บทที่ 2
เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้รวบรวมเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการกระโดดตบในกีฬาวอลเลย์บอล และการวิเคราะห์ทางชีวกลศาสตร์ทางการกีฬาเพื่อหาข้อมูลของ แรงปฏิกิริยาในแนวดิ่ง ความเร็วของการกระโดด มุมของข้อต่อที่เกี่ยวข้องกับการกระโดด และเวลาที่เท้าสัมผัสพื้น โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ชีวกลศาสตร์การกีฬา
   - 1.1 การเคลื่อนไหว
   - 1.2 ชนิดของการเคลื่อนไหว
   - 1.3 ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในการเคลื่อนที่
   - 1.4 คิเนติกส์
   - 1.5 คิเนแมติกส์
2. การวิเคราะห์การเคลื่อนไหวทางการกีฬาเชิงชีวกลศาสตร์
   - 2.1 ขั้นตอนการวิเคราะห์การเคลื่อนไหว
   - 2.2 รูปแบบการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวในทางการกีฬา
   - 2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์การเคลื่อนไหว
   - 2.4 การทำงานของเครื่องมือวิเคราะห์การเคลื่อนไหว
3. เทคนิคการถ่ายภาพที่ใช้ในการวิเคราะห์การเคลื่อนไหว
   - 3.1 การศึกษาวิเคราะห์ภาพถ่ายระบบ 2 มิติ
   - 3.2 หลักและขั้นตอนการวิเคราะห์การเคลื่อนไหว 2 มิติ
4. การกระโดดในแนวดิ่ง
   - 4.1 ชีวกลศาสตร์ของการกระโดด
   - 4.2 การใช้รูปแบบพื้นฐานในการกระโดดตบวอลเลย์บอล
5. กีฬาวอลเลย์บอล
   - 5.1 องค์ประกอบทักษะกีฬาวอลเลย์บอล
   - 5.2 ลักษณะของการกระโดดในกีฬาวอลเลย์บอล
   - 5.3 การตบลูกวอลเลย์บอล
   - 5.4 ความสำคัญของการตบ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

5.5 หลักและวิธีการในการตบลูกวอลเลย์บอล

6. เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

6.1 งานวิจัยต่างประเทศ

6.2 งานวิจัยภายในประเทศ

ชีวกลศาสตร์การกีฬา (Biomechanics of Sports)

เป็นวิทยาศาสตร์การกีฬาที่มีต่อการพัฒนาความสามารถของนักกีฬาให้ไปสู่ความสามารถสูงสุดในสาขานี้เป็นการศึกษาและวิเคราะห์การเคลื่อนไหวของมนุษย์รวมทั้งเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการกีฬา ประเภทต่าง ๆ โดยอาศัยความรู้และหลักทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ในสาขาต่าง ๆ เช่น ฟิสิกส์ เคมี แคลคูลัส วิทยาศาสตร์การถ่ายภาพ สรีรวิทยา และกายวิภาคตลอดจนคอมพิวเตอร์ และเครื่องมืออุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์รวมทั้งความรู้ทางเทคโนโลยีใหม่ ๆ ในการเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล ขอบข่ายและเนื้อหาความรู้ทางชีวกลศาสตร์ ครอบคลุมเนื้อหาดังต่อไปนี้ (สุวัตร สิทธิหล่อ, 2542)

1. การศึกษาพารามิเตอร์ของสัดส่วนร่างกาย (Body Segment Parameters) เพื่อที่จะหาขนาด มวลกายและตำแหน่งของจุดศูนย์ถ่วง (Center of Mass) ของแต่ละส่วนของร่างกาย เช่น แขนท่อนบน แขนท่อนล่าง ขาท่อนบน ขาท่อนล่าง และลำตัว เป็นต้น ส่วนใหญ่ค่าพารามิเตอร์ของสัดส่วนของร่างกายได้มาจากการศึกษาจากศพ โดยการตัดแต่ละอวัยวะออกเป็นท่อน ๆ ตรงบริเวณข้อต่อของแต่ละอวัยวะแล้วนำไปหาความหนาแน่น (Density) ปริมาตร (Volume) และมวล (Mass) ตลอดจนหาตำแหน่งของจุดศูนย์ถ่วงของอวัยวะแต่ละชิ้น ปัจจุบันได้นำเอาเครื่องมือและเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพ เช่น เครื่องฉายรังสี (CT Scanner) เพื่อหามวลกาย ตำแหน่งของจุดศูนย์ถ่วง และโมเมนต์ของแต่ละอวัยวะ ค่าพารามิเตอร์ของสัดส่วนร่างกายจะนำไปใช้ประโยชน์ในการหาค่าตัวแปรเกี่ยวกับมุม ระยะทาง และความเร็ว ความเร่ง ทั้งในเชิงเส้นตรงและเชิงมุม

2. คิเนแมติกส์ (Kinematics) การศึกษาการเคลื่อนไหวที่มุ่งศึกษาเฉพาะตัวแปรที่บรรยายลักษณะการเคลื่อนไหว โดยไม่คำนึงถึงแรงอันเป็นสาเหตุของการเคลื่อนไหว ตัวแปรดังกล่าวได้แก่ เวลา ระยะทาง มุม ความเร็วเชิงเส้นตรง ความเร็วเชิงมุม ความเร่งเชิงเส้นตรง ความเร่งเชิงมุม และโมเมนตัม การศึกษาตัวแปรดังกล่าวต้องอาศัยข้อมูลที่ได้จากภาพถ่ายระบบต่าง ๆ ได้แก่ กล้องถ่ายวิดีโอ และกล้องถ่ายภาพยนตร์ 8 มม., 16 มม., 35 มม. และ 70 มม. เป็นต้น ใน 2-3 ทศวรรษที่ผ่านมาการศึกษาการเคลื่อนไหวของมนุษย์ได้จากการวิเคราะห์ภาพถ่ายโดยนิยมใช้กล้องถ่ายภาพยนตร์ 16 มม. มากกว่าขนาดอื่น ทั้งนี้เพราะค่าใช้จ่ายในการใช้กล้องขนาดอื่นมีราคาสูงมาก ในทางตรงกันข้ามถึงแม้ว่ากล้องขนาด 8 มม. จะมีราคาถูกกว่า แต่ภาพที่ได้รับมีขนาดเล็กซึ่งยาก

แก่การวิเคราะห์ เนื่องจากความก้าวหน้าของเทคโนโลยีและคอมพิวเตอร์ได้พัฒนาอย่างมากมาย จึงทำให้เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวมีประสิทธิภาพสูงและราคาไม่แพงเกินไป อีกทั้งอำนวยความสะดวกและประหยัดเวลา ดังนั้นในทศวรรษปัจจุบันได้มีบริษัทการค้าต่าง ๆ หันมาลงทุนจ้างผู้ที่มีความเชี่ยวชาญทั้งทางด้านชีวกลศาสตร์ และคอมพิวเตอร์เขียนโปรแกรม ซอฟแวร์การวิเคราะห์การเคลื่อนไหว เครื่องมือดังกล่าวประกอบด้วย คอมพิวเตอร์พร้อมซอฟแวร์วิเคราะห์การเคลื่อนไหว และกล้องถ่ายภาพวิดีโอ การศึกษาในสาขานี้มีประโยชน์ต่อการพัฒนาศักยภาพของนักกีฬา ในแง่ของการให้ข้อมูลที่แม่นตรงและเชื่อถือได้ ซึ่งจะทำให้โค้ช และนักกีฬาสามารถนำเอาข้อมูลที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขและพัฒนาความสามารถให้สูงขึ้น

3. คิเนติกส์ (Kinetics) เป็นการศึกษาเกี่ยวกับแรงอันเป็นสาเหตุของการเคลื่อนไหว แรงที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวได้แก่ แรงดึงดูดของโลก (Gravitational Force) แรงปฏิกิริยา (Ground Reaction Force) และแรงของกล้ามเนื้อรวมถึงพังผืดและเอ็น (Muscular and Ligament Force) การศึกษาในสาขานี้ต้องอาศัยเครื่องมือที่ใช้ในการวัดแรงภายนอกที่ร่างกายกระทำหรือที่มากระทำต่อร่างกายซึ่งได้แก่ ทรานสดิวเซอร์ต่าง ๆ (Force Transducers) สำหรับการวัดแรงภายในร่างกายนั้นอาศัยการวัดการทำงานของกล้ามเนื้อโดยใช้ การวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (EMG) นอกจากนี้ การที่จะวัดและคำนวณแรงของกล้ามเนื้อ และโมเมนต์โดยตรงนั้นมีข้อจำกัด ดังนั้นการวัดและคำนวณแรงดังกล่าวจึงต้องอาศัยวิธีการทางอ้อม (Inverse Dynamic Technique) ซึ่งต้องอาศัยแหล่งข้อมูล 3 แหล่งประกอบกันคือ 1) ข้อมูลที่เกี่ยวกับสัดส่วนและข้อต่อต่าง ๆ ของร่างกาย 2) ข้อมูลเกี่ยวกับแรงภายนอกโดยเฉพาะแรงปฏิกิริยา 3) ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาตัวแปรที่ไม่เกี่ยวกับเรื่องแรง วิธีการดังกล่าวนี้นักชีวกลศาสตร์ได้ให้ความสนใจและพัฒนาโมเดลต่าง ๆ เพื่อที่จะอธิบายและให้ข้อมูลที่เกี่ยวกับกลไกการทำงานของกล้ามเนื้อและข้อต่อของร่างกายอันเกี่ยวกับแรง

4. การศึกษาการเคลื่อนไหวโดยใช้โมเดลทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) และการจำลองโดยอาศัยคอมพิวเตอร์ (Computer Simulation) การศึกษาดังกล่าวอาศัยความรู้ความเข้าใจหลักและทฤษฎีของแคลคูลัสขั้นสูงตลอดจนความรู้และทักษะเกี่ยวกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อที่จะสร้างโมเดลและสถานการณ์จำลองของการเคลื่อนไหว และนำข้อมูลและความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้กับสภาพสถานการณ์จริง

นอกจากนี้การศึกษาในสาขาชีวกลศาสตร์ยังเจาะลึกในแต่ละระบบอวัยวะของร่างกายตลอดจนศึกษาวิเคราะห์เครื่องมือและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหว เช่น เครื่องสวมใส่ของร่างกายและอุปกรณ์ต่าง ๆ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การเคลื่อนไหว (Motion) เป็นที่ทราบกันโดยทั่วไปแล้วว่า การเคลื่อนไหวและการเคลื่อนที่ของมนุษย์เรานั้นเกิดจากการทำงานของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ การที่กล้ามเนื้อหดตัวย่อมทำให้เกิดแรง (Force) ซึ่งเป็นต้นเหตุของการเคลื่อนไหวนั่นเอง ดังนั้นสาเหตุของการเคลื่อนไหวก็คือแรง (Force) สาเหตุของการเกิดแรงมี 2 ประการดังนี้ (อรรคพล เพ็ญสุภา, ม.ป.ป.)

1. แรงภายใน (Internal Force) เป็นแรงที่ได้จากการกระทำของกล้ามเนื้อและเอ็นต่าง ๆ ที่ใช้ในการเคลื่อนไหวโดยตรง เพื่อออกแรงต้านแรงเสียดทานที่พื้น การที่แรงใดแรงหนึ่งทำให้วัตถุมีการเคลื่อนที่ แรงนั้นจะต้องเอาชนะความเฉื่อยของวัตถุได้ ถ้าออกแรงน้อยกว่าความเฉื่อยของวัตถุวัตถุนั้นจะไม่เคลื่อนที่

2. แรงภายนอก (External Force) เป็นแรงต้านต่าง ๆ ของสิ่งแวดล้อมจากภายนอกที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ ประกอบด้วย แรงที่เกิดจากแรงดึงดูดของโลก แรงที่เกิดจากลม แรงที่เกิดจากการดึงดูดของแม่เหล็ก และแรงที่เกิดจากแรงดึงหรือผลักของสิ่งมีชีวิต

ชนิดของการเคลื่อนไหว (Form of Motion) การเคลื่อนไหวส่วนใหญ่ของมนุษย์นั้นเป็นการเคลื่อนไหวที่เรียกว่า General Motion ซึ่งเป็นการรวมการเคลื่อนไหวหลาย ๆ แบบเข้าด้วยกัน เช่นการเคลื่อนไหวแบบเส้นตรง (Linear Motion) และการเคลื่อนไหวแบบเชิงมุม (Angular Motion) ลักษณะการเคลื่อนไหวของวัตถุ ในสภาวะต่าง ๆ พบว่า มีกระบวนการเคลื่อนไหวที่แตกต่างกันออกไปมากมาย แต่หากพิจารณาถึงคุณลักษณะของการเคลื่อนไหวของวัตถุต่าง ๆ แล้วจะมีการเคลื่อนไหวที่เป็นพื้นฐานอยู่ 2 ชนิดคือ (กานดา ใจภักดี, 2542)

1. การเคลื่อนไหวแบบย้ายตำแหน่งโดยสิ้นเชิง (Translatory Motion) เป็นการเคลื่อนที่ของวัตถุจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง โดยที่วัตถุอาจจะเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ต่อไปนี้ (อรรคพล เพ็ญสุภา, ม.ป.ป.)

1.1 การเคลื่อนไหวแบบเส้นตรง (Linear Motion or Rectilinear Motion) โดยที่วัตถุเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง คือทุกส่วนจะเคลื่อนที่ในระยะทางเดียวกัน และทิศทางเดียวกัน ด้วยอัตราความเร็วแบบเดียวกัน

1.2 การเคลื่อนไหวแบบเส้นโค้ง (Curvilinear Motion) วัตถุเคลื่อนที่เป็นแนวโค้งที่เคลื่อนย้ายตำแหน่งโดยสิ้นเชิง แต่ไม่ใช่แบบวงกลม และแบบเส้นตรง ในการเคลื่อนที่แบบย้ายตำแหน่งโดยสิ้นเชิงนี้ ในบางครั้งจะมีการเคลื่อนที่แบบผสมกันระหว่างการเคลื่อนที่ในแนวตรงและแนวโค้งไปพร้อม ๆ กันคือ การเคลื่อนไหวแบบเส้นตรงและเส้นโค้ง (Projectory Motion) เป็นการเคลื่อนไหวแบบเส้นตรงและเส้นโค้งผสมกัน ขณะที่เคลื่อนไหวในอากาศ ในช่วงแรกของการเคลื่อนที่ เป็นการเคลื่อนที่ ที่เกิดจากแรงส่งลักษณะการเคลื่อนที่จะเป็นเส้นตรง (Linear

Motion) เมื่อหมดแรงส่ง วัตถุจะโค้งตกลงมาเนื่องจาก แรงดึงดูดของโลก ช่วงนี้การเคลื่อนที่ของวัตถุจะเป็นเส้นโค้ง (Curvilinear Motion)

2. การเคลื่อนไหวรอบจุดศูนย์กลาง (Rotary or Angular Motion) คือการเคลื่อนไหวในลักษณะอื่น ๆ ที่ไม่ใช่การเคลื่อนไหวที่กล่าวมาแล้วแบ่งออกเป็นการเคลื่อนไหวแบบต่าง ๆ ดังนี้ (กรรวี บุญชัย, 2540)

2.1 การเคลื่อนไหวแบบวงกลม (Circular Motion) คือการเคลื่อนที่เชิงเส้นโค้งซึ่งห่างจากจุด ๆ หนึ่งเป็นระยะเท่า ๆ กัน เช่น การเหวี่ยงไม้กอล์ฟ การเคลื่อนที่ของล้อจักรยาน การหมุนลำตัว

2.2 การเคลื่อนไหวแบบเชิงมุม (Angular Motion) เป็นการเคลื่อนที่ของวัตถุรอบจุดศูนย์กลางของการหมุนที่อยู่นอกแกนกลาง ทิศทางการเคลื่อนไหวจะเป็นแนวโค้งช่วงหนึ่งและในขณะที่เคลื่อนที่ไปนั้นจะมีการทำมุมกับจุดเริ่มต้นที่จุดศูนย์กลางของการเคลื่อนที่ไปเรื่อย ๆ เช่น การเหวี่ยงแขนกระโดดตบวอลเลย์บอล การตีแบดมินตัน การแตะฟุตบอล เป็นต้น

