



บทที่ 2

เอกสารและวรรณคดีที่เกี่ยวข้อง

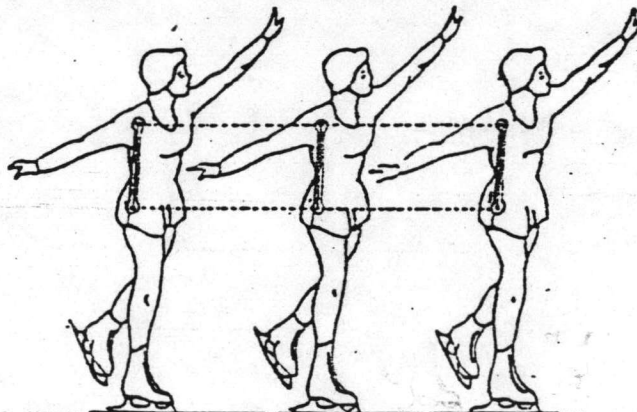
การศึกษาวิชัยทางวิทยาศาสตร์การกีฬากำลังเป็นที่สนใจอย่างกว้างขวางในประเทศต่าง ๆ เพื่อนำประโยชน์จากการศึกษามาใช้ในการพัฒนาศักยภาพทางการกีฬาของประเทศให้เจริญรุดหน้ายิ่งขึ้น ซึ่งงานการศึกษาวิชัยทางด้านนี้ ผู้ศึกษาวิชัยต้องมีความรู้ความเข้าใจในพื้นฐานของการศึกษาวิชาแขนงอื่น ๆ เช่น หลักทางชีวกลศาสตร์ กายวิภาคศาสตร์ สรีรวิทยา และเทคนิคของกีฬานิตที่ต้องการศึกษา

เอกสารและการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชีวกลศาสตร์ (Biomechanics) คือการศึกษาถึงระบบการทำงานของโครงสร้างของร่างกายที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหว ได้แก่ กระดูก กล้ามเนื้อ เอ็น ข้อต่อ แล้วนำมาประยุกต์กับหลักวิชาทางกลศาสตร์ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับ แรง ความเร็ว ความเร่ง จุดหมุน เหล่านี้เป็นต้น (กานดา ใจภักดี, 2531)

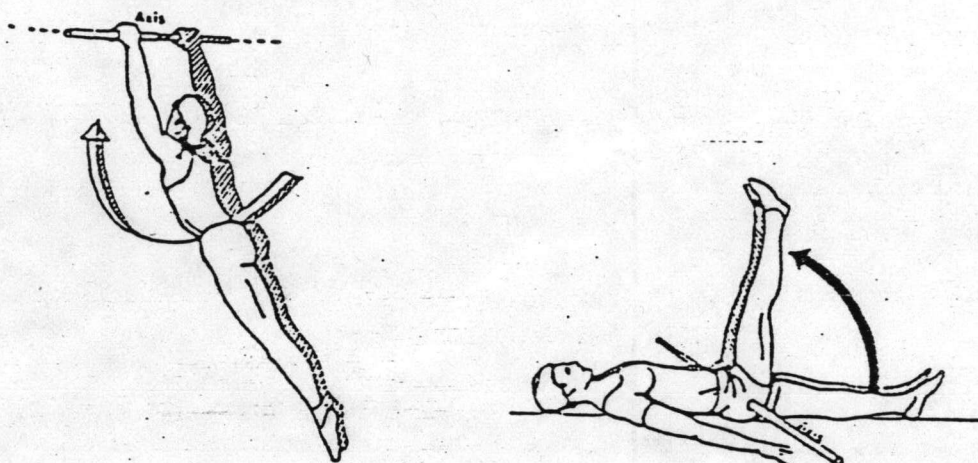
ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับทางกลศาสตร์ คือคำว่า การเคลื่อนไหว (Motion) ซึ่งมีหลักใหญ่อยู่ 3 แบบ คือ

1. การเคลื่อนไหวจากจุดหนึ่งไปยังจุดหนึ่ง ทำให้เกิดมีการเคลื่อนที่ไปของร่างกาย (Translation or Linear Motion) ดังภาพตัวอย่างจะเห็นการเคลื่อนไหวของลำตัวไปในแนวเดียวกัน (ดังภาพ)



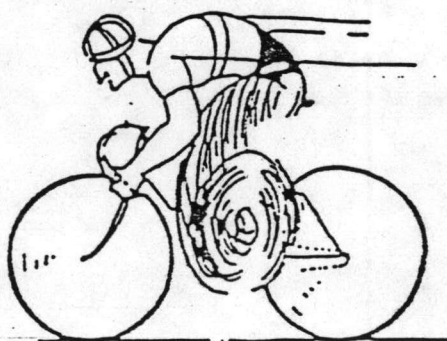
2. การเคลื่อนไหวโดยการหมุน (Rotation or Angular Motion)

ตั้งภาพตัวอย่าง จะ เห็นการ เคลื่อนไหวของลาตัว เป็นเส้นรอบวงตามแนวท่างจากจุดหมุน คือมือทั้ง 2 ซ้างเป็นแกน หรือขาและปลายเท้าเคลื่อนไหวเป็นเส้นรอบวงตามแนว ท่างจากจุดหมุนเท่ากันเสมอ คือ ส่วนข้อสะโพก นอกจากนี้ยังมีมุมระหว่างส่วนที่ เคลื่อนไหวกับจุดหมุนเกิดขึ้นอีกด้วย (ตั้งภาพ)



3. การเคลื่อนไหวทั้ง 2 แบบร่วมกัน (Combine Motion) ตั้งภาพ

คนขี่จักรยาน จะเห็นว่าลาตัว แขน ศรีษะเคลื่อนไหวแบบแรก ส่วนขาตั้งแต่ต้นขาลงมา จนถึง เท้าเคลื่อนไหวแบบที่สอง (ตั้งภาพ)



