



การใช้หลักฟิสิกส์วิเคราะห์การเคลื่อนที่ของลูกเปตองและคำนวณความแม่นยำ Using Physics to Analyze the Movement of the Petanque Ball and Calculate Its Accuracy

ปณิตา คำพะทา¹, คณิตา สกุลฐฮา², วรณธิดา ยลวิลาศ³
Panita Khampatha¹, Kanita Kagulhooa², Wannatida Yonwilad³

Received: 9 October 2024, Revised: 6 November 2024, Accepted: 9 November 2024

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการประยุกต์ใช้การคำนวณแรงและการวัดระยะในกีฬาเปตอง ซึ่งเป็นกีฬาที่ต้องใช้ความแม่นยำในการโยนลูกให้ใกล้ลูกเป้าหมายมากที่สุด การศึกษานี้เน้นการวิเคราะห์การเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์ โดยใช้สมการฟิสิกส์ในการคำนวณแรงเริ่มต้น ความเร็ว และมุมโยนที่เหมาะสม ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าปัจจัยต่างๆ เช่น แรงเสียดทานจากพื้นสนาม ความเร็วเริ่มต้น และมุมการโยน ส่งผลต่อการเคลื่อนที่ของลูกเปตองและระยะทางที่ลูกจะหยุด นอกจากนี้ ยังได้กล่าวถึงการเลือกใช้ประเภทของสนาม เช่น สนามกรวด สนามดิน และสนามหญ้า ที่มีแรงเสียดทานแตกต่างกัน รวมถึงการใช้เครื่องมือวัดระยะ เช่น เทปวัดระยะ และการวัดแรงเสียดทาน เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการตัดสินผลการแข่งขัน บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ความเข้าใจที่ลึกซึ้งเกี่ยวกับคำนวณและการวัดระยะในกีฬาเปตอง และเสนอแนวทางในการพัฒนาทักษะของผู้เล่นโดยใช้ข้อมูลทางฟิสิกส์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเล่นและการฝึกซ้อม

คำสำคัญ : เปตอง, การโยน, การเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์, แรงเสียดทาน, การวัดระยะ



Abstract

This article presents the application of force calculation and distance measurement in petanque, a sport that requires precision in throwing the ball as close to the target as possible. The study focuses on the analysis of projectile motion, using physics equations to calculate the initial force, velocity, and appropriate throwing angle. The results show that factors such as friction from the court surface, initial velocity, and throwing angle affect the movement of the petanque ball and the distance at which it will stop. In addition, the selection of court types, such as gravel, clay, and grass courts with different friction forces, and the use of distance measurement tools, such as tape measures and friction measurement devices, are discussed. This article aims to provide a deeper understanding of the calculations and distance measurements in petanque and proposes guidelines for developing players' skills using physical data playing and training efficiency.

Keywords: : Petanque, Throwing, Projectile Motion, Friction, Distance Measurement

¹ นักศึกษาปริญญาตรี สาขาวิชานวัตกรรมการศึกษาวิชาเอกคณิตศาสตร์ ,คณะศึกษาศาสตร์และนวัตกรรมการศึกษา มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์
e-mail: panita.kh@ksu.ac.th

² นักศึกษาปริญญาตรี สาขาวิชานวัตกรรมการศึกษาวิชาเอกคณิตศาสตร์ ,คณะศึกษาศาสตร์และนวัตกรรมการศึกษา มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์
e-mail: kanita.sa@ksu.ac.th

³ อาจารย์ประจำสาขาวิชานวัตกรรมการศึกษาวิชาเอกคณิตศาสตร์ ,คณะศึกษาศาสตร์และนวัตกรรมการศึกษา มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์
e-mail: wannathda.yo@ksu.ac.th