2.3 การเคลื่อนไหวแบบแกว่ง (Oscillating Motion) เป็นการเคลื่อนไหวในแนวเส้นโค้ง ซึ่งเป็นลักษณะซ้ำ ๆ แต่วัตถุที่เคลื่อนที่ไม่ย้ายที่ เช่นการแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกา เครื่องบอกจังหวะ

ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในการเคลื่อนที่ การเคลื่อนที่อาจเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีปัจจัยภายนอกเข้ามาเกี่ยวข้อง ปัจจัยบางประเภทจะช่วยการเคลื่อนที่ดีขึ้น แต่บางครั้งอาจขัดขวางการเคลื่อนที่ ปัจจัยอย่างเดียวกัน ดังเช่น ความเสียดทาน จะช่วยให้นักวิ่งสามารถวิ่งได้เร็วขึ้น ไม่ลื่นเพราะความหนืดทำให้ไม่ล้ม แต่ความหนืดที่พื้นจะขัดขวางไม่ให้ลูกบอลกลิ้งไปได้ดีเท่าที่ควร ปัจจัยต่าง ๆ ที่ทำให้การเคลื่อนไหวเปลี่ยนแปลง ดังรายละเอียดที่จะกล่าวต่อไปนี้ (กรรวี บุญชัย, 2540)

1. โมเมนตัม (Momentum) คือ ผลคูณของมวลสาร (Mass) และความเร็ว (Velocity) จะเห็นว่าโมเมนตัมมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับมวลสารและความเร็วของวัตถุ เนื่องจากวัตถุที่มีความเร็วมากจะมีโมเมนตัมมาก และวัตถุที่มีมวลมากจะมีโมเมนตัมมากด้วย เช่นในเรื่องมวล เมื่อเอาลูกเทนนิสปล่อยลงบนเท้าของเราในระยะสูงพอประมาณ จะรู้สึกเจ็บบ้างเล็กน้อย แต่เมื่อเอาลูกฮอกกี้ หรือลูกเบสบอลปล่อยลงบนเท้าในระยะที่เท่ากันจะรู้สึกเจ็บมากกว่า ถ้าเราต้องการนักกีฬาที่มีโมเมนตัมมาก เราต้องเลือกผู้ที่มีมวลกายมาก

ความเร็วในการเคลื่อนที่ของวัตถุ ให้คนสองคนยืนห่างกันประมาณ 4 เมตร ให้โยนลูกเทนนิสไปยังเพื่อนตรงข้ามเมื่อลูกเทนนิสถูกตัวจะรู้สึกเจ็บเล็กน้อย แต่ถ้าให้ขว้างลูกเทนนิสจะรู้สึกเจ็บมาก เพราะความเร็วสูงขึ้น จะทำให้มีโมเมนตัมมากด้วย

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2. มวล (Mass) เป็นปัจจัยที่สำคัญในการเคลื่อนที่ลูกบอลที่มีขนาดต่างกันมีมวลไม่เท่ากัน หรือวัตถุที่มีมวลเท่ากันแต่รูปร่างต่างกัน มวลสารย่อมมีผลต่อการเคลื่อนที่เพราะหากวัตถุมีมวลมาก ย่อมมีความลำบากในการเคลื่อนที่

3. แรงดึงดูดของโลก (Gravity) มีความสำคัญต่อการทรงตัวและการเคลื่อนที่เป็นอย่างมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งในการทุ่ม ขว้าง ปา แรงดึงดูดของโลกจะดึงให้วัตถุตกลงสู่พื้นเสมอหากไม่มีแรงส่งจากภายนอก วัตถุจะตกลงสู่พื้นในอัตราเร็วมาตรฐาน ถ้าส่งวัตถุออกไปตามแนวนอนโดยใช้แรงส่งน้อย มีความเร็วต่ำ วัตถุจะตกในระยะไม่ไกลจากจุดเริ่มต้นมากนัก

4. ความต้านทานของอากาศ (Air Resistance) เป็นแรงที่ทำให้การเคลื่อนที่ช้าลงผลรวมของความต้านทานของอากาศขึ้นอยู่กับขนาดและรูปร่างของวัตถุ วัตถุมีขนาดเบา มีพื้นที่หน้าตัดมากจะตกลงสู่พื้นช้ากว่าวัตถุที่เล็กและหน้าตัดแคบ

5. แรงเสียดทาน (Frictional Force) เป็นความต้านทานในการเคลื่อนไหวไปข้างหน้าหรือวัตถุหนึ่งเคลื่อนที่ไปบนวัตถุอีกอันหนึ่ง ความเสียดทานของวัตถุทั้งสองขึ้นอยู่กับชนิดของพื้นผิวและความเร็วของวัตถุทั้งสองอย่างนั้น เช่น การเดินบนพื้นผิวที่เปียกแฉะและลื่น แรงเสียดทานที่พื้นผิวจะมีน้อย ทำให้การเคลื่อนที่เป็นไปด้วยความลำบาก และช้าลง อาจลื่นไถลหกล้มได้

6. แรงเหวี่ยงหรือแรงหนีศูนย์กลาง (Centrifugal Force) และแรงดึงเข้าหาจุดศูนย์กลาง (Centripetal Force) แรงเหวี่ยงเป็นความเฉื่อยในร่างกายในการเคลื่อนที่ ที่เป็นเส้นตรง ในการเคลื่อนที่ของวัตถุ วัตถุจะพยายามเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงเสมอ แต่เมื่อถึงจุดหนึ่งของแนวการเคลื่อนที่ของวัตถุ จะถูกแรงดึงดูดเข้าสู่ศูนย์กลาง (Centripetal Force) ที่กระทำต่อวัตถุนั้น เป็นผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแนวการเคลื่อนที่จากแนวเส้นตรงเป็นแนวเส้นโค้ง หรือแนววงกลม ถ้าแรงที่กระทำให้วัตถุเคลื่อนที่ยังมีการกระทำต่อไปอีก เมื่อใดก็ตามที่แรงดึงเข้าสู่ศูนย์กลางหมดไปวัตถุจะกลับไปสู่การเคลื่อนที่ในแนวตรงอีกครั้งหนึ่ง เช่นในการวิ่งทางโค้งจะรู้สึกว่ามีแรงชนิดหนึ่งซึ่งจะทำให้เราวิ่งออกนอกลู่วิ่งเพื่อให้ร่างกายวิ่งตรงท่าเดียว แต่ที่เราวิ่งอยู่ได้เพราะมีแรงดึงเข้าหาจุดหมุนหรือ จุดศูนย์กลาง

คิเนติกส์ (Kinetics) คิเนติกส์ เป็นการศึกษาแรงที่ทำให้เกิดการเคลื่อนไหว (Force) ซึ่งอาจจะเป็นแรงที่เกิดขึ้นภายในกล้ามเนื้อหรือแรงกระทำจากภายนอกร่างกาย กำลัง (Power) และพลังงานที่เกิดขึ้นในขณะที่มีการเคลื่อนที่ไป เช่น ศึกษาแรงปฏิกิริยาตอบโต้ (Ground Reaction Force) หรือแรงรอบจุดหมุนของข้อต่อหรือโมเมนต์ (Moment) ในขณะที่มีการเดินเป็นต้น

แรง (Force) แรงคือสิ่งซึ่งพยายามหรือกระทำให้มวลสารเกิดการเคลื่อนไหว หรือพยายามทำให้สิ่งที่เคลื่อนที่ให้หยุดลง แรงแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดคือ (Barlett, 1997)

1. แรงขับเคลื่อน (Propulsive Force) เป็นแรงที่พยายามทำให้วัตถุเกิดการเคลื่อนไหว

2. แรงต้านทาน (Resistive Force) เป็นแรงที่พยายามต้านและไม่ให้วัตถุเกิดการเคลื่อนไหว

หากแบ่งแรงตามแหล่งกำเนิดแล้ว สามารถแบ่งออกได้เป็น แรงภายในร่างกาย ซึ่งเป็นแรงที่เกิดจากการหดตัวของกล้ามเนื้อ และแรงจากภายนอกร่างกาย แรงภายนอกและแรงภายในนั้นมีทั้งแรงขับเคลื่อนและแรงต้าน เช่น มวลกายของเราเป็นแรงภายนอก ซึ่งอาจเป็นได้ทั้งแรงขับเคลื่อนหรือแรงต้านก็ได้ ถ้าพยายามยกตัวขึ้น มวลกายจะเป็นแรงต้าน ถ้าปล่อยตัวให้ล้มลง มวลกายจะเป็นแรงขับเคลื่อน แรงเป็นปริมาณ เวคเตอร์ (Vector) ต้องมีขนาด (Magnitude) และทิศทาง (Direction) ซึ่งเขียนแทนด้วยลูกศร

ลักษณะของแรง แรงจะสมบูรณ์ได้จะต้องประกอบด้วย 4 ลักษณะดังต่อไปนี้ (อรรคพล เพ็ญสุภา, ม.ป.ป.)

1. ขนาดของแรง (Magnitude) คือปริมาณของแรงซึ่งมีความสำคัญต่อการเคลื่อนไหวของวัตถุและร่างกาย เป็นการบอกขนาดของแรง เช่น แรงมีขนาด 5 นิวตัน 10 นิวตัน เป็นต้น ในการเคลื่อนไหวของร่างกายนั้นเกิดจากแรงดึงของกล้ามเนื้อแต่ละข้อ ซึ่งจะมีกล้ามเนื้อทำงานมากกว่าหนึ่งมัดขึ้นไป

2. ทิศทางของแรง (Direction) เป็นทิศทางของแรงที่กระทำซึ่งแสดงได้บนแนวของการกระทำโดยใช้หัวลูกศรแทน และมีทิศทางพุ่งออกจากที่เกาะปลาย หรือจะคิดเป็นค่าของมุมของการดึงที่ทำกับกระดูกซึ่งเป็นคานก็ได้

3. จุดกระทำของแรง (Point of Application) คือจุดที่แรงมากระทำต่อวัตถุนั้นสำหรับกล้ามเนื้อ จุดที่แรงกระทำอยู่ที่เกาะปลายของกล้ามเนื้อนั้น ตามหลักในการทำงานของกล้ามเนื้อจะดึงจากที่เกาะปลายไปยังที่เกาะต้น

4. แนวการกระทำของแรง (Line of Action) แรงที่กระทำต่อวัตถุอาจจะอยู่ในแนวขวางแนวตั้ง หรือแนวเฉียงก็ได้ แนวการกระทำของแรงจะมีลักษณะเป็นเส้นตรงตามทิศทางของแรงที่กระทำจากจุดกระทำของแรง ในกล้ามเนื้อแนวแรงจะลากผ่านกล้ามเนื้อจากที่เกาะปลายไปยังที่เกาะต้น ซึ่งจะเรียกว่า แนวของการดึง (Line of Pull) โดยจะทำมุมกับกระดูกที่ประกอบเป็นคานของข้อต่อนั้น ๆ มุมนี้เรียกว่า มุมของการดึง (Angle of Pull) ซึ่งจะมีการเปลี่ยนแปลงตลอดการเคลื่อนไหวของส่วนร่างกาย

คิเนติกส์ของการเคลื่อนไหว (Kinetics of Motion)

1. คิเนติกส์ของการเคลื่อนไหวเชิงเส้น (Kinetics of Linear Motion) คิเนติกส์ของพลังงานและโมเมนตัม พลังงานเป็นความสามารถในการทำงานของวัตถุ เช่น เมื่อกล่าวว่า วัตถุมีพลังงานนั้น หมายความว่า วัตถุนั้นสามารถที่จะให้แรงและกระทำออกมาเป็นงานได้ หน่วยของ

พลังงานและงานเหมือนกัน เป็นฟุต-ปอนด์ ตามมาตราอังกฤษ มีหน่วยเป็นเอิร์ก จูลล์ ตามมาตราเมตริก

จากกฎข้อที่สองของนิวตันที่ว่าแรงที่มากระทำต่อวัตถุใด ๆ จะทำให้อัตราเร่งของวัตถุนั้นเปลี่ยนแปลงไปเป็นปฏิภาคโดยตรงกับจำนวนแรงที่มากระทำ แต่เป็นปฏิภาคกลับกับมวลสารของวัตถุนั้น (F = ma) เช่นถ้าต้องการให้ลูกบอลที่เตะออกไปมีความเร็วจะต้องเพิ่มแรงในการเตะออกไปให้มากขึ้นเช่นเดียวกับการรับลูกบอลการดึงบอลเข้าหาตัวเองก็เป็นการลดความเร็วของลูกบอลและเป็นผลให้ลดแรงของลูกบอลที่มาปะทะกับมือด้วย

2. คิเนติกส์ของการเคลื่อนไหวเชิงมุม (Kinetics of Angular Motion)

2.1 คิเนติกส์ของการเคลื่อนไหวเชิงมุมที่สม่ำเสมอ ตามกฎของนิวตันที่กล่าวว่า วัตถุจะอยู่นิ่งหรือเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงด้วยความเร็วสม่ำเสมอ ยกเว้นในกรณีที่มีแรงภายนอกมากระทำ ดังนั้นในกรณีที่วัตถุ เคลื่อนที่เป็นเส้นโค้งอย่างสม่ำเสมอ จำเป็นต้องมีแรงมาช่วยให้ทางเดินของวัตถุเป็นเส้นโค้งอยู่เสมอ แรงนี้คือ แรงสู่ศูนย์กลาง (Centripetal Force) หรือแรงเรเดียล (Radial Force) ซึ่งมีทิศทางตั้งฉากกับแรงที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง

2.2 คิเนติกส์ของโมเมนตัมเชิงมุม แรงบิด (Torque) หรือเรียกว่า Force Moment เป็นแรงที่ทำให้วัตถุเกิดการหมุน ซึ่งมีค่าเท่ากับผลคูณของแรงกับระยะทาง ตั้งฉากจุดที่แรงกระทำถึงจุดหมุน

$$\text{Torque} = \text{Force x distance}$$

$$T = F \perp d$$

คิเนแมติกส์ (Kinematics) คิเนแมติกส์ เป็นการศึกษาการเคลื่อนไหวของวัตถุหรือของร่างกายโดยคำนึงถึงลักษณะ รูปแบบ และส่วนประกอบของการเคลื่อนไหว ที่มีการเปลี่ยนแปลงไปโดยไม่คำนึงถึงแรงกระทำ ที่ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวหรือแรงที่เกิดขึ้นขณะเคลื่อนไหว การเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้นอาจเป็นการเคลื่อนไหวในแนวเชิงเส้นตรง (Linear Kinematics) หรือการเคลื่อนไหวในแนวเชิงมุม (Angular Kinematics) ลักษณะทางคิเนแมติกส์ ได้แก่ (Enoka, 2002)

1. ระยะทางในการเคลื่อนไหวเชิงเส้น (Linear) องศาการเคลื่อนไหวเชิงมุม (Angular) เช่น องศาการเคลื่อนไหวของข้อต่อ (Rang of Motion)

2. ความเร่งในการเคลื่อนไหว (Acceleration) การเปลี่ยนแปลงความเร็วต่อหนึ่งหน่วยเวลา

3. ความเร็วในการเคลื่อนไหว การเปลี่ยนแปลงของตำแหน่ง ระยะทางหรือมุมการเคลื่อนไหวต่อหนึ่งหน่วยเวลา แบ่งได้เป็น ความเร็วเฉลี่ยและความเร็วสูงสุดของการเคลื่อนไหวนั้น ๆ (Average and Peak Angular Velocities)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

4. รูปแบบการเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้นในขณะที่วัตถุหรือส่วนของร่างกายเคลื่อนที่ไป (Pattern of Motion) ลักษณะปกติของการเคลื่อนไหวในแต่ละข้อต่อ มีลักษณะที่แตกต่างกันออกไป ขึ้นกับโครงสร้างของข้อต่อนั้น ๆ

