

การวิเคราะห์ท่าทางช่วงลอยตัวของการกระโดดน้ำแบบเท้านำเท้าตาม

นนนัส เจริญพานิช¹ เสาวณีย์ วรุดามกร² ดวงพร เบญจนาสาธุ² และทัตพิชา พงษ์ศิริ¹

¹คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

²คณะกายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ

Received: 5 May 2564 / Revised: 18 June 2564 / Accepted: 13 August 2564

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ เพื่อวิเคราะห์มุมระหว่างแขนและขา มุมระหว่างลำตัวและขาของการกระโดดน้ำแบบเท้านำเท้าตาม และเปรียบเทียบระหว่างขณะปลายเท้าพ้นแท่นกระโดด ขณะลอยตัวสูงสุด และขณะมือสัมผัสผิวน้ำ

วิธีดำเนินการวิจัย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาว่ายน้ำ เพศชาย อายุระหว่าง 18-25 ปี จำนวนทั้งหมด 11 คน ผู้เข้าร่วมวิจัยแต่ละคนทำการกระโดดน้ำแบบเท้านำเท้าตาม จำนวน 10 ครั้ง ด้วยความเร็วในการกระโดดออกตัวสูงสุด ทำการติด Marker จำนวน 4 จุด คือบริเวณ Vertex of the skull, Tip of left middle finger, Tip of left iliac crest และ Head of left fifth metatarsal วิเคราะห์การเคลื่อนไหวแบบ 3 มิติ โดยใช้กล้องความเร็วสูงจำนวน 7 ตัว วิเคราะห์ข้อมูลโดยโปรแกรมวิเคราะห์การเคลื่อนไหว นำค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของการกระโดดน้ำครั้งที่กระโดดระยะไกลที่สุด และระยะไกลที่สุด มาวิเคราะห์ วิเคราะห์มุมระหว่างแขนและขา และมุมระหว่างลำตัวและขาโดยเปรียบเทียบช่วง

การลอยตัวระหว่าง ขณะปลายเท้าพ้นแท่นกระโดด ขณะลอยตัวสูงสุด และขณะมือสัมผัสผิวน้ำ โดยใช้สถิติ One-way ANOVA และ Friedman Test และเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่โดยใช้ Bonferroni Test กำหนดระดับนัยสำคัญที่ $p \leq 0.05$

ผลการวิจัย พบว่ามุมระหว่างแขนและขา เมื่อเปรียบเทียบระหว่างขณะปลายเท้าพ้นแท่นกระโดด ขณะลอยตัวสูงสุด และขณะมือสัมผัสผิวน้ำ ของการกระโดดน้ำ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แบบเท้านำเท้าตามทั้งสองระยะทาง ในขณะที่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของมุมระหว่างลำตัวและขา

สรุปผลการวิจัย การกระโดดน้ำแบบเท้านำเท้าตามทั้งระยะใกล้ที่สุด และระยะไกลที่สุดมีลักษณะการเคลื่อนไหวที่คล้ายกันคือมีการเพิ่มขึ้นของมุมระหว่างแขนและขาขณะปลายเท้าพ้นแท่นกระโดด ขณะลอยตัวสูงสุด และขณะมือสัมผัสผิวน้ำ

คำสำคัญ : ช่วงออกตัว / การกระโดดน้ำแบบเท้านำเท้าตาม / ช่วงลอยตัว

POSTURAL ANALYSIS OF TRACK SWIMMING START DURING FLIGHT PHASE

Nongnapas Charoenpanich¹, Saowanee Woravutrangkul², Duangporn Benjanarasut²
and Tatpicha Pongsiri¹

¹Faculty of Sports Science, Chulalongkorn University

²Huachiew Chalermprakiet University

Received: 5 May 2021 / Revised: 18 June 2021/ Accepted: 13 August 2021

Abstract

Purpose: The purpose of this study was to analyze and compare the angles between arm and leg, between trunk and leg of swimming track start, and during toe off, highest fly, and during hand touch the water.

Methods: Eleven male swimmers, aged between 18-25 years, were recruited for this study. Each swimmer performed the track swimming start test 10 times with a maximum jumping start speed. Four markers were placed at vertex of the skull and the left side of the tip of middle finger, the top of iliac crest and the head of the fifth metatarsal. The jumping performance was captured by using 3-dimension motion analysis with seven high speed cameras. Only the farthest and nearest jumping distance trials were chosen for analyses. The jumping distance, the angle between arm and leg, and between trunk and leg were analyzed and compared during toe off, highest fly and during hand touch the water. Data were presented as means and standard deviation.

One-way ANOVA and Friedman Test followed by Bonferroni post hoc test were used to compare differences between each event. A p-value < 0.05 was considered statistically significant.

Results: The results found that only the angle between arm and leg was significantly increased both at the farthest and the nearest jumping distance when compared during toe off, highest fly, and during hand touch the water. In contrast, there was non-significant difference in the angle between the trunk and leg during toe off, highest fly, and during hand touch the water.

Conclusion: A track start both in long and short distance showed similar pattern of arm movements, with similar increases in the angle between arm and leg during a flying phase.