บทนำ

กีฬาเปตองมีต้นกำเนิดจากประเทศฝรั่งเศส โดยเริ่มขึ้นในเมืองลาซิโอ (La Ciotat) ราวปี ค.ศ. 1907 กีฬานี้มีการพัฒนามาจากกีฬาโพเวนคาล (Jeu Provençal) ซึ่งในโพเวนคาลผู้เล่นต้องขว้างลูกบอลขนาดใหญ่พร้อมกับเดินตามลูกไปบนพื้นดิน จูลส์ เลนอร์ (Jules Lenoir) ซึ่งมีปัญหาสุขภาพที่ทำให้เดินไม่ได้ไกล ได้ปรับกติกาของโพเวนคาลให้ไม่ต้องเดิน แต่สามารถขว้างลูกบอลในขณะที่เท้ายังคงอยู่กับที่ การดัดแปลงกติกานี้กลายเป็นต้นแบบของกีฬาเปตองในปัจจุบัน ซึ่งมีกติกาหลักคือการขว้างลูกบอลขณะเท้าอยู่กับพื้นอย่างมั่นคง คำว่า “เปตอง” มาจากภาษาฝรั่งเศส “pieds tanqués” ที่แปลว่า “เท้าติดพื้น” ซึ่งสะท้อนถึงกติกาหลักที่ผู้เล่นต้องขว้างลูกจากตำแหน่งยืนโดยไม่เคลื่อนไหวเท้า เปตองเป็นกีฬาที่ได้รับความนิยมอย่างกว้างขวางในยุโรป โดยเฉพาะในฝรั่งเศส ก่อนที่จะแพร่หลายไปทั่วโลก รวมถึงประเทศไทย กีฬาเปตองเริ่มเป็นที่รู้จักในประเทศไทยราวปี พ.ศ. 2518 โดยมีพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดช มหาราชทรงโปรดและส่งเสริมให้มีการเล่นกีฬาเปตองในประเทศ ส่งผลให้กีฬาเปตองได้รับการยอมรับและเป็นที่นิยมในหมู่คนไทยอย่างรวดเร็ว เนื่องจากเป็นกีฬาที่เข้าถึงได้ง่าย ไม่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์มากนัก และสามารถเล่นได้ทุกเพศทุกวัย กีฬาเปตองเน้นทักษะในการคำนวณระยะและความแม่นยำในการขว้างลูกเปตองไปยังลูกเป้าหมาย (Cochonnet) เพื่อให้ลูกเปตองของตนอยู่ใกล้ลูกเป้าหมายมากที่สุด ความสำเร็จในการเล่นเปตองไม่เพียงขึ้นอยู่กับทักษะการขว้างลูกเท่านั้น แต่ยังต้องอาศัยความเข้าใจในหลักการทางฟิสิกส์ เช่น การเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงเสียดทาน และการคำนวณระยะทาง ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งในการควบคุมการเคลื่อนที่ของลูกเปตอง บทความนี้นำเสนอการประยุกต์ใช้การคำนวณแรงและการวัดระยะในการเล่นกีฬาเปตอง ซึ่งเป็นกีฬาที่ต้องใช้ความแม่นยำในการขว้างลูกให้เข้าใกล้ลูกเป้าหมาย การวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของลูกเปตองเป็นไปตามหลักการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ (Projectile Motion) โดยใช้สมการฟิสิกส์ในการคำนวณแรงเริ่มต้น ความเร็ว และมุมโยนที่เหมาะสม นอกจากนี้ ยังมีการศึกษาผลของแรงเสียดทานจากพื้นสนามที่แตกต่างกัน ไม่ว่าจะเป็นสนามกรวด สนามดิน หรือสนามหญ้า ซึ่งล้วนมีผลต่อการเคลื่อนที่ของลูกเปตอง รวมถึงการใช้เครื่องมือวัดระยะและการคำนวณแรงเสียดทานเพื่อเพิ่มความแม่นยำในการตัดสินใจผลการแข่งขัน กีฬาเปตองไม่ได้เป็นเพียงแค่เกมที่เน้นความสนุกสนานและการแข่งขันเท่านั้น แต่ยังเป็นกีฬาที่สามารถพัฒนาทักษะเชิงคณิตศาสตร์และฟิสิกส์ของผู้เล่นได้อีกด้วย ผู้เล่นจะต้องมีความสามารถในการคำนวณระยะทาง ความเร็ว และมุมโยน เพื่อให้ลูกเปตองเคลื่อนที่ไปในทิศทางที่ต้องการอย่างแม่นยำ การวางแผนการโยนลูกให้เหมาะสมกับสภาพสนาม เช่น สนามกรวด สนามดิน หรือสนามหญ้า ซึ่งมีแรงเสียดทานต่างกัน ล้วนเป็นปัจจัยสำคัญในการควบคุมการเคลื่อนที่ของลูกเปตอง พื้นฐานการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ (Projectile Motion) ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ในแนวโค้งและการคำนวณปัจจัยต่างๆ เช่น ความเร็วเริ่มต้น (Initial Velocity) มุมการโยน และแรงโน้มถ่วง จะช่วยให้ผู้เล่นเข้าใจถึงการควบคุมลูกเปตองให้เข้าใกล้ลูกเป้าหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ การวิเคราะห์แรงเสียดทานของพื้นสนามที่ลูกเปตองกลิ้งผ่านก็เป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่ต้องพิจารณาในการวางแผนการโยน หากสนามมีแรงเสียดทานสูง เช่น สนามกรวด ผู้เล่นอาจต้องเพิ่มแรงในการโยนเพื่อลดการชะลอของลูก ส่วนในสนามหญ้าที่มีแรงเสียดทานต่ำ ผู้เล่นอาจต้องปรับมุมโยนเพื่อควบคุมการกลิ้งของลูกไม่ให้เกินไปจากจุดที่ต้องการ ความสามารถในการคำนวณและ



ปรับเปลี่ยนกลยุทธ์การเล่นตามสภาพสนามและปัจจัยแวดล้อมต่างจะช่วยให้ผู้เล่นพัฒนาทักษะการเล่นเปตองให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ทั้งในด้านการฝึกซ้อมและการแข่งขัน การนำความรู้ทางฟิสิกส์มาประยุกต์ใช้ในการเล่นเปตองยังเปิดโอกาสให้ผู้เล่นได้ฝึกฝนทักษะการวิเคราะห์และการคำนวณ ซึ่งเป็นทักษะสำคัญที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

การศึกษานี้มุ่งหวังที่จะให้ความเข้าใจเชิงลึกเกี่ยวกับการคำนวณแรงและการวัดระยะในกีฬาเปตอง พร้อมทั้งนำเสนอแนวทางในการพัฒนาทักษะของผู้เล่นโดยใช้ข้อมูลเชิงฟิสิกส์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเล่นและการฝึกซ้อม

การประยุกต์หลักฟิสิกส์ในการเล่นเปตองจะช่วยให้ผู้เล่นเข้าใจและควบคุมการเคลื่อนที่ของลูกเปตองได้อย่างมีประสิทธิภาพ การรู้จักหลักการเหล่านี้จะทำให้การวางแผนและการปฏิบัติของผู้เล่นมีความแม่นยำมากขึ้น และเพิ่มโอกาสในการชนะ (ศิขร โล่ห์พงศ์ และคณะ, 2558, น. 1)

ความเป็นมาของกีฬาเปตอง

กีฬาเปตองมีต้นกำเนิดจากประเทศฝรั่งเศส โดยเริ่มขึ้นในเมืองเล็กๆ ชื่อ ลาซิโอ (La Ciotat) ราวปี ค.ศ. 1907 เปตองพัฒนามาจากกีฬาที่เรียกว่า “โพรเวนคาล” (Jeu Provençal) ซึ่งเป็นกีฬาที่ผู้เล่นจะต้องขว้างลูกบอลขนาดใหญ่และเดินไปตามพื้นดินในขณะที่ขว้าง จุดเริ่มต้นของเปตองคือเมื่อชาวฝรั่งเศสคนหนึ่งซึ่งชื่อว่า จูลส์ เลนอต (Jules Lenoir) มีปัญหาสุขภาพที่ทำให้เดินไม่ได้ไกล จึงทำให้เขาดัดแปลงกติกาของโพรเวนคาลให้ผู้เล่นไม่ต้องเดินหรือเคลื่อนไหวมาก โดยการยืนอยู่กับที่และขว้างลูกบอล ซึ่งเป็นต้นแบบของกฎในการเล่นเปตองปัจจุบัน คำว่า “เปตอง” มาจากภาษาฝรั่งเศส “pieds tanqués” ซึ่งหมายถึง “เท้าติดพื้น” กีฬานี้ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในฝรั่งเศสและประเทศต่างๆ ในยุโรป ก่อนที่จะแพร่หลายไปยังส่วนต่างๆ ของโลก รวมถึงประเทศไทย เปตองเริ่มเป็นที่รู้จักในประเทศไทยเมื่อประมาณ พ.ศ. 2518 โดยมีพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดชมหาราชทรงโปรดและส่งเสริมให้มีการเล่นเปตองในประเทศ (ธนวรรณพร ศรีเมือง และคณะ, 2564, น. 1)