คิเนแมติกส์ของการเคลื่อนไหว (Kinematics of Motion)

1. คิเนแมติกส์ของการเคลื่อนไหวเชิงเส้น (Kinematics of Linear Motion) ขณะที่มีการเคลื่อนไหวเปลี่ยนที่จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งนั้น จะเกิดระยะทางที่เคลื่อนไป ทิศทางของการเคลื่อนไหวและเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนไหว การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนี้สามารถนำมาคำนวณหาความเร็ว (Velocity) และความเร่ง (Acceleration) ได้

1.1 ความเร็ว (Velocity) ความแตกต่างระหว่าง อัตราเร็ว (Speed), ความเร็ว (Velocity) คือ อัตราเร็ว (Speed) เป็นปริมาณทางสเคล่าร์ ส่วน ความเร็ว (Velocity) เป็นปริมาณทางเวคเตอร์ที่บอกทิศทางของการเคลื่อนที่ด้วย แต่อย่างไรก็ตาม คำทั้งสองอาจใช้แทนกันได้ในความหมายกว้าง ๆ ที่สามารถคำนวณได้จาก

$$\text{ความเร็ว} = \frac{\text{ระยะทางที่ได้}}{\text{เวลาที่ใช้ไป}}$$

$$V = \frac{S_f - S_i}{t_f - t_i}$$

ให้ V = ความเร็ว, S_f = ระยะทางปลาย, S_i = ระยะทางต้น, t_f = เวลาปลาย, t_i = เวลาต้น

1.2 ความเร่ง (Acceleration) เป็นความเร็วที่เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งคำนวณได้จาก

$$\text{ความเร่ง} = \frac{\text{ความเร็วสุดท้าย} - \text{ความเร็วต้น}}{\text{เวลาที่ใช้ไป}}$$

$$a = \frac{V_f - V_i}{t}$$

ให้ a = ความเร่ง, V_f = ความเร็วสุดท้าย, V_i = ความเร็วต้น, และ t = เวลาที่ใช้ไป

ความเร่ง (Acceleration) เหมือนกับความเร็ว (Velocity) คือ นอกจากมีขนาดแล้วจะต้องมีทิศทางการเคลื่อนไหวอีกด้วย การเคลื่อนที่ของวัตถุด้วยความเร่งที่คงที่นั้น หมายความว่า มีการเปลี่ยนแปลงความเร็ว ในกรณีที่ความเร็วของวัตถุน้อยลงแสดงว่าความเร่งมีค่าเป็นลบ ซึ่งเรียกว่าการลดความเร่ง (Deceleration) และถ้าความเร็วคงที่ ความเร่งก็จะมีค่าเท่ากับศูนย์

ความเร็ว ณ จุดใด ๆ (Instantaneus Speed) คือ ความเร็วที่จุดใดจุดหนึ่ง ตั้งแต่เริ่มจนกระทั่งสิ้นสุดการเคลื่อนไหว ความเร็วชนิดนี้อาจจะมีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่าความเร็วเชิงเส้น

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

เฉลี่ยก็ได้ ความเร็วในขณะนั้นจะเป็นระยะทางที่ได้ในเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงที่มีค่า ใกล้ศูนย์มากที่สุด ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้เป็น

$$V = \frac{dx}{dt}$$

ให้ V = ความเร็ว ณ.จุดใด ๆ, dx = ความแตกต่างของระยะทาง, dt = ความแตกต่างของเวลา

2. คิเนแมติกส์ของการเคลื่อนไหวเชิงมุม (Kinematics of Angular Motion) เป็นการเคลื่อนไหวของวัตถุ ตามเส้นโค้งของวงกลมรอบแกนที่เป็นจุดศูนย์กลางของการหมุนโดยเคลื่อนไปเป็น มุม (θ) มีรัศมีของการหมุน (r) และระยะทางเชิงเส้น (s) เป็นความยาวของส่วนโค้งของวงกลมที่เคลื่อนที่เป็นมุม θ

การเคลื่อนไหวเชิงมุมก็เหมือนกับการเคลื่อนไหวเชิงเส้น คือมีทั้งความเร็วและความเร่ง

2.1 ความเร็วเชิงมุม (Angular Velocity)

$$\omega = \frac{\theta_f - \theta_i}{t_f - t_i}$$

โดยให้ ω เป็นความเร็วเชิงมุมเฉลี่ย, θ_f เป็นมุมปลายที่วัตถุเคลื่อนที่ไปได้, θ_i เป็นมุมต้นที่วัตถุเคลื่อนที่ไป, t_f เป็นเวลาปลาย และ t_i เป็นเวลาต้น

2.2 ความเร่งเชิงมุม (Angular Acceleration)

$$\alpha = \frac{\omega_f - \omega_i}{t_f - t_i}$$

โดยให้ α เป็นความเร่งเชิงมุม, ω_i เป็นความเร็วเชิงมุมเริ่มต้น, ω_i เป็นอัตราเร็วเชิงมุมปลาย, t_f เป็นระยะเวลาปลาย และ t_i เป็นระยะเวลาต้น

ในกรณีที่ความเร็วเชิงมุมเพิ่มขึ้น ความเร่งเชิงมุมจะมีค่าเป็นบวก ในด้านตรงกันข้ามเมื่อความเร็วเชิงมุมลดลง ความเร่งเชิงมุมจะมีค่าเป็นลบ

การเคลื่อนไหวข้อตะโพก ข้อเข่า และข้อเท้า

การเคลื่อนไหวข้อตะโพก เนื่องจากเป็นข้อต่อชนิด Ball and Socket จะเคลื่อนไหวได้รอบแกน 3 แกน ทำให้เกิดการเคลื่อนไหว 6 ทิศทางต่อไปนี้คือ (กานดา ใจภักดี, 2542)

1. การงอข้อตะโพก ระยะการเคลื่อนไหวของการงอมากหรือน้อยอย่างไร ขึ้นอยู่กับท่าของข้อเข่าด้วย เช่นถ้างอข้อตะโพก ขณะที่งอเข่าด้วย จะได้ระยะการเคลื่อนไหวประมาณ 120-140 องศา แต่ถ้าให้งอข้อตะโพกขณะที่ข้อเข่าเหยียดตรงจะได้ระยะการเคลื่อนไหวประมาณ 90 องศา ทั้งนี้เนื่องจากกล้ามเนื้อ Hamstrings ดึงรั้งเอาไว้ เมื่อกล้ามเนื้อ Hamstrings ดึงที่ข้อเข่าแล้วจะไม่ยอมให้ถูกยืดที่ข้อตะโพกอีก นอกจากนี้ขณะที่งอข้อตะโพก จะมีการเคลื่อนไหวของกระดูก

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

เชิงกรานร่วมด้วยทำให้เกิดหลังแบน กล้ามเนื้อที่ใช้ในการงอตะโพก ประกอบด้วยกล้ามเนื้อต่อไปนี้คือ

1.1 กล้ามเนื้อ Iliopsoas มีที่เกาะต้นอยู่ที่ด้านข้างของกระดูกสันหลังระดับเอวทั้งหมดและระดับอกอันที่ 12 เกาะปลายอยู่ที่ Lesser Trochanter ของกระดูกฟีเมอร์ จากการศึกษาแรงดึงของกล้ามเนื้อมัดนี้ พบว่า นอกจากงอข้อตะโพกแล้วกล้ามเนื้อมัดนี้จะช่วยหุบขาและหมุนขาออกด้านนอกอีกด้วย

1.2 กล้ามเนื้อ Sartorius เป็นกล้ามเนื้อที่ผ่านทั้งข้อตะโพกและข้อเข่าซึ่งมีที่เกาะต้นจาก Anterior Superior Iliac Spine ของกระดูกเชิงกราน ที่เกาะปลายอยู่ที่ด้านในของปลายบนของกระดูกทิเบีย จากลักษณะทิศทางของกล้ามเนื้อ ทำให้มีหน้าที่หลายอย่างคือ งอพร้อมกับหมุนข้อตะโพกออกทางด้านนอกและงอข้อเข่าพร้อมกับหมุนกระดูกทิเบียเข้าทางด้านใน

1.3 กล้ามเนื้อ Rectus Femoris เป็นกล้ามเนื้อมัดหนึ่งของกล้ามเนื้อ Quadriceps ที่ผ่านทั้งข้อตะโพกและข้อเข่า โดยมีที่เกาะต้นจาก Anterior Inferior Iliac Spine ของกระดูกตะโพกไปยัง Tibial Tuberosity ของกระดูกทิเบีย กล้ามเนื้อมัดนี้จะงอข้อตะโพกได้อย่างมีประสิทธิภาพเมื่อข้อเข่างอ เช่นในการเดิน

1.4 กล้ามเนื้อ Tensor Fascia Latae เป็นกล้ามเนื้อทางด้านข้างเยื้องมาด้านหน้าของข้อตะโพก โดยเกาะจากส่วนหน้าและส่วนข้างของ Iliac Crest มายัง Iliotibial Tract จากลักษณะทิศทางของใยกล้ามเนื้อ ทำให้กล้ามเนื้อมัดนี้ทำหน้าที่งอ กางและหมุนข้อตะโพกเข้าทางด้านในและช่วยหมุนกระดูกทิเบียออกทางด้านนอกด้วย

1.5 กล้ามเนื้อที่ช่วยในการงอข้อตะโพกอื่น ๆ นั้น ได้แก่ กล้ามเนื้อ Pectineus กล้ามเนื้อ Adductor Longus, Gracilis และ Anterior Fiber ของกล้ามเนื้อ Gluteus Minimus, Gluteus Medius

2. การเหยียดข้อตะโพก ระยะการเคลื่อนไหวจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับท่าของข้อเข่าเช่นกัน ถ้าเหยียดข้อตะโพกพร้อมกับเหยียดข้อเข่าด้วย จะได้ระยะการเคลื่อนไหว 20 องศา แต่ถ้าเหยียดข้อตะโพกพร้อมกับงอข้อเข่าจะได้ระยะการเคลื่อนไหวเพียง 10 องศา ทั้งนี้เนื่องจากกล้ามเนื้อ Rectus Femoris ถูกดึงให้ตึงที่ข้อเข่าแล้วจะไม่สามารถถูกยืดที่ข้อตะโพกได้อีก ขณะเหยียดข้อตะโพกกระดูกเชิงกรานจะโน้มไปด้านหน้าด้วย ย่อมทำให้กระดูกสันหลังระดับเอวแอ่น (Extension Lordosis) มากกว่า ปกติ กล้ามเนื้อที่ใช้ในการเหยียดข้อตะโพกจะประกอบด้วย

2.1 กล้ามเนื้อ Gluteus Maximus เป็นกล้ามเนื้อที่สำคัญที่สุดในการเหยียดข้อตะโพก เป็นกล้ามเนื้อที่ใหญ่และมีกำลังมากที่สุดในร่างกาย กล้ามเนื้อมัดนี้ เกาะจากกระดูก Sacrum ไปยัง Gluteal Tuberosity ของกระดูกฟีเมอร์และ Ilio-Tibial Tract

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2.2 กล้ามเนื้อ Hamstrings เป็นกล้ามเนื้อที่ผ่านทั้งข้อตะโพกและข้อเข่า โดยเกาะจาก Ischial Tuberosity ไปยังปลายบนของกระดูกทิเบียและฟิบูล่าร์ ประกอบด้วยกล้ามเนื้อต่อไปนี้คือ กล้ามเนื้อ Biceps Femoris, กล้ามเนื้อ Semitendinosus, กล้ามเนื้อ Semimembranosus และ Ham Part ของ Adductor Magnus กำลังในการทำงานของกล้ามเนื้อกลุ่มนี้มีค่าประมาณ 2/3 เท่าของกล้ามเนื้อ Gluteus Maximus นอกจากนี้ประสิทธิภาพในการทำงานของกล้ามเนื้อกลุ่มนี้ยังขึ้นอยู่กับท่าของ ข้อเข่า เช่น เหยียดข้อตะโพกในท่าเหยียดเข่า กล้ามเนื้อจะทำงานดีกว่าในท่างอข้อเข่า

2.3 กล้ามเนื้ออื่น ๆ ที่ช่วยในการเหยียดข้อตะโพก ได้แก่ Posterior Fiber ของกล้ามเนื้อ Gluteus Medius และ Gluteus Minimus

3. การกางข้อตะโพก จะได้ระยะการเคลื่อนไหวประมาณ 45 องศา เนื่องจากถูกจำกัดโดยการกระทบกันระหว่างคอของกระดูกฟีเมอร์กับขอบบนของ Acetabulum การตึงตัวของกล้ามเนื้อกลุ่ม Adductor และการตึงตัวของเอ็น Pubofemoral กล้ามเนื้อที่ใช้ในการกางขา ได้แก่

3.1 กล้ามเนื้อ Gluteus Medius เป็นกล้ามเนื้อที่สำคัญที่สุดในการกางขา เกาะจากกระดูกตะโพกไปยัง Greater Trochanter ของกระดูกฟีเมอร์ กล้ามเนื้อนี้จะทำงานมีประสิทธิภาพมากที่สุด เมื่อกางขาได้ประมาณ 35 องศา ซึ่งทำให้ใยกล้ามเนื้อตั้งฉากกับแขนของคานพอดี กล้ามเนื้อมัดนี้จะช่วยรักษาสมดุลของกระดูกเชิงกรานในระนาบ Frontal ในขณะเดิน ช่วงที่ขาข้างหนึ่งรับมวลของร่างกายทั้งหมด ตามหลักของกลศาสตร์ กระดูกเชิงกรานจะถูกแรงดึงดูดของโลกกระทำ ทำให้เอียงลงมาด้านตรงกันข้ามกับขาที่รับมวลกาย แต่ในคนปกติกล้ามเนื้อ Gluteus Medius ของขาข้างที่ยืนรับมวลกายจะทำงานเพื่อยึดกระดูกเชิงกรานไว้ให้อยู่ในภาวะสมดุล

3.2 กล้ามเนื้อ Gluteus minimus จะมีกำลังประมาณ 1/3 ของกล้ามเนื้อ Gluteus medius

3.3 กล้ามเนื้อ Tensor Fascia Latae จะมีกำลังประมาณ 1/2ของกล้ามเนื้อ Gluteus Medius

3.4 Superior Fiber ของกล้ามเนื้อ Gluteus Maximus ช่วยรักษาสมดุลของกระดูกเชิงกรานในระนาบ Frontal ด้วย

จากการจัดตัวของกล้ามเนื้อ Tensor Fascia Latae ที่เกาะจากด้านหน้าของ Iliac Crest และ Superficial Fiber ของกล้ามเนื้อ Gluteus Maximus ที่เกาะจากกระดูก Sacrum กล้ามเนื้อทั้งสองมัดนี้จะมีทิศทางพุ่งเข้าหากันมาเกาะที่ Ilio-Tibial Tract ทำให้มีลักษณะเหมือนกับกล้ามเนื้อ Deltoid ของแขน ซึ่งจะช่วยรักษาสมดุลของกระดูกเชิงกรานในระนาบ frontal ด้วย

3.5 กล้ามเนื้อ Piriformis เป็นกล้ามเนื้อมัดเล็ก ๆ อยู่ทางด้านบนของข้อตะโพก ซึ่งจะช่วยในการกางขา

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

4. การหุบข้อตะโพก กล้ามเนื้อที่ใช้ในการหุบขานั้นประกอบด้วย

4.1 กล้ามเนื้อกลุ่ม Adductor ของข้อตะโพก ได้แก่ Adductor Magnus, Adductor Longus, Adductor Brevis และ Gracilis

4.2 กล้ามเนื้อ Hamstrings

4.3 Inferior fiber ของกล้ามเนื้อ Gluteus Maximus

4.4 กล้ามเนื้อมัดเล็ก ๆ ที่อยู่ทางด้านหน้าและด้านหลังของข้อตะโพก ได้แก่ Quadriceps Femoris, Pectineus, และ Obturator Internus