Keywords : Swimming Start / Track Swimming Start / Flight Posture

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การว่ายน้ำเป็นการเคลื่อนที่ทางแนวราบในน้ำ นักกีฬาว่ายน้ำต้องผ่านการฝึกฝนในการจัดทำทางขณะว่ายน้ำให้ลดแรงต้านของน้ำและสร้างแรงส่งให้สามารถเคลื่อนที่ไปให้เร็วที่สุด การแข่งขันว่ายน้ำเริ่มจากการออกตัวจากจุดเริ่มต้น ว่ายน้ำในท่าที่กำหนดจนกระทั่งแตะขอบสระ สามารถแบ่งช่วงการแข่งขันออกเป็น 4 ช่วงคือ ช่วงออกตัว ช่วงว่ายน้ำ ช่วงกลับตัว (ในกรณีที่เป็นการแข่งขันในระยะที่ยาวกว่าความยาวสระ) และช่วงเข้าสู่เส้นชัย (Trembley and Fielder, 2001) โดยแต่ละช่วงถือเป็นปัจจัยที่มีผลต่อชัยชนะในการแข่งขัน (Slawson et al, 2013; Vantorre et al, 2014) การออกตัวจากแท่นกระโดด (Swimming start) เริ่มจากสัญญาณปล่อยตัวดังจนกระทั่งนักกีฬาโผล่พ้นน้ำและเริ่มต้นสโตรกแรกของการว่ายน้ำ โดยแบ่งช่วงการออกตัวเป็น 4 ช่วงคือ ช่วงบนแท่น (Block phase), ช่วงลอยตัว (Flying and entry phase), ช่วงมุดน้ำ (Diving phase) และ ช่วงว่ายน้ำใต้น้ำ (Underwater undulatory swimming) (Torab et al, 2015) ตามกติกาการแข่งขัน ได้กำหนดให้ต้องเริ่มสโตรกแรกในระยะทางไม่เกิน 15 เมตร โดยจะใช้เวลาตั้งแต่เริ่มออกตัวจนถึงสิ้นสุดการว่ายน้ำใต้น้ำประมาณ 0.8%-26.1% ของเวลาการแข่งขันทั้งหมด ขึ้นกับระยะทางการแข่งขัน การออกตัวที่ดีจะช่วยให้สามารถเพิ่มความเร็วในการว่ายน้ำได้สูงกว่าระดับความเร็วเฉลี่ยขณะว่ายน้ำ ใช้เวลาในการมุดน้ำน้อย ดำลงใต้น้ำในระดับที่เหมาะสม คือ ลงไปประมาณ 0.5-1.0 เมตร ซึ่งเป็นระดับที่ช่วยลดแรงต้านจากน้ำได้ดีที่สุด และสามารถโผล่พ้นน้ำเพื่อเริ่มสโตรกแรกได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Leeyang et al, 2020; Vantorre et al, 2014) การส่งต่อจากช่วงออกตัวไปยังช่วงว่ายน้ำ หรือช่วงท้ายของการออกตัวนั้น สิ่งสำคัญคือ ร่างกายต้องอยู่ในท่าทางที่พร้อมเริ่ม

สโตรกแรกของการว่ายน้ำ และอยู่ในระดับน้ำที่ไม่ลึกเกินไป ตัวอย่างเช่นหากเป็นการว่ายน้ำในท่าคลอว์ ซึ่งเป็นท่าทางการว่ายน้ำที่อาศัยการเคลื่อนไหวของแขนเป็นส่วนสำคัญในการสร้างความเร็วในการว่ายน้ำ การเริ่มสโตรกแรกทำโดยการดึงแขนออกด้านข้าง ดึงแขนเข้าหาลำตัว ดันแขน และยกแขนพ้นน้ำตามลำดับ (Taraka and Charoenpanich, 2018) ดังนั้นหากออกตัวได้ดีก็จะส่งผลให้ว่ายน้ำต่อไปได้ดี ช่วงออกตัวจึงจัดเป็นช่วงที่มีผลต่อเวลาในการแข่งขันมากที่สุด โดยเฉพาะการแข่งขันในระยะสั้น ซึ่งหากนักกีฬามีเทคนิคในการออกตัวที่ดี จะช่วยให้ นักกีฬาสามารถออกน้ำได้ตั้งแต่ช่วงแรกของการแข่งขัน ซึ่งจะเพิ่มโอกาสในการชนะการแข่งขันมากขึ้น (Arellano et al., 2002, Alves et al, 1993; Cossor and Mason, 2001; Issurin and Verbitsky; 2003, Maglischo, 2003; Pongsiri et al, 2020; Vantorre et al, 2014)

การออกตัวจากแท่น มีการออกตัว 2 รูปแบบ คือ การออกตัวแบบจับแท่น (Block start) และ การออกตัวแบบเท้าน้ำเท้าตาม (Track start) การออกตัวแบบจับแท่น เป็นการออกตัวที่เท้าทั้ง 2 ข้างวางตรงขอบแท่นทางด้านหน้า และใช้เท้าทั้ง 2 ข้างถีบแท่นเพื่อพุ่งลงสู่ใต้น้ำ ในขณะที่การออกตัวแบบเท้าน้ำเท้าตามเป็นการออกตัวในท่าที่นักกีฬายืนบนแท่นโดยวางขาข้างหนึ่งที่ขอบแท่นในขณะที่ขาอีกข้างหนึ่งวางอยู่ด้านหลัง และใช้เท้าทั้ง 2 ข้างถีบแท่นในลักษณะที่เท้าทั้ง 2 ข้างวางในรูปแบบหน้า-หลัง โดยมีการออกแบบแท่นกระโดดให้มีลักษณะยกส่วนหลังของแท่นกระโดดขึ้นเพื่อรองรับเท้าด้านหลังเพื่อช่วยให้ถีบแท่นได้แรงเพิ่มขึ้น (Pongsiri et al, 2020; Vantorre and Bideau, 2010; Vantorre et al, 2014) ท่าทางการออกตัวแบบเท้าน้ำเท้าตามจะมีศูนย์กลางมวลของร่างกายไปทางด้านหลังเนื่องมาจากท่าเริ่มต้นที่เหยียดขาข้างหนึ่งไปทางด้านหลัง เป็นท่าที่ช่วยเพิ่มแรงใน