การศึกษาทางกลศาสตร์แบ่งได้ 2 ส่วน คือ

สถิตศาสตร์ (Statics) เป็นการศึกษาวัตถุหรือส่วนของร่างกายในภาวะสมดุลย์ ซึ่งอาจเป็นการอยู่กับที่ หรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ก็ได้

ไดนามิกส์ (Dynamics) เป็นการศึกษาวัตถุหรือส่วนของร่างกายในภาวะที่มีการเคลื่อนที่ไหว ซึ่งแบ่งย่อยได้ 2 วิธี คือ

1. คิเนแมติกส์ (Kinematics) ศึกษาเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ไหวของวัตถุหรือของร่างกาย โดยคำนึงถึงลักษณะและส่วนประกอบของการเคลื่อนที่ไหวมีการเปลี่ยนแปลงไปโดยไม่นำเรื่อง แรง พลังงาน และโมเมนตัมเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น ศึกษาการวัฏระยะ การเคลื่อนที่ไหวของข้อต่อต่าง ๆ ว่าจะได้ระยะการเคลื่อนที่ไหวกึ่งศตวรรษและในระนาบต่าง ๆ เหล่านี้ ข้อต่อมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร ในแต่ละช่วงของการเดิน เช่น การงอขา เขยียดขา กางขา หุบขา หรือมีการหมุนของขาออกด้านนอก ด้านใน เป็นต้น

2. คิเนติกส์ (Kinetics) เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ไหวของวัตถุหรือของร่างกาย โดยคำนึงถึงแรงที่มาทำให้เกิดการเคลื่อนที่ไหว อาจจะเป็นแรงภายใน กล้ามเนื้อหรือแรงภายนอกร่างกายก็ได้ เช่น ในการศึกษาคิเนติกส์ของการเดินจะศึกษาถึงแรงดึงของกล้ามเนื้อ แรงดึงดูดของโลกและแรงตอบโต้ ซึ่งแรงเหล่านี้จะทำให้เกิดการก้าวเดินไปข้างหน้า (กานดา ใจภักดี, 2531)

การเคลื่อนที่ไหวของร่างกายและอวัยวะส่วนต่าง ๆ มีดังนี้

1. คิเนแมติกส์ของข้อต่อที่เชื่อมต่อกัน

การเคลื่อนที่ไหวของร่างกายหรือส่วนหนึ่งส่วนใดเปรียบเสมือนเครื่องจักรกลที่มีการเคลื่อนที่ไหวของส่วนต่าง ๆ เชื่อมต่อกัน ดังนั้น คิเนแมติกส์ของข้อต่อที่เชื่อมต่อกัน หมายถึง การรวมกันของข้อต่อหลาย ๆ ข้อต่อ ที่ต่อเชื่อมส่วนต่าง ๆ ของร่างกายไว้ด้วยกัน เรียกว่า การเชื่อมต่อของข้อต่อ (Joint Chain) ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

1.1 แบบเปิด (Open Kinematic Chain) ชนิดนี้ส่วนปลายสุดเป็นอิสระ ทำให้มีการเคลื่อนที่ไหวที่อิสระ เป็นชนิดที่พบในร่างกายมนุษย์ เช่น การเชื่อมระหว่างกระดูกสันหลังกับกระดูกแขน

1.2 แบบปิด (Closed Kinematic Chain) ปลายสุดของแต่ละส่วน จะเชื่อมติดต่อกันเป็นวงแหวน จะเคลื่อนไหวส่วนใดส่วนหนึ่งไม่ได้ เช่น การเชื่อมกันของ กระดูกเชิงกราน โดยข้อต่อขาโคอีลีแอค และข้อต่อพิวบิค หรือกระดูกซี่โครงเชื่อมกับ กระดูกหน้าอกและกระดูกสันหลัง พบว่า เมื่อมีการเคลื่อนไหวของข้อต่อหนึ่ง ข้อต่อใดที่มีการ ต่อเชื่อมแบบปิดแล้ว จะก่อให้เกิดการเคลื่อนไหวของข้อต่ออื่นร่วมด้วย การส่งต่อทอด แรงของกล้ามเนื้อไปยังข้อต่อที่อยู่ไกลออกไปเป็นลักษณะของแบบปิด (Closed Kinematic Chain) การที่มีการเชื่อมโยงกันแบบปิดนี้ ทำให้มีโอกาสเคลื่อนไหวได้น้อยกว่าแบบเปิด แต่สามารถควบคุมได้มากกว่า

2. ชนิดของการเคลื่อนไหวแบ่งได้เป็น

2.1 การเคลื่อนไหวแบบหมุนหรือเชิงมุม (Rotatory or Angular Motion) เป็นการเคลื่อนที่ของวัตถุรอบจุดหมุน วัตถุจะเคลื่อนที่เป็นรูปโค้ง เช่น การเคลื่อนที่ของเครื่องตัดกระดาษ การเคลื่อนที่ของส่วนแขน ขา ของร่างกาย

2.2 การเคลื่อนไหวเปลี่ยนที่ (Translatory Motion) เป็นการเคลื่อนที่ของวัตถุจากจุดหนึ่ง โดยที่วัตถุนั้นจะเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง (Rectilinear Motion) เช่น การเคลื่อนที่ของลูกโบว์ลิ่ง หรือวัตถุอาจจะเคลื่อนที่เป็นเส้นโค้ง (Curvilinear Motion) เช่น การเคลื่อนที่ของลูกน้ำหนัก และการเคลื่อนที่ของลูกธนู