การเตรียมสนามและอุปกรณ์

สนาม : สนามเปตองทั่วไปมีความยาวประมาณ 15 เมตร และกว้าง 4 เมตร สนามอาจเป็นดินกรวด หรือพื้นหญ้า โดยพื้นผิวที่ใช้ต้องเรียบพอที่ลูกเปตองจะกลิ้งได้ดี

ลูกเปตอง : ลูกเปตองทำจากโลหะและมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.05 - 8 เซนติเมตร น้ำหนักของลูกเปตองอยู่ระหว่าง 650 - 800 กรัม

ลูกเป้า (Cochonnet) : ลูกเป้าทำจากไม้ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3 เซนติเมตร

จำนวนผู้เล่น

การเล่นเปตองสามารถเล่นได้ทั้งแบบเดี่ยวหรือแบบทีม

เดี่ยว: ผู้เล่นคนละ 1 คน ใช้ลูกเปตองคนละ 3 ลูก

คู่: ผู้เล่นทีมละ 2 คน ใช้ลูกเปตองคนละ 3 ลูก

ทีมสามคน: ผู้เล่นทีมละ 3 คน ใช้ลูกเปตองคนละ 2 ลูก

ท่าทางในการเล่นกีฬาเปตอง

1. การจับลูกเปตอง



ภาพที่ 1 ท่าจับแบบนิ้วหัวนิ้วหางกัน

โดยนิ้วหัวแม่มือทั้งหมดอยู่ห่างกัน

ที่มา : คณิตา สกุลฐฐา (2567)



ภาพที่ 2 ท่าจับแบบหัวนิ้วชิดติดกัน

โดยนิ้วหัวแม่มือแต่ละนิ้ว



ภาพที่ 3 ท่าจับแบบสี่นิ้วชิดติดกัน

โดยนิ้วหัวแม่มือเป็นอิสระ

ที่มา : คณิตา สกุลฐฐา (2567)



ภาพที่ 4 ท่าจับแบบสี่นิ้วชิดติดกัน

โดยนิ้วหัวแม่มืออยู่ตรงข้ามกับนิ้วทั้งสี่



2. การวางเท้าในการยืนโยนลูกเปตอง



ภาพที่ 5 ทำสลับฟันปลา โดย
เท้านำเท้าตามขีดหรือห่าง
ที่มา : ปณิตา คำพะทา (2567)



ภาพที่ 6 ทำคู่ขนาน โดยเท้า
คู่ขนาน ขีดหรือห่าง



ภาพที่ 7 ทำมุมฉาก โดยเท้า
แยก 45° ขีดหรือห่าง

ลักษณะท่าทางในการโยน มี 2 ประเภท

1. การนั่งโยนลูกเปตองบนเส้นเท้าข้างเดียว



ภาพที่ 8 ทำเล็งเป้าหมาย โดย
หงายมือถือลูกเปตองอยู่ระดับ
เอว



ภาพที่ 9 ทำเตรียม โดยคว่ำมือ
ลงอยู่ในระดับที่ถนัด และดึงแขน
ผ่านข้างลำตัว ไปข้างหลังจนสุด
แขนแล้ว เหวี่ยงแขนกลับมา
ข้างหน้า พร้อมกับปล่อยลูก



ภาพที่ 10 ทำโยน โดยเหวี่ยง
แขนกลับมาข้างหน้าพร้อมกับ
ปล่อยลูก

ที่มา : ปณิตา คำพะทา (2567)

2. การโยนโยนลูกเปตอง



ภาพที่ 11 ทำเล็งเป้าหมาย โดยจับลูกคว่ำมือระดับต่ำกว่าไหล่เล็กน้อย



ภาพที่ 12 ทำเตรียม โดยเหวี่ยงแขนผ่านข้าง ลำตัวไปข้างหลัง



ภาพที่ 13 ทำโยน โดยเหวี่ยงแขนกลับมาข้างหน้าพร้อมกับปล่อยลูก

ที่มา : นนทรัฐ บำรุงเกียรติ และ พิรญา เต่าทอง, 2564)

การจัดการและปรับตัว

เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีในการแข่งขันกีฬาเปตอง นักกีฬาจึงต้องมีการฝึกฝนในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ฝึกปรับตัวในสภาวะอากาศและสนามที่หลากหลาย รวมถึงการพัฒนาความแข็งแรงของร่างกายและการฝึกจิตใจ การเตรียมตัวให้พร้อมในทุกด้านจะช่วยลดผลกระทบจากปัจจัยภายนอกและภายใน ทำให้นักกีฬามีประสิทธิภาพในการแข่งขันมากขึ้น

ขั้นตอนการเล่น

การโยนลูกเป้า: ผู้เล่นเริ่มต้นด้วยการโยนลูกเป้าลงสนาม โดยลูกเป้าจะต้องอยู่ห่างจากวงโยนประมาณ 6-10 เมตร

การโยนลูกเปตอง: ผู้เล่นหรือทีมแรกโยนลูกเปตองก่อน เพื่อพยายามให้ลูกใกล้เคียงลูกเป้าให้มากที่สุด หลังจากนั้นอีกฝ่ายจะโยนลูกเปตองเพื่อลองทำให้ลูกของตนใกล้เคียงลูกเป้ากว่าฝ่ายตรงข้าม

การสลับโยน: หากทีมที่โยนลูกเปตองครั้งแรกมีลูกที่ใกล้เคียงลูกเป้ามากที่สุด ทีมตรงข้ามจะต้องโยนลูกของตนจนกว่าจะสามารถโยนลูกใกล้เคียงลูกเป้าได้กว่าหรือใช้ลูกเปตองจนหมด หากทีมใดหมดลูกเปตอง ทีมที่เหลือลูกเปตองสามารถโยนจนกว่าลูกจะหมด