การถีบเท้าและลดเวลาในการออกตัวจึงเป็นที่นิยมเพิ่มมากขึ้น (Blanksby et al, 2002; Chueh-Yu Lee et al, 2012; Counsilman et al., 1988, Rutemiller; 1995) หลังจากปลายเท้าพ้นจากแท่น จะเข้าสู่ช่วงลอยตัว คือร่างกายทั้งหมดจะลอยอยู่กลางอากาศและสิ้นสุดเมื่อมือแตะผิวน้ำ และเริ่มมุดลงใต้น้ำ ในช่วงนี้ จะมีการจัดระเบียบของร่างกายขณะลอยตัวกลางอากาศ เพื่อให้ร่างกายอยู่ในแนวตรงช่วยให้สามารถมุดลงน้ำให้มีแรงต้านน้อยที่สุด เพื่อลดเวลาในการมุดน้ำ (Hochstein and Blickhan, 2014; Maglischo, 2003; Vantorre et al, 2014) การเคลื่อนที่ของร่างกายหลังออกตัวจากแท่นมีวิธีการลอยตัว 2 แบบ คือ วิธีแบบโค้ง (Pike Start) และวิธีแบบราบ (Flat start) (Maglischo, 2003) จากงานวิจัยของ Pongsiri และคณะ (2020) พบว่าการกระโดดน้ำท่าเท้าน้ำเท้าตามให้ได้ระยะกระโดดน้ำที่ไกลที่สุดจะมีมุมในการออกตัวไม่ต่างจากการออกตัวในระยะไกลอย่างมีนัยสำคัญ แต่การกระโดดน้ำระยะไกลจะมีมุมในการลงน้ำน้อยกว่าการกระโดดน้ำระยะใกล้ มีระยะเวลาในการลอยตัวมากกว่าและมีความเร็วในการมุดน้ำมากกว่าการกระโดดน้ำในระยะใกล้อย่างมีนัยสำคัญ จากการที่แตกต่างกันของมุมในการลงน้ำนั้น วิธีการลอยตัวของการออกตัวระยะไกลจึงน่าจะมีวิธีแบบโค้ง ซึ่งช่วยให้ระยะเวลาในการมุดน้ำน้อยและมีความเร็วในการเคลื่อนที่ในแนวราบสูง เป็นแรงส่งให้นักกีฬาสามารถว่ายน้ำได้เร็วขึ้น (Maglischo, 2003; Pongsiri, 2020) ช่วงมุดน้ำเป็นช่วงที่มีการเคลื่อนที่จากอากาศลงสู่ น้ำ เป็นช่วงที่ยังคงจัดร่างกายให้อยู่ในแนวตรงเพื่อคงความเร็วจากการเคลื่อนที่ในอากาศให้มากที่สุด โดย Vantorre และคณะ (2014) กล่าวไว้ว่า ช่วงมุดน้ำเป็นช่วงที่สำคัญที่สุดของการรักษาความเร็วในการออกตัว ดังนั้นการจัดท่าทางตั้งแต่ช่วงลอยตัวจึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้ร่างกายอยู่ในแนวตรงที่สุดเพื่อ

รักษาความเร็วในการมุดน้ำ และใช้เวลาในการมุดน้ำน้อยที่สุดเพื่อเริ่มช่วงว่ายน้ำใต้น้ำได้อย่างรวดเร็ว โดยปัจจัยที่มีผลต่อความเร็วในการมุดน้ำได้แก่ ขนาดและรูปร่าง และการจัดระเบียบร่างกายให้เป็นเส้นตรงเมื่อเริ่มสัมผัสน้ำ โดยพบว่ากรยีนแขนเหนือศีรษะให้มากที่สุดช่วยลดแรงต้านขณะมุดน้ำได้ (Alptekin, 2014; Hochstein and Blickhan, 2014; Ruschel et al, 2007; Seifert et al, 2007; Tor et al, 2015, Vantorre et al, 2014,) ดังนั้นการออกตัวที่ดีคือการใช้เวลาในการออกตัวให้น้อยที่สุดจึงมีความสำคัญมาก มงานวิจัยที่ผ่านมาที่ศึกษาถึงเวลาในการออกตัวเวลาในการตอบสนอง โดยให้ความสำคัญของความเร็วและเวลาเป็นหลัก แต่อย่างไรก็ตามการเคลื่อนที่ให้ได้ความเร็วมากที่สุดนั้นมีความสัมพันธ์ต่อการประสานสัมพันธ์ของท่าทางในการเคลื่อนที่ ซึ่งยังไม่พบว่ามีงานวิจัยใดที่ศึกษาถึงการจัดทำท่าทางในช่วงลอยตัว ตั้งแต่ปลายเท้าเริ่มพ้นแท่น ช่วงลอยตัว จนกระทั่งมือสัมผัสน้ำ ว่ามีการจัดระเบียบท่าทางของแขน ลำตัวและขาอย่างไร ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาถึงการจัดทำท่าทางของร่างกาย ได้แก่ มุมระหว่างแขนและขา และมุมระหว่างลำตัวและขา ของการกระโดดน้ำแบบเท้าน้ำเท้าตามช่วงลอยตัวที่การกระโดดน้ำระยะใกล้ และการกระโดดน้ำระยะไกล

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อวิเคราะห์มุมระหว่างแขนและขา มุมระหว่างลำตัวและขา ของการกระโดดน้ำแบบเท้าน้ำเท้าตามจากแท่นกระโดดช่วงลอยตัว ขณะปลายเท้าพ้นแท่นกระโดด ขณะลอยตัวสูงสุด และขณะมือสัมผัสน้ำในการกระโดดน้ำระยะใกล้ที่สุด และระยะไกลที่สุด
2. เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของมุมระหว่างแขนและขา มุมระหว่างลำตัวและขา ของการกระโดด