2.3 การเคลื่อนไหวกลับไปกลับมา (Reciprocating Motion) คือ การเคลื่อนที่จากจุดหนึ่ง ไปยังอีกจุดหนึ่ง แต่ทำซ้ำ ๆ กัน เช่น การเลี้ยงลูกบอลในกีฬา บาสเก็ตบอล การตอกตะปู เป็นต้น

2.4 การเคลื่อนไหวแบบแกว่ง (Oscillating Motion) คือ การเคลื่อนที่ของวัตถุรอบจุดหมุน แต่ทำซ้ำ ๆ กัน เช่น การแกว่งของลูกตุ้มน้ำหนัก เครื่องให้จังหวะ

3. ชั้นของความอิสระในการเคลื่อนไหว (Degree of Freedom of Motion)

3.1 การเคลื่อนไหวชั้นเดียว (One Degree of Freedom of Motion) เป็นข้อต่อที่เคลื่อนที่รอบแกนเดียว เช่น ข้อตอกาซังอและ เขี้ยวตขาน ข้อต่อที่ใช้ ในการคว้า-พวงมมือ และข้อต่อระหว่างกระดูกข้อที่ 1 และ 2 ที่ใช้ในการหมุนศีรษะ

3.2 การเคลื่อนไหวสองชั้น (Two Degree of Freedom of Motion) เป็นข้อต่อที่เคลื่อนที่รอบ 2 แกน เช่น ข้อต่อของนิ้วมือ (Metacarpophalangeal Joint) ซึ่งเคลื่อนที่รอบ 2 แกน จะเคลื่อนที่ได้ 4 ทิศทาง คือ งอ เหยียด กาง และหุบนิ้วมือ

3.3 การเคลื่อนไหวสามชั้น (Three Degree of Freedom of Motion) เป็นข้อต่อที่เคลื่อนที่รอบ 3 แกน เช่น ข้อหัวไหล่ ข้อสะโพก จะเคลื่อนไหวได้ 6 ทิศทาง คือ งอ เหยียด กาง หุบ หมุนเข้าใน และหมุนออกนอกของแขน หรือขา (กานดา ใจภักดี และชูศักดิ์ เวชแพทย์, 2528)

การหาปริมาณการเคลื่อนไหว

การหาปริมาณการเคลื่อนไหวเชิงเส้น (Quantifying Linear Movement) หลักการหาค่าเฉลี่ยและค่าที่จุดนั้น ๆ การสนใจอัตราเร็ว หรืออัตราเร่งของวัตถุ หรือส่วนต่าง ๆ ของร่างกายที่เวลาใดเวลาหนึ่ง ซึ่งเรียกว่า อัตราเร็วที่จุดนั้น (Instantaneous Velocity) ของการทุ่มน้ำหนัก หรือขว้างจักร ณ จุดที่ปล่อย ซึ่งเป็นตัวแปรตัวหนึ่งที่มีผลโดยตรงกับความสามารถ ส่วนเวลาในขณะอื่น ๆ สามารถหาอัตราเร็วเฉลี่ย (Average Velocity) ได้ เช่น อัตราเร็วเฉลี่ยของนักว่ายน้ำที่ว่ายน้ำข้ามทะเลสาบ

เมื่อวิเคราะห์ที่ฟิล์ม 2 ภาพ (รูปที่ติดต่อกันใช้หาความเร็วที่จุดนั้น และ 3 รูปติดต่อกันใช้คำนวณหาอัตราเร่งที่จุดนั้น) เพราะอัตราเร่งคือการเปลี่ยนแปลงในอัตราเร็วสรุปจึงต้องมี 2 อัตราเร็ว คือ อัตราเร็วต้น และอัตราเร็วปลาย

อัตราเร็วเฉลี่ยคำนวณได้จากระยะการเคลื่อนที่ได้ทั้งหมดหารด้วยระยะเวลาที่เคลื่อนที่ทั้งหมด (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ง)

อัตราเร่งเฉลี่ยไม่ค่อยมีความหมายและไม่ค่อยศึกษากัน นอกจากการเคลื่อนที่ที่เกิดขึ้นในทิศทางเดียวกันตลอดและมีการเพิ่มหรือลดความเร็ว

การหาปริมาณการเคลื่อนไหวเชิงมุม (Quantifying Angular Movement) หลักในการวัดมุมจริงและมุมสัมพันธ์ การศึกษาการเคลื่อนไหวเชิงมุมที่น่าสนใจ คือ ปริมาณของการงอ การเหยียดมากเกินไป ฯลฯ ที่เกิดขึ้นภายในข้อต่อบางข้อต่อ การวัดมุม

ของข้อต่อ เกี่ยวข้องกับการวัดมุมของข้อต่อในส่วนตัวส่วนหนึ่งของร่างกายสัมพันธ์กับส่วนอื่น ๆ ของมุมข้อต่อ เรียกว่า มุมสัมพันธ์ (Relative Angle) เช่น หัวไหล่กับแขนท่อนบน และ แขนท่อนล่าง การวัดมุมจริง (Absolute Angle) ตามส่วนของร่างกายมักใช้การลากเส้นขนานกับพื้นยาวออกไปทางขวาของข้อต่อที่ใกล้ส่วนนั้น (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ง) (ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร, 2532)

วิธีการโยนลูกบอล

การโยนลูกบอลแบบควงแขน(Wind Mill Pitch) ของผู้โยนลูก(Pitcher) ในกีฬาซอฟต์บอลประเภทโยนเร็ว(Fast Pitch) มีวิธีดังต่อไปนี้

1. การเริ่มเคลื่อนไหว

ยกแขนทั้งสองข้าง ขึ้นด้านหน้าลำตัว เหยียดมือที่ถือลูกบอลออกจากมือที่สวมถุงมือ (Glove) เลยขึ้นข้างบนทางด้านหน้า โดยให้หน้าหนักตัวอยู่บนเท้าที่อยู่ด้านหลัง หรือเท้าตรงข้ามกับมือที่ถือลูกบอล

