดก็ได้ โดยไม่จำเป็นต้องแจ้งเหตุผล และการบอกเลิกการเข้าร่วมการวิจัยนี้ จะไม่มีผลต่อสิทธิอื่น ๆ ที่ข้าพเจ้าจะพึงได้รับต่อไป

ผู้วิจัยรับรองว่าจะเก็บข้อมูลส่วนตัวของข้าพเจ้าเป็นความลับ และจะเปิดเผยได้เฉพาะเมื่อได้รับการยินยอมจากข้าพเจ้าเท่านั้น คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน อาจได้รับอนุญาตให้เข้ามาตรวจและประมวลข้อมูลของผู้เข้าร่วมวิจัย ทั้งนี้จะต้องกระทำไปเพื่อวัตถุประสงค์

เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลเท่านั้น โดยการตกลงที่จะเข้าร่วมการศึกษานี้ข้าพเจ้าได้ให้คำยินยอมที่จะให้มีการตรวจสอบข้อมูลประวัติทางการแพทย์ของผู้เข้าร่วมวิจัยได้

ผู้วิจัยรับรองว่าจะไม่มีการเก็บข้อมูลใด ๆ ของผู้เข้าร่วมวิจัย เพิ่มเติม หลังจากที่ข้าพเจ้าขอยกเลิกการเข้าร่วมโครงการวิจัยและต้องการให้ทำลายเอกสารและ /หรือ ตัวอย่างที่ใช้ตรวจสอบทั้งหมดที่สามารถสืบค้นถึงตัวข้าพเจ้าได้

ข้าพเจ้าเข้าใจว่า ข้าพเจ้ามีสิทธิ์ที่จะตรวจสอบหรือแก้ไขข้อมูลส่วนตัวของข้าพเจ้าและสามารถยกเลิกการให้สิทธิในการใช้ข้อมูลส่วนตัวของข้าพเจ้าได้ โดยต้องแจ้งให้ผู้วิจัยรับทราบ

ข้าพเจ้าได้ตระหนักว่าข้อมูลในการวิจัยรวมถึงข้อมูลทางการแพทย์ของข้าพเจ้าที่ไม่มีการเปิดเผยชื่อ จะผ่านกระบวนการต่าง ๆ เช่น การเก็บข้อมูล การบันทึกข้อมูลในแบบบันทึกและในคอมพิวเตอร์ การตรวจสอบ การวิเคราะห์ และการรายงานข้อมูลเพื่อวัตถุประสงค์ทางวิชาการ รวมทั้งการใช้ข้อมูลทางการแพทย์ในอนาคต เท่านั้น

ข้าพเจ้าได้อ่านข้อความข้างต้นและมีความเข้าใจดีทุกประการแล้ว ยินดีเข้าร่วมในการวิจัยด้วยความเต็มใจ จึงได้ลงนามในเอกสารแสดงความยินยอมนี้

.....ลงนามผู้ให้ความยินยอม

(.....) ชื่อผู้ยินยอมตัวบรรจง

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ข้าพเจ้าได้อธิบายถึงวัตถุประสงค์ของการวิจัย วิธีการวิจัย อันตราย หรืออาการไม่พึงประสงค์หรือความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นจากการวิจัย รวมทั้งประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นจากการวิจัยอย่างละเอียด ให้ผู้เข้าร่วมในโครงการวิจัยตามนามข้างต้นได้ทราบและมีความเข้าใจดีแล้ว พร้อมลงนามลงในเอกสารแสดงความยินยอมด้วยความเต็มใจ

..... ลงนามผู้ทำวิจัย

(.....) ชื่อผู้ทำวิจัย ตัวบรรจง

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

..... ลงนามพยาน

(.....) ชื่อพยาน ตัวบรรจง

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

สำหรับผู้วิจัย
เลขที่.....
วันที่.....