น้ำแบบเท้านำเท้าตามจากแท่นกระโดดช่วงลอยตัวระหว่างขณะปลายเท้าพ้นแท่นกระโดด ขณะลอยตัวสูงสุด และขณะมือสัมผัสพื้นน้ำ ในการกระโดดน้ำระยะใกล้ที่สุด และระยะไกลที่สุด

สมมติฐานของการวิจัย

มุมระหว่างแขนและขา มุมระหว่างลำตัวและขา ของการกระโดดน้ำแบบเท้านำเท้าตามจากแท่นกระโดดช่วง ขณะปลายเท้าพ้นแท่นกระโดด ขณะลอยตัวสูงสุด และขณะมือสัมผัสพื้นน้ำ ในการกระโดดน้ำระยะใกล้ที่สุด และระยะไกลที่สุดมีความแตกต่างกัน

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experiment research design) และได้ผ่านการรับรองจากจริยธรรมการวิจัยจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักกีฬาว่ายน้ำชาย ช่วงอายุระหว่าง 18-25 ปี จำนวนกลุ่มตัวอย่างจากผลงานวิจัยของ โฮม และคณะ (Holmes, 2013) โดยนำค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมาคำนวณผ่านโปรแกรม G*power กำหนดความเชื่อมั่นเท่ากับ 95% ($\alpha = 0.05$) ที่มีอำนาจในการทดสอบ (Power of test) ที่ระดับ 0.80 และกำหนดขนาดอิทธิพล (Effect size) ที่ระดับ 0.80 ในการศึกษาครั้งนี้จึงกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างเป็น 13 คน

เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักกีฬาว่ายน้ำชายที่สังกัดสมาคมหรือชมรมว่ายน้ำของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยหรือมหาวิทยาลัยอื่น ๆ ในกรุงเทพฯ และเคยแข่งขันในระดับสมาคม ชมรม

มหาวิทยาลัย หรือระดับสูงกว่า ที่มีการจัดการแข่งขันอย่างเป็นทางการอย่างน้อย 1 ครั้ง มีประสบการณ์ในการว่ายน้ำอย่างน้อย 3 ปี และมีการฝึกซ้อมเป็นประจำอย่างน้อย 3 ครั้งต่อสัปดาห์ โดยมีความถนัดในการออกตัวแบบเท้านำเท้าตาม (Track start) โดยกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดให้ความร่วมมือด้วยความสมัครใจ พร้อมทั้งลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัยก่อนเริ่มการทดลอง

เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมวิจัยจากการวิจัย

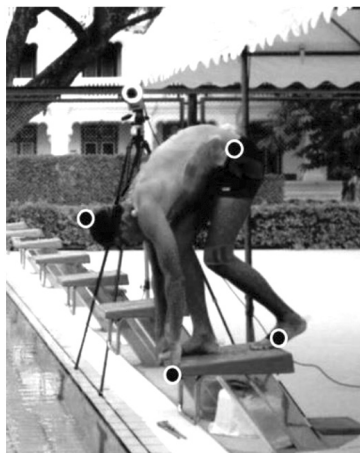
1. เป็นบุคคลที่ไม่มีปัญหาด้านการบาดเจ็บของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อที่ส่งผลกระทบต่อการเล่นน้ำ
2. มีเหตุให้กลุ่มตัวอย่างไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยได้ครบตามรูปแบบที่กำหนด

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1. เก็บข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง ประกอบด้วย น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย ประสบการณ์ในการเล่นน้ำ และเวลาในการฝึกซ้อมต่อสัปดาห์
2. ติดมาร์กเกอร์ (Retro reflective marker) จำนวน 4 จุด โดยทำความสะอาดผิวหนังบริเวณที่ต้องการติดมาร์กเกอร์ และทำการติดมาร์กเกอร์บนผิวหนังของร่างกาย ได้แก่ บนศีรษะ (Vertex of the skull), ปลายนิ้วกลางข้างซ้าย (Tip of left middle finger), สันกระดูกเชิงกราน (Tip of left iliac crest) และ หัวกระดูกฝ่าเท้าชั้นที่ 5 (Head of left fifth metatarsal) (ดังรูปที่ 1)
3. กำหนดให้

3.1 มุมระหว่างแขนและขา เป็นมุมระหว่างเส้นสมมุติจากมาร์กเกอร์ปลายนิ้วกลางข้างซ้ายไปยังสันกระดูกเชิงกราน และเส้นสมมุติจากมาร์กเกอร์สันกระดูกเชิงกรานไปยังหัวกระดูกฝ่าเท้าชั้นที่ 5 มีหน่วยเป็นองศา

3.2 มุมระหว่างลำตัวและขา เป็นมุมระหว่าง



รูปที่ 1 แสดงท่ากระโดดน้ำแบบเท้านำเท้าตาม (Track start) และตำแหน่งการติดมาร์กเกอร์ 4 ตำแหน่งคือ บนศีรษะ (Vertex of the skull), ปลายนิ้วกลางข้างซ้าย (Tip of left middle finger), สันกระดูกเชิงกราน (Tip of left iliac crest) และ หัวกระดูกฝ่าเท้าชั้นที่ 5 (Head of left fifth metatarsal)



รูปที่ 2 ท่ากระโดดน้ำช่วงลอยตัว: ขณะปลายเท้าพ้นแท่น ขณะลอยตัวสูงสุด และขณะมือแตะผิวน้ำ

เส้นสมมุติจากมาร์กเกอร์บนศีรษะไปยังสันกระดูกเชิงกราน และเส้นสมมุติจากมาร์กเกอร์สันกระดูกเชิงกรานไปยังหัวกระดูกฝ่าเท้าชั้นที่ 5 มีหน่วยเป็นองศา