5. การหมุนข้อตะโพกออกทางด้านนอก มีท่าเริ่มต้นหลายท่าเช่น ขณะที่เข่าเหยียดตรงและให้หมุนเท้าออกด้านนอก หรือนั่งห้อยขาที่ขอบเตียง ตะโพกงอ 90 องศา เข่างอ 90 องศา หลังจากนั้นให้เคลื่อนขาท่อนล่างและเท้าเข้าด้านใน หรืออาจจะทำในท่านอนคว่ำ งอเข่า 90 องศา และ ให้เคลื่อนขาท่อนล่างและเท้าเข้าด้านในก็ได้ กล้ามเนื้อที่ใช้ในการหมุนข้อตะโพกออกทางด้านนอกได้แก่ กล้ามเนื้อ Pirifomis, กล้ามเนื้อ Obturator Extenus, กล้ามเนื้อ Obturator Intenus ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อมัดเล็ก ๆ บริเวณก้น นอกจากนี้ยังมีกล้ามเนื้อต่อไปนี้ช่วย ได้แก่ กล้ามเนื้อ Quadriceps Femoris, กล้ามเนื้อ Pectineus, Posterior Fiber ของกล้ามเนื้อ Adductor Magnus, กล้ามเนื้อ Gluteus Maximus และ Posterior Fiber ของกล้ามเนื้อ Gluteus Medius

6. การหมุนข้อตะโพกเข้าด้านใน จะมีท่าเริ่มต้นหลายท่าเหมือนกับการหมุนข้อตะโพกออกด้านนอก แต่ทำในทิศทางตรงกันข้าม กำลังของกล้ามเนื้อกลุ่มที่หมุนข้อตะโพกเข้าด้านในมีค่าประมาณ 1/3 ของกล้ามเนื้อกลุ่มที่หมุนข้อตะโพกออกด้านนอก กล้ามเนื้อที่ใช้ในการหมุนข้อตะโพกเข้าด้านใน ประกอบด้วยกล้ามเนื้อ Tensor Fascia Latae, กล้ามเนื้อ Gluteus Minimus, และ Anterior Fiber ของกล้ามเนื้อ Gluteus Medius

การเคลื่อนไหวข้อเข่า ข้อเข่าเป็นข้อต่อชนิดบานพับที่มีการดัดแปลงตัวฉะนั้นจะมีการเคลื่อนไหวได้มากกว่า 1 ระนาบ โดยแบ่งได้ดังต่อไปนี้ (กานดา ใจภักดี, 2542)

1. การเคลื่อนไหวในระนาบ Sagital แบ่งการเคลื่อนไหวได้เป็น

1.1 การเหยียดข้อเข่า เข่าจะเหยียดได้มากน้อยอย่างไรนั้นขึ้นอยู่กับท่าของข้อตะโพกด้วย เนื่องจากทั้งข้อตะโพกและข้อเข่ามีกล้ามเนื้อที่ผ่าน 2 ข้อต่อกลุ่มเดียวกัน เช่น กล้ามเนื้อ Rectus Femoris และกล้ามเนื้อ Hamstrings เป็นต้น กล้ามเนื้อที่สำคัญในการเหยียดข้อเข่า คือ กล้ามเนื้อ Quadriceps เป็นกล้ามเนื้อที่แข็งแรงมากแข็งแรงกว่ากล้ามเนื้อในการงอข้อเข่าประมาณ 3 เท่า กล้ามเนื้อ Quadriceps ประกอบด้วยกล้ามเนื้อดังต่อไปนี้คือ กล้ามเนื้อ Vastus Medialis, กล้ามเนื้อ Vastus Lateralis, กล้ามเนื้อ Vastus Intermedcalis และกล้ามเนื้อ Rectus Femoris กล้ามเนื้อทั้ง 4 มัดนี้ จะรวมกันเป็นเอ็น Ligamentum Patella ไปเกาะที่ Tibial Tuberosity ของกระดูกทิเบีย ภายในเอ็น

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

นี้มีกระดูก Patella ซึ่งเป็นตัวช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของกล้ามเนื้อ Quadriceps ตามที่ได้กล่าวมาแล้ว

1.2 การงอข้อเข่า เหมือนกับการเหยียดข้อเข่าจะได้ระยะการเคลื่อนไหวมากน้อยอย่างไร ขึ้นอยู่กับท่าของข้อตะโพก ถ้างอเข่าพร้อมกับงอข้อตะโพกด้วย ได้ค่าประมาณ 140 องศา แต่ถ้างอเข่าพร้อมกับเหยียดข้อตะโพกจะได้ค่าประมาณ 120 องศา กล้ามเนื้อที่งอเข่าได้แก่

1.2.1 กล้ามเนื้อ Hamstrings ที่ประกอบด้วยกล้ามเนื้อ Semitendinosus, Semimembranosus และ Biceps Femoris ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อผ่าน 2 ข้อต่อ ทั้งข้อตะโพก และข้อเข่า

1.2.2 กล้ามเนื้อกลุ่ม Pes Anserine ได้แก่กล้ามเนื้อ Gracilis กล้ามเนื้อ Sartorius และกล้ามเนื้อ Semitendinosus ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อที่ผ่าน 2 ข้อต่ออีกเช่นกัน

1.2.3 กล้ามเนื้อ Popliteus เป็นกล้ามเนื้อรูปสามเหลี่ยมซึ่งเกาะระหว่าง Condyle อันนอกของกระดูกฟีเมอร์กับส่วนบนของด้านหลังของกระดูทิเบีย

2. การเคลื่อนไหวในระนาบ Transverse แบ่งได้เป็น 1) การหมุนข้อเข่าออกทางด้านนอก ทำได้โดยกล้ามเนื้อที่เกาะทางด้านนอกของเข่า เช่น กล้ามเนื้อ Biceps Femoris, กล้ามเนื้อ Tensor Fascia Latae 2) การหมุนข้อเข่าเข้าทางด้านใน ทำโดยกล้ามเนื้อเกาะอยู่ทางด้านในของข้อเข่า เช่น กล้ามเนื้อกลุ่ม Pes Anserine, กล้ามเนื้อ Semimembranosus และกล้ามเนื้อ Popliteus ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อทำ Unlock ข้อเข่าที่สำคัญก่อนที่จะงอเข่า การเคลื่อนไหวในระนาบนี้สามารถแบ่งการเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้นได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

2.1 การเคลื่อนไหวภายใต้อำนาจจิตใจซึ่งเกิดขึ้นขณะที่ข้อเข่างอท่าที่เหมาะสมในการตรวจการเคลื่อนไหวนี้ คืองอข้อเข่า 90 องศา พร้อมกับงอตะโพก 90 องศา แล้วหันปลายเท้าเข้าด้านในหรือออกด้านนอก ซึ่งเป็นการหมุนข้อเข่าในระนาบ Transverse

2.2 การเคลื่อนไหวโดยอัตโนมัติ จะเกิดในระยะ 20 องศา สุดท้ายของการเหยียดข้อเข่าจะเกิดการหมุนออกของข้อเข่า ซึ่งเรียกว่า Screwhome Movement หรือเกิดการล็อคข้อเข่า และเมื่อเริ่มงอข้อเข่าก็จะต้องเกิดการหมุนเข้าของข้อเข่าก่อนจึงจะงอต่อไปได้ ซึ่งเรียกว่า Unlock ข้อเข่า

3. การเคลื่อนไหวในระนาบ Frontal คือการทำ Adduct และ Abduct ของข้อเข่ามีระยะการเคลื่อนไหวน้อยมากและเป็นการเคลื่อนไหวชนิด Passive การเคลื่อนไหวในระนาบนี้ จะเกิดขึ้นในช่วงการงอข้อเข่าจาก 0-30 องศา

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การเคลื่อนไหวข้อเท้า

1. เท้าจะเคลื่อนไหวได้รอบแกน 3 แกน คือ (กานดา ใจภักดี, 2542)

1.1 รอบแกน Transverse ที่ลากผ่านตาตุ่มทั้งสองข้าง ซึ่งจะทอดเฉียงไปด้านข้างและด้านหลัง การเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้น คือ การกระดกปลายเท้าขึ้น (Dorsiflexion) และการเหยียดปลายเท้าลง (Plantarflexion)

1.2 รอบแกนตามยาวของขา การเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้น คือ การเบนปลายเท้าออกด้านนอก (Abduction) และการเบนปลายเท้าเข้าด้านใน (Adduction)

1.3 รอบแกนตามยาวของเท้า การเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้นคือ การหันฝ่าเท้าออกทางด้านนอก (Pronation) และการหันผ่าเท้าเข้าทางด้านใน (Supination)

2. การกระดกปลายเท้าขึ้นและการเหยียดปลายเท้าลง เป็นการเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้นที่ข้อเท้า ระยะของการเคลื่อนไหวของข้อเท้าขึ้นอยู่กับกระดูกที่มาเชื่อมกันซึ่งปรากฏว่าเมื่อดูในระนาบ Sagital ของข้อเท้า พื้นผิวเว้าของกระดูกทิเบียที่มาประกอบเป็นข้อต่อเปรียบได้กับเส้นรอบวงของวงกลมที่มีมุมที่จุดศูนย์กลางมีค่า 70 องศา ส่วนที่ผิวโค้งของกระดูกทาลัส ก็จะเปรียบได้กับ เส้นรอบวงของวงกลมที่มีมุมจุดศูนย์กลางมีค่าประมาณ 140 ถึง 150 องศา ฉะนั้นการเคลื่อนไหวโดยการกระดกปลายเท้าขึ้น และถีบปลายเท้าลงจะมีค่าทั้งหมดประมาณ 70-80 องศา การเหยียดปลายเท้าลงจะมีค่ามากกว่าการกระดกปลายเท้าขึ้น

2.1 การกระดกปลายเท้าขึ้น (Dorsiflexion) ขณะที่กระดกปลายเท้าขึ้นจะทำให้ส่วนหน้าของกระดูกทาลัสที่ค่อนข้างกว้าง เข้าไปอยู่ในส่วนหลังของแอ่งกระดูกทิเบียและกระดูกฟิบูล่าร์ที่แคบกว่า ย่อมทำให้ข้อต่อเกิดความมั่นคง นอกจากนี้ กระดูกฟิบูล่าร์จะถูกดันให้สูงขึ้นด้วย ทำให้ Interosseous มีทิศทางค่อนข้างอยู่ในแนวนอน ปัจจัยที่จำกัดการกระดกปลายเท้าขึ้นประกอบด้วย

2.1.1 กระดูก ผิวบนของกระดูกทาลัสจะกระทบกับขอบหน้าของกระดูกทิเบีย ในกรณีที่มีการกระทบกันอย่างแรงจะทำให้กระดูกนั้นหักได้

2.1.2 เอ็นยึดข้อต่อ เอ็นข้อต่อทางด้านหลังจะตึง พร้อมทั้งเอ็นส่วนหลังของเอ็น Collateral ด้วย

2.1.3 กล้ามเนื้อ การตึงตัวของกล้ามเนื้อ Gastrosoleous จะจำกัด การกระดกปลายเท้าขึ้น

2.2 การเหยียดปลายเท้าลง (Plantarflexion) ขณะที่เหยียดปลายเท้าลง ทำให้ด้านหลังของกระดูกทาลัสที่ค่อนข้างแคบ เข้าไปอยู่ในส่วนหน้า ของแอ่งของกระดูกทิเบียและฟิบูล่าร์ที่กว้างกว่า ทำให้ข้อต่อไม่มีความมั่นคงและเกิดเท้าแพลงได้ง่าย นอกจากนี้กระดูกฟิบูล่าร์จะเคลื่อนต่ำลง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตามแรงดึงดูดของโลก ทำให้ Interosseous Membrane มีทิศทางอยู่ในแนวดิ่งมากขึ้นจากท่าปกติ ปัจจัยที่จำกัดการเหยียดของปลายเท้าลงประกอบด้วย

2.2.1 กระดูก ส่วนหลังของผิวบนของกระดูกทาลัส จะกระทบกับขอบหลังของกระดูกทิเบีย

2.2.2 เอ็นยึดข้อต่อ เอ็นทางด้านหน้าจะตึงมากขึ้น

2.2.3 กล้ามเนื้อ ทางด้านหน้าของข้อเท้าจะตึงตัวยับยั้งการเหยียดปลายเท้าลง

การวิเคราะห์การเคลื่อนไหวทางกีฬาเชิงชีวกลศาสตร์

ขั้นตอนการวิเคราะห์การเคลื่อนไหว การวิเคราะห์การเคลื่อนไหวทางการกีฬานั้น มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงและพัฒนาความสามารถของนักกีฬาให้ไปสู่ความสามารถสูงสุด ตลอดจนป้องกันและลดการบาดเจ็บจากการกีฬาด้วยสามารถแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน (ศิริรัตน์ หิรัญรัตน์, 2536) ดังนี้

1. ขั้นสังเกตด้วยตาเปล่า (Noncinematographic Analysis) เป็นการมองด้วยสายตาและเปรียบเทียบการเคลื่อนไหวเพื่อสังเกตว่าถูกต้องหรือไม่อย่างไร และอะไรน่าจะเป็นสาเหตุของความไม่สมบูรณ์ของการเคลื่อนไหวในทักษะนั้น ๆ เช่นการยิงประตูฟุตบอลด้วยการวอลเลย์แต่ผิดตำแหน่งในการวางเท้าจึงทำให้ลูกบอลนั้นเหินข้ามคานประตูฟุตบอลไป ซึ่งจะเห็นว่าการมองด้วยสายตาและรู้จักสังเกตก็สามารถบอกได้ว่าลูกบอลข้ามคานไปเพราะเหตุใด

2. ขั้นใช้อุปกรณ์ถ่ายภาพ (Basic Cinematographic Analysis) ขั้นนี้เริ่มมีการใช้อุปกรณ์อย่างง่าย ๆ เช่น กล้องถ่ายภาพนิ่ง กล้องวิดีโอบันทึกภาพ เพื่อนำรูปภาพในขณะนั้นมาวิเคราะห์อย่างง่าย เนื่องจากบางครั้งเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น เราต้องดูอีกครั้งหนึ่งเพื่อความแน่ใจ หรือสามารถให้ผู้อื่นบันทึกภาพให้เพื่อนำมาศึกษาภายหลัง

3. ขั้นการใช้อุปกรณ์ขั้นสูง (Intermediate Cinematographic Analysis) อุปกรณ์ที่ใช้ในขั้นตอนนี้อย่างน้อยต้องเป็นกล้องวิดีโอที่มีความเร็วในการจับภาพสูง (High Speed Video) สามารถจับภาพได้เร็วและแม่นยำมาก แล้วนำภาพมาวิเคราะห์คำนวณหามุม และความเร็วการเคลื่อนไหวของข้อต่อต่าง ๆ ได้

4. ขั้นวิจัยทางชีวกลศาสตร์ (Biomechanics Research) ในขั้นนี้มีการใช้อุปกรณ์ที่ทันสมัยต่าง ๆ เช่น นำกล้องวิดีโอที่มีความเร็วในการจับภาพสูง หรือกล้องถ่ายภาพยนตร์มาบันทึกภาพการเคลื่อนไหวแล้วนำภาพที่บันทึกได้มาวิเคราะห์โดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ เพื่อวิเคราะห์หามุม ความเร็วและความเร่ง การเคลื่อนไหวของข้อต่อต่าง ๆ ซึ่งต้องอาศัยความรู้ความชำนาญเป็นพิเศษ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

รูปแบบการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวในทางการกีฬา

1. การวิเคราะห์สองมิติ (Two Dimensions Analysis) การวิเคราะห์การเคลื่อนไหวในระนาบใดระนาบหนึ่ง ใช้กล้องวิดีโอ 1 ตัว เช่น วิเคราะห์ลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อตะโพก ข้อเข่า และข้อเท้าของลำตัวซีกขวา ในขณะยกน้ำหนัก