ภาคผนวก ง

แบบสอบถามข้อมูลเพื่อการคัดกรองเบื้องต้น

เกณฑ์การคัดเลือกเข้าศึกษา (Inclusion criteria)

1. เป็นนักแบดมินตันชายไทยที่มีอายุ 18-30 ปี ถนัดแขนข้างขวา . ใช่ ไม่ใช่
2. เป็นผู้ที่มีสุขภาพดี ไม่มีอาการปวด และไม่มีการบาดเจ็บใดๆ โดยเฉพาะบริเวณลำตัว และรยางค์แขนขณะเริ่มเข้าร่วมงานวิจัย . ใช่ ไม่ใช่
3. ไม่มีความผิดปกติเกี่ยวกับเส้นประสาทและกล้ามเนื้อ และไม่มีข้อจำกัดในการเคลื่อนไหวของลำตัวและรยางค์แขน . ใช่ ไม่ใช่
4. สมัครใจและลงนามในใบยินยอมการเข้าร่วมวิจัย . ใช่ ไม่ใช่

เกณฑ์การคัดเลือกออกจากการศึกษา (Exclusion criteria)

1. ผู้เข้าร่วมวิจัยอยู่ในสภาวะเจ็บป่วย หรือบาดเจ็บที่เป็นอุปสรรคต่อการทดลอง . ใช่ ไม่ใช่
2. ผู้เข้าร่วมวิจัยเป็นนักกีฬาประเภทอื่นที่ใช้กล้ามเนื้อลำตัว และแขนเป็นหลัก เช่น เทนนิส สควอซ์ บาสเกตบอล วอลเล่ย์บอล เป็นต้น . ใช่ ไม่ใช่
3. มีข้อจำกัด ข้อห้าม ในการทดสอบด้วยเครื่องวัดคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ เช่น ผิวหนังบริเวณที่ใช้ทดสอบมีแผลเปิด เป็นต้น . ใช่ ไม่ใช่

หมายเหตุ (สำหรับผู้วิจัย);

- ค่าดัชนีมวลกาย (Body Mass Index; BMI) =……..……..

- Skinfold thickness

Muscle	Skinfold thickness (mm.)	Muscle	Skinfold thickness (mm.)
Lt. External oblique		Rt. Anterior deltoid	
Rt. External oblique		Rt. Posterior deltoid	
Lt. Internal oblique		Rt. Biceps brachii	
Rt. Internal oblique		Rt. Triceps brachii	
Lt. Rectus abdominis		Rt. Flexors of the wrist	
Rt. Rectus abdominis		Rt. Extensor of the wrist	
Rt. Pectoralis major			

สำหรับผู้วิจัย
เลขที่.....
วันที่.....

ภาคผนวก จ

แบบบันทึกข้อมูลส่วนบุคคล

เรื่อง การบันทึกคลื่นสัญญาณไฟฟ้า กล้ามเนื้อ โดยการติดขั้วบันทึกบนผิวหนังบริเวณกล้ามเนื้อลำตัวและกล้ามเนื้อรยางค์แขนในท่าตบทแยงคอร์ทระหว่างนักกีฬาแบดมินตันชายที่ระดับความสามารถต่างกัน

ส่วนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐาน

1. วัน/เดือน/ปีเกิด.....อายุ ..... ปี เชื้อชาติ.....สัญชาติ.....
2. น้ำหนัก ..... กิโลกรัม ส่วนสูง ..... เซนติเมตร BMI = ……กิโลกรัม/ (เมตร)^2
3. เป็นหรือเคยเป็นนักกีฬาแบดมินตันทีมมหาวิทยาลัย/ ทีมระดับสโมสร/ทีมชาติไทย
   - ○ เป็น โปรดระบุทีม.....
   - ○ ไม่เป็น
4. ประสบการณ์การแข่งขัน.....ปี
5. ระยะเวลาการฝึกซ้อม.....วัน/สัปดาห์
6. ระยะเวลาการฝึกซ้อมต่อครั้ง.....
7. ถนัดท่าใดมากที่สุดขณะเล่นแบดมินตัน.....