2. การบิดลำตัว

เอียงตัวด้านตรงข้ามกับมือที่ถือลูกบอลไหล่หันไปทางเป้าหมายพร้อมกับถ่ายน้ำหนักตัวจากเท้าหลัง ไปยังเท้าหน้า

3. การก้าวเท้า

ยกเท้าหลังขึ้นเตรียมก้าวไปข้างหน้า ในขณะที่ควงแขนต่อเนื่องจากข้อ 1. ไปด้านบนศีรษะและ เลยไปทางด้านหลังนี้เท้าก้าวเท้าหลังที่เตรียมอยู่แล้วไปข้างหน้าทางเป้าหมาย 1 ก้าว พร้อมกับถ่ายน้ำหนักตัวไปยังเท้าที่ก้าวไปนั้นอย่างรวดเร็ว

4. การปล่อยลูกบอล

เหยียดแขนต่อเนื่องจากข้อ 3. มาถึงแนวของลำตัวให้ปล่อยลูกบอลออกจากมือพร้อมกับสับข้อมือและ เหยียดนิ้วส่งลูกบอลออกไปยังเป้าหมาย

5. การฟอลโลว์ธรู (Follow Through)

ก้าวเท้าข้างเดียวกับมือที่ปล่อยลูกบอลตามเท้าที่ก้าวไปก่อนแล้ว และให้เหยียดแขนต่อเนื่องจากข้อ 4. เพื่อช่วยในการทรงตัวและส่งแรง (ทวีพงษ์ กลั่นหอม, 2528)

การวิจัยภายในประเทศ

อรรถนิธร์ สันต์ศารวจการณ (2531) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่องการวิเคราะห์ตามหลักกลศาสตร์ของการยิงประตูโทษบาสเกตบอลแบบยืนยิงมือเดียว โดยใช้การบันทึกภาพโทรทัศน์ และใช้กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักบาสเกตบอลชายที่ทาคะแนนได้สูงสุดในการแข่งขันกีฬาวิทยาลัยพลศึกษา ครั้งที่ 13 จำนวน 10 คน โดยบันทึกผลการทดสอบที่สัมฤทธิ์ผลและไม่สัมฤทธิ์ผล แล้วนำข้อมูลที่ได้มาหาค่าฐานนิยมและค่าพิสัยของกลุ่มตัวอย่าง เป็นรายบุคคล และรวมทั้งกลุ่ม

ผลการวิจัยพบว่า

1. ค่าฐานนิยมมุมของข้อเท้า ข้อเข่า ข้อไหล่ และข้อมือ ขณะทำการยิงประตูโทษบาสเกตบอลที่สัมฤทธิ์ผลของกลุ่มตัวอย่าง เป็นรายบุคคล มีค่าอยู่ระหว่าง 53-75 องศา 91.9-121 องศา 74-135 องศา 48-93 องศา และ 26-132 องศา ตามลำดับ ส่วนที่ไม่สัมฤทธิ์ผลมีค่าอยู่ระหว่าง 52-73 องศา 87-149.2 องศา 56-140 องศา 40-91.4 องศา และ 22-136 องศา ตามลำดับ และค่าฐานนิยมที่สัมฤทธิ์ผลของกลุ่มตัวอย่างรวมทั้งกลุ่มมีค่าเท่ากับ 53, 115, 100, 65 และ 130 องศา ตามลำดับ
2. ค่าพิสัยมุมของข้อเท้า ข้อเข่า ข้อไหล่ ข้อศอก และข้อมือ ขณะทำการยิงประตูโทษบาสเกตบอลที่สัมฤทธิ์ผลของกลุ่มตัวอย่าง เป็นรายบุคคลมีค่าอยู่ระหว่าง 4-30 องศา 4-26 องศา 4-17 องศา 3-15 องศา และ 7-21 องศา ตามลำดับ ส่วนค่าพิสัยที่ไม่สัมฤทธิ์ผลมีค่าอยู่ระหว่าง 0-15 องศา 0-34 องศา 0-27 องศา 0-22 องศา และ 0-18 องศา ตามลำดับ และค่าที่สัมฤทธิ์ผลของกลุ่มตัวอย่างรวมทั้งกลุ่ม มีค่าเท่ากับ 38, 42, 75, 56 และ 116 ตามลำดับ

สุนทร นวากิจกุล และสมาน แสงโชติ (2531) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง การศึกษาลักษณะ ความสำคัญของการท่อม้าหน้านักกีฬาท่อม้าหน้าชายที่เข้าแข่งขันกีฬาแห่งชาติ ครั้งที่ 18 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ทางด้านรูปร่าง ความแข็งแรง ของกล้ามเนื้อ ความเร็วของลูกม้าหน้า มุมการท่อม และระยะการท่อม รวมทั้งศึกษาตัวแปร

ที่สำคัญต่อการทุ่มน้ำหนัก กลุ่มตัวอย่างประชากร เป็นนักกีฬาทุ่มน้ำหนักชายที่เข้าแข่งขัน กีฬาแห่งชาติ ครั้งที่ 18 จำนวน 10 คน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการบันทึกเทปโทรทัศน์ และวัดความแข็งแรงโดยใช้เครื่องมือวัดความแข็งแรง นำข้อมูลมาวิเคราะห์โดยหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน และวิเคราะห์ค่าถดถอยพหุคูณแบบเพิ่มตัวแปรเป็นขั้นตอนทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติด้วยการทดสอบค่าที และค่าเอฟ

ผลการวิจัยพบว่า

ความสัมพันธ์อย่างง่ายระหว่างตัวแปรทั้ง 15 ตัว พบตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันทางบวกสามารถแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ตามความสัมพันธ์ร่วมกันทุกตัวแปรภายในกลุ่มที่ 1 มี 5 ตัวแปร กลุ่มที่ 2 มี 3 ตัวแปร กลุ่มที่ 3 มี 4 ตัวแปร กลุ่มที่ 4 มี 3 ตัวแปร