การนับคะแนน

เมื่อทุกทีมโยนลูกเปตองครบแล้ว จะนับคะแนนในรอบนั้น ทีมที่มีลูกเปตองใกล้เคียงลูกเป้ามากที่สุดจะได้ 1 คะแนนต่อลูกเปตองที่ใกล้เคียงลูกของ팀ตรงข้าม เกมจะดำเนินไปจนกว่าทีมใดทีมหนึ่งจะได้คะแนนรวม 13 คะแนนก่อนจึงจะถือว่าชนะเกม



กติกาเบื้องต้น

1. การโยนลูกเปตองต้องยืนภายในวงกลมที่กำหนด และโยนด้วยมือข้างเดียว
2. ลูกเป้าต้องอยู่ห่างจากขอบสนามอย่างน้อย 1 เมตร
3. หากลูกเป้าหรือลูกเปตองถูกโยนออกนอกสนาม จะต้องโยนใหม่ตามกติกาที่กำหนด
4. ลูกเป้าที่ถูกโยนหรือกระเด็นไปอยู่นอกสนามจะถือว่าเป็นลูกที่ไม่นับ และเกมจะสิ้นสุดในรอบนั้น

การตัดสินและข้อห้าม

1. หากมีข้อสงสัยในการนับคะแนน สามารถวัดระยะห่างของลูกเปตองจากลูกเป้าได้
 2. ห้ามใช้เท้าเตะหรือสัมผัสลูกเปตองเพื่อเปลี่ยนตำแหน่ง
 3. ห้ามก้าวออกนอกวงโยนก่อนที่ลูกเปตองจะสัมผัสพื้น
- (วิมณเทียร เพาะบุญ และ วรพงษ์ แยมงามเหลือ, 2566: น. 1)

หลักฟิสิกส์ในการเคลื่อนที่ของลูกเปตอง

ในแง่ของการเคลื่อนที่และแรงที่ใช้ในการโยนลูกเปตอง สามารถวิเคราะห์ได้ด้วยหลัก ฟิสิกส์เชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการคำนวณแรง แรงเสียดทาน และความเร็ว

1. การเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์ (Projectile Motion)

การเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์หมายถึงการเคลื่อนที่ของวัตถุที่ถูกโยนขึ้นไปในอากาศแล้วตกลงมา วัตถุในที่นี้คือลูกเปตอง ซึ่งจะมีการเคลื่อนที่ในแนวสองมิติ คือ แนวระดับ (แนว x) และแนวตั้ง (แนว y) โดยมีแรงโน้มถ่วงเป็นตัวควบคุมการเคลื่อนที่ในแนวตั้ง ส่วนแนวระดับนั้นจะคงที่เนื่องจากไม่มีแรงใดกระทำในแนวนอน

สมการที่ใช้ในการคำนวณการเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์คือ:

ระยะทางในแนวระดับ

$$x = v_0 \times \sin \theta \times t$$

ระยะในแนวตั้ง

$$y = v_0 \times \sin \theta \times t - \frac{1}{2} g \times t^2$$

v_0 คือ ความเร็วต้นที่ลูกถูกโยน

θ คือ มุมที่ลูกถูกโยน

t คือ เวลาที่ลูกใช้ในการเคลื่อนที่

g คือ ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก ($\approx 9.8 \text{ m/s}^2$)

(จุฑามาศ ช้างคำ และคณะ, 2565: น. 1)



2. แรงเสียดทาน

แรงเสียดทานและสนามเปตอง

สนามที่ใช้ในการเล่นเปตองมักมีพื้นผิวที่ขรุขระ การเคลื่อนที่ของลูกเปตอง เมื่อกระทบพื้นจึงต้องวิเคราะห์แรงเสียดทาน ซึ่งทำให้ลูกเปตองช้าลง การประเมินแรงเสียดทานบนพื้นผิวต่างๆ เช่น สนามหญ้า สนามดิน หรือสนามกรวด จะทำให้ผู้เล่นสามารถปรับแรงและการโยนได้อย่างเหมาะสม

ประเภทของสนามเปตองและแรงเสียดทานที่เกิดขึ้น

สนามเปตองมีหลายประเภท เช่น สนามดิน สนามกรวด สนามหญ้า หรือพื้นผิวที่ผสมกัน ซึ่งแต่ละประเภทมีลักษณะแรงเสียดทานที่แตกต่างกัน ดังนี้

- 1) สนามกรวด (Gravel Field) สนามที่ปกคลุมด้วยกรวดขนาดเล็กมักมีแรงเสียดทานค่อนข้างสูง ลูกเปตองเมื่อกระทบพื้นแล้วจะชะลอตัวลงอย่างรวดเร็ว ทำให้ลูกกลิ้งน้อยลงหรือหยุดอย่างรวดเร็วในระยะใกล้ นี่เป็นข้อดีสำหรับผู้เล่นที่ต้องการควบคุมลูกไม่ให้กลิ้งไปไกลเกินไปจากตำแหน่งที่ต้องการ
- 2) สนามดิน (Clay Field) สนามดินจะมีแรงเสียดทานปานกลาง เมื่อโยนลูกเปตองลงบนพื้นดิน ลูกจะชะลอตัวลง แต่ไม่เร็วเท่าสนามกรวด ขึ้นอยู่กับความแน่นของดิน สนามดินนุ่มจะมีแรงเสียดทานสูงกว่าสนามดินแข็ง ผู้เล่นต้องปรับแรงโยนให้เหมาะสมเพื่อลดความคลาดเคลื่อนในการโยน
- 3) สนามหญ้า (Grass Field) สนามหญ้าจะมีแรงเสียดทานน้อยกว่าสนามดินหรือกรวด แต่หญ้าที่ขึ้นหรือยาวอาจเพิ่มแรงเสียดทาน การโยนลูกบนสนามหญ้า ผู้เล่นต้องคำนวณแรงและทิศทางให้เหมาะสมเนื่องจากลูกอาจกลิ้งต่อไปได้ไกลกว่าที่คาด