3.3 ความสูงในการกระโดดเทียบกับแท่นกระโดด เป็นความสูงของมาร์กเกอร์สันกระดูกเชิงกรานขณะลอยตัวสูงสุด เทียบกับระดับความสูงของแท่น มีหน่วยเป็น มิลลิเมตร

4. ติดตั้งอุปกรณ์วิเคราะห์การเคลื่อนไหว โดยวางกล้องความเร็วสูงจำนวน 7 ตัว (Infrared base

จำนวน 6 ตัว และ Video base จำนวน 1 ตัว) รอบแท่นกระโดด จัดให้กล้องอย่างน้อย 2 ตัว มองเห็นมาร์กเกอร์ตลอดช่วงทำการเคลื่อนไหว เพื่อวิเคราะห์แบบ 3 มิติ (Pongsiri, 2020) ทำการ calibrate ความแม่นยำของกล้องโดยใช้ T-wand ก่อนทำการทดลอง

5. ให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยทำการอบอุ่นร่างกายด้วยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ ของร่างกายเป็นเวลา 6 นาที และซ้อมกระโดดน้ำแบบเท้านำเท้าตามเพื่อความคุ้นเคย

6. หลังจากผู้เข้าร่วมงานวิจัยพร้อม ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยยืนบนแท่นกระโดดด้วยตำแหน่งการยืนในท่าเริ่มต้นแบบเท้าหน้าเท้าตาม โดยเท้าข้างซ้ายวางที่ขอบด้านหน้าของแท่นกระโดด และเท้าข้างขวาวางอยู่บริเวณขอบด้านหลังของแท่นกระโดด มือทั้งสองจับอยู่ด้านหน้าของแท่นกระโดด

7. ออกคำสั่งปล่อยตัวให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยกระโดดน้ำแบบเท้าหน้าเท้าตาม ด้วยความเร็วในการ กระโดดออกตัวสูงสุด

8. ผู้เข้าร่วมงานวิจัยทุกคนจะต้องทำการกระโดดน้ำแบบเท้าหน้าเท้าตาม 10 ครั้งที่มีสมบูรณ์ โดยพักระหว่างครั้งของการกระโดดเป็นเวลา 5 นาที โดยระหว่างพักสามารถออกกำลังกายระดับ low intensity ตามความถนัดของนักกีฬาแต่ละคน รวมเวลาการทดสอบประมาณ 60 นาที เลือกข้อมูลครั้งที่สามารถกระโดดน้ำได้ระยะทางที่ไกลที่สุด และครั้งที่กระโดดน้ำได้ไกลที่สุด ระยะทางละ 1 ข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์

9. ทำการ Cool down โดยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อส่วนต่างๆ ของร่างกายเป็นเวลา 6 นาที

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลครั้งที่กระโดดน้ำได้ไกลที่สุด และครั้งที่กระโดดน้ำที่ไกลที่สุดมาวิเคราะห์ผ่านโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 23 (Statistical Package for the Social Sciences) ดังต่อไปนี้

1. หาค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย (BMI) ประสิทธิภาพการว่ายน้ำ และระยะเวลาในการฝึกซ้อมต่อสัปดาห์

2. วิเคราะห์การกระจายตัวของข้อมูล มุมระหว่างแขนและขา มุมระหว่างลำตัวและขา และความสูงในการกระโดดเทียบกับแท่นกระโดด ของการกระโดดน้ำแบบเท้าหน้าเท้าตามในระยะไกลที่สุด และระยะไกลที่สุด โดยใช้การทดสอบของโคโมโกรอฟ-สเมอรโนฟ (Kolmogorov-Smirnov Test)

3. วิเคราะห์ความแตกต่างของตัวแปร มุมระหว่างแขนและขา ของการกระโดดน้ำแบบเท้าหน้าเท้าตามในระยะไกลที่สุด และที่ระยะไกลที่สุด ระหว่างขณะปลายเท้าพ้นแท่นกระโดด ขณะลอยตัว และขณะมือสัมผัสผิวน้ำ โดยใช้การทดสอบความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ (One-way ANOVA with repeated measure) และเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่โดยใช้ Bonferroni post hoc test

4. วิเคราะห์ความแตกต่างของตัวแปร มุมระหว่างแขนและขา ของการกระโดดน้ำแบบเท้าหน้าเท้าตามในระยะไกล ระหว่างขณะปลายเท้าพ้นแท่นกระโดด ขณะลอยตัว และขณะมือสัมผัสผิวน้ำ โดยใช้ Friedman Test ในกรณีที่ข้อมูลมีการกระจายแบบไม่ปกติ

5. กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ < 0.05

ผลการวิจัย

ผู้เข้าร่วมวิจัยจำนวน 13 คน มีอายุเฉลี่ยเท่ากับ 21.31 ± 1.89 ปี ส่วนสูงเฉลี่ยเท่ากับ 176.31 ± 7.54 เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 74.10 ± 8.94 กิโลกรัม ดัชนีมวลกายเท่ากับ 23.83 ± 2.28 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ประสิทธิภาพการว่ายน้ำ 11.31 ± 2.87 ปี และระยะเวลาในการฝึกซ้อมต่อสัปดาห์ 106.92 ± 25.94 นาทีดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลพื้นฐานของผู้เข้าร่วมวิจัย ($n = 13$)

ข้อมูลพื้นฐาน	$\bar{x}$	SD
อายุ (ปี)	21.31	1.89
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	176.31	7.54
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	74.10	8.94
ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัมต่อตารางเมตร)	23.83	2.28
ประสบการณ์ในการว่ายน้ำ (ปี)	11.31	2.87
ระยะเวลาในการฝึกซ้อมต่อสัปดาห์ (นาทีก)	106.92	25.94

