



ผลของการฝึกซ้อมด้วยโปรแกรมโรบอทเทรนนิ่งร่วมกับการฝึกป้อนลูกที่มีต่อเวลาปฏิกิริยา ตอบสนองของผู้เล่นกีฬาเทเบิลเทนนิส

สุนิสา ราชีวงศ์ และภาณุพล รัตนปนัดดา

สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาผลของการฝึกด้วยโปรแกรมป้อนลูกควบคู่กับการฝึกด้วยโรบอทเทรนนิ่งกับการฝึกด้วยโปรแกรมป้อนลูกและการฝึกซ้อมเทเบิลเทนนิสปกติ และ 2) เปรียบเทียบเวลาปฏิกิริยาตอบสนองระหว่างการฝึกด้วยโปรแกรมป้อนลูกควบคู่กับการฝึกด้วยโรบอทเทรนนิ่งกับการฝึกด้วยโปรแกรมป้อนลูกและฝึกซ้อมเทเบิลเทนนิสปกติ กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้เล่นเทเบิลเทนนิส เพศชาย อายุระหว่าง 18 - 25 ปี ได้มาจากการสุ่มแบบเจาะจง จำนวน 30 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองที่ 1 กับกลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มละ 15 คน เครื่องมือวิจัย คือ 1) โปรแกรมป้อนลูกควบคู่กับการฝึกด้วยโรบอทเทรนนิ่ง 2) โปรแกรมป้อนลูกและการฝึกซ้อมเทเบิลเทนนิสตามปกติ และ 3) แบบทดสอบเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One - Way ANOVA with repeated measure) เมื่อพบความแตกต่างทำการทดสอบความแตกต่างรายคู่ด้วยวิธีบอนเฟอโรนี และเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มด้วย t - test independent ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ผลการวิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาตอบสนองหลังฝึกสัปดาห์ที่ 6 เร็วกว่าหลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 และก่อนฝึกตามลำดับ ทั้งในกลุ่มการฝึกด้วยโปรแกรมป้อนลูกและการฝึกซ้อมเทเบิลเทนนิสปกติ (กลุ่มทดลองที่ 1) และกลุ่มการฝึกด้วยโปรแกรมป้อนลูกควบคู่กับการฝึกด้วยโรบอทเทรนนิ่ง (กลุ่มทดลองที่ 2) และพบค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาตอบสนองหลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังฝึกสัปดาห์ที่ 6 ของกลุ่มทดลองที่ 2 เร็วกว่ากลุ่มทดลองที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 นอกจากนี้ผู้วิจัยยังพบว่า ค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาตอบสนองหลังสัปดาห์ที่ 4 ของกลุ่มทดลองที่ 2 เร็วกว่าหลังฝึกสัปดาห์ที่ 6 ของกลุ่มทดลองที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: เวลาปฏิกิริยาตอบสนอง; เทเบิลเทนนิส; การฝึกป้อนลูกบอล; โรบอทเทรนนิ่ง



EFFECTS OF ROBOT TRAINING PROGRAM COMBINED WITH MULTIBALL TRAINING PROGRAM ON REACTION TIME OF TABLE TENNIS PLAYERS

Sunisa Rachiwong and Panupol Ratanapanadda

Sports Science and Health, Faculty of Science and Technology,

Suan Sunandha Rajabhat University

Abstract

The purposes of this study were to 1) investigate the effects of multiball training program combined with robot training and multiball training program with regular table tennis training and 2) compare the reaction time between multiball training program combined with robot training and multiball training program with regular table tennis training. The samples were 30 male table tennis players aged 18-25 years old taken by purposive sampling and were divided into 2 groups: experimental group 1 and experimental group 2. Each group comprised of 15 players. The research instruments were 1) multiball training program combined with robot training, 2) multiball training program with regular table tennis training, and 3) reaction time test. Statistical data analysis with One-Way ANOVA with repeated measures was performed within group. Bonferroni method was used for post - hoc comparison and comparing between groups by using independent t-test. The significance level was set at .05. Results showed that the mean reaction time after 6 weeks of training was faster than training session for 4 weeks and before training, respectively in both group of multiball training program and regular table tennis training (experimental group 1) and group of multiball training program combined with robot training (experimental group 2). The mean reaction time after 4 and 6 weeks of training in the experimental group was significantly faster than that of the experimental group 1 ($p < .05$). Furthermore, the researchers also found that the mean reaction time after 4 weeks of training in the experimental group 2 was significantly faster than that of the session of training after 6 weeks in the experimental group 1 ($p < .05$).

Keywords: Reaction time, Table tennis, Multiball training, Robot training

Corresponding Author: Sunisa Rachiwong, Ph.d., Sports Science and Health, Faculty of Science and Technology, Suan Sunandha Rajabhat University Email: sunisa.ra@ssru.ac.th