ระยะเวลาทุ่มเป็นตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่น ๆ มากที่สุดถึง 9 ตัวแปร ได้แก่ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนท่อนล่าง ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนท่อนบน ด้านหลัง ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหน้าอก ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา ความเร็วของลูกน้ำหนักช่วงหลุดออกจากมือ ความเร็วของลูกน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นช่วงเหยียดแขนผลัก ลูกน้ำหนัก ความเร็วของลูกน้ำหนักช่วงเคลื่อนที่ข้ามวงกลม น้ำหนักตัวและดรชนิความหนัก

ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันทางลบมี 3 คู่ คือ ความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหน้าอกกับความเร็วของลูกน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นช่วงลูกน้ำหนักหลุดออกจากมือ ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของลูกน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นช่วงหมุนตัวถ่ายน้ำหนักตัวจากเท้าหลังมาสู่เท้าหน้ากับความเร็วของลูกน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นช่วงลูกน้ำหนักหลุดออกจากมือ และความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของลูกน้ำหนักช่วงเคลื่อนที่ข้ามวงกลมกับมุมการทุ่ม

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาไม่สามารถชี้ทำนายความเร็วของลูกน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นช่วงเหยียดแขนผลักลูกน้ำหนัก และความเร็วของลูกน้ำหนักช่วงหลุดออกจากมือ ตัวแปรที่มีประสิทธิภาพในการทำนาย ตัวแปรเกณฑ์ที่สูงกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหน้าอก ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนท่อนล่าง ความเร็วของลูกทุ่มน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นช่วงเหยียดแขนผลักลูกน้ำหนัก มีประสิทธิภาพในการทำนายความเร็วของลูกทุ่มน้ำหนักช่วงหลุดออกจากมือ และมีประสิทธิภาพในการทำนายระยะเวลาการทุ่ม ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหน้าอกมีประสิทธิภาพในการทำนายความเร็วของลูกทุ่มน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นช่วงหลุดออกจากมือ

ความเร็วของลูกน้ำหนักช่วง เคลื่อนที่ข้ามวงกลมเป็นตัวแปรที่สำคัญร่วมกับความเร็วของลูกน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นช่วงหลุดออกจากมือ โดยที่ความเร็วของลูกน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นช่วงเหี่ยยดแชนมีความสำคัญเป็น 1.2 เท่าของความเร็วของลูกน้ำหนักช่วงเคลื่อนที่ข้ามวงกลม

ความเร็วของลูกน้ำหนักช่วงหลุดออกจากมือเป็นตัวแปรที่สำคัญร่วมกับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหน้าอกในการร่วมกันทำนายระยะการทุ่ม โดยที่ความเร็วของลูกน้ำหนักช่วงหลุดออกจากมือมีความสำคัญเป็น 2.5 เท่า ของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหน้าอก

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนท่อนล่าง เป็นตัวแปรที่สำคัญในการทำนายความเร็วของลูกน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นช่วง เหี่ยยดแชนผลักลูกน้ำหนัก

ไม่มีตัวแปรที่สำคัญต่อการทำนายความเร็วของลูกน้ำหนักช่วง เคลื่อนที่ข้ามวงกลม

การวิจัยในต่างประเทศ

แอทวาเตอร์ (Atwater, 1970) ได้ศึกษาลักษณะการเคลื่อนไหวของการขว้างลูกซอฟท์บอลเหนือศีรษะของชายและหญิงด้วยการวิเคราะห์ทางคิเนแมติกส์จากการขว้างซอฟท์บอลชายที่มีลักษณะดี 5 คน หญิง 5 คน และผู้ขว้างหญิงที่มีทักษะระดับปานกลาง 5 คน รวมเป็น 15 คน ทั้งหมดนัดขว้างลูกด้วยมือขวา ซึ่งคัดเลือกมาจากทีมนักกีฬาของมหาวิทยาลัยวิสคอนซิน (Wisconsin) ศึกษาจากฟิล์มภาพยนตร์ 16 มิลลิเมตร ถ่ายด้วยความเร็ว 64 ภาพ/วินาที จาก 3 ด้านด้วยกัน คือ ด้านข้าง ด้านหลัง และด้านบน โดยมีจุดประสงค์ข้อแรกของการศึกษา คือ ค้นหาช่วงที่เหมาะสมสำหรับการเริ่มต้นตรวจวัดความเร็ว และจะได้ผลของความเร็วของมือที่ขว้างลูกบอลจนกระทั่งลูกหลุดจากมืออย่างไร สำหรับข้อนี้พบจากฟิล์มภาพที่ถ่ายจากทางด้านข้างและด้านบนว่า ควรจะได้เริ่มตรวจสอบกันขึ้นในระหว่างช่วงเวลา .40 วินาที ก่อนที่ลูกซอฟท์บอลจะหลุดออกจากมือ และความเร็วสามารถคำนวณได้จากเทคนิคการบันทึกกราฟการเคลื่อนที่ของลูกซอฟท์บอลในมือบนแผ่นกราฟได้ผลออกมาดังนี้ คือ ชายที่มีทักษะดี 5 คน และหญิงที่มีทักษะดี 1 คน ในช่วงแรกมีความเร็วเพิ่มขึ้นนั้นจะตามมา