เนื่องจากผู้เข้าร่วมวิจัยจำนวน 2 คน มีข้อมูลไม่สมบูรณ์จากการหลุดของมาร์กเกอร์บริเวณสันกระดูกเชิงกราน จึงเหลือข้อมูลผู้เข้าร่วมวิจัยจำนวนทั้งสิ้น 11 คน โดยมีผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

ผลการกระโดดน้ำระยะใกล้

พบว่าค่าเฉลี่ยของมุมระหว่างแขนและขา ของช่วงลอยตัว ขณะปลายเท้าพ้นแท่นกระโดดเท่ากับ 110.34 ± 25.54 องศา ขณะลอยตัวสูงสุดเท่ากับ 126.19 ± 13.20 องศา และขณะมือสัมผัสน้ำเท่ากับ 157.80 ± 8.99 องศา ซึ่งพบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($F = 21.235, p = 0.000$)

ขณะที่ค่าเฉลี่ยของมุมระหว่างลำตัวและขา ของช่วงลอยตัว ขณะปลายเท้าพ้นแท่นกระโดดเท่ากับ 142.80 ± 10.47 องศา ขณะลอยตัวสูงสุดเท่ากับ 144.58 ± 10.34 องศา และขณะมือสัมผัสน้ำเท่ากับ 147.09 ± 12.17 องศา ซึ่งไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($F = 0.422, sig = 0.660$)

ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสูงในการกระโดดเทียบกับแท่นกระโดดขณะลอยตัวสูงสุดเท่ากับ 475.72 ± 138.25 มิลลิเมตร ดังแสดงใน

ตารางที่ 2

ผลการกระโดดน้ำระยะไกล

พบว่าค่าเฉลี่ยของมุมระหว่างแขนและขา ของช่วงลอยตัว ขณะปลายเท้าพ้นแท่นกระโดดเท่ากับ 109.02 ± 32.78 องศา ขณะลอยตัวสูงสุดเท่ากับ 122.59 ± 15.46 องศา และขณะมือสัมผัสน้ำเท่ากับ 158.59 ± 8.34 องศา ซึ่งพบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($\chi^2 = 17.636, sig = 0.000$)

ขณะที่ค่าเฉลี่ยของมุมระหว่างลำตัวและขา ของช่วงลอยตัว ขณะปลายเท้าพ้นแท่นกระโดดเท่ากับ 150.48 ± 9.49 องศา ขณะลอยตัวสูงสุดเท่ากับ 150.22 ± 8.87 องศา และขณะมือสัมผัสน้ำเท่ากับ 146.74 ± 13.92 องศา ซึ่งไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($F = 0.397, sig = 0.676$)

ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสูงในการกระโดดเทียบกับแท่นกระโดดขณะลอยตัวสูงสุดเท่ากับ 425.58 ± 144.19 มิลลิเมตร ดังแสดงใน

ตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ความสูงในการกระโดดน้ำ และผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของมุมการเคลื่อนไหวของแขนและลำตัว เทียบกับแนวขาของการช่วงการออกตัวแบบเท้านำเท้าตามในช่วงลอยตัว (Flying phase) 3 ระยะ คือ ขณะปลายเท้าพ้นแท่น ขณะลอยตัวสูงสุด และขณะมือแตะผิวน้ำ โดยใช้ One-Way ANOVA แบบ repeated measure และ Friedman test (เฉพาะมุมระหว่างแขนและขาของการกระโดด น้ำระยะที่ไกลที่สุด) ที่ระยะทางไกลที่สุด และระยะทางที่ไกลที่สุด (n =11)

ข้อมูลทางคินเมติกส์	ขณะปลายเท้า พ้นแท่นกระโดด		ขณะลอย ตัวสูงสุด		ขณะมือสัมผัสผิวน้ำ		F	p-value
	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD		
กระโดดน้ำระยะไกลที่สุด								
- มุมระหว่างแขนและขา (องศา)	110.34	25.54	126.19	13.20	157.80	8.99	21.235	0.000*#
- มุมระหว่างลำตัวและขา (องศา)	142.80	10.47	144.58	10.34	147.09	12.17	0.422	0.660
- ความสูงในการกระโดดเทียบกับ แท่นกระโดด (มม.)			475.72	138.25				
กระโดดน้ำระยะไกลที่สุด								
- มุมระหว่างแขนและขา (องศา)	109.02	32.78	122.59	15.46	158.59	8.34	17.636 ^{λ2}	0.000*#
- มุมระหว่างลำตัวและขา (องศา)	150.48	9.49	150.22	8.87	146.74	13.92	0.397	0.676
- ความสูงในการกระโดดเทียบกับ แท่นกระโดด (มม.)			425.58	144.19				

λ² จากผลการเปรียบเทียบด้วย Friedman test

* < 0.05 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างขณะปลายเท้าพ้นแท่นกระโดดและขณะมือสัมผัสผิวน้ำ

* < 0.05 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างขณะลอยตัวสูงสุดและขณะมือสัมผัสผิวน้ำ

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลช่วงลอยตัวของการกระโดดน้ำแบบเท้านำเท้าตามที่ระยะไกลและระยะไกล พบว่าค่าเฉลี่ยของมุมระหว่างแขนและขาแสดงการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบระหว่าง ขณะปลายเท้าพ้นแท่นกระโดดและขณะมือสัมผัสผิวน้ำ และเมื่อเทียบระหว่างขณะลอยตัวสูงสุดและขณะมือสัมผัสผิวน้ำ ในขณะที่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบมุมระหว่างลำตัวและขาของช่วงลอยตัวทั้ง ขณะปลายเท้าพ้นแท่นกระโดด ขณะลอยตัวสูงสุด

และขณะมือสัมผัสผิวน้ำ และพบความสูงในการกระโดด เทียบกับแท่นกระโดดของการกระโดดน้ำระยะไกล ไกลเคียงกับการกระโดดน้ำระยะไกล จึงอภิปรายผลการวิจัย ดังนี้