บทนำ

กีฬาประเภทแรกเกิดนั้นถือได้ว่าได้รับความนิยมมากที่สุดในโลก เป็นกีฬาที่มีลักษณะโดดเด่นด้วยการเล่นที่มีรูปแบบเฉพาะตัว เช่น เทเบิลเทนนิส (ปิงปอง), แบดมินตัน, เทนนิส, สควอช และอื่น ๆ ได้รับการจัดเป็นกีฬาประเภทที่ต้องใช้การตอบสนองต่อความเร็ว (Pradas de la Fuente, Toro-Román, Ortega-Zayas, & Moreno-Azze, 2023) โดยเฉพาะกีฬาเทเบิลเทนนิสมีความนิยมเป็นอันดับ 2 ของโลก (International Table Tennis Federation: ITTF) ความเร็วของลูก และระยะทางที่ลูกเคลื่อนที่ระหว่างคู่ต่อสู้ที่ค่อนข้างสั้นมาก ซึ่งมีเวลาเพียง 0.2 – 0.4 วินาทีในการวิเคราะห์ลูกบอลที่ใกล้เข้ามา ทำให้ระยะเวลาในการตอบสนองและการเตรียมตัวมีน้อยมาก ผู้เล่นกีฬาเทเบิลเทนนิสจึงจำเป็นต้องมีความสามารถในการรับรู้และการตอบสนองอันรวดเร็วต่อการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์เกมการแข่งขันที่เกิดขึ้นภายใต้แรงกดดันในด้านเวลาเป็นอย่างมาก (Hülsdünker, Ostermann, & Mierau, 2019) ซึ่งเวลาปฏิกิริยาการตอบสนอง (Reaction time) เป็นตัวบ่งชี้ที่สำคัญอย่างหนึ่งของอัตราการประมวลผลสิ่งเร้าทางระบบประสาทสัมผัสและการตอบสนองต่อการเคลื่อนไหวอันจะเกิดขึ้นในลำดับถัดไป หรือกล่าวได้ว่าเวลาปฏิกิริยาเป็นตัวแปรที่ใช้ในการวัดประสิทธิภาพของความเร็วฉับไวในการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นหรือลูกที่เคลื่อนที่เข้ามา จึงเป็นเรื่องที่จำเป็นสำหรับผู้เล่นที่จะต้องมีความสามารถในการตอบสนองที่เร็วในการตีในระยะเวลาที่สั้น ปัจจุบันนี้มีส่วนช่วยในการตัดสินใจหรือคัดเลือกนักกีฬา เนื่องจากประสิทธิภาพและความสามารถของนักกีฬามีความเชื่อมโยงโดยตรงกับระยะเวลาในการตอบสนอง ซึ่งผู้เล่นและโค้ชได้เริ่มตระหนักถึงความสำคัญของการพัฒนาเวลาปฏิกิริยาการตอบสนองด้วยรูปแบบการฝึกซ้อมที่หลากหลาย (Nurnamira, Raharjo, & Akhiruyanto, 2022)

แบบฝึกเพื่อพัฒนาเวลาปฏิกิริยาการตอบสนองเพื่อให้ผู้เล่นกีฬาเทเบิลเทนนิสสามารถเคลื่อนไหวได้อย่างรวดเร็ว นั้นมักเป็นลักษณะคล้ายการฝึกทักษะกีฬาในรูปแบบปกติ ซึ่งการฝึกป้อนลูก (Multiball training) เป็นรูปแบบวิธีการฝึกที่ผู้ฝึกสอนหรือโค้ชนำมาใช้กับผู้เล่นเทเบิลเทนนิสเพื่อพัฒนาในด้านระบบประสาทรับรู้สัมผัสและระบบประสาทสั่งการ (Sensory and motor systems) การเพิ่มขึ้นของประสิทธิภาพในแง่ของเวลา จังหวะการตี การควบคุมทิศทาง ทักษะทางกลไกการเคลื่อนไหวร่างกาย ความคล่องแคล่วว่องไวในการเคลื่อนที่ ความรวดเร็วและความแม่นยำในการตีลูก โดยในการฝึกจะต้องใช้ลูกจำนวนมากอยู่ที่ประมาณ 50 - 100 ลูก เป็นการป้อนลูกโดยผู้ฝึกสอนส่งไปยังผู้ฝึกซ้อมหรือผู้เล่นด้วยความต่อเนื่องและมีความเร็วว่าการฝึกซ้อมปกติ (Das, Pant, & Sukladas, 2023; Katsikadelis, Pilianidis, Mantzouranis, Fatouros, & Agelousis, 2014; Safari, & Subagja, 2017; Zheng, & Keyi, 2016) นอกจากการใช้วิธีการฝึกด้วยการป้อนลูกบอลเพิ่มเติมจากการฝึกด้วยทักษะด้านอื่น ๆ ตามปกติแล้ว ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาเครื่องมือเพื่อเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการฝึกเทเบิลเทนนิสและเป็นส่วนเสริมสำหรับผู้ฝึกสอนที่ช่วยในการฝึกให้กับผู้เล่นได้มีศักยภาพเพิ่มขึ้น นั่นคือ ไรบอทเทรนนิ่ง (Robot training) ที่เป็นเครื่องยิงลูกอัตโนมัติ ถูกออกแบบมาเพื่อพัฒนาผู้เล่นกีฬาเทเบิลเทนนิสโดยเฉพาะ ซึ่งมีคุณสมบัติคล้ายกับการฝึกป้อนลูก แต่สามารถเลือกใช้ได้หลากหลายฟังก์ชัน เช่น การปรับความเร็ว การตั้งความถี่ การปรับระดับการหมุน การเปลี่ยนแปลงทิศทางที่คาดเดาได้ยาก รวมถึงการกำหนดเวลาในการปล่อยลูก ทั้งนี้การใช้รูปแบบการฝึกป้อนลูกและการฝึกด้วยไรบอทเทรนนิ่งเป็นรูปแบบการฝึกที่เหมือนกับการจำลองสถานการณ์ในการแข่งขันจริง ทั้งยังสามารถพัฒนาความแม่นยำในการตีลูกของผู้เล่นด้วยจุดมุ่งหมายของการฝึกที่มีความเข้มข้นและมีคุณภาพได้ (Jayabalakrishnan, & Achanta, 2013; Katsikadelis, Pilianidis, Mantzouranis, Berberidou, Aggelousis, & Fatouros, 2017)