2. การวิเคราะห์สามมิติ (Three Dimensions Single Side) การวิเคราะห์การเคลื่อนไหวแบบสามมิติ โดยศึกษาลักษณะการเคลื่อนไหวของลำตัวด้านใดด้านหนึ่ง โดยใช้กล้อง 2 ตัว เช่น ศึกษาลักษณะการเคลื่อนไหวของแขนและลำตัวด้านขวาในขณะที่นักกีฬาตีปิงปอง โดยใช้มือขวาในขณะตีปิงปอง จะมีการเคลื่อนไหวของแขนในลักษณะหมุนแขน หรือหมุนลำตัวร่วมด้วย ถ้าใช้กล้องวิดีโอหนึ่งตัว อาจทำให้ข้อมูลผิดพลาดได้ เนื่องจากมี Out of Plan Movement เกิดขึ้น

3. การวิเคราะห์สามมิติ (Three Dimensions Analysis) การวิเคราะห์การเคลื่อนไหวแบบสามมิติ โดยศึกษาลักษณะของลำตัวทั้ง 2 ข้าง ในเวลาเดียวกัน ใช้กล้อง 4 ตัวขึ้นไป ตัวอย่างเช่น ศึกษาการวิ่ง ของลำตัวซีกซ้ายและขวาพร้อมกัน ศึกษาลักษณะการหมุนตัว และเหวี่ยงแขนในขณะตีกอล์ฟ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์การเคลื่อนไหว

สุวัตร สิทธิหล่อ (2538) ได้กล่าวว่า ปัจจุบันนี้การวิเคราะห์การเคลื่อนไหวโดยอาศัยข้อมูลจากการบันทึกภาพกำลังได้รับความนิยมเนื่องจากมีความสลับซับซ้อนน้อย และประหยัดเวลารวมทั้งให้ข้อมูลที่เชื่อถือได้ ซึ่งสามารถวัดได้โดยการใช้กล้องวิดีโอ หรือกล้องถ่ายภาพยนตร์บันทึกการเคลื่อนไหวร่วมกับการติดเครื่องหมาย บริเวณข้อต่อต่าง ๆ ของร่างกายที่ต้องการจะศึกษา ดังนี้

1. กล้องถ่ายภาพยนตร์ (Cinematography) คือการใช้กล้องถ่ายภาพยนตร์ มาถ่ายภาพการเคลื่อนไหวภาพที่ได้จะมีขนาดตั้งแต่ 8 มิลลิเมตร, 16 มิลลิเมตร, 35 มิลลิเมตร และ 70 มิลลิเมตร ซึ่งขนาด 8 มิลลิเมตร ก็สามารถเห็นรายละเอียดต่าง ๆ ของภาพได้ถูกต้องแม่นยำ ในขณะที่กล้องขนาด 35 มิลลิเมตร และ 70 มิลลิเมตร มีราคาแพง แต่กล้องขนาด 16 มิลลิเมตร มีราคาพอสมควร และมีความเร็วสูง กล้องทั้งหมดนี้สามารถใช้แบตเตอรี่ได้ จึงเหมาะสมสำหรับพกพาไปถ่ายภาพนอกสถานที่ได้

2. กล้องวิดีโอบันทึกภาพ (Videography) คือการใช้กล้องวิดีโอมาถ่ายภาพการเคลื่อนไหว ซึ่งปัจจุบันมีการนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีความสะดวก มีความถูกต้องแม่นยำ ราคาถูกและพกพาง่ายปัจจุบันกล้องวิดีโอบันทึกภาพที่ใช้มีอยู่ด้วยกัน 2 ระบบ คือ ระบบ PAL ซึ่งมีใช้กันในแถบยุโรป ความถี่ของการบันทึกภาพเท่ากับ 50 เฮิรตซ์ หรือความเร็วในการบันทึกภาพเท่ากับ 25 ภาพต่อวินาที ส่วนอีกระบบคือ ระบบ NTSC มีใช้ในประเทศอเมริกาและ

ญี่ปุ่น ซึ่งมีความถี่ของการบันทึกภาพ 60 เฮิรตซ์ หรือความเร็วในการบันทึกภาพเท่ากับ 30 ภาพต่อวินาที

เนื่องจากการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวของข้อต่อต่าง ๆ ในขณะเล่นกีฬาจะเป็นการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวของร่างกายในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ เพื่อศึกษาถึงลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ องศาการเคลื่อนไหวของข้อต่อ ความเร็วในขณะเคลื่อนที่รวมทั้งรูปแบบการเคลื่อนไหว นอกจากนี้ยังศึกษาถึงความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงลักษณะการเคลื่อนไหวของหลาย ๆ ข้อต่อพร้อมกัน ดังนั้น เทคนิคการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวที่เหมาะสม คือการใช้ระบบกล้องวิดีโอหรือกล้องทีวี ร่วมกับการทำเครื่องหมาย (Marker) ที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของข้อต่อหรือของร่างกาย การใช้ระบบกล้องในการวิเคราะห์การเคลื่อนไหว มีทั้งแบบที่เป็น Manual Digitization และ Automatic Tracking System

เทคนิคการวัดคิเนแมติกส์ (Kinemetics) ของการเคลื่อนไหว

1. เทคนิคการวัดโดยตรง (Direct Measurement Technique)

   1.1 เครื่องวัดมุมขององศาข้อต่อ (Goniometry)

   1.2 เครื่องมือวัดความเร่ง (Accelerometers)

2. เทคนิคการวัดโดยอ้อม (Indirect Measurement Technique)

   2.1 เทคนิคการวัดด้วยภาพ (Image Measurement Technique, Cinematography, Optoelectric Technique, Video System, Automated Video System)

   2.2 เทคนิคการวัดโดยใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Technique)

   2.3 การวัดโดยใช้คลื่นเสียง (Sonic Emitter)

เทคนิคการวัดคิเนติกส์ (Kinetics) ของการเคลื่อนไหว

1. แผ่นวัดแรง (Force Platform)

2. เครื่องมือวัดแรง (Strain Guage)

การทำงานของเครื่องมือวิเคราะห์การเคลื่อนไหว การทำงานของเครื่องมือวิเคราะห์การเคลื่อนไหวมีขั้นตอนโดยสรุปดังนี้

1. ระบบการปรับเครื่องให้อยู่ในตำแหน่งมาตรฐาน (System Calibration) การปรับเครื่อง ให้อยู่ในตำแหน่งมาตรฐานมีจุดประสงค์เพื่อหาค่าความเที่ยงตรงและแม่นยำของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บเครื่องมือแต่ละครั้ง มักทำการปรับเครื่องให้อยู่ในตำแหน่งมาตรฐานก่อนทำการเก็บข้อมูลทุกครั้ง และเมื่อปรับเครื่องมือให้อยู่ในตำแหน่งมาตรฐานเรียบร้อยแล้วจะไม่มีการเคลื่อนย้ายหรือปรับตำแหน่งของกล้องในกรณีที่มีความจำเป็นต้องเคลื่อนย้ายกล้องจะต้องทำการ Calibrate ใหม่ ในเครื่องมือบางระบบอาจมีการคำนวณค่าของ Camera Distortion Parameters

2. การเก็บรวบรวมข้อมูล (Data Collection)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

3. การจัดกระทำข้องมูล (Data Acquisition, Data Processing)

3.1 ตำแหน่งข้อมูลดิบ (Raw Positional Data)

3.2 ตำแหน่งข้อมูลที่มีการขจัดสัญญาณรบกวน (Filtered Positional Data (Smoothing Data))

4. การแสดงผลและการนำข้อมูลมาใช้ (Data Manipulation) และคำนวณค่าของมุมข้อต่อ (Joint Angle) อัตราเร็วเชิงเส้นตรง (Linear Velocity) อัตราเร็วเชิงมุม (Angular Velocity) และอัตราเร่งเชิงเส้นตรง (Linear Acceleration) อัตราเร่งเชิงมุม (Angular Acceleration)

เทคนิคการถ่ายภาพที่ใช้ในการวิเคราะห์การเคลื่อนไหว

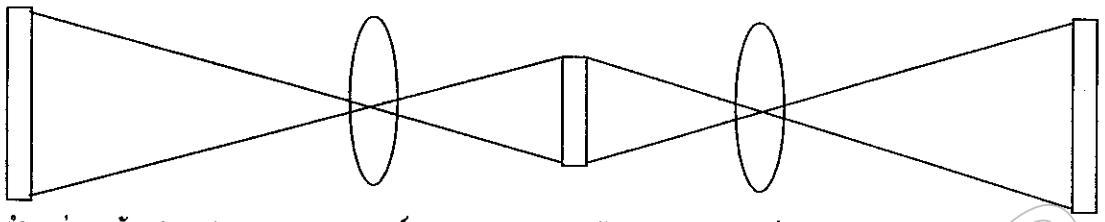
เทคนิคการถ่ายภาพที่ใช้ในการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวทางการกีฬาในปัจจุบันมีอยู่ 2 วิธี คือ ระบบถ่ายภาพ 2 มิติ (2-Dimension Method) และระบบ 3 มิติ (3-Dimension Method) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาตำแหน่งโคออดิเนท (Coordinates) ในอากาศของวัตถุ เมื่อได้ค่าตำแหน่งโคออดิเนทของวัตถุจริงในแต่ละภาพตลอดช่วงการเคลื่อนไหว ก็จะทำให้สามารถหาค่าตัวแปรเกี่ยวกับมุม ระยะทาง ความเร็ว และความแรงของการเคลื่อนไหวของวัตถุได้ ซึ่งการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวแบ่งได้ดังนี้

1. การวิเคราะห์การเคลื่อนไหว 2 มิติ (2-Dimension) เป็นการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวของร่างกายซึ่งมีการเคลื่อนไหวสองระนาบ คือ แกนตั้ง (x) และแกนนอน (y) ซึ่งใช้กล้องวิดีโอหรือกล้องถ่ายภาพยนตร์ในการถ่ายภาพการเคลื่อนไหวเพียง 1 ตัว

2. การวิเคราะห์การเคลื่อนไหว 3 มิติ (3-Dimension) เป็นการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวของร่างกายซึ่งมีการเคลื่อนไหวสามระนาบ คือ แกนตั้ง (x) แกนนอน (y) และแกนลึก (z) ซึ่งใช้กล้องวิดีโอหรือกล้องถ่ายภาพยนตร์ ในการถ่ายภาพการเคลื่อนไหวตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป

การศึกษาวิเคราะห์ภาพถ่ายระบบ 2 มิติ (Two-Dimensional analysis) การได้มาซึ่งตัวแปรเกี่ยวกับเวลา ระยะทาง มุม ความเร็วเชิงเส้นตรง และความเร็วเชิงมุม รวมทั้งความเร่งเชิงเส้นตรงและความเร่งเชิงมุม ของการศึกษาวิเคราะห์การเคลื่อนไหวจากภาพถ่าย 2 มิติ ผู้ศึกษาวิจัยจะต้อง มีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการถ่ายภาพ ซึ่งได้แก่ เรื่องของเลนส์ ขนาดของวัตถุจริง ขนาดของวัตถุในภาพถ่าย ตำแหน่งของวัตถุจริงและตำแหน่งของวัตถุในภาพถ่าย

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 1 ภาพพื้นฐานที่เกี่ยวกับการได้มาซึ่งภาพถ่าย

วัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์ภาพถ่าย 2 มิติ เพื่อหาตำแหน่งโคออร์ดิเนท (Coordinates) ในอวกาศของวัตถุ จากภาพ เราต้องการหาหรือทำนาย x ในฟังชั่นของ u, v (f (u, v)) และหาค่า y ในฟังชั่นของ u, v (g (u, v))

จากสมการเส้นตรง $u = Ax + B$ 1

จากสมการ 1 $x = (u - B) / A$ 2

และ $v = Ay + C$ 3

จากสมการ 3 $y = (v - C) / B$ 4

เมื่อ A, B, C เป็นค่าคงที่ของกล้องถ่ายภาพ (Camera Constant or Camera Parameter) การที่จะหาค่าคงที่ของกล้องถ่ายภาพได้เราจำเป็นต้องใช้จุดกำหนด (Control Point) จากค่าโคออร์ดิเนทของวัตถุ (x, y) ซึ่งเป็นค่าที่ทราบ จากนั้นสามารถหาค่าโคออร์ดิเนทของภาพวัตถุ (u, v) เมื่อทราบค่าโคออร์ดิเนทของวัตถุจริง (x, y) และค่าโคออร์ดิเนทของภาพวัตถุ (u, v) ที่เหลืออีก 3 ตัวแปร (A, B, C) เป็นค่าคงที่ของกล้องถ่ายภาพที่ยังไม่ทราบ จะเห็นได้ว่าเมื่อเรามีจุดกำหนดจาก 1 เฟรม เราได้ สมการ 2 สมการเสมอคือ

$$x_1 = (u_1 - B) / A$$

และ $$y_1 = (v_1 - C) / A$$

หากเราเพิ่มจุดกำหนดอีก 1 เฟรม จะได้สมการเพิ่มอีก 2 สมการคือ

$$X_2 = (u_2 - B) / A$$

และ $$y_2 = (v_2 - C) / A$$

เมื่อได้สมการ 4 สมการ ก็สามารถหาค่าคงที่ของกล้องถ่ายภาพ (A, B, C) อีก 3 ค่าได้ หลังจากนั้นนำค่าคงที่ของกล้องถ่ายภาพดังกล่าวกับค่าโคออร์ดิเนทของภาพวัตถุเข้าไปแทนที่สมการที่ 2 และสมการที่ 4 เพื่อที่จะหาค่าโคออร์ดิเนทของวัตถุจริงที่เคลื่อนไหวในอากาศ (x, y) เมื่อได้ค่าโคออร์ดิเนทของวัตถุจริง ในแต่ละเฟรมตลอดช่วงเวลาของการเคลื่อนไหวทำให้เรา

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สามารถหาค่าตัวแปรเกี่ยวกับมุม ระยะทาง ความเร็ว ความเร่งของวัตถุหรือร่างกายที่เคลื่อนไหวในอากาศ

หลักและขั้นตอนการวิเคราะห์การเคลื่อนไหว 2 มิติ

สุวัตร สิทธิหล่อ (2542) กล่าวว่าหลักการและขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลของการศึกษาวิเคราะห์การเคลื่อนไหวโดยใช้ภาพ 2 มิติ ยังมีขั้นตอนและกระบวนการที่ผู้ศึกษาวิจัยจะต้องตระหนักและระมัดระวัง เพื่อที่จะป้องกันและลดความคลาดเคลื่อนอันอาจจะเกิดในขณะเก็บรวบรวมข้อมูล หลักการและวิธีการของการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้วิธีภาพถ่าย 2 มิติ พอสรุปได้ดังนี้

1. กล้องถ่ายภาพต้องตั้งฉากกับระนาบของการเคลื่อนไหว

2. กล้องถ่ายภาพต้องวางได้ระดับคือไม่เอียงซ้าย-ขวา และหน้า-หลัง โดยใช้ระดับเครื่องวัดระดับน้ำ เป็นเครื่องมือตรวจสอบความได้ระดับของกล้อง

3. กล้องถ่ายภาพต้องตั้งอยู่ห่างจากผู้รับการทดลองเท่าที่จะมากได้ ทั้งนี้เพื่อป้องกันความคลาดเคลื่อนที่จะเกิดจากการบิดเบือนของภาพ (Image Distortion) ในขณะเดียวกันภาพของผู้รับการทดลองที่มองเห็นจากกล้องต้องมีขนาดใหญ่พอที่จะมองเห็นข้อต่อและส่วนต่าง ๆ ของร่างกายได้ชัดเจน วิธีการที่ใช้คือการซูม (Zoom) ของเลนส์ โดยการซูมเข้าให้มองเห็นภาพทั้งหมดของการเคลื่อนไหว ต่อจากนั้นซูมออกให้เห็นภาพผู้รับการทดลองที่มีขนาดใหญ่พอแต่ไม่ใช่เป็นการขยับหรือเลื่อนกล้อง

4. ตรวจสอบเรื่องของแสง พื้นในภาพ โฟกัสของเลนส์ และขนาดของวัตถุ

5. บันทึกภาพถ่ายวัตถุที่ใช้อ้างอิงเป็นจุดกำหนด (Reference Object) ประมาณ 1-2 นาที วัตถุอ้างอิงจะต้องมีขนาดใหญ่พอที่ครอบคลุมบริเวณที่ใช้ในการเคลื่อนไหวของผู้รับการทดลอง โดยปกติใช้ไม้เมตรเป็นวัตถุอ้างอิง ประโยชน์ของการใช้วัตถุอ้างอิง คือทำให้เราสามารถผันขนาดของวัตถุในภาพกลับมาเป็นขนาดของวัตถุจริง โดยใช้อัตราส่วนของวัตถุจริงต่อขนาดของภาพวัตถุ (Conversion Factor)