ด้วยความเร็วที่ลดลงเล็กน้อยพอสังเกตเห็นได้ ซึ่งเป็นเหตุให้เกิดความเร่งของลูกซอฟท์บอล จนถึงช่วงสุดท้ายที่ลูกซอฟท์บอลหลุดออกจากมือ ส่วนหญิงที่มีทักษะดี 4 คน มีทักษะปานกลาง 5 คนที่เหลือ ลูกซอฟท์บอลในมือเพิ่มความเร็วยิ่งขึ้น ความเร่งของลูกบอลค่อนข้างคงที่ทั้ง 15 คน มีความเร่งของลูกซอฟท์บอลตอนเริ่มต้นตรวจสอบน้อยกว่า 20 ฟุต/วินาที ทุกคน และช่วงเวลาของการวัดความเร่งนี้กระทำระหว่างก่อนลูกซอฟท์บอลจะหลุดจากมือตั้งแต่ .25 วินาที ถึงน้อยที่สุดเท่าที่กระทำได้คือ .071 วินาที ความเร่งสูงสุดที่วัดได้จากช่วงเวลา .05 วินาที ก่อนลูกซอฟท์บอลออกจากมือคำนวณได้ดังนี้ ชายที่มีทักษะดีมีความเร่งของลูกซอฟท์บอล 1,500-2,000 ฟุต/วินาที/วินาที หญิงที่มีทักษะดี 1,000 ฟุต/วินาที/วินาที และ 400 ฟุต/วินาที/วินาที สำหรับหญิงที่มีทักษะปานกลาง

ความมุ่งหมายข้อที่สอง มุ่งศึกษาถึงการเคลื่อนไหวของข้อต่อและ

การเปลี่ยนตำแหน่งของร่างกายด้วยการวัดการขจัด (Displacement) และเหตุผลที่ก่อให้เกิดความเร็วของลูกซอฟท์บอล จากการศึกษาพบว่าชายที่มีทักษะดี 5 คน กับหญิงที่มีทักษะดี 5 คน จะพับไหล่และหมุนข้อศอกมาทางด้านข้างในแนวระดับจนข้อศอกพับไปข้างหน้าเป็นมุม 90 องศา ซึ่งเกิดขึ้นขณะที่ลูกซอฟท์บอลถูกเงื่อไปทางด้านหลังก่อนจะขว้างอันเป็นสาเหตุที่ทำให้ความเร็วของลูกซอฟท์บอลลดลง และขณะเดียวกันความเร็วของการหมุนบิดลาตัวไปข้างหน้าจะค่อย ๆ ลดลงโดยตลอดจนกระทั่งลูกซอฟท์บอลหลุดออกจากมือซึ่งเป็นช่วงเดียวกันกับแขนกำลังเหยียดตรงแขนท่อนล่างหมุนบิดคว่ำลง

ช่วงของการเคลื่อนไหว มุมของข้อต่อ และความเร็วในการเคลื่อนไหวข้อต่อเหล่านี้ของชายและหญิงที่มีทักษะดีจะมีมากและเร็ว ส่วนหญิงที่มีทักษะระดับปานกลางทั้งช่วงของการเคลื่อนไหวและความเร็วในการเคลื่อนไหวค่อนข้างจำกัด และการเคลื่อนไหวของข้อศอกค่อนข้างมาทางแนวตั้ง (ลักษณะการผลัก) มากกว่าการเคลื่อนไหวในแนวระดับ ส่วนการเร่งความเร็วและการลดความเร็วของลาตัวกระทำได้ช้ากว่าพวกที่มีทักษะดีทั้งชายและหญิง

คูเปอร์ (Cooper, 1982) ได้สรุปรายงานเกี่ยวกับความเร็วที่ได้มีการศึกษาไว้ดังนี้

1. การพิช (Pitch) ลูกเบสบอลของบอบเฟลเลอร์ (Bob Feller) ซึ่งมีการวัดความเร็วไว้ในปี ค.ศ.1946 มีความเร็วถึง 44.19 เมตร/วินาที
2. การพิชลูกเบสบอลของนักเรียนชายผู้ชนะในการแข่งขันซิตีไวด์ (City-Wide Contest) ในรัฐฟิลาเดเฟีย มีความเร็วถึง 39.62 เมตร/วินาที
3. ค่าเฉลี่ยของการพิชลูกเบสบอลของนักศึกษาหญิงระดับวิทยาลัย จำนวน 119 คน ซึ่งรายงานไว้เมื่อปี ค.ศ.1964 มีความเร็วโดยเฉลี่ย 13.59 เมตร/วินาที
4. ค่าเฉลี่ยของการพิชลูกเบสบอลของกลุ่มนักศึกษาหญิงระดับวิทยาลัย (เฉพาะกลุ่ม) ของมหาวิทยาลัยวิสคอนซิน (Wisconsin) เมื่อปี ค.ศ.1959 มีความเร็วเฉลี่ย 17.19 เมตร/วินาที สำหรับความเร็วสูงสุดของกลุ่มมีความเร็วถึง 27.64 เมตร/วินาที
5. ความเร็วเฉลี่ยของการพิชลูกเบสบอลของนักศึกษาชายและหญิงตั้งแต่ปี ค.ศ.1956-1961 แยกตามเพศและระดับความสามารถซึ่งแบ่งไว้ 8 ระดับ สรุปได้ดังนี้
 - ก. ระดับแรกของผู้หญิงมีความเร็ว 8.53 เมตร/วินาที
 - ข. ระดับที่แปดของผู้หญิงมีความเร็ว 16.45 เมตร/วินาที
 - ค. ระดับแรกของชายมีความเร็ว 10.66 เมตร/วินาที
 - ง. ระดับที่แปดของชายมีความเร็ว 22.86 เมตร/วินาที
6. ความเร็วในการพิชลูกเบสบอล ผู้พิชลูกเบสบอลของนักกีฬาชาย มหาวิทยาลัยสเลเตอร์-แฮมเมล (Slater-Hammel) และมหาวิทยาลัยแอนเดส (Andres) จำนวน 7 คน
 - ก. สำหรับบอลเร็ว (Fast balls) มีความเร็วระหว่าง 26.19-37.91 เมตร/วินาที
 - ข. สำหรับบอลโค้ง (Curve balls) มีความเร็วระหว่าง 22.86-32.91 เมตร/วินาที