อย่างไรก็ตาม วิธีการฝึกด้วยการป้อนลูกที่ส่งผลดีและเป็นประโยชน์ในด้านการพัฒนาทักษะของผู้เล่นกีฬาเทเบิลเทนนิส แต่การฝึกดังกล่าวข้างต้นนี้ยังมีข้อจำกัดด้านความเร็วในการป้อนลูกที่ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของผู้ฝึกสอนและไม่สามารถควบคุมจังหวะความถี่ในการส่งลูกให้คงที่ได้ อีกทั้งยังมีการศึกษาอยู่น้อยในประเทศไทยเกี่ยวกับรูปแบบวิธีการฝึกและระยะเวลาการฝึกที่สามารถพัฒนาในด้านเวลาปฏิกิริยาการตอบสนองในผู้เล่นกีฬาเทเบิลเทนนิสได้อย่างชัดเจน ซึ่งเวลาปฏิกิริยาการตอบสนองเป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่มีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งต่อการพัฒนาทักษะของผู้เล่นกีฬาเทเบิลเทนนิส ดังนั้นในการศึกษานี้ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาผลของการฝึกด้วยโรบอทเทรนนิ่งควบคู่กับการฝึกด้วยโปรแกรมการป้อนลูกที่มีต่อเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของผู้เล่นกีฬาเทเบิลเทนนิส เพื่อให้ได้ข้อค้นพบอันจะนำไปสู่แนวทางการพัฒนากีฬาให้แก่ผู้ฝึกสอนหรือโค้ชและเป็นพื้นฐานสำหรับการศึกษาในอนาคตต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของการฝึกด้วยโปรแกรมป้อนลูกควบคู่กับการฝึกด้วยโรบอทเทรนนิ่งกับการฝึกด้วยโปรแกรมป้อนลูกและการฝึกซ้อมเทเบิลเทนนิสปกติ
2. เพื่อเปรียบเทียบเวลาปฏิกิริยาตอบสนองระหว่างการฝึกด้วยโปรแกรมป้อนลูกควบคู่กับการฝึกด้วยโรบอทเทรนนิ่งกับการฝึกด้วยโปรแกรมป้อนลูกและฝึกซ้อมเทเบิลเทนนิสปกติ

สมมติฐานการวิจัย

การฝึกด้วยโปรแกรมป้อนลูกควบคู่กับการฝึกด้วยโรบอทเทรนนิ่งจะทำให้มีค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาตอบสนองเร็วขึ้นกว่าผู้ที่ฝึกด้วยโปรแกรมป้อนลูกและการฝึกซ้อมเทเบิลเทนนิสปกติ

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้มีการพิทักษ์สิทธิของกลุ่มตัวอย่าง โดยผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน รหัส COA 1-028/2565 จากหน่วยงานมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา มีขั้นตอนการวิจัย ดังนี้

1. กำหนดประชากร และการเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. ดำเนินงานวิจัย และเก็บรวบรวมข้อมูล
4. จัดทำข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล สรุป และอภิปรายผล

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นผู้เล่นกีฬาเทเบิลเทนนิส เพศชาย อายุระหว่าง 18 - 25 ปี จากมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา กรุงเทพมหานคร จำนวน 50 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นผู้เล่นกีฬาเทเบิลเทนนิส เพศชาย อายุระหว่าง 18 - 25 ปี จากชมรมกีฬาเทเบิลเทนนิส มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive sampling) จำนวน 30 คน โดยกำหนดคุณลักษณะกลุ่มตัวอย่างคือ มีความถนัดมือขวา มีผลการทดสอบค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาตอบสนองอยู่ในกลุ่มเดียวกัน มีสุขภาพร่างกายแข็งแรงสมบูรณ์ มีระดับการมองเห็นเป็นปกติ และ



มีความสนใจเข้าร่วมการศึกษารั้งนี้ จากนั้นแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 15 คนเท่ากัน รายละเอียดดังนี้

กลุ่มทดลองที่ 1 เป็นผู้เล่นกีฬาเทเบิลเทนนิสชาย อายุระหว่าง 18-25 ปี จำนวน 15 คน ฝึกด้วยโปรแกรมป้อนลูกและฝึกซ้อมเทเบิลเทนนิสตามปกติ