ขณะอยู่บนแท่นกระโดดในท่าเท้านำเท้าตาม มือทั้ง 2 ข้างจะวางอยู่ขอบด้านหน้าของแท่นกระโดด โดยวางอยู่ใกล้ลำตัว ส่วนขาทั้ง 2 ข้างจะวางในลักษณะเท้าข้างหนึ่งอยู่ด้านหน้าเท้าอีกข้างหนึ่ง ศูนย์กลางมวลจะเอนไปทางด้านหลังตามลักษณะของท่าเริ่มต้น (Pongsiri, 2020; Vantorre and Bideau,

2010; Vantorre, 2014) และเมื่อเริ่มช่วงลอยตัว (เริ่มนับตั้งแต่ปลายเท้าพ้นแท่นกระโดด) มุมระหว่างแขนและขาจะเพิ่มขึ้นโดยมีการเคลื่อนไหวของแขนในลักษณะยกแขนขึ้นเหนือระดับไหล่เพื่อเหี่ยยดลำตัวส่วนบนขึ้นให้อยู่ในแนวตรง มุมระหว่างแขนและขาขณะปลายเท้าพ้นแท่นกระโดดแสดงค่ามากกว่า 100 องศา และเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับระหว่างขณะปลายเท้าพ้นแท่นกระโดดและขณะมือสัมผัสพื้น และระหว่างขณะลอยตัวสูงสุดเปรียบเทียบกับขณะมือสัมผัสพื้นทั้งการกระโดดน้ำระยะใกล้และระยะไกล จากการเพิ่มขึ้นของมุมระหว่างแขนและขาในช่วงลอยตัวดังกล่าว สอดคล้องกับงานวิจัยของ Vantorre และคณะ (2014) ที่กล่าวว่าช่วงการมุดน้ำเป็นช่วงที่สำคัญที่สุดของการออกตัว เนื่องจากต้องรักษาความเร็วขณะเปลี่ยนจากการเคลื่อนที่ในอากาศเป็นการเคลื่อนที่ในน้ำ ด้วยการจัดร่างกายให้อยู่ในแนวตรง โดย Seifert และคณะ (2007) ได้กล่าวว่า การออกตัวที่ดีนอกจากร่างกายต้องอยู่ในแนวตรงแล้ว ตำแหน่งของแขนและขาต้องเหมาะสมต่อการเริ่มต้นว่ายน้ำได้น้ำหลังจากการมุดน้ำแล้ว ท่าทางในการกระโดดน้ำสัมพันธ์กับคุณลักษณะของนักกีฬา การฝึกฝนและประสบการณ์การเรียนรู้เทคนิคต่าง ๆ ของการกระโดด (Alptekin, 2014) การเคลื่อนไหวของแขนขณะออกจากแท่นกระโดด มีลักษณะเหวี่ยงแขนขึ้นแนบศีรษะ โดยทำมุมใกล้เคียงกันที่กระโดดน้ำระยะใกล้ และระยะไกล ซึ่งการจัดท่าทางโดยยกแขนเพิ่มมากขึ้น ช่วยให้อากาศเหี่ยยดตรง ช่วยลดแรงลาก (Drag force) จากการปะทะน้ำลง ส่งผลให้สามารถมุดน้ำได้เร็วขึ้น (Costill et al., 1992; Kirner et al., 1989; Pongsiri et al., 2020; Tomothy et al., 2015) การเหวี่ยงแขนในทิศทางดังกล่าวจะเป็นทิศทางเดียวกันกับการเคลื่อนที่ของร่างกาย การเคลื่อนไหวของแขนจึงจะช่วยเพิ่มโมเมนตัมในการเคลื่อนที่ขณะกระโดดน้ำ

(Vantorre and Bideau, 2010) จากงานวิจัยครั้งนี้พบว่าหลังจากปลายเท้าพ้นแท่นกระโดดจะมีการจัดทำทางของแขนโดยมีการเพิ่มมุมระหว่างแขนและขา ซึ่งมีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญโดยเฉพาะเมื่อเปรียบเทียบกับขณะมือสัมผัสพื้น และเมื่อมุดน้ำแล้วท่าทางที่แขนยกขึ้นจนสุดก็เป็นท่าทางที่เหมาะสมต่อการเข้าสู่ช่วงมุดน้ำ (Seifert et al., 2007)

เมื่อพิจารณามุมระหว่างลำตัวและขา พบว่าหลังจากปลายเท้าพ้นแท่นกระโดด มุมระหว่างลำตัวและขาจะเพิ่มขึ้นจนอยู่ในแนวตรง แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับช่วงลอยตัวทั้งขณะปลายเท้าพ้นแท่นกระโดด ขณะลอยตัวสูงสุดและขณะมือสัมผัสพื้น จึงกล่าวได้ว่าหลังจากมีสัญญาณปล่อยตัว นักว่ายน้ำจะเหี่ยยดขาออกอย่างรวดเร็วและแรงเพื่อถีบแท่นกระโดด และหลังจากปลายเท้าพ้นแท่นกระโดด นักว่ายน้ำจะคงการเหี่ยยดขาไว้เพื่อให้ร่างกายส่วนล่างอยู่ในแนวตรงเพื่อลดแรงต้านจากอากาศขณะอยู่ในช่วงลอยตัวจนกระทั่งเข้าสู่ช่วงมุดน้ำ (Vantorre et al. 2014) จากงานวิจัยของ Hochstein และคณะ (2014) กล่าวว่า การว่ายน้ำได้น้ำหลังจากมุดน้ำแล้วเป็นการเคลื่อนไหวของลำตัวส่วนล่างและขาเป็นสำคัญ โดยมีการเคลื่อนไหวเหมือนปลาในขณะว่ายน้ำ แต่เนื่องจากกายวิภาคของมนุษย์ที่แตกต่างจากปลา จึงมีการเคลื่อนไหวในแนวขึ้นลงต่างจากปลาที่มีการเคลื่อนไหวในแนวซ้ายขวา ดังนั้นการจัดท่าทางโดยมีมุมระหว่างลำตัวและขาในท่าที่มีการเหี่ยยดลำตัวให้ใกล้แนวตรงจะช่วยสนับสนุนให้สามารถขยับลำตัวในทิศขึ้นลงได้เมื่อลำตัวอยู่ในน้ำเพื่อเริ่มต้นการว่ายน้ำได้น้ำ (Arellano et al., 2002; Seifert et al., 2007)