ส่วนที่ 2 ประวัติสุขภาพ

1. ใน 3 เดือนที่ผ่านมา ท่านมีปัญหาดังต่อไปนี้หรือไม่
   - . มีบริเวณที่มีรอยโรคบนผิวหนังที่ยังไม่หายสนิทดี
   - . บริเวณที่เปลี่ยนข้อต่อ
   - □มีบริเวณที่มีการติดเชื้อ
   - . กระดูกหักที่ยังติดไม่ดี
   - . มีบริเวณที่มีการอักเสบ
   - . ไม่มี
2. ขณะนี้ท่านมีปัญหาสุขภาพ และ/หรือมีภาวะเครียดหรือไม่
   - . ไม่มี . มี
3. ใน 24 ชั่วโมงที่ผ่านมา ท่านดื่มเครื่องดื่มที่ผสมแอลกอฮอล์หรือไม่
   - . ไม่เคยดื่ม . ดื่ม

สำหรับผู้วิจัย
เลขที่.....
วันที่.....

ภาคผนวก ฉ

แบบบันทึกข้อมูลของการวิจัย

1. ลักษณะทางกายภาพ

- อายุ.....ปี
- น้ำหนัก.....กิโลกรัม ส่วนสูง.....เซนติเมตร
- BMI.....กิโลกรัม/เมตร^2

2. MVIC

Muscle	MVIC				Muscle	MVIC			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
Lt. External oblique					Rt. Anterior deltoid				
Lt. Internal oblique					Rt. Posterior deltoid				
Lt. Rectus abdominis					Rt. Biceps brachii				
Rt. External oblique					Rt. Triceps brachii				
Rt. Internal oblique					Rt. Flexors of the wrist				
Rt. Rectus abdominis					Rt. Extensor of the wrist				
Rt. Pectoralis major									

***หมายเหตุ: .....

3. The kinematics variables of the shuttlecock.

Variables	Unskilled/Skilled										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	ค่าเฉลี่ย
Shuttle velocity maximal (m/s) - Forehand smash - Backhand smash - Overhead smash											
X-factor stretch - Forehand smash - Backhand smash - Overhead smash											
X-factor pre-impact - Forehand smash - Backhand smash - Overhead smash											

***หมายเหตุ: .....

4. The surface EMG variables.

Muscles	smash	Peak Amp. (μv)	Mean IEMG (μv)	Muscles	smash	Peak Amp. (μv)	Mean IEMG (μv)
Lt. External oblique	Forehand			Rt. Anterior deltoid	Forehand		
	Backhand				Backhand		
	Overhead				Overhead		
Lt. Internal oblique	Forehand			Rt. Posterior deltoid	Forehand		
	Backhand				Backhand		
	Overhead				Overhead		
Lt. Rectus abdominis	Forehand			Rt. Biceps brachii	Forehand		
	Backhand				Backhand		
	Overhead				Overhead		
Rt. External oblique	Forehand			Rt. Triceps brachii	Forehand		
	Backhand				Backhand		
	Overhead				Overhead		
Rt. Internal oblique	Forehand			Rt. Flexor of the wrist	Forehand		
	Backhand				Backhand		
	Overhead				Overhead		
Rt. Rectus abdominis	Forehand			Rt. Extensor of the wrist	Forehand		
	Backhand				Backhand		
	Overhead				Overhead		
Rt. Pectoralis major	Forehand						
	Backhand						
	Overhead						

***หมายเหตุ: .....

.....

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาววิภาพร ชำนาญกิจ เกิดเมื่อวันที่ 17 เมษายน พ.ศ.2529 ณ จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต กายภาพบำบัด จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2550 และเข้าศึกษาในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเวชศาสตร์การกีฬา คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2552

ผลงานทางวิชาการ ได้แก่ โครงการวิจัยวิทยาศาสตรบัณฑิต กายภาพบำบัด เรื่อง “ผลของการกระตุ้นไฟฟ้าที่จุดฝังเข็มเพื่อควบคุมน้ำหนัก” เมื่อ พ.ศ.2550