การคำนวณแรงเสียดทานที่ส่งผลต่อลูกเปตอง

แรงเสียดทานในสนามเปตองสามารถอธิบายได้ด้วยสมการฟิสิกส์พื้นฐาน ซึ่งแรงเสียดทาน (F_{friction}) เกิดจากการถูกระหว่าง สัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน (μ) กับ แรงกดปกติ (N) ที่เกิดจากน้ำหนักของลูกเปตอง ดังนี้

$$F_{\text{friction}} = \mu \times N$$

μ (สัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน) คือค่าที่บอกถึงความลื่นหรือความขรุขระของพื้นผิวสนาม ถ้า μ มีค่าสูง แสดงว่า พื้นผิวมีแรงเสียดทานมาก (เช่น สนามกรวด) ถ้า μ ต่ำ พื้นผิวก็จะลื่นมาก (เช่น สนามหญ้า)

N (แรงกดปกติ) คือแรงที่กระทำในแนวตั้งบนพื้นผิวสนาม ซึ่งในกรณีนี้คือน้ำหนักของลูกเปตองที่โยนลงมา

เมื่อลูกเปตองกลิ้งบนสนาม พลังงานจลน์ของลูกจะถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานศักย์เนื่องจากแรงเสียดทาน และนั่นทำให้ลูกเปตองหยุดลง แรงเสียดทานมากหรือน้อยจะเป็นตัวกำหนดว่าลูกจะกลิ้งไปไกลแค่ไหน (นิซากร ปทุมรังสรรค์ และ กิตติยา ปัณษา, 2565: น. 1)



ความรู้แรงเสียดทานในการเล่นเปตอง

ผู้เล่นสามารถปรับการเล่นให้เหมาะสมกับแรงเสียดทานที่ต่างกันในการเล่นแต่ละประเภท โดยคำนึงถึงปัจจัยดังต่อไปนี้:

1. การปรับแรงโยน

ในสนามที่มีแรงเสียดทานสูง เช่น สนามกรวด ผู้เล่นต้องใช้แรงโยนมากขึ้นเพื่อให้ลูกไปถึงเป้าหมาย ในทางกลับกัน สนามที่มีแรงเสียดทานต่ำ เช่น สนามหญ้า ผู้เล่นต้องลดแรงโยนเพื่อลดการกลิ้งเกินจากเป้าหมาย

2. การเลือกมุมโยน

ในสนามที่มีแรงเสียดทานสูง การโยนลูกในมุมสูงสามารถช่วยให้ลูกตกลงโดยมีแรงกระแทกน้อยลง ทำให้ลูกไม่กลิ้งไปไกลจากจุดที่ต้องการ ส่วนในสนามที่มีแรงเสียดทานต่ำ การโยนลูกในมุมต่ำจะช่วยควบคุมการเคลื่อนที่ได้ดีขึ้น

(บุญตา คำชาย และคณะ, 2567, น. 1)

3. การวิเคราะห์พื้นผิวสนาม

ผู้เล่นที่สามารถวิเคราะห์พื้นผิวของสนามได้อย่างดีจะมีข้อได้เปรียบในการปรับการเล่น พื้นที่ขรุขระหรือพื้นดินนุ่มจะต้องการการปรับแรงและมุมโยนที่แตกต่างจากพื้นสนามเรียบ

(จิตติ ชนะฤทธิ์ชัย และคณะ, 2555, น. 1)

การวัดระยะ (DISTANCE MEASUREMENT)

จากคำจำกัดความของการสำรวจเจิมศักดิ์ หัวเพชร (2525 : 1) ได้ให้ความหมายของการสำรวจว่าเป็นวิทยาศาสตร์และศิลปะของการหาความสัมพันธ์ของตำแหน่งของจุดต่างๆ ที่อยู่บน เหนือ หรือใต้ผิวพิภพ หรือเป็นการสร้างจุด บังคับโดยการวัดระยะทิศทางและความสูง ทั้งทางตรงและทางอ้อม ระยะจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นเบื้องต้นของการสำรวจที่ต้องการทราบตำแหน่งของจุด โดยใช้เครื่องมือให้เหมาะสมกับความละเอียดที่ต้องการในการวัดโดยทั่วไปเราจะวัดระยะราบ การกำหนดจุดเพื่องานสำรวจภูมิประเทศงานก่อสร้างต่างๆ วิธีการวัดในปัจจุบันที่นิยมใช้ก็จะมีการวัดระยะด้วยเทปวัดระยะและวัดด้วยเครื่องวัดระยะอิเล็กทรอนิกส์ (Electromagnetic Distance Measurement-EDM) และยังมีวิธีการวัดระยะหลายๆ ด้วยวิธีอื่นๆอีกมากมายซึ่งจะได้กล่าวต่อไป ในปัจจุบันใช้วิธีทางดาวเทียม (GPS Satellite Method) ซึ่ง เราสามารถหา เวกเตอร์ ระหว่างจุดสองจุดที่ให้ความละเอียดถึง 1:1,000,000เทปวัดระยะโดยทั่วไปที่ใช้ในงานต่างๆ จะมีระยะตั้งแต่ 10, 20, 25, 30, 50 ยาวที่สุด 100 ม. สำหรับการวัดในทางการสำรวจจะใช้เทปเหล็ก ซึ่งกำหนดมาตรฐานคืออุณหภูมิมาตรฐาน 20 องศา แร่งดิ่ง ที่ใช้จะอยู่ประมาณ 50-80 N. สำหรับงานที่ต้องการความละเอียดมากจะใช้ในเทปอินวาร์ (Invar Tape) ซึ่งจะทำจากส่วนผสมของนิเกิล 35% และเหล็ก 65% การปรับแก้เทปแทบจะไม่ต้องคิด สัมประสิทธิ์ของการขยายตัว และการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ จะไม่มีผลต่อเทปอินวาร์มากนัก ความยาวเทปอินวาร์ที่นิยมใช้ยาว ๒๔ ม. โลวาร์เทป (Lovar Tape) เป็นเทปที่อยู่ระหว่างกลางระหว่างเทปเหล็กกับเทปอินวาร์ เทปอินวาร์หรือโลวาร์ จะมีไว้เพื่อการเปรียบเทียบระยะ