6. หลังจากบันทึกภาพวัตถุที่ใช้อ้างอิง กล้องถ่ายภาพต้องไม่มีการขยับเขยื่อนหรือเคลื่อนไหว หากกล้องมีการขยับเขยื่อนต้องบันทึกภาพวัตถุอ้างอิงใหม่

7. อาจจะติดมาร์คเกอร์ (Markers) ที่เป็นเทปสะท้อนแสงตามบริเวณข้อต่อต่าง ๆ ของผู้รับการทดลองและใช้ไฟสปอร์ตไลท์ ซึ่งตั้งใกล้กล้องและสูงระดับเดียวกับเลนส์ของกล้อง ส่งไปยังผู้รับการทดลองเพื่อให้เห็นมาร์คเกอร์ชัดเจนยิ่งขึ้น

8. บันทึกภาพการเคลื่อนไหว

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

9. นำเทปบันทึกการเคลื่อนไหวไปตรวจสอบดูว่าภาพการเคลื่อนไหวที่บันทึกเป็นอย่างไร หากภาพที่บันทึกไม่ดีพอจะต้องบันทึกใหม่ แต่ต้องให้แน่ใจว่ากล้องจะต้องไม่ได้รับการขยับเขยื่อนหรือย้าย หากกล้องได้รับการขยับจะต้องเริ่มต้นตั้งแต่ขั้นตอนแรก

10. หากการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวโดยใช้คอมพิวเตอร์พร้อมซอฟแวร์วิเคราะห์การเคลื่อนไหว ผู้วิจัยจะต้องนำเทปบันทึกการเคลื่อนไหวไปใส่รหัส (Tape Encoding) เพื่อที่จะทำการบันทึกจุดโคออร์ดิเนทของส่วนต่าง ๆ (Digitzing) ต่อไป หากไม่ใช้ระบบคอมพิวเตอร์ให้นำเทปดังกล่าวไปใส่ในเครื่องเล่นวิดีโอ (VCR) และบันทึกจุดโคออร์ดิเนท จากจอทีวี แต่ในปัจจุบันไม่จำเป็นต้องทำตามวิธีการที่ 10

11. หากใช้ระบบคอมพิวเตอร์หลังจากบันทึกจุดโคออร์ดิเนทของการเคลื่อนไหวทั้งหมดจะได้ข้อมูลดิบ (Raw Data) นำข้อมูลดิบที่ได้ไปปรับค่าให้เป็นข้อมูลสำเร็จ (Conditioning Data) ทั้งนี้เพราะข้อมูลดิบที่ได้จะประกอบด้วยทั้งสัญญาณจริง (Signal) และความแปรปรวน (Noise) เทคนิคและวิธีการขจัดความแปรปรวนในข้อมูลดิบให้น้อยที่สุดซึ่งนิยมใช้ในสาขาไบโอแมคเคนิคส์ นั้นมีหลายวิธี ซึ่งแต่ละวิธีการจะมีทั้งจุดอ่อนและจุดแข็ง ซึ่งผู้วิจัยจะต้องมีความรู้และเข้าใจ วิธีการต่าง ๆ เป็นอย่างดี

12. นำข้อมูลที่ปรับค่าแล้ว (Conditioning Data) ไปวิเคราะห์และอภิปรายผล และนำผลที่ได้จากการศึกษาวิจัยไปเผยแพร่ตลอดจนการประยุกต์ใช้

การกระโดดในแนวดิ่ง (Vertical Jump)

การยืนกระโดดเพื่อให้ได้ความสูง หรือกระโดดในแนวดิ่ง ในการเตรียมการของการกระโดดแนวดิ่ง ระบบกล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อจะเป็นตัวถูกยืด (Pre Stretch) ทำให้กล้ามเนื้อหดตัวเกิดการตึงตัวแบบกล้ามเนื้อยาวขึ้น (Eccentric Tension) และจะมีพลังงานยืดหยุ่นถูกเก็บไว้ (Elastic Energy) ถ้าการหดตัวแบบกล้ามเนื้อยาวออก (Eccentric Contraction) เป็นการเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วโดยเกิดตามด้วยการหดตัวแบบหดสั้นเข้า (Concentric Contraction) พลังงานจากการยืดหยุ่นจะถูกเก็บไปใช้ระหว่างการหดตัวของกล้ามเนื้อ ดังนั้นการย่อตัวลงต้องทำให้เร็วและตามด้วยการเหยียดขากระโดดขึ้น จะทำให้กระโดดได้สูงขึ้น เกิดจากการใช้พลังงานจากการยืดหยุ่น (Elastic Energy)

รูปแบบการกระโดดที่สมบูรณ์ประกอบด้วย การเคลื่อนไหว 4 แบบคือ

1. การงอของตะโพก เข่าสองข้างและข้อเท้า ระหว่างย่อตัวลง

2. การกระโดดเริ่มโดยแรงที่ดันไปข้างหน้าและดันขึ้นข้างบน โดยขาทั้งสองข้างและการเหวี่ยงแขนทั้งสองข้าง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

3. การผลักดันจะเกิดต่อเนื่องโดยแรงเหยียดตัวเต็มที่ของตะโพก เข่า และข้อเท้า

4. ร่างกายอยู่ในการเหยียดตัวจนกระทั่งเท้าทั้งสองข้างพร้อมที่จะแตะพื้นอีกครั้ง แล้วเกิดการงอของตะโพก เข่า และข้อเท้า เพื่อลดแรงกระแทก ขณะลงสู่พื้น

ชีวกลศาสตร์ของการกระโดด การกระโดดถูกแบ่งออกเป็น 3 ระยะประกอบด้วย แรงดันขึ้น การลอยตัว และ การลงสู่พื้นในช่วงแรกของการกระโดด เกิดการเคลื่อนตัวของฝ่าเท้า โดยเท้าทำให้เกิดความเร่งของร่างกายในแนวดิ่ง การเคลื่อนไหวนี้เป็นการเกิดในขั้นต้นโดย กล้ามเนื้อ Gastrocnemius และ Soleus ขณะที่กล้ามเนื้อ Tibialis ด้านหน้าหดตัวทำให้กล้ามเนื้อฝ่าเท้าหดตัว ซึ่งพบว่าเกิดการกระตุ้นในช่วงแรกของการกระโดด เกิดความเร่งในแนวดิ่ง จากการเหยียดตัวของขาท่อนล่างโดยการทำงานพร้อมกันของกล้ามเนื้อ Rectus Femoris และกลุ่มกล้ามเนื้อ Vastus

ในระยะแรก มีการเหยียดตัวของขาท่อนบนซึ่งทำให้เกิดแรงขึ้นโดยการทำงานของกลุ่มกล้ามเนื้อ Gluteus และกลุ่มกล้ามเนื้อ Hamstring ที่เคลื่อนไหวร่วมกับขาทำให้เกิดการกระโดดขึ้น ในทางกลศาสตร์ของขาเป็นการทำให้เกิดแรงขั้นต้นโดยกลุ่มกล้ามเนื้อ Gluteus

ช่วงการลอยตัวเกิดจากแรงต้านที่พื้นของขา ทำให้ร่างกายสามารถกระโดดลอยตัวขึ้นในอากาศได้ และในช่วงลงสู่พื้น จะเกิดแรงทอร์คสูงสุดของข้อเข่าในขณะเริ่มลงสู่พื้น โดยการทำงานของกล้ามเนื้อ Rectus Femoris และ Vastus ที่จะต้องลดความเร่งลงขณะที่ร่างกายลงสู่พื้นถือว่าเป็นการกระทำที่สมบูรณ์โดยความสามารถในการหดตัวของกล้ามเนื้อ ที่ทำให้เกิดแรงขึ้นในช่วงของการหดตัวแบบกล้ามเนื้อยืดยาวออกแล้วหดสั้นเข้าอย่างรวดเร็ว (Aragon-Vargas & Gross, 1997)

รูปแบบการเคลื่อนไหวของการกระโดด

1. การเคลื่อนไหวของแขน รูปแบบการเคลื่อนไหวของแขนขึ้นอยู่กับเป้าหมายของการกระโดด ในขณะที่การกระโดดไม่สูงมากนักแขนก็จะถูกยก หรือเหวี่ยงขึ้นในระดับหัวไหล่หรือมากกว่าเล็กน้อย แต่ถ้าเป็นการกระโดดที่ต้องการความสูงมากหรือในการกระโดดตบแขนจะถูกยกขึ้น หรือเหวี่ยงจากด้านหลังไปด้านหน้าจนแขนยืดขึ้นจนสุด เพื่อทำให้เกิดแรงในการยกตัวขึ้น

2. การเคลื่อนไหวของขา จากการเคลื่อนไหวขั้นต้นด้วยแขน แรงจะสมบูรณ์ต่อเมื่อเกิดแรงผลักจากขาด้วย ที่เกิดจากการเหยียดตะโพก เข่า และข้อเท้า แรงสูงสุดจากการเหยียดตะโพกและขาทำให้ร่างกายถูกผลักขึ้น ซึ่งการที่จะทำให้เกิดแรงสูงสุดจะต้องย่อตัวก่อนการกระโดด การย่อที่ดีที่สุดสำหรับ การกระโดดนั้นแต่ละคนก็จะมีการย่อที่แตกต่างกันไปและมีผลต่อมุมของตะโพก เช่นเดียวกับมุมข้อเข่าและข้อเท้า และผู้ที่กระโดดที่ดีที่สุดจะมีลำตัวตั้งตรงที่จุดต่ำสุดของการเตรียมตัวย่อกระโดด มากกว่าผู้ที่กระโดดได้ไม่ค่อยดีนัก

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การวิเคราะห์รูปแบบในการกระโดด

1. เท้าทั้งสองข้างต้องอยู่ใกล้กันและให้ขนานกับช่วงไหล่ ไม่กว้างเกินไปขณะอยู่ในท่าทางที่พร้อม

2. เท้าทั้งสองข้างต้องงออยู่ในมุมที่เหมาะสมที่สุด และลำตัวโน้มเอียงไปข้างหน้าในขณะเตรียมตัวย่อเข่า

3. ร่างกายเหยียดเต็มช่วงจากหัวจรดเท้าในขณะกระโดด (Take Off)

4. เคลื่อนตัวไปข้างหน้าเล็กน้อยขณะกระโดด

การใช้รูปแบบพื้นฐานในการกระโดดตบวอลเลย์บอล การกระโดดเป็นทักษะเบื้องต้นในรูปแบบของการกระโดดตบวอลเลย์บอล ซึ่งมีทักษะเบื้องต้นสำหรับการเล่นวอลเลย์บอลคือ การอันเดอร์ การเซต การเสิร์ฟ การสกัดกั้น และการกระโดดตบ (อุทัย สงวนพงศ์, 2536) ซึ่งการกระโดดเป็นการเพิ่มความสูงของการตบวอลเลย์บอลเพื่อให้ข้ามตาข่ายไปยังแดนตรงข้าม รูปแบบการเคลื่อนไหวจะต้องสัมพันธ์กับลูกบอล ซึ่งจะต้องก้าวเท้า หรือวิ่งเข้ามากระโดดประมาณ 2-3 ก้าวเพื่อทำให้เกิดแรงในการกระโดดที่มากทำให้กระโดดได้สูงขึ้นอีก ในการกระโดดจะกระโดดเท้าคู่เพื่อทำให้เกิดแรงสูงสุดในการกระโดดตบ และการแกว่งแขนหรือมีการเหวี่ยงแขนในขณะกระโดดขึ้นก็ช่วยทำให้กระโดดได้สูงขึ้นเช่นกัน ในการกระโดดขณะที่ย่อตัวลง ลำตัวจะต้องตรงโดยโน้มไปข้างหน้าเล็กน้อยเพื่อรักษาสมดุลของร่างกายเหวี่ยงแขนไปข้างหลังแล้วดึงกลับไปข้างหน้าพร้อมกับออกแรงเหยียดขาดันที่พื้นเพื่อผลักลำตัวขึ้น โดยจะมีการงอของข้อตะโพก ข้อเข่า และข้อเท้าก่อนการกระโดดช่วงย่อตัวแล้วเหยียด ข้อตะโพก ข้อเข่า และข้อเท้ากระโดดขึ้น การกระโดดนี้รวมถึงในขณะที่กระโดดชูตบาสเกตบอล กระโดดไกล ก็มีรูปแบบในการกระโดดที่คล้ายคลึงกันด้วย

กีฬาวอลเลย์บอล

กีฬาวอลเลย์บอล เป็นกีฬาที่นิยมเล่นกันอย่างแพร่หลาย ซึ่ง Gozansky (1983) กล่าวว่า วอลเลย์บอลเป็นกีฬาประเภททีมซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาสมรรถภาพทางกายของผู้เล่น เช่นทำให้ผู้เล่นมีร่างกายแข็งแรงสมบูรณ์ มีพลานามัย และสุขภาพจิตดี ปราศจากโรคภัยไข้เจ็บระบบต่าง ๆ ภายในร่างกายทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น และ พิศิษฐ์ ไตรรัตน์ผดุงผล (2529) ได้กล่าวว่า วอลเลย์บอลเป็นกีฬาที่ส่งเสริมการพัฒนาการทางร่างกายด้านการเคลื่อนไหว สามารถฝึกหัดเล่นได้ง่าย เหมาะสมกับทุกเพศ ทุกวัยไม่จำกัดสนามหรือสถานที่เล่น ไม่มีการกระทบกระทั่งกัน ส่งเสริมความสัมพันธ์ของผู้เล่นในทีมเดียวกัน และเป็นกิจกรรมที่สนุกสนาน ส่งเสริมนันทนาการ การใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ นอกจากนี้วอลเลย์บอลเป็นกีฬาที่เล่นได้ทั้ง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ในร่ม กลางแจ้ง และชายทะเล การเล่นวอลเลย์บอลจะช่วยให้ร่างกายแข็งแรง อดทน ว่องไวและสามารถ ฝึกการตัดสินใจได้อย่างรวดเร็ว ส่วนเด็กและวัยรุ่นที่ต้องการเล่นกีฬาเพื่อพัฒนาส่วนสูง วอลเลย์บอลนับเป็นกีฬาในอุดมคติ เพราะมีการกระโดดยืดลำตัวขึ้นลง และหากฝึกอย่างสม่ำเสมอ ยังเป็นการการออกกำลังกายที่ดีมากอย่างหนึ่ง

จุดเด่นของกีฬาวอลเลย์บอลอีกประการหนึ่ง มักไม่ค่อยเกิดการบาดเจ็บจากการเล่น เนื่องจากเป็นกีฬาที่ไม่มีการปะทะตัว ผู้เล่นต้องอยู่คนละด้าน โดยมีตาข่ายกั้นกลาง ผู้เล่นต้องนำเอาความสามารถที่ดีเด่นของแต่ละคนมาผสมผสานกัน เพื่อแข่งขันกับทีมฝ่ายตรงข้าม จึงเป็นกีฬาที่สร้างความตื่นเต้น สนุกสนาน ความสามัคคี และให้ความสนุกทั้งผู้เล่นและผู้ดู

ปัจจุบันวอลเลย์บอลเป็นกีฬาที่ได้รับความนิยมไปทั่วโลก และมีการแข่งขันในระดับนานาชาติ เช่น กีฬาโอลิมปิก เอเชี่ยนเกมส์ ซีเกมส์ รวมถึงการแข่งขันกีฬาภายในประเทศ เช่น การแข่งขันกีฬาแห่งชาติ กีฬาเยาวชนแห่งชาติ กีฬามหาวิทยาลัยแห่งประเทศไทย และกีฬานักเรียนนักศึกษาในระดับต่าง ๆ เป็นต้น