กลุ่มทดลองที่ 2 เป็นผู้เล่นกีฬาเทเบิลเทนนิสชาย อายุระหว่าง 18-25 ปี จำนวน 15 คน ฝึกด้วยโปรแกรมป้อนลูกควบคู่กับการฝึกด้วยโรบอทเทรนนิ่งและฝึกซ้อมเทเบิลเทนนิสตามปกติ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบทดสอบเวลาปฏิกิริยาการตอบสนองด้วยมือข้างขวา ซึ่งผู้วิจัยได้ดัดแปลงแบบทดสอบจากงานวิจัยของ ซไวร์โก ฟลอร์กีวิช ฟ็อกแมน และคสแซค-เคอร์ซีซานอฟสกา (Zwierko, Florkiewicz, Fogtman, & Kszak-Krzyzanowska, 2014) โดยใช้อุปกรณ์ Reaction light ที่เป็นแผ่นแสงทั้งหมด 8 จุด ซึ่งถูกวางบนโต๊ะที่มีพื้นที่ขนาด 110 x 80 เซนติเมตร แผ่นแสงแต่ละจุดห่างกัน 20 เซนติเมตร โดยทางซ้ายวางแผ่นแสง 4 จุด และทางขวาวางแผ่นแสง 4 จุด ประกอบกันเป็นครึ่งวงกลม มีจุดเริ่มต้นคือตำแหน่งกึ่งกลางของโต๊ะที่ระยะ 55 เซนติเมตร (ตำแหน่งที่ยืนและวางมือ) โดยระยะทางจากจุดกึ่งกลางเริ่มต้นของมือที่ต้องเอื้อมมือถึงเป้าหมาย (แผ่นแสง) มีระยะที่ 45 เซนติเมตร ทั้งนี้รูปแบบการทดสอบ ประกอบด้วย การทดลอง (Trial) ทั้งหมด 5 ชุด ที่เป็นโหมดการสุ่ม (Random mode) ในการทดลองแต่ละครั้ง ประกอบด้วยการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นประเภทสัญญาณไฟ (Visual stimuli) ที่เป็นสีแดง มีการปฏิบัติซ้ำจำนวน 15 ครั้ง (Repetitive reaching) ซึ่งสัญญาณไฟส่องสว่างจะถูกสุ่มในช่วงระยะเวลาตั้งแต่ 0.5 - 3 วินาที ภายหลังจากกลับมาจุดเริ่มต้น และระหว่างช่วงการทดสอบแต่ละชุดให้มีเวลาแบบสลับช่วงพักอยู่ระหว่าง 10 - 15 วินาที โดยในการทดสอบกลุ่มตัวอย่างจะต้องใช้มือขวาในการตอบสนองด้วยการเคลื่อนที่มือให้เร็วที่สุดเท่าที่สามารถทำได้เพื่อดับไฟตามตำแหน่งต่าง ๆ ที่ไฟขึ้นใน 8 จุด จากนั้นทำการวัดค่าเวลาปฏิกิริยาการตอบสนอง โดยใช้อุปกรณ์วิเคราะห์การเคลื่อนไหวด้วยเซ็นเซอร์ตรวจจับความเร่งติดที่บริเวณหลังข้อมือด้านขวาของกลุ่มตัวอย่าง และมีการติดตั้งกล้อง 1 ตัว เพื่อบันทึกข้อมูลขณะกลุ่มตัวอย่างทำการทดสอบ

2. โปรแกรมการฝึกด้วยโรบอทเทรนนิ่ง (Robot training) เป็นการฝึกโดยใช้เครื่องยิงลูกอัตโนมัติและเครื่องปล่อยลูกด้วยความเร็วอยู่ที่ 60 ลูกต่อนาที และเป็นการฝึกด้วยทักษะการตีอย่างต่อเนื่อง มีท่าฝึกประกอบด้วย

- การตีลูกหน้ามือเป็นเส้นทแยงยาวลงปลายโต๊ะ (Forehand counter drive: FHCD)
- การตีลูกหลังมือเป็นเส้นทแยงยาวลงปลายโต๊ะ (Backhand counter drive: BHCD)
- การตีลูกหน้ามือและหลังมือสลับกันรวมกับการก้าวเท้าเป็นจังหวะ (Footwork exercise with forehand and backhand counter drives: FTFB)

3. โปรแกรมการฝึกด้วยการป้อนลูก (Multiball training) เป็นการป้อนลูกโดยผู้ฝึกสอนเป็นผู้ทำการป้อนลูกโดยไม่กำหนดจุดให้ผู้ทดสอบ ซึ่งเป็นการฝึกทักษะการตีอย่างต่อเนื่องทั้งด้าน Forehand และ Backhand และความเร็วในการป้อนลูกมากกว่าการฝึกซ้อมปกติ

สำหรับการฝึกของกลุ่มทดลองที่ 1 และ 2 มีระยะเวลาการฝึกของแต่ละกลุ่ม คือ 60 นาที รายละเอียดดังนี้ กลุ่มทดลองที่ 1 เริ่มจากการฝึกด้วยการป้อนลูกบอล และตามด้วยการฝึกซ้อมเทเบิลเทนนิสตามปกติ



กลุ่มทดลองที่ 2 เริ่มจากการฝึกด้วยโรบอทเทรนนิ่ง การฝึกด้วยการป้อนลูกบอล และตามด้วยการฝึกซ้อมเทเบิลเทนนิสตามปกติ

โดยก่อนเข้าโปรแกรมการฝึกของทั้งสองกลุ่มเริ่มต้นด้วยการอบอุ่นร่างกายเป็นเวลา 5 นาที และช่วงคลายอุ่นด้วยการยืดกล้ามเนื้อแบบหยุดนิ่งค้างไว้ 5 นาที