7. ความเร็วโดยเฉลี่ยในการพิชลูกเบสบอลของนักเรียนชายระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 80 คน ซึ่งรายงานไว้เมื่อปี ค.ศ.1966 มีความเร็วโดยเฉลี่ย 20.84 เมตร/วินาที

8. จากการจัดมาตรฐานในการพิชลูกเบสบอลด้วยการสังเกตรายบุคคลของแอตวอเตอร์ (Atwater) เมื่อปี ค.ศ.1970 ดังนี้

ก. สำหรับหญิงที่มีทักษะดี มีความเร็วระหว่าง 21.33-24.38 เมตร/วินาที

ข. สำหรับหญิงระดับปานกลาง มีความเร็วระหว่าง 12.19-15.19 เมตร/วินาที

ค. สำหรับชายที่มีทักษะดี มีความเร็วระหว่าง 30.48-36.57 เมตร/วินาที

เฟลทเนอร์ (Feltner, 1987) ได้ทำการศึกษาวิจัยด้านกลไกชีวภาพเกี่ยวกับพฤติกรรม 3 อย่าง ในการพิชลูกเหนือแขนของกีฬาเบสบอล เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ในการเหวี่ยงแขนของการพิชลูกเบสบอล มีคำถามในการทดลองครั้งนี้เกิดขึ้น 2 คำถาม คือ

- 1) ทำอย่างไรที่จะให้พิชเชอร์เหวี่ยงแขนได้เต็มที่ในขณะที่เคลื่อนไหวพิชลูกเบสบอล
- 2) มีสาเหตุอะไรที่ทำให้ข้อศอกเหยียดออกอย่างรวดเร็วก่อนปล่อยลูกบอล และเหวี่ยงแขนอย่างกระทันหัน

วิธีดำเนินการ กลุ่มทดลองคือพิชเชอร์ชาย 8 คน ถูกบันทึกภาพลงบนแผ่นฟิล์มภาพยนตร์ในลักษณะเส้นตรง เก็บข้อมูลใน 3 ลักษณะ และวิเคราะห์ฟิล์มในขอบเขตของ 3 ลักษณะให้มีส่วนสัมพันธ์กัน สำหรับแบบฝึกหนึ่ง ๆ ของผู้ถูกทดลองแต่ละคนโดยใช้เครื่องมือที่ชื่อว่า นิวโทเนียน (New Tonian) เขียนสมการพิเศษสำหรับส่วนที่อยู่ไกลจากจุดรวมของร่างกาย ประกอบด้วยหน้าแขน มือ และส่วนสำคัญในการพิช และส่วนแขนท่อนบนที่ใช้ในการพิช ได้มีการวัดมุม อัตราเร่ง เชิงมุมในลักษณะต่าง ๆ ในการเหวี่ยงแขน

สรุป ระหว่างการพืชคาร์บอนตัวไปในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาก่อนปล่อยลูกบอล ออกไป และควรมีการเหยียดข้อศอกอย่างรวดเร็ว ไม่ควรให้กล้ามเนื้อของข้อศอกเหยียดตัว หรือเคลื่อนไหวบ่อย ๆ สิ่งเหล่านี้แสดงให้เห็นว่าการเหยียดของข้อศอกมีผลโดยตรงกับขา และกล้ามเนื้อลำตัว การหมุนเหวี่ยงแขนท่อนบนอย่างเต็มที่ควรจะเป็นการกระทำเป็นลำดับ ในการกางออกและหุบเข้าของกล้ามเนื้อที่หัวไหล่

ลี เจียนซี (Li Jianshe, 1990) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์ การเคลื่อนไหวในการกระโดดข้ามรั้ว 110 เมตร ของ ยู ชีเซง (Yu Zhicheng) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ

1. ศึกษาาระบบต่าง ๆ ของกลไกชีวภาพ เพื่อหาค่าระดับเทคนิคการกระโดดข้ามรั้ว
2. วิเคราะห์เทคนิคการกระโดดข้ามรั้ว 110 เมตร ในการแข่งขัน เอเชียนเกมส์ครั้งที่ 10 ของ ยู ชีเซง ซึ่งเป็นผู้ถือสถิติแห่งเอเชีย ทั้งนี้เพื่อแสดงให้เห็นระบบและเทคนิคของรายงานซึ่งผู้ฝึกสอนสามารถแสดงผลสำเร็จและประโยชน์ ตลอดจนความไม่เป็นผล เพื่อหาวิธีการฝึกและปรับปรุงกีฬาชนิดนี้

การเก็บข้อมูลใช้การบันทึกภาพการกระโดดข้ามรั้วโดยใช้ฟิล์มที่ถ่ายจากกล้อง โล-แคม (LO-CAM) ซึ่งมีความไว 100 เฟรมต่อวินาที โดยตั้งกล้องในตำแหน่งระนาบ หน้าหลัง

ผลการวิจัยพบว่า

1. อัตราความเร็วแนวราบของการเตะเท้า (ทั้งด้านหน้าและหลังของ เครื่องกีดขวาง) มีความสัมพันธ์กับจุดศูนย์ถ่วง (CG.) ซึ่งช้าเกินไป (-4.6 เมตรต่อวินาที และ 6.5 เมตรต่อวินาที)
2. ระยะทางแนวขวางระหว่างขากับเครื่องกีดขวาง (ทั้งด้านหน้าและ ด้านหลังของเครื่องกีดขวาง) ยาวเกินไป (0.23 เมตร และ 0.26 เมตร)
3. ขาที่ออกแรงส่งจากพื้นดินไม่เพียงพอและยกขาจากพื้นเร็วเกินไป (มุมที่เข้า 160 องศา) ความสูงของจุดศูนย์ถ่วงต่ำเกินไปในการกระโดด