องค์ประกอบทักษะกีฬาวอลเลย์บอล วอลเลย์บอลเป็นกีฬาที่เล่นโดยแบ่งผู้เล่นเป็นสองทีมบนสนามที่แบ่งแดนด้วยตาข่ายลักษณะการเล่นอาจแตกต่างกันได้ตามสภาพที่จำเป็นเพื่อให้ทุกคนเล่นกันได้อย่างแพร่หลาย

จุดมุ่งหมายของการแข่งขันก็คือ การส่งลูกบอลข้ามตาข่ายให้ตกลงบนพื้นในแดนของทีมตรงข้าม และป้องกันไม่ให้ทีมตรงข้ามส่งลูกบอลข้ามตาข่ายมาตกบนพื้นในแดนของตน แต่ละทีมจะถูกลูกบอลได้ 3 ครั้ง ในการส่งลูกบอลไปยังแดนของทีมตรงข้าม (ยกเว้นการถูกลูกบอลในการสกัดกั้น)

การเล่นเริ่มต้นเมื่อทำการเสิร์ฟส่งลูกบอลข้ามตาข่ายไปยังทีมตรงข้าม การเล่นลูกจะดำเนินไปจนกว่าลูกบอลตกลงบนพื้นในเขตสนาม หรือนอกเขตสนามหรือทีมไม่สามารถส่งลูกบอล กลับไปยังทีมตรงข้ามได้อย่างถูกต้องตามกติกา (Shondell and McManama, 1971) นอกจากลักษณะการเล่นวอลเลย์บอลดังกล่าวแล้ว อุทัย สงวนพงศ์ (2538) และ Howard (1996) ได้แบ่งทักษะพื้นฐานในการเล่นวอลเลย์บอลประกอบด้วยทักษะต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ทักษะการเล่นลูกมือล่าง (Underhand Pass หรือ Dig Pass)
2. ทักษะการเล่นลูกมือบน (Overhand Pass หรือ Set Pass)
3. ทักษะการเสิร์ฟ (Serving)
4. ทักษะการตบ (Hitting หรือ Spiking)
5. ทักษะการสกัดกั้น (Blocking)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ทักษะในการเล่นวอลเลย์บอลอย่างชำนาญ คล่องแคล่ว ได้มาจากการเรียนรู้ทักษะพื้นฐานจนสามารถปฏิบัติได้เป็นอย่างดี เป็นองค์ประกอบที่มีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งเพราะถ้าผู้เล่นมีความรู้ความสามารถในการปฏิบัติทักษะต่าง ๆ อย่างคล่องแคล่วและถูกต้องก็จะช่วยให้ผู้เล่นได้รับความสนุกสนานจากการเล่นเพิ่มมากขึ้น และช่วยให้ประสบผลสำเร็จในการเล่นทั้งยังเป็นการนำความสามารถพื้นฐาน ไปสู่การเรียนรู้ทักษะในขั้นสูงต่อไป

ทักษะและเทคนิคขั้นสูงของวอลเลย์บอล ผาณิต บิลมาศ (2528) กล่าวว่าทักษะในขั้นนี้จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เล่นวอลเลย์บอลประสบกับความสำเร็จขั้นสูงสุดในการเล่นวอลเลย์บอลการเรียนรู้ทักษะและเทคนิคขั้นสูงของวอลเลย์บอลให้บังเกิดผลดี ผู้เรียนจะต้องผ่านการฝึกทักษะและเทคนิคขั้นพื้นฐานมาตามลำดับ สำหรับทักษะและเทคนิคขั้นสูงของวอลเลย์บอลที่สำคัญมีอยู่ด้วยกัน 4 ประการคือ (Hebert, 1991)

1. การตบ
2. การสกัดกั้น
3. การป้องกัน
4. การเล่นเป็นทีม

อย่างไรก็ตาม ทักษะของกีฬาวอลเลย์บอลต้องอาศัยการกระโดดเป็นพื้นฐาน ซึ่งทักษะการตบและการสกัดกั้นเป็นทักษะและเทคนิคขั้นสูงที่จะต้องอาศัยการกระโดดทั้งสิ้น กล่าวคือ การตบ ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญอย่างหนึ่งของการเล่นวอลเลย์บอลต้องอาศัย 6 ขั้นตอนคือ การเตรียมตัวเริ่มเคลื่อนที่ การก้าวหรือวิ่ง การกระโดด การลอยตัว การตีลูก และการลงสู่พื้น และในการสกัดกั้นก็ต้องอาศัยการกระโดดให้สูง เพื่อที่จะยื่นมือเหนือตาข่ายเข้าไปในแดนคู่ต่อสู้ เพื่อป้องกันการตบจากฝ่ายตรงข้าม ในปัจจุบันนี้ ทีมนักกีฬาวอลเลย์บอลถือว่าการสกัดกั้นมีความสำคัญมากและสามารถทำคะแนนในแต่ละเกมส์ได้มาก

ลักษณะของการกระโดดในกีฬาวอลเลย์บอล องค์การส่งเสริมกีฬาแห่งประเทศไทย (ม.ป.ป) ได้อธิบายทักษะของการกระโดดใน การเล่นกีฬาวอลเลย์บอลว่ามีการกระโดดใน 2 ลักษณะคือ

1. การกระโดดในแนวดิ่ง (Vertical Jump) ส่วนมากเป็นการกระโดดของผู้เล่นฝ่ายรับในแดนหน้าใกล้ตาข่าย เพื่อประโยชน์ในการสกัดกั้น (Blocking) การตบของฝ่ายรุก

2. การวิ่งกระโดด (Running Jumping) โดยมากจะเป็นการกระโดดของฝ่ายรุกที่ใช้เพื่อวิ่งเข้ากระโดดตบลูกบอล (Spike) ให้ลงในแดนของฝ่ายรับ ซึ่งพบว่าการรุกด้วยการวิ่งกระโดดตบในขณะที่ลูกบอลอยู่เหนือตาข่ายเป็นวิธีที่ให้ผลในการทำคะแนนได้มากที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งทีมที่มีผู้เล่นที่สามารถกระโดดตบได้ดี รุนแรง แม่นยำ มักจะเป็นทีมที่ประสบชัยชนะในการแข่งขัน

จึงเห็นได้ว่า การกระโดดมีความจำเป็นต่อทักษะการเล่นวอลเลย์บอลรวม 2 ทักษะคือ การตบ และการสกัดกั้น ปรีชา อุทธิเสน (2540), อุทัย สงวนพงศ์ (2538) และ Coleman et al. (1993) ได้ กล่าวถึงองค์ประกอบในการตบที่สำคัญมี 6 ประการ คือ

1. ตำแหน่งการยืน ลักษณะการยืน และการเริ่มต้นเคลื่อนที่
2. การวิ่ง การรวบเท้าที่ทำการกระโดด
3. การกระโดด
4. การลอยตัว
5. การตบลูกบอลกลางอากาศ
6. การลงสู่พื้น และการเตรียมพร้อมจะเล่นต่อไป

นอกจากนี้อุทัย สงวนพงศ์ (2538)ได้กล่าวถึงการกระโดดตบในกีฬาวอลเลย์บอลไว้ว่า จุดมุ่งหมายของการกระโดดเพื่อสร้างความสูง สิ่งที่จะช่วยให้เกิดแรงส่งให้ลอยตัวสูงขึ้นอีกก็คือ การเหวี่ยงแขน สปริงข้อเท้า การยืดลำตัว มุมของเข่า ก่อนการกระโดด เข่าต้องงอเล็กน้อย โน้มตัวไปข้างหน้า เหวี่ยงแขนทั้งสองไปข้างหน้าเหยียดตัวขึ้นพร้อมกับใช้แรงสปริงข้อเท้ากระโดดขึ้น ซึ่งการตบเป็นทักษะที่มีการเคลื่อนไหวทุกส่วนของร่างกายมากที่สุด มากกว่าทุกทักษะในการเล่นวอลเลย์บอล เป็นทักษะที่ใช้ในการรุกและเป็นทักษะที่ใช้เล่นลูกวอลเลย์บอลครั้งสุดท้ายหรือครั้งที่ 3 เทคนิคการรุกหรือการตบ เป็นทักษะที่สำคัญมาก การวิ่งเข้าไปจะทำให้กระโดดได้สูงดังนั้นจึงไม่ควรเริ่มต้นวิ่งใกล้ตาข่ายเกินไป ควรห่างจากตาข่าย 3 เมตร การกระโดดต้องกระโดดเท้าคู่ ลงพื้นด้วยส้นเท้าและกระโดดขึ้นด้วยปลายเท้าพยายามกระโดดให้สูงที่สุดเท่าที่จะทำได้ไม่ให้ลำตัวพุ่งไปข้างหน้า เพราะจะโดนตาข่าย เหวี่ยงแขนที่จะตบขึ้นเหนือไหล่ พับข้อศอกไปข้างหลังให้มากเพื่อจะได้มีแรงตบลูกวอลเลย์บอล

การตบลูกวอลเลย์บอล

ทักษะของการตบลูกบอลเป็นทักษะของการรุก เมื่อเป็นเกมรุกในขณะที่ผู้เล่นสามารถกระโดดได้สูงที่สุดบริเวณเหนือตาข่าย ผู้เล่นตบหรือตีลูกบอลอย่างแรงเพื่อให้ลูกบอลตกลงบนพื้นสนามของฝ่ายตรงข้าม มีผู้ได้ศึกษาว่า ความเร็วของลูกบอลเคลื่อนที่ 160 กม./ ชม. นักวิทยาศาสตร์ญี่ปุ่นได้ทดลองจับเวลา จากการตบลูกบอลของนักกีฬาชั้นดี ปรากฏว่าความเร็วตบลูกบอลตีกระทบจนกระทั่งกระทบเส้นหลังของพื้นสนาม ใช้เวลาเพียง 0.33 วินาทีเท่านั้น คิดเป็นความเร็วเฉลี่ย 90 กม./ ชม. การตบลูกบอลถือว่าเป็นครั้งสุดท้ายในการเล่นลูกบอลเพื่อการรุก ดังนั้นการที่ทีมจะชนะการเล่นหรือไม่ก็ขึ้นอยู่กับการรุกด้วยการตบ การตบลูกบอลนั้น ต้องการผู้เล่นที่มีความสามารถในการกระโดดในแนวดิ่ง และต้องการผู้เล่นที่สูงใหญ่ มีทักษะของการตบลูกบอลที่ดีด้วย (พิศิษฐ์ ไตรรัตน์ผดุงผล, 2529)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ความสำคัญของการตบ ทักษะการตบ ในการแข่งขันวอลเลย์บอลสมัยใหม่ การตบถือว่าเป็นสิ่งสำคัญประการหนึ่ง ซึ่งผู้ตบจะต้องมีความชำนาญ เข้าใจวิธีการตบที่ถูกต้องและมีเทคนิคในการตบลูกบอลเป็นอย่างดี

การตบเป็นวิธีที่ดีที่สุดของการแข่งขันวอลเลย์บอล เป็นการเปิดเกมรุกของฝ่ายที่กำลังครอบครองลูกบอล ซึ่งผู้เล่นสามารถที่จะกระโดดได้สูงที่สุดบริเวณที่ใกล้และเหนือตาข่าย เมื่อตบหรือตีลูกบอลให้ลงบนพื้นสนามของฝ่ายตรงข้ามด้วยความรวดเร็วและรุนแรง การตบลูกบอลจะกระทำในจังหวะที่ 3 เป็นส่วนใหญ่คือจังหวะสุดท้ายของการเล่น โดยจังหวะแรก ผู้เล่นคนหนึ่งจะต้องพยายามหยุดลูกหรือตั้งลูกขึ้น (เรียกว่าการดร๊อบลูก) ไปให้จังหวะที่ 2 ผู้เล่นอีกคนหนึ่ง (ตัวเซ็ทของทีม) จะต้องพยายามตั้งลูกบอลขึ้นเหนือตาข่ายให้ได้ระยะที่พอดี โดยให้ลูกบอลห่างจากตาข่ายพอสมควรประมาณ 1-2 ฟุต ความสูงให้ได้ตามความถนัดของผู้ตบเข้าทำการตบลูกบอลได้ ซึ่งเป็นการเล่นครั้งสุดท้ายคือครั้งที่ 3 ของฝ่ายครอบครองลูกบอล เพื่อเปิดเกมรุกในการเล่นวอลเลย์บอลในการตบลูกบอลหน้าตาข่ายไม่แน่เสมอไม่ว่าจะต้องทำการตบลูกบอลในจังหวะที่ 3 เท่านั้น ขึ้นอยู่กับโอกาสผู้ตบอาจจะทำการตบลูกบอลหน้าตาข่ายในจังหวะลูกแรก หรือลูกที่ 2 ก็ได้ ดังนั้นการตบจะนำทีมไปสู่ชัยชนะได้หรือไม่นั้นจะต้อง ขึ้นอยู่กับการรุกด้วยการตบ การตบจะมีประสิทธิภาพนั้น ขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ของจังหวะแรกและจังหวะที่สอง ทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับความเร็วของลูกบอล ความแรงของการตบ ความสูงของการกระโดด และความคล่องตัวของผู้ตบ (อภิศักดิ์ ขำสุข, 2544)

หลักและวิธีการในการตบลูกวอลเลย์บอล

อุทัย สงวนพงศ์ (2527) ได้อธิบายถึงหลักการและวิธีการของการตบในกีฬาวอลเลย์บอลไว้ว่า การตบเป็นวิธีที่ดีที่สุดของฝ่ายที่กำลังครอบครองลูกบอล การตบมักจะกระทำในจังหวะที่ 3 คือ จังหวะสุดท้ายของการเล่น ซึ่งเป็นขั้นตอนที่สำคัญสำหรับการทำคะแนนหรือได้เสิร์ฟ ลูกตบที่มีกำลังและมีจุดมุ่งหมายตามยุทธวิธีจะสามารถทำให้ฝ่ายตรงข้ามตั้งรับและทำการตอบโต้ได้อย่างยากลำบากจึงทำให้ฝ่ายตบได้คะแนนหรือได้เสิร์ฟอย่างง่าย ๆ

ลูกตบที่ประสบผลสำเร็จต้องมาจากลูกจักหวะแรกและจังหวะที่ 2 ที่สัมพันธ์กันอานุภาพ ของลูกตบยังขึ้นอยู่กับความเร็วของลูก ความแรงของลูกตบ ความสูงของการกระโดด ความพลิกแพลงของท่าที่ใช้ตบ และความคล่องตัวของผู้เล่น การตบลูกบอลจึงมีเทคนิคและวิธีการสลับซับซ้อนหลายขั้นตอนที่ผสมผสานต่อเนื่องกัน โดยทั่วไปจะมีหลักการที่สำคัญอยู่ 6 ประการ คือ

1. ท่าเตรียม คือ การยืนแยกเท้าทั้งสองออกตามธรรมชาติ งอเข่าทั้งสองและโล้ตัวไปข้างหน้าเล็กน้อย ตามองดูลูกบอลตลอดเวลา พร้อมที่จะวิ่งไปยังทิศทางต่าง ๆ

2. การวิ่ง การวิ่งนอกจากจะเพิ่มแรงกระโดดได้สูงขึ้นแล้ว ยังเป็นการเลือกจุด และจังหวะของการกระโดดที่เหมาะสมด้วย ก่อนที่จะออกวิ่งผู้ตบต้องคิดคาดคะเนตั้งแต่เมื่อเห็นเพื่อนร่วมทีมรับลูกบอลจังหวะแรกที่ส่งไปยังคนเซ็ท โดยคำนวณระยะทาง ทิศทาง ความโค้ง ความเร็ว และ จุดตกของลูกบอลจากการเซ็ทลูก เมื่อคาดคะเนหรือคำนวณสิ่งต่าง ๆ ดังกล่าวมาแล้วก็เตรียมพร้อมที่จะออกวิ่ง