ทั้งนี้ผู้วิจัยได้นำเครื่องมือ ได้แก่ 1) แบบทดสอบเวลาปฏิบัติการตอบสนองด้วยมือข้างขวา 2) โปรแกรมการฝึกด้วยโรบอทเทรนนิ่ง และ 3) โปรแกรมการฝึกด้วยการป้อนลูกบอล มาหาค่าคุณภาพของเครื่องมือปรากฏว่าได้ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน โดยการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างเครื่องมือกับวัตถุประสงค์ (item objective congruence index: IOC) พิจารณาหัวข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.6 - 1.0 และนำเครื่องมือไปทดลองใช้กับนักกีฬาเทเบิลเทนนิสที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของเครื่องมือด้วยวิธีทดสอบซ้ำ (Test - retest method) ทดสอบค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือวิจัยโดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน (Pearson product - moment correlation) โดยทั้ง 3 เครื่องมือ พบว่า มีค่าความเชื่อมั่นทั้งชุดเท่ากับ .81 .75 และ .79 ตามลำดับ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลลักษณะทางกายภาพ (Physical characteristics) ได้แก่ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย อัตราการเต้นของหัวใจ และค่าความดันโลหิต ของกลุ่มตัวอย่างทุกคน ในช่วง 1 สัปดาห์ก่อนเข้าสู่ช่วงระยะการฝึก
2. ทำการทดสอบเวลาปฏิบัติการตอบสนองก่อนเข้าโปรแกรมการฝึกของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 โดยทำทดสอบในวันเดียวกัน
3. ทำการฝึกกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม ตามโปรแกรมของการฝึก โดยฝึกในช่วงระยะเวลาตั้งแต่เวลา 17.00 - 18.00 น. ของวันจันทร์ พุธ และศุกร์ ฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ รวมทั้งสิ้นเป็นเวลา 6 สัปดาห์
4. ทำการทดสอบเวลาปฏิบัติการตอบสนองหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 6 ของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2
5. นำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติ สรุปและอภิปรายผล

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยภายในกลุ่ม ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ (One-way ANOVA with repeated measures) หากพบความแตกต่าง จะทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ ด้วยวิธีการของบอนเฟอรโรนี (Bonferroni) วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่ม โดยการทดสอบค่าทีแบบอิสระ (Independent t - test) ทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



ผลการวิจัย

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง หลังการฝึก 6 สัปดาห์

	กลุ่มทดลองที่ 1 (n=15)		กลุ่มทดลองที่ 2 (n=15)		t	Sig
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.		
เวลาปฏิกิริยาตอบสนอง (มิลลิวินาที)	192.25	4.30	183.46	3.21	6.349	.000*

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 1 พบว่า หลังการฝึก 6 สัปดาห์ ทั้งสองกลุ่ม มีค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาตอบสนองภายในกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ในช่วงก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6

	เวลาปฏิกิริยาตอบสนอง (มิลลิวินาที)						F	Sig	
	ก่อนการฝึก		หลังการฝึก		หลังการฝึก				
			สัปดาห์ที่ 4		สัปดาห์ที่ 6				
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.			
กลุ่มทดลองที่ 1 (n=15)	207.28	2.63	202.03	1.61	192.25	4.30	96.62	.000*	
กลุ่มทดลองที่ 2 (n=15)	205.78	3.10	186.14	2.43	183.46	3.21	297.72	.000*	

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 2 พบว่า ทั้งกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 มีค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาตอบสนองก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของกลุ่มทดลองที่ 1 โดยใช้วิธีการทดสอบของ Bonferoni

เวลาปฏิกิริยาตอบสนอง (มิลลิวินาที)	$\bar{x}$	ก่อนการฝึก	หลังการฝึก สัปดาห์ที่ 4	หลังการฝึก สัปดาห์ที่ 6
		207.28	202.03	192.25
ก่อนการฝึก	207.28	-	(.000)	(.000)
หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4	202.03	(.000)	-	(.000)
หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6	192.25	(.000)	(.000)	-

จากตารางที่ 3 พบว่า กลุ่มทดลองที่ 1 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 มีค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาตอบสนองที่เร็วขึ้นกว่าช่วงก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และพบว่า หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 มีค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาตอบสนองที่เร็วขึ้นกว่าทั้งในช่วงก่อนการฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของกลุ่มทดลองที่ 2 โดยใช้วิธีการทดสอบของ Bonferoni

เวลาปฏิกิริยาตอบสนอง (มิลลิวินาที)	$\bar{x}$	ก่อนการฝึก	หลังการฝึก สัปดาห์ที่ 4	หลังการฝึก สัปดาห์ที่ 6
		205.78	186.14	183.46
ก่อนการฝึก	205.78	-	(.000)	(.000)
หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4	186.14	(.000)	-	(.012)
หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6	183.46	(.000)	(.012)	-

จากตารางที่ 4 พบว่า พบว่า กลุ่มทดลองที่ 2 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 มีค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาตอบสนองที่เร็วขึ้นกว่าช่วงก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และพบว่า หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 มีค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาตอบสนองที่เร็วขึ้นกว่าทั้งในช่วงก่อนการฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองในช่วงก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2

ช่วงเวลาการฝึก	เวลาปฏิกิริยาตอบสนอง (มิลลิวินาที)				t	Sig
	กลุ่มทดลองที่ 1 (n=15)		กลุ่มทดลองที่ 2 (n=15)			
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.		
ก่อนการฝึก	207.28	2.63	205.78	3.10	1.415	.168
หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4	202.03	1.61	186.14	2.43	21.102	.000*
หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6	192.25	4.30	183.46	3.21	6.349	.000*
ระหว่างหลังฝึกสัปดาห์ที่ 6 และหลังฝึกสัปดาห์ที่ 4	192.25	4.30	186.14	2.43	4.797	.000*