4. ในการกระโดดข้าม ขาหน้าเคลื่อนไหวไปข้างหน้าไม่สมบูรณ์เมื่อข้ามผ่านรั้ว ขาที่ก้าวก่อนเคลื่อนที่ลงช้าและขาที่ก้าวตามก็ไม่กระฉับกระเฉงพอ ดังนั้นในการปรับปรุงทักษะในการกระโดดของ ยู ซีเซง คือ
1. ลดเวลาและความยาวด้านหน้าของเครื่องรื้อเพิ่มระยะการกระโดด
 2. เมื่อขาหน้ากระฉับกระเฉงจะช่วยลดระยะการลงสู่พื้น และลดเวลาที่เท้าข้ามรั้วไปด้านหลัง
 3. การก้าวแตะพื้นอย่างสม่ำเสมอจะช่วยยกจุดศูนย์ถ่วง และลดอัตราความเร็วในแนวตั้ง และด้วยเหตุนี้จะช่วยลดระยะเวลาในการข้ามรั้วที่น้อยลง

ลู ดีหมิง (Lu Deming, 1990) ได้วิเคราะห์เทคนิคการทำลายสถิติโลกในการยกน้ำหนักท่าสแนทช์ (Snatch) โดยการเก็บบันทึกข้อมูลด้วยกล้องความเร็วสูง 2 ตัว ซึ่งมีระดับความเร็ว 50 เฟรมต่อวินาที และวิเคราะห์ด้วยเครื่องจีพี-2000 (Gp-2000) โดยเปรียบเทียบการพยายามยกน้ำหนักของนักยกน้ำหนักรายอื่น ๆ แล้วนำมาสรุปเป็นเทคนิคการยกน้ำหนักของวู ชูเต (Wu Shude) ได้ดังนี้

1. การเคลื่อนไหวในการดึงครั้งแรกจะเร็วและสัมพันธ์กันอย่างต่อเนื่อง
2. คานจะอยู่ใกล้ตัวในระหว่างการดึงครั้งแรก ระยะทางแนวขวางระหว่างจุดศูนย์ถ่วงของคานและลำตัวในตอนยก คือ 9 เซนติเมตร จุดที่คานถึงตำแหน่งเข้า คือ 5 เซนติเมตร จุดเริ่มยกในครั้งที่ 2 คือ 2 เซนติเมตร และจุดสุดท้ายของการยกครั้งที่ 2 คือ 15 เซนติเมตร
3. ทิศทางของแรงพุ่งขึ้นในแนวตั้งการยกจะสมบูรณ์ในระดับกว้างของการเคลื่อนไหวในช่วงสุดท้ายของการยกครั้งที่ 2 วูจะโยกคานขาไปทางด้านหลังด้วยมุม 14 และ 15 องศา หลังจากการเหยียดของมมสะโพก หัวเข้า และขาเกี่ยวพันกัน ซึ่งเท่ากับ 190 องศา, 178 องศา และ 130 องศา ตามลำดับ
4. การย่อและการวางคานกระทำอย่างรวดเร็ว เหตุผลแรกคือ การย่อค่อนข้างกระฉับกระเฉง เหตุผลที่สองคือ อัตราเร็วของการย่อจะมีจังหวะเร็วมาจากแรงของการยกช่วงบนของข้อศอกซึ่งได้รับปฏิกิริยาตอบโต้จากคาน

แอน (Ann ,1988) ได้ทำการวิเคราะห์ลักษณะการทำงานของหัวไหล่ในการเสิร์ฟลูกหน้ามือในกีฬาแร็กเกตบอล (Racquetball) วัตถุประสงค์เพื่อ วิเคราะห์การเคลื่อนไหวด้านคิเนแมติกส์ในการทำงานของกล้ามเนื้อหัวไหล่ในช่วงที่เสิร์ฟลูกหน้ามือของนักกีฬาระดับชาติที่มีมาตรฐานในการเสิร์ฟ รูปแบบการเสิร์ฟ จากการเลือกใช้กล้ามเนื้อ 12 มัดรวมกัน โดยวัดด้วยเครื่องวัดความตึงตัวของกล้ามเนื้อ และวิเคราะห์ด้วยระบบวิเคราะห์การแสดงความสามารถแบบเอเรียล (Ariel Performance Analysis System) ข้อมูลที่ได้จากเครื่องวัดความตึงตัวของกล้ามเนื้อ นำมาทำให้สมบูรณ์โดยตั้งให้เวลาตรงกับจังหวะ พร้อมกับใช้กล้องวิดีโอ 2 ตัวบันทึกภาพการทำงานของหัวไหล่ในขณะเสิร์ฟ

การเสิร์ฟแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน คือ ช่วงหมุนไหล่ไปด้านหลัง ช่วงชูแขนขึ้น ช่วงเหวี่ยงแขนลง และช่วงฟอลโลว-ทรู ซึ่งช่วงต่าง ๆ เหล่านี้เป็นการปฏิบัติการเครื่องวัดความตึงตัวของกล้ามเนื้อจะบอกปริมาณการทำงานของกล้ามเนื้อแต่ละมัดในช่วงการเสิร์ฟแต่ละขั้น

ข้อมูลนี้สามารถใช้ประโยชน์ต่อการป้องกันการบาดเจ็บ ภายภาพบำบัด การปฏิบัติ และการจัดโปรแกรมที่เฉพาะเจาะจงสำหรับนักกีฬาประเภทนี้ การศึกษานี้เป็นรูปแบบสำหรับศึกษาภาพานการศึกษาที่จะ เจาะลึกลงไปอีก