3. การกระโดด จุดมุ่งหมายของการกระโดดก็เพื่อส่งตัวขึ้นให้สูงไปยังตำแหน่งใด ตำแหน่งหนึ่งสิ่งที่ช่วยให้เกิดแรงส่งให้ลอยตัวขึ้นอีกก็คือ การเหวี่ยงแขน สปริงข้อเท้า การยืดลำตัว มุมของเข่า คือก่อนการกระโดดต้องงอเข่า โดยทั่วไปมุมของเข่าประมาณ 100 องศา ลำตัวก้มไปข้างหน้าเล็กน้อย สองแขนเหวี่ยงจากข้างหลังไปข้างหน้า เหยียดตัวขึ้นพร้อมกับใช้แรงกระโดดจากข้อเท้ายันพื้นกระโดดขึ้นอย่างรวดเร็ว

การกระโดดจำเป็นต้องใช้ทั้งปลายเท้าและส้นเท้า กระกระโดดด้วยปลายเท้าใช้เมื่อตบลูกสั้นหรือลูกใกล้ตาข่าย ส่วนการกระโดดด้วยส้นเท้าจะช่วยให้สามารถลอยตัวได้สูงกว่า มักใช้เมื่อตบลูกไกลหรือลูกห่างตาข่าย อย่างไรก็ตามในระหว่างการแข่งขันมักใช้วิธีการกระโดด 2 วิธี วิธีแรกใช้การก้าวเท้าไปสองก้าวแล้วกระโดดขึ้น ก้าวสุดท้ายอาจจะเรียกว่าก้าวที่สามก็ได้ จะก้าวตามไปวางหน้าเท้าแรกอย่างรวดเร็วแล้วยันพื้น กระโดดขึ้น การก้าวเท้า จะมีลักษณะเป็นก้าวเท้าซ้าย-ขวา-ซ้าย กระโดดขึ้น วิธีที่สอง ใช้การก้าวเท้าใดเท้าหนึ่งไปข้างหน้า ขณะเดียวกันก็ก้าวอีกเท้าหนึ่งตามไป เท้าทั้งสองเกือบจะลงพื้นพร้อมกันและยันเท้ากระโดดขึ้น

4. การเหวี่ยงแขน การเหวี่ยงแขนนอกจากจะช่วยให้มีแรงส่งตัวลอยขึ้นแล้ว ยังช่วยให้เกิดการทรงตัว โดยบังคับตัวไม่ให้พุ่งไปข้างหน้า และช่วยให้ลำตัวลอยอยู่ในอากาศได้นานอีกด้วย สำหรับวิธีการเหวียงแขนนั้นให้กำมือหลวม ๆ สองแขนแนบลำตัว กางแขนออกเล็กน้อยอย่าเหวี่ยงแขนไปข้างหลังมากเกินไป เพราะจะทำให้การเหวี่ยงแขนไปข้างหน้าช้าลง แขนของผู้ชายจะเหวี่ยงไปข้างหลังได้มากกว่าผู้หญิง เนื่องจากแรงหัวไหล่และลำตัวของผู้หญิงไม่แข็งแรงนักฉะนั้น จังหวะเหวี่ยงแขนไปข้างหน้าต้องเร็วและจะพบบ่อย ๆ ว่า ผู้เล่นเหวี่ยงแขนข้างที่ตีลูกบอลขึ้นเพียงข้างเดียว การเหวี่ยงแขนต้องเหวี่ยงขึ้นทั้งสองข้าง เพราะแขนมีส่วนช่วยในการบิดตัวกลางอากาศ และทำให้การตบลูกบอลแรงขึ้น เมื่อมือข้างที่ตบวาดไปข้างหลังมืออีกข้างหนึ่งต้องเหวี่ยงขึ้นไปข้างหน้าและกำมือหลวม ๆ

การเหวี่ยงแขนมี 2 แบบ แต่ละแบบมีความสัมพันธ์กับการกระโดดและลักษณะของการตบลูกคือ

4.1 การตบลูกด้านหน้าใกล้ตาข่าย หรือการตบลูกเร็วจะกระโดดด้วยปลายเท้าพร้อมกับกางข้อศอกออก เหวี่ยงแขนทั้งสองข้างขึ้น โดยไม่ต้องเหวี่ยงไปข้างหลัง

4.2 การตบลูกห่างตาข่ายหรือตบลูกยาว จะกระโดดด้วยส้นเท้าและเหวี่ยงแขนจากหลังขึ้นไปข้างหน้า

5. การตบลูกกลางอากาศ การตบลูกขณะลอยตัวอยู่กลางอากาศเป็นเทคนิคที่สำคัญอีกขั้นตอนหนึ่ง เมื่อกระโดดลอยตัวขึ้นแล้วให้ร่างกายท่อนบนเอนไปข้างหลังและบิดไปทางขวาเล็กน้อยยืดท้องและอกขึ้นมือซ้ายยกขึ้นระดับหน้าอก ข้อศอกขวาชี้ออกด้านข้างในระดับสูงกว่าไหล่ มือยกไปทางขวาของศีรษะผ่านท่อนแขน ข้อมือ และนิ้ว กางนิ้วมือทั้งห้านิ้วออกเล็กน้อย ฝ่ามือโค้งเป็นรูปถ้วยตบลูก โดยอาศัยการหมุนบิดตัวและเก็บท้องอย่างรวดเร็ว เหวี่ยงแขนไปอย่างเร็วสะบัดข้อมือลงคล้ายกับการสะบัดแส้ ขณะตีลูก แขนต้องเหยียดตรง หักข้อมือลงข้างล่าง ใช้ฝ่ามือตีส่วนบนของลูกบอลนิ้วทั้งหมดเป็นตัวบังคับลูกบอลให้วิ่งไปตามทิศทางที่ต้องการ

6. การลงสู่พื้น เนื่องจากขณะตบลูกบอลผู้ตบจะยกไหล่ขวาขึ้นสูกว่าไหล่ซ้ายดังนั้นขณะลงสู่พื้น เท้าซ้ายมักจะลงสู้พื้นก่อน ทำให้เท้าซ้ายต้องรับมวลกายมากเกินไป จึงทำให้ข้อเข่าได้รับบาดเจ็บ จึงควรฝึกหัดให้ลงสู่พื้นด้วยปลายเท้าก่อน พร้อมกับพับข้อเท้างอเข่า ในลักษณะทิ้งย่อตัวลงเตรียมพร้อมที่จะเล่นต่อไป

เอสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยต่างประเทศ

Huang, Liu and Shue (n.d.) ได้ศึกษาเรื่องการวิเคราะห์ทางคิเนแมติกส์ของการกระโดดตบวอลเลย์บอลจากแดนหลัง โดยการกระโดดตบเท้าคู่ และการกระโดดตบเท้าเดียว ของนักกีฬาวอลเลย์บอลชายทีมชาติไต้หวัน 8 คน ใช้กล้องถ่ายภาพความเร็วสูงในการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ผล พบว่า การกระโดดตบเท้าเดียวมีค่าเฉลี่ยของความเร็วสูงสุดของจุดศูนย์ถ่วงร่างกาย (5.31เมตร/ วินาที), ความเร็วของจุดศูนย์ถ่วงร่างกายขณะกระโดดขึ้น (3.23 เมตร/ วินาที), เวลาในการกระโดดตบ (0.342 วินาที) และระยะทางของจุดศูนย์ถ่วงแนวนอนระหว่างช่วงการลอยตัว (1.13 เมตร) ดีกว่าการกระโดดตบเท้าคู่ ยกเว้นความเร็วแนวดิ่งของ จุดศูนย์ถ่วงร่างกายขณะกระโดดขึ้น (3.79 เมตร/ วินาที) และความสูงของการกระโดด (59.5 เซนติเมตร) ของการกระโดดตบเท้าคู่ดีกว่าการกระโดดตบเท้าเดียวจากแดนหลัง

Huang, Liu and Shue (n.d.) ได้ศึกษาเรื่องการวิเคราะห์ 3 มิติของการกระโดดตบเท้าเดียวนักกีฬาวอลเลย์บอลหญิงทีมชาติไต้หวันจำนวน 4 คน พบว่าความเร็วสูงสุดในขณะเริ่มก้าวกระโดดเฉลี่ยเท่ากับ 4.30 เมตร/ วินาที เวลาในการกระโดดเฉลี่ยเท่ากับ 0.198 วินาที, ความเร็วแนวดิ่งของจุดศูนย์ถ่วงร่างกายขณะกระโดดขึ้นเฉลี่ยเท่ากับ 2.69 เมตร/ วินาที และความสูงของการกระโดดเฉลี่ยเท่ากับ 37.42 เซนติเมตร

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

Coleman (n.d.) ได้ศึกษาการวิเคราะห์ 3 มิติทางคิเนแมติกส์ของการกระโดดเสิร์ฟวอลเลย์บอล ซึ่งเป็นการศึกษาในเรื่องของความเร็วในการกระทบบอล ความเร็วของมือและแขนเป็นส่วนใหญ่ และในเรื่องของความเร็วแนวดิ่งในการกระโดดขึ้นของจุดศูนย์ถ่วงร่างกายพบว่ามีค่าเฉลี่ย 2.77 เมตร/ วินาที และความเร็วจุดศูนย์ถ่วงร่างกายมีความสัมพันธ์กับความสูงที่กระโดดได้

Coleman, Benham and Northcott (1993) ได้ศึกษาเรื่องการวิเคราะห์ด้วยกล้องถ่ายภาพ 3 มิติ ของการกระโดดตบวอลเลย์บอล เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างคิเนแมติกส์เชิงมุมของลำตัวช่วงล่างขณะกระโดดขึ้นจากพื้น, ความเร็วแนวดิ่งของจุดศูนย์ถ่วงร่างกายขณะกระโดดขึ้นจากพื้น และ ระยะทางแนวดิ่งของจุดศูนย์ถ่วงร่างกาย และความสัมพันธ์ระหว่างคิเนแมติกส์เชิงมุมของแขนในขณะตบบอล และ ความเร็วสุดท้ายที่มือกระทบบอลขณะตบลูกบอล ของนักกีฬาวอลเลย์บอลชาย พบว่าค่าเฉลี่ยของความเร็วแนวดิ่งของ จุดศูนย์ถ่วงร่างกายขณะกระโดดขึ้นจากพื้นมีค่า 3.59 เมตร/ วินาที และค่าเฉลี่ยของความสูงที่กระโดดได้มีค่า 0.62 เมตร และมีความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วแนวดิ่งจุดศูนย์ถ่วงร่างกายขณะกระโดดขึ้น กับความสูงที่กระโดดได้

Tillman, Hass and Bennett (2004) ได้ศึกษาเรื่องการกระโดดและการลงสู่พื้นในนักกีฬาวอลเลย์บอลหญิง โดยการบันทึกเทปวิดีโอในการเก็บรวบรวมข้อมูลของ 2 แมทซ์การแข่งขันระหว่าง ทีม 4 ทีมในการแข่งขัน แล้วนำมาวิเคราะห์ผลพบว่า นักกีฬากระโดดเฉลี่ย 22 ครั้งต่อเกม แบ่งเป็นการรุกและการป้องกันคือ การกระโดดเพื่อทำการรุก เป็นการกระโดดเท้าคู่ 84% เท้าซ้าย 14% และเท้าขวา 2%, การลงสู่พื้นจากการรุก เป็นการลงสู่พื้นด้วยเท้าคู่ 55% เท้าซ้าย 35% และเท้าขวา 10%, การกระโดดเพื่อทำการป้องกัน เป็นการกระโดดขึ้นป้องกันด้วยเท้าคู่ 99% และเท้าซ้าย 1% และการลงสู่พื้นจากการป้องกัน เป็นการลงสู่พื้นด้วยเท้าคู่ 57% เท้าขวา 27% และเท้าซ้าย 16%

งานวิจัยภายในประเทศ

วีระ กัจฉปคีรินทร์ (2536) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการกระโดดกับประสิทธิภาพในการตบวอลเลย์บอลของนักกีฬาหญิง ระดับอาเซียน พ.ศ. 2535 โดยใช้แบบทดสอบความสามารถในการกระโดดของชิมาสุ (Shimazu Volleyball – Jump Index) และแบบทดสอบวัดความสามารถในการตบวอลเลย์บอลของ ผาณิต บิลมาศ พบว่า ความสามารถในการกระโดดของนักกีฬาวอลเลย์บอลหญิงระดับนักเรียนอาเซียนมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการตบวอลเลย์บอลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รวมถึง ธีรบูลย์ แย้มบุญเรือง (2543) ได้ศึกษาดรรชนีความสามารถในการกระโดดของนักกีฬาวอลเลย์บอลหญิงในการแข่งขันวอลเลย์บอลอุดมศึกษาพบว่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง ดรรชนีความสามารถในการกระโดดกับผลการแข่งขันมีความสัมพันธ์กัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ บ่งชี้ว่าดรรชนีความสามารถในการกระโดดมีผลต่อความสามารรถในการเล่นวอลเลย์บอลรวมถึงองค์ประกอบหลายประการด้วย

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

นัฏฐิกา นาคเพชร (2545) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางชีวกลศาสตร์ของการกระโดดในนักวอลเลย์บอลหลังจากการยึดข้อต่อ โดยการยึดตรึงด้วยผ้าพลาสเตอร์แบบธรรมดา กับนักกีฬาวอลเลย์บอลชาย 10 คน พบว่าความสามรถในการกระโดดในแนวดิ่งลดลงอย่างมีนัยสำคัญโดยการยึดตรึงข้อเข่า ข้อเท้า และฝ่าเท้าตามลำดับ จากข้อมูลที่ได้บ่งชี้ว่าข้อเข่าเป็นข้อที่มีส่วนร่วมมากที่สุดต่อการกระโดดในแนวดิ่ง และข้อเท้ามีส่วนร่วมมากว่ากล้ามเนื้อในฝ่าเท้า

ชำนาญ ชินสีห์ (2545) ได้ศึกษาการวิเคราะห์การกระโดดสกัดกั้นในกีฬาวอลเลย์บอลเชิงชีวกลศาสตร์ โดยแบ่งกลุ่มนักกีฬาออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่กระโดดสกัดกั้นได้สูงกับกลุ่มที่กระโดดสกัดกั้นได้ต่ำ ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มนักกีฬาวอลเลย์บอลที่กระโดดสกัดกั้นได้สูงมีค่าเฉลี่ยมุมของข้อต่อที่ย่อตัวต่ำสุดก่อนการกระโดดสกัดกั้นดังนี้ ข้อตะโพก 85.85 องศา มุมข้อเข่า 93.85 องศา และมุมข้อเท้า 94.14 องศา ระยะความสูงที่กระโดดสกัดกั้นของกลุ่มที่กระโดดสกัดกั้นได้สูงเท่ากับ 73 เซนติเมตร กลุ่มที่กระโดดสกัดกั้นได้ต่ำเท่ากับ 60.57 เซนติเมตร

วัชรี ฤทธิวัชร์ (2546) ได้ศึกษาการวิเคราะห์ทางชีวกลศาสตร์ของนักกีฬาวิ่งกระโดดไกลชายและหญิง ทีมชาติไทยชาย 4 คน และนักกีฬาหญิง 4 คน ศึกษาตัวแปรในขณะกระโดดขึ้นจากพื้น พบว่าความเร็ว มุมและความสูงของจุดศูนย์ถ่วงในขณะกระโดดขึ้นจากพื้นของนักกีฬากระโดดไกลทีมชาติไทยชาย ได้ผลตามลำดับดังนี้ 8.69 เมตรต่อวินาที, 21.75 องศา และ 1.03 เมตร และนักกีฬาทีมชาติไทยหญิง ได้ผลตามลำดับดังนี้ 7.66 เมตรต่อวินาที, 21.75 องศา และ 0.99 เมตร ตามลำดับ ซึ่งความเร็วและมุมของจุดศูนย์ถ่วงในขณะกระโดดขึ้นจากพื้น คือตัวแปรที่มีความสำคัญโดยเฉพาะความเร็ว คือ ยิ่งมีความเร็วมากเท่าใดระยะทางที่ได้ก็จะยิ่งเพิ่มมากขึ้น และมุมของจุดศูนย์ถ่วงในขณะกระโดดขึ้นจากพื้นจะต้องเป็นมุมที่เหมาะสมเฉพาะของนักกีฬาแต่ละคน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University