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 5 พบว่า ก่อนการฝึก มีค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 พบว่า กลุ่มทดลองที่ 2 มีค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาตอบสนองที่เร็วกว่ากลุ่มทดลองที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ยังพบว่า หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ของกลุ่มทดลองที่ 2 มีค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาตอบสนองที่เร็วขึ้นกว่าหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ของกลุ่มทดลองที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

จากการวิจัยผลของการฝึกซ้อมด้วยโปรแกรมโรบอทเทนนิ่งร่วมกับการฝึกป้อนลูกที่มีต่อเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของผู้เล่นกีฬาเทเบิลเทนนิส ผู้วิจัยมีประเด็นสำคัญของผลการทดลองฝึกของผู้เล่นกีฬาเทเบิลเทนนิสจากชมรมกีฬาเทเบิลเทนนิส มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ซึ่งสามารถอภิปรายผลตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยได้ดังนี้



ผลของการฝึกด้วยโปรแกรมป้อนลูกและการฝึกซ้อมเทเบิลเทนนิสปกติ (กลุ่มทดลองที่ 1) ที่มีต่อเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของผู้เล่นกีฬาเทเบิลเทนนิส ผลการศึกษาพบว่า ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 มีค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาตอบสนองที่เร็วขึ้นกว่าช่วงก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งการที่ผู้เล่นเทเบิลเทนนิสมีเวลาปฏิกิริยาตอบสนองที่รวดเร็วขึ้น บ่งบอกว่าการฝึกด้วยโปรแกรมป้อนลูกส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของระบบประสาทในด้านการประมวลผล ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ เกรียงไกร ชูศักดิ์ ภคอร ฌบังพงษ์ เยาวภา แหลมฉลาด และอรรวิทย์ อิงคเตชะ (Kriangkrai Chusak, Phakaorn Chabangphong, Yaowapa Laemchalad, & Onwaree Ingkatecha, 2012) ได้ศึกษาผลของการฝึกทักษะกีฬาเทเบิลเทนนิสร่วมกับโปรแกรมการฝึกปฏิกิริยาตอบสนองโดยการส่งแบบป้อนลูก เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่า มีค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาตอบสนองลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ฝึกแต่ทักษะเทเบิลเทนนิสเพียงอย่างเดียว แสดงให้เห็นว่าการทำงานของระบบประสาทสั่งการและการทำงานของกล้ามเนื้อมัดเล็กที่ต้องประสานงานกันในการเคลื่อนไหวทำได้รวดเร็วขึ้นผ่านการฝึกด้วยโปรแกรมป้อนลูกที่มีลักษณะการตีลูกด้วยความเร็วที่มากกว่าการฝึกซ้อมปกติ และผลการศึกษาพบว่า ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 มีค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาตอบสนองที่เร็วขึ้นกว่าทั้งในช่วงก่อนการฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สะท้อนให้เห็นว่าระยะเวลาการฝึกที่ 6 สัปดาห์ มีส่วนช่วยในการกระตุ้นความเร็วในการทำงานของระบบประสาทส่วนกลาง ทำให้การส่งสัญญาณประสาทของระบบประมวลผลข้อมูลอยู่ในระดับที่เหมาะสม ทำให้มีปฏิกิริยาการตอบสนองที่รวดเร็ว สอดคล้องกับการศึกษาของ คาแมนดี และคิม (Kamandi, & Kim, 2018) ที่รายงานว่าเวลาปฏิกิริยาตอบสนองลดลงได้ด้วยการฝึกปฏิบัติซ้ำ ๆ เป็นระยะเวลานานและต่อเนื่อง โดยค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาตอบสนองจะยิ่งลดลงเมื่อมีการกำหนดให้มีการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นที่มีความเฉพาะเจาะจง ซึ่งผลการศึกษาดังกล่าวสัมพันธ์กับแบบทดสอบเวลาปฏิกิริยาตอบสนองในการศึกษาครั้งนี้ที่มีการออกแบบให้เหมาะกับกีฬาเทเบิลเทนนิสโดยเฉพาะ

ผลของการฝึกด้วยโปรแกรมป้อนลูกควบคู่กับการฝึกด้วยโรบอทเทรนนิ่ง (กลุ่มทดลองที่ 2) ที่มีต่อเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของผู้เล่นกีฬาเทเบิลเทนนิส ผลการศึกษาพบว่า ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 มีค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาตอบสนองที่เร็วขึ้นกว่าในช่วงก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่า ผู้เล่นกีฬาเทเบิลเทนนิสสามารถพัฒนาด้านเวลาปฏิกิริยาตอบสนองได้โดยการใช้โปรแกรมการฝึกที่เน้นการเพิ่มแรงกระตุ้นของความเข้มข้นในการฝึกซ้อมด้วยการปล่อยลูกด้วยความเร็วที่เร็วกว่าปกติ สอดคล้องกับการศึกษาของ นูร์นามิรา ราฮาร์โจ และอัคริยันโต (Nurnamira, Raharjo, & Akhiruyanto, 2022) พบว่า นักกีฬาเทเบิลเทนนิสที่ได้รับโปรแกรมการฝึกป้อนลูกมีค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของมือที่เร็วกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับโปรแกรมการฝึก และการศึกษาของ จายาบาลากฤษณา และอชันตะ (Jayabalakrishnan, & Achanta, 2013) พบว่า การฝึกด้วยโรบอทเทรนนิ่งหรือการฝึกด้วยการใช้เครื่องยิงลูกอัตโนมัติส่งผลทำให้นักกีฬาเทเบิลเทนนิสมีทักษะของความเร็วในการตีลูกที่มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น ผลการศึกษารังนี้ยังพบว่า ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 มีค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาตอบสนองที่เร็วขึ้นกว่าทั้งในช่วงก่อนการฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยผลลัพธ์ของกลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มทดลองที่ 1 มีแนวโน้มค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาตอบสนองไปในทิศทางเดียวกัน สะท้อนให้เห็นอย่างชัดเจนว่าทั้งระยะเวลาและความต่อเนื่องของการฝึกที่ 6 สัปดาห์ ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการประมวลผลข้อมูลเพื่อการตอบสนองของผู้เล่นกีฬาเทเบิลเทนนิส ซึ่งเวลาปฏิกิริยาตอบสนองเป็นตัวบ่งชี้ที่สำคัญอย่างหนึ่งของความเร็วในการเคลื่อนไหวร่างกาย และประสิทธิผลของการ