ของเทปเหล็กต่างๆแต่ละเส้นจะมีใบรับรองและข้อกำหนดทางมาตรฐานของเทปเส้นนั้นเราแบ่งการวัดระยะเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ดังนี้

1. การวัดระยะโดยตรง (DIRECT MEASUREMENT) ซึ่งส่วนมากการวัดด้วยเทปวัดระยะ การวัดระยะโดยตรง แบ่งออกเป็นวิธีการต่างๆ ได้ดังนี้

1.1 การนับก้าว วิธีนี้ช่างผู้ทำการสำรวจจะต้องฝึกก้าวทำให้ได้ความยาวมาตรฐาน สำหรับตัวเอง โดยการก้าวควรจะทำให้ยาวและให้สะดวกในการเดิน นำจำนวนก้าวคูณกับระยะมาตรฐานของตัวเองก็ได้ระยะ โดยประมาณ

1.2 การวัดด้วย PASSOMETER มีลักษณะคล้ายๆ นาฬิกา เวลาใช้ก็จะใส่ไว้ใน กระเป๋ากางเกงหรือเอาไว้ที่ขาข้างใดข้างหนึ่ง การใช้ก็ใช้กับการนับก้าวหนึ่งก้าวตัวเลขจะขึ้น 1 ค่าโดยอัตโนมัติ



ภาพที่ 1 PASSOMETER

ที่มา : ปณิตา คำพะทา (2567)

1.3 การวัดด้วย PEDOMETER มีลักษณะคล้าย PASSOMETER แต่การใช้กดให้ ตัวเลขขึ้นเมื่อเวลาก้าวแต่ละก้าวเครื่องมือนี้ใช้กับการนับรถยนต์ จำนวนผู้ใช้ห้องสมุด ก็ได้



ภาพที่ 2 PEDOMETER

ที่มา : ปณิตา คำพะทา (2567)

1.4 การวัดด้วย ODOMETER หรือ SPEEDO METER เป็นเครื่องมือที่ใช้ใน การบันทึกจำนวนรอบของล้อ การใช้ต้องเซ็นไปเป็นเส้นตรง หรือเส้นโค้งที่เหมาะสมแก่การรังวัดเส้นโค้ง แต่ระดับพื้นดินที่ใช้วัดระยะนี้จะต้องราบเรียบ ถ้ามีลักษณะเป็นคลื่นเป็นหลุมการรังวัดจะไม่ถูกต้อง ใช้ในการรังวัดเพื่อกำหนดหลักกิโลเมตรของถนนการรังวัดเพื่อการเกษตร การเก็บรายละเอียดของถนนเช่น ทางแยก ระยะระหว่างซอยต่างๆ



ภาพที่ 3 ODOMETER

ที่มา : ปณิตา คำพะทา (2567)

1.5. การวัดระยะด้วยเทปวัดระยะ เป็นเครื่องมือที่วัดระยะเียดมากในทางสำรวจ ซึ่งใช้มากที่สุด มีทั้งเทปผ้าลินิน เทปเหล็ก เทปอินวาร์ (Invar tape) ในการสำรวจจะใช้เทปที่เป็นโลหะ ส่วนผ้าลินินจะใช้ในการเก็บรายละเอียดที่ไม่สำคัญ



ภาพที่ 4 เทปวัดระยะ

ที่มา : ปณิตา คำพะทา (2567)

1.6. การวัดระยะอย่างละเอียด การวัดระยะอย่างละเอียดจะต้องใช้เครื่องมือ ประกอบต่างๆ เช่น เทอร์โมมิเตอร์ปอนด์ดิงโซ (Spring Balance) ไม่งัดเพื่อถ่วงน้ำหนักหรือจัดให้แรงดึงตามต้องการหรืออุปกรณ์ถ่วงน้ำหนักที่ปลายเทป กล้องระดับเพื่อ หาคความต่างระดับวิธีนี้ใช้วัดระยะที่ละ 1 เส้นเทป คือจากปลายถึงปลายเทป ปลายข้างหนึ่งจะถูกตึงให้คงที่ให้ชิดศูนย์ของเทปอยู่ตรงกับดัชนี ของโต๊ะวัดระยะอีกส่วน ปลายข้างหนึ่งจะถูกถ่วงด้วยน้ำหนักตามมาตรฐาน แรงดึงเทปที่เอามาใช้จะต้องเทียบระยะกับเทปมาตรฐานเสียก่อน (นัท กุลวานิช & อัครินทร์ ไพบุลย์พานิช, 2562, น. 1003)



ภาพที่ 5 การวัดระยะอย่างละเอียดใช้ปอนด์ดิงโซ

ที่มา : ปณิตา คำพะทา (2567)



การวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของลูกเปตอง

1. ประยุกต์ความสัมพันธ์ระหว่างแรงและระยะการโยน

ในการโยนลูกเปตอง แรงที่ใช้ในการโยนจะมีผลโดยตรงต่อระยะทางที่ลูกเคลื่อนที่ รวมถึงมุมการโยนที่ส่งผลต่อการเคลื่อนที่ของลูกในแนวโค้งหรือแนวตรง ดังนั้น การศึกษาความสัมพันธ์นี้จะต้องพิจารณาตัวแปรสำคัญหลายตัว ได้แก่ แรงเริ่มต้น (Initial Force), มุมการโยน (Angle of Projection), และน้ำหนักของลูกเปตอง มีวิธีการศึกษาดังนี้

1.1 ปัจจัยที่ต้องศึกษา

แรงเริ่มต้น (F) แรงที่ผู้เล่นใช้ในการโยนลูก ซึ่งส่งผลต่อความเร็วเริ่มต้น (Initial Velocity) ของลูกเปตอง

มุมการโยน (θ) มุมที่ลูกเปตองถูกโยนออกไปจากพื้น ซึ่งมีผลต่อเส้นทางการเคลื่อนที่ของลูก

ระยะทางที่ลูกเปตองเคลื่อนที่ก่อนจะหยุด

แรงโน้มถ่วง (g) ซึ่งส่งผลให้ลูกเคลื่อนที่เป็นเส้นโค้ง

1.2 หลักการฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้อง: การเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์