จากการวัดความสูงในการกระโดดน้ำเทียบกับแท่นกระโดดทั้งการกระโดดน้ำระยะใกล้และระยะไกลพบว่าค่าเฉลี่ยของความสูงในการกระโดดน้ำมีความใกล้เคียงกัน แต่เนื่องจากงานวิจัยครั้งนี้ได้เลือกการ

กระโดดน้ำครั้งที่กระโดดได้ระยะไกลที่สุด เทียบกับครั้งที่กระโดดน้ำครั้งที่ระยะไกลที่สุด การที่ความสูงในการกระโดดใกล้เคียงกัน จึงอาจกล่าวได้ว่าวิธีการกระโดดน้ำระยะไกลที่สุดมีความโค้งของแนวกระโดดมากกว่าการกระโดดน้ำระยะไกล ซึ่งระยะทางในการกระโดดขึ้นอยู่กับกำลังขาขณะถีบแท่นกระโดด การเพิ่มโมเมนตัมด้วยการเหวี่ยงแขน ซึ่งมีผลโดยตรงต่อวิถีของการกระโดดในช่วงลอยตัว ระยะทางในการกระโดดและความเร็วในการมุดน้ำ (Ventorre and Bideau, 2010; Ventorre et al. 2014) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Pongsiri และคณะ (2020) ที่พบว่าการกระโดดน้ำระยะไกลมีมุมในการลงสู่น้ำน้อยกว่าและมีความเร็วในการมุดน้ำมากกว่าการกระโดดน้ำระยะไกล แต่หากต้องการศึกษาถึงวิถีของร่างกายที่เคลื่อนที่ในช่วงลอยตัว การศึกษาจากข้อมูลความสูงในการกระโดดน้ำจึงอาจไม่เพียงพอ อาจต้องวัดระยะทางของจากแท่นถึงจุดสูงสุด หรืออาจต้องวิเคราะห์จากภาพเคลื่อนไหวเพื่อหาวิถีของการเคลื่อนที่ที่ชัดเจนยิ่งขึ้น

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์มุมระหว่างแขนและขา มุมระหว่างลำตัวและขา ของการกระโดดน้ำแบบเท้านำเท้าตามช่วงลอยตัวที่ระยะไกล และระยะไกล พบว่าการกระโดดน้ำทั้ง 2 ระยะ มีการเคลื่อนไหวคล้ายกันคือมีการเพิ่มมุมระหว่างแขนและขาจากขณะปลายเท้าพ้นแท่นกระโดดไปยังขณะมือสัมผัสผิวน้ำ และจากขณะลอยตัวสูงสุดไปยังขณะมือสัมผัสผิวน้ำอย่างมีนัยสำคัญ แสดงถึงการจัดแนวแขนให้ยื่นเหนือศีรษะเพื่อให้ร่างกายอยู่ในแนวตรงในช่วงท้ายของช่วงลอยตัว ในขณะที่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของการเปลี่ยนแปลงมุมระหว่างลำตัวและขาตลอดช่วงลอยตัว และพบความสูงในการกระโดดเทียบกับแท่นกระโดดใกล้เคียงกันทั้งการกระโดดน้ำระยะไกล และระยะไกล

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

การกระโดดน้ำแบบเท้านำเท้าตามในช่วงลอยตัว มีการเพิ่มขึ้นของมุมระหว่างแขนและขา และมุมระหว่างลำตัวและขาเพื่อจัดระเบียบของร่างกายให้อยู่ในแนวตรงเพื่อลดแรงต้านทางจากอากาศและแรงต้านจากน้ำให้มากที่สุด จึงควรเตรียมความพร้อมของร่างกายให้สามารถเหวี่ยงแขนไปด้านศีรษะให้ได้ความเร็วและมีแรงมากขึ้น โดยควรฝึกการควบคุมท่าทางของร่างกายให้อยู่ในท่าทางที่เหยียดตรงเพื่อให้มีความเร็วในการออกตัวสูงสุด

เอกสารอ้างอิง

- Arellano R., Pardillo S., & Gavilan A. (2002). Underwater undulatory swimming: Kinematic characteristics, vortex generation and application during the start, turn and swimming strokes.
- Alptekin, A. (2014). Body Composition and Kinematic Analysis of the Grab Start in Youth Swimmers. *Journal of Human Kinetics*, 42, 15-26.
- Alves, F. (1993). Analysis of swimming Races. *Journal of biomechanics*, 42(9), 88-89.
- Blanksby, B., Nicholson, L., & Elliott, B. (2002). A biomechanical comparison of the grab, swing and track starts in swimming. *Journal of Human Movement Studies*, 39, 277-293.
- Chueh-Yu Lee, Chen-Fu Huang, & Ching-Wen Lee. (2012). *Biomechanical analysis of the grab and track swimming starts*. Paper presented at the 30th Annual Conference of Biomechanics in Sports

- Melbourne, Australia.
- Cossor, J.M., & Mason, B.R. (2001). *Swim start performances at the Sydney 2000 Olympic Games*. Paper presented at the XIXth International