ตัดสินใจ ทั้งนี้เวลาปฏิบัติเป็นช่วงเวลาระหว่างที่สิ่งเร้าเริ่มกระตุ้นไปจนถึงเริ่มมีการตอบสนอง โดยผู้เล่นกีฬาเทเบิลเทนนิสต้องใช้ระยะเวลาอย่างมากในการตอบสนองและตีโต้กลับ (Zhang, 2017)

ผลการเปรียบเทียบเวลาปฏิบัติตอบสนองระหว่างการฝึกด้วยโปรแกรมป้อนลูกควบคุมกับการฝึกด้วยโรบอทเทรนนิ่ง (กลุ่มทดลองที่ 2) กับ การฝึกด้วยโปรแกรมป้อนลูกและฝึกซ้อมเทเบิลเทนนิสปกติ (กลุ่มทดลองที่ 1) ผลการศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ยเวลาปฏิบัติตอบสนองในช่วงก่อนการฝึกของทั้งกลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มทดลองที่ 1 ไม่แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาผลการศึกษากายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 พบว่า กลุ่มทดลองที่ 2 มีค่าเฉลี่ยเวลาปฏิบัติตอบสนองที่เร็วกว่ากลุ่มทดลองที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่าการกำหนดรูปแบบของโปรแกรมการฝึกซ้อมสำหรับผู้เล่นกีฬาเทเบิลเทนนิสที่มุ่งเน้นการเพิ่มความเร็วของการปล่อยลูก ทั้งความเร็วลูกที่มาจากการเล่นลูกโดยผู้ฝึกสอนผ่านการฝึกด้วยโปรแกรมป้อนลูกและความเร็วลูกที่ถูกปล่อยออกมาจากเครื่องยิงลูกอัตโนมัติผ่านการฝึกด้วยโปรแกรมโรบอทเทรนนิ่งมีส่วนช่วยกระตุ้นการทำงานของระบบประสาทในผู้เล่นเทเบิลเทนนิส ซึ่งการที่มีเวลาปฏิบัติตอบสนองที่เร็วนั้นบ่งชี้ถึงการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของร่างกาย มีความรวดเร็วและถูกต้อง การมีสมาธิ มีความตั้งใจ จดจ่อ รวมทั้งระบบประสาทสัมผัสของกล้ามเนื้อที่ดีขึ้น (Bokil, Bisen, & Kalra, 2020) นอกจากนี้ ผลการศึกษายังพบว่า หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ของกลุ่มทดลองที่ 2 มีค่าเฉลี่ยเวลาปฏิบัติตอบสนองที่เร็วขึ้นกว่าหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ของกลุ่มทดลองที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะโปรแกรมการฝึกร่วมกันของทั้งโปรแกรมการป้อนลูกและโปรแกรมโรบอทเทรนนิ่งที่มีการผสมผสานรูปแบบการฝึกโดยใช้ท่าทักษะการตีอย่างต่อเนื่อง ประกอบด้วย การตีลูกหน้ามือเป็นเส้นทแยง การตีลูกหลังมือเป็นเส้นทแยง การตีลูกหน้ามือและการตีลูกหลังมือสลับกันร่วมกับการก้าวเท้าเป็นจังหวะ ยิ่งไปกว่านั้นมีการเพิ่มความเร็วในการส่งลูกให้ผู้เล่นเข้าตีลูกที่เร็วกว่าปกติ สิ่งเหล่านี้มีความสัมพันธ์กับการทำงานประสานกันระหว่างตากับมือ และกระบวนการรับรู้ ส่งผลต่อความเร็วในการประมวลผลของสมองส่วนกลางที่มีต่อการตอบสนองที่เหมาะสม จนกระทั่งเริ่มมีการเคลื่อนไหว และทำให้มีเวลาปฏิบัติตอบสนองที่รวดเร็ว ซึ่งจะมีผลต่อประสิทธิภาพความสามารถด้านการแสดงทักษะต่าง ๆ ในการเข้าตีลูกของผู้เล่นกีฬาเทเบิลเทนนิส