การโยนลูกเปตองสามารถวิเคราะห์โดยใช้ กฎการเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์ (Projectile Motion) ซึ่งเป็นการเคลื่อนที่ในสองมิติที่ได้รับอิทธิพลจากแรงโน้มถ่วงและแรงที่ใช้ในการโยนลูก สมการพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณนี้มีดังต่อไปนี้

1.2.1 ระยะทางแนวนอน (Horizontal Distance)

$$d = \frac{v_0^2 \sin 2\theta}{g}$$

d คือ ระยะทางที่ลูกเปตองเคลื่อนที่ในแนวนอน

v_0 คือ ความเร็วเริ่มต้นที่ลูกเปตองถูกโยนออกไป

θ คือ มุมที่ลูกถูกโยน

g คือ ค่าแรงโน้มถ่วง ($\approx 9.8 \text{ m/s}^2$)

1.2.2 ความเร็วเริ่มต้น (Initial Velocity):

ความเร็วเริ่มต้นที่ใช้ในการโยนลูกเปตองสามารถคำนวณได้จากแรงที่ใช้ในการโยนผ่านสมการ

$$v_0 = \frac{F}{m}$$

v_0 คือ ความเร็วเริ่มต้น

F คือ แรงที่ใช้โยนลูก

m คือ มวลหรือน้ำหนักของลูกเปตอง



2. ประยุกต์เปตองกับกระยะการโยน

2.1 ตัวอย่าง: การโยนโยนลูกเปตอง

โจทย์: หากผู้เล่นโยนลูกเปตองด้วยแรง $F = 20\text{ N}$ และลูกเปตองมีมวล $m = 7.0\text{ kg}$ และโยนด้วยมุม $\theta = 45^\circ$
ขั้นแรกคำนวณความเร็วเริ่มต้น:

$$v_0 = \frac{F}{m} = \frac{20}{0.7} = 28.57\text{ m/s}$$

จากนั้นคำนวณระยะทางในแนวราบ: $d = \frac{v_0^2 \sin 2\theta}{g} = \frac{28.57^2 \sin 90^\circ}{9.8} = \frac{816.326}{9.8} = 83.29\text{ m}$.

ในตัวอย่างนี้ ลูกเปตองจะเคลื่อนที่ไปประมาณ 83.29 เมตรหากไม่มีแรงเสียดทานซึ่งในสถานการณ์จริงจะต้องพิจารณาแรงเสียดทานเพิ่มเติม

2.2 การปรับใช้ผลการศึกษาในการแข่งขัน

การศึกษาแรงและระยะทางการโยนมีประโยชน์ในการแข่งขัน ผู้เล่นสามารถใช้ข้อมูลนี้ในการปรับเปลี่ยนแรงและมุมการโยนให้เหมาะสมกับสถานการณ์ เช่น ในการเล่นสนามที่มีแรงเสียดทานสูง ผู้เล่นอาจต้องเพิ่มแรงและเปลี่ยนมุมโยนเพื่อให้ได้ระยะการโยนที่เหมาะสมกับลักษณะของสนาม

การคำนวณแรงเสียดทานในกีฬาเปตองสามารถทำได้โดยใช้หลักการฟิสิกส์ในการคำนวณแรงที่เกิดขึ้นระหว่างลูกเปตองกับพื้นผิวสนาม ตัวอย่างการคำนวณนี้จะใช้สูตร

$$F_{friction} = \mu \times N$$

โดยที่:

$F_{friction}$ = แรงเสียดทาน (หน่วยนิวตัน, N)

μ = สัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน (Coefficient of friction) ซึ่งบ่งบอกความขรุขระหรือความลื่นของพื้นผิว

N = แรงกดปกติ ซึ่งเท่ากับน้ำหนักของลูกเปตองที่กดลงบนพื้นสนาม

ตัวอย่างการคำนวณ : บนสนามกรวด

สมมติว่าต้องการคำนวณแรงเสียดทานของลูกเปตองบนสนามกรวด โดยมีข้อมูลดังนี้

1. น้ำหนักของลูกเปตอง (W) = 700 กรัม (0.7 กิโลกรัม)
2. แรงกดปกติ N = น้ำหนักของลูกเปตอง $W \times$ แรงโน้มถ่วง g (ซึ่งเท่ากับ 9.8 m/s^2)
3. สัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน μ บนสนามกรวด = 0.5 (สมมุติ)



ขั้นตอนการคำนวณ

1. หาค่าแรงกดปกติ (N)

แรงกดปกติจะเท่ากับน้ำหนักของลูกเปตอง (W) คูณด้วยแรงโน้มถ่วง (g):

$$N = W \times g$$

โดย:

น้ำหนักลูกเปตอง (W) = 0.7 กิโลกรัม

แรงโน้มถ่วง (g) = 9.8 m/s^2

แทนค่า:

$$N = 0.7 \times 9.8 \text{ N} = 6.86 \text{ N}$$

2. คำนวณแรงเสียดทาน (F_{friction})

ใช้สูตรแรงเสียดทาน (F_{friction}) = $\mu \times N$

$$(F_{\text{friction}}) = 0.6 \times 6.86$$

คำนวณ:

$$(F_{\text{friction}}) = 4.12 \text{ N}$$

ประยุกต์ความสัมพันธ์ระหว่างการวัดระยะและกีฬาเปตอง

1. การวัดระยะในระหว่างการเล่น เปตองเป็นกีฬาที่ผู้เล่นต้องพยายามโยนลูกเปตองให้ใกล้ลูกแก่นมากที่สุด การวัดระยะในการเล่นจึงเป็นส่วนสำคัญ โดยผู้เล่นจะต้องมีการประเมินระยะทางและความแรงในการโยนเพื่อให้ลูกของตนอยู่ในตำแหน่งที่ดีที่สุด

2. การวัดระยะเพื่อการตัดสิน เมื่อสิ้นสุดรอบการเล่น (end) หากไม่สามารถบอกได้ชัดเจนด้วยตาเปล่าว่าลูกเปตองของทีมใดใกล้ลูกแก่นมากที่สุด จะมีการใช้เครื่องมือ เช่น สายวัด (measuring tape) เพื่อวัดระยะทางของลูกเปตองแต่ละลูกกับลูกแก่น การตัดสินผลจะขึ้นอยู่กับการวัดระยะนี้

3. การวางแผนและกลยุทธ์: ผู้เล่นจะการใช้การประเมินระยะในการวางแผนและกำหนดกลยุทธ์ในแต่ละรอบ เช่น การเลือกโยนลูกเปตองเพื่อขวางทางหรือตีลูกของฝ่ายตรงข้าม ขึ้นอยู่กับระยะทางและตำแหน่งของลูกเปตองในสนาม. (ลัดสะหมี คุณพะจันสี และคณะ, 2557: น. 59)

สรุป

การประยุกต์ใช้การคำนวณแรงและการวัดระยะในการเล่นกีฬาเปตอง ซึ่งเป็นกีฬาที่เน้นความแม่นยำในการขว้างลูกเปตองให้ใกล้ลูกเป้าหมายมากที่สุด การศึกษาเน้นการวิเคราะห์การเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์ (Projectile Motion) ซึ่งอาศัยหลักการฟิสิกส์ในการคำนวณแรงเริ่มต้น ความเร็ว และมุมโยน ผลการวิเคราะห์พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเคลื่อนที่ของลูกเปตองและระยะที่ลูกจะหยุดนั้น ได้แก่ แรงเสียดทานจากพื้นสนาม ความเร็วเริ่มต้น และมุมการโยน สนามแต่ละประเภท เช่น สนามกรวด สนามดิน และสนามหญ้า มีแรงเสียดทานแตกต่างกัน ซึ่งมีผลต่อการเคลื่อนที่ของลูกเปตอง ผู้เล่นจึงต้องปรับวิธีการขว้าง



ลูกให้เหมาะสม นอกจากนี้ การใช้เครื่องมือในการวัดระยะ เช่น เทปวัดระยะ และการคำนวณแรงเสียดทาน จะช่วยเพิ่มความแม่นยำในการตัดสินใจผลการแข่งขัน การเคลื่อนที่ของลูกเปตองสามารถวิเคราะห์ได้ด้วย สมการฟิสิกส์ โดยแรงที่ใช้ในการเล่นจะส่งผลให้เกิดการเคลื่อนที่ในลักษณะโพรเจกไทล์ สมการการเคลื่อนที่ เหล่านี้ช่วยในการคำนวณทั้งระยะทางแนวระดับและแนวตั้ง อีกทั้งยังต้องคำนึงถึงแรงโน้มถ่วงและแรงเสียดทานของสนามในแต่ละประเภท การคำนวณที่ถูกต้องสามารถเพิ่มความแม่นยำและประสิทธิภาพในการเล่น กีฬาเปตอง

เอกสารอ้างอิง

- จิตติ ชนฤทธิชัย, สุรสิทธิ์ ฉิ่งถิ่น, พราม อินพรม, และ ศักดิ์ชาย พิทักษ์วงศ์. (2555). “การศึกษาการบริหารจัดการสนามกีฬาองค์การบริหารส่วนจังหวัดแพร่.” *Journal of Education and Innovation*, 14(2), Article 2.
- จุฑามาศ ข้างคำ, ปิยรัตน์ มูลศรี, และ อาทิตย์ หู่เต็ม. (2565). “แบบจำลองการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ภายใต้แรงภายนอกที่ขึ้นอยู่กับเวลา.” *วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 17(2), Article 2.
- ณิชกร ปทุมรังสรรค์, และ กิตติยา ปันษา. (2565). “การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องแรงเสียดทานเพื่อพัฒนากระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5.” *Muban Chombueng Rajabhat University Research Journal (Humanities and Social Science)*, 10(1), Article 1.
- ธนวรรณพร ศรีเมือง, ธีระศักดิ์ วรรณสา, และ พินิจ ชัยศิริรินทร์. (2564). “ผลของการใช้ยางยืดออกกำลังกายเพื่อฝึกความแข็งแรงกล้ามเนื้อของแขนที่มีผลต่อความแม่นยำในการเล่นลูกเปตองของนักกีฬาเปตองมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.” *Journal of Education Rajabhat Maha Sarakham University*, 18(1), Article 1.
- นนทรัฐ บำรุงเกียรติ, และ พิรญา เต่าทอง. (2564). “โปรแกรมคอมพิวเตอร์วิทัศน์เพื่อการตรวจสอบความถูกต้อง ของท่าออกกำลังกายสควอช.” *Wittayasara: Integration Apply Engineering and Industrial Technology*, 14(2), Article 2.
- นัท กุลวานิช, และ อัครินทร์ ไพบุลย์พานิช. (2562). “การเปรียบเทียบมาตรฐานวัดระยะทางในการวิเคราะห์การจัดกลุ่มสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลา.” *Thai Science and Technology Journal*, 27(6), 1002–1014.
- บุญตา คำชาย, ยุพาพร สุวะไกร, ประเวท เกษกัน, กิตติกุล รัตนรังสีกุล, & กิตติพงษ์ เพ็งศรี. (2567). “การวิเคราะห์หมุมและการจำลองการทำงานไดนามิกส์ข้อต่อในการวิ่งระยะสั้นของนักกรีฑาเยาวชนทีมชาติไทย.” *Thai Journal of Health, Physical Education and Recreation*, 50(1), Article 1.



- ลัดสะหมี คุณพะจันสี, ภัทรพร เกษสังข์, และ วิทย์ นาควิเชียร. (2557). “ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดแผนกศึกษาธิการและกีฬาแขวงหลวงพระบางสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว.” *Research and Development Journal, Loei Rajabhat University*, 9(29), 59-71.
- วิมณเทียร เพาะบุญ, และ วรพงษ์ แย้มงามเหลือ. (2023). “The Norms – Referenced of Physical Fitness for Basketball Referee of Thai Basketball Professional Association.” *Thai Journal of Health, Physical Education and Recreation*, 49(2), Article 2.
- ศิขร โล่ห์พงศ์, สุนทรา กล้านรงค์, และ วิไลพิน ทองประเสริฐ. (2558). “ผลของการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนท่อนล่างโดยวิธีฝึกด้วยดัมเบลที่มีต่อความแม่นยำในการตีลูกเบตอง.” *Princess of Naradhiwas University Journal*, 7(1), Article 1.