จากผลการศึกษาครั้งนี้ สรุปได้ว่า กีฬาเทเบิลเทนนิสที่มีวิธีการฝึกซ้อมในรูปแบบที่ต่างจากการฝึกซ้อมปกติ โดยมุ่งเน้นพัฒนาทักษะด้านความเร็วผสมผสานกับการตีที่มีหลากหลายรูปแบบในชุดแบบฝึกปฏิบัติซ้ำ ๆ ด้วยการใช้อุปกรณ์ที่เป็นเครื่องยิงลูกอัตโนมัติร่วมกับการป้อนลูกโดยผู้ฝึกสอนที่มีประสิทธิภาพ มีส่วนช่วยทำให้เกิดการพัฒนาเวลาปฏิบัติตอบสนองได้ในระยะเวลาเพียง 4 สัปดาห์ ซึ่งเป็นวิธีการเชิงกลยุทธ์ที่สามารถนำไปเป็นแนวทางในการฝึกซ้อมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทักษะความสามารถของผู้เล่นกีฬาเทเบิลเทนนิสในด้านอื่น ๆ ได้ในอนาคต

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

ผลการวิจัยครั้งนี้สามารถนำไปเป็นแนวทางในการกำหนดรูปแบบของโปรแกรมการฝึกซ้อมและนำไปใช้ในการพัฒนาทักษะด้านความเร็วของกระบวนการตอบสนองของผู้เล่นกีฬาเทเบิลเทนนิสได้ แต่ในการพัฒนาความสามารถของผู้เล่นกีฬาเทเบิลเทนนิสนั้นนอกจากผู้เล่นต้องมีทักษะด้านความเร็วในการตอบสนองแล้วควรมีการศึกษาค้นคว้าประกอบสำคัญที่เกี่ยวกับทักษะด้านความแม่นยำควบคู่ไปด้วยเพื่อทำให้เกิดผลลัพธ์ที่ชัดเจน ตรงเป้าหมาย และมีผลต่อความสำเร็จของผู้เล่นกีฬาเทเบิลเทนนิสต่อการได้คะแนนที่เพิ่มขึ้น



References

- Bokil, C., Bisen, R., & Kalra, K. (2020). Effectiveness of upper extremity proprioceptive training on reaction time in table tennis players. *International Journal of Health Sciences and Research*, 10(5), 34 - 39.
- Das, S., Pant, G., & Sukladas, R. (2023). Effect of specialized table tennis training program on speed, agility and reaction time of amateur table tennis players in Pune city. *UGC Care Group I Journal*, 83(11), 131 - 136.
- Hülsdünker, T., Ostermann, M., & Mierau, A. (2019). The speed of neural visual motion perception and processing determines the visuomotor reaction time of young elite table tennis athletes. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 13.
- Jayabalakrishnan, D., & Achanta, R.K. (2013). A study on quantizing high level table tennis for robot training in India. *The 13th ITTF Sports Science Congress*, (pp. 141 - 146.) Paris, France.
- Kamandi, A. & Kim, S. (2018). *Effect of visual stimuli training on reaction time, decision making and performance accuracy of table tennis player* (Master's thesis), Seoul National University.
- Katsikadelis, M., Pilianidis, T. C., Mantzouranis, N. I., Fatouros, I.G., & Agelousis, N. (2014). Heart rate variability of young table tennis players with the use of the multiball training. *Journal Biology of Exercise*, 10, 25 - 35.
- Katsikadelis, M., Pilianidis, T., Mantzouranis, N., Berberidou, F., Aggelousis, N. & Fatouros, I. (2017). The influence of 10 weeks high-intensity interval multiball training on aerobic fitness in adolescent table tennis players. *Journal Biology of Exercise*, 13(1), 1 - 13.
- Kriangkrai Chusak, Phakaorn Chabangphong, Yaowapa Laemchalad, & Onwaree Ingkatecha. (2012). A comparison of the effects of reaction time at pre- and post- with multiball training and reaction ball in table tennis. *Journal of Sports Science and Technology*, 12(2), 51 - 59.
- Nurnamira, N., Raharjo, B. B., & Akhiruyanto, A. (2022). The effect of multiball training and hand reaction speed on the accuracy of forehand drive strokes in table tennis games in West Sulawesi Polman Jaya club Athletes. *Journal of Physical Education and Sports*, 11(4), 441 - 447.
- Pradas de la Fuente, F., Toro-Román, V., Ortega-Zayas, M. Á., & Moreno - Azze, A. (2023). Physical fitness in young top level table tennis players: Differences between sex, age and playing style. *Frontiers in sports and active living*, 5(1), 1 - 11.



- Safari, I., & Subagja, D.S. (2017). Effect of multiball exercise method and wall reflection to increasing of forehand drive-in table tennis game. *International Conference on Sports Science, Health and Physical Education*, (pp. 378 - 381) Bandung, Indonesia.
- Zhang, Z. (2017). *Biomechanical analysis and model development applied to table tennis forehand strokes* (Doctoral dissertation), Loughborough University.
- Zheng, W., & Keyi, J. (2016). Multi ball training method: A new attempt of table tennis training Colleges and Universities. *International Conference on Social Science & Education and Humanities Research*, (pp. 261 – 264) Tianjin, China.
- Zwierko, T., Florkiewicz, B., Fogtman, S., & Kszak - Krzyzanowska, A. (2014). The ability to maintain attention during visuomotor task performance in handball players and non-athletes. *Central European Journal of Sport Sciences and Medicine*, 02, 99 - 106.

Received: 2024, April 18

Revised: 2024, July 20

Accept: 2024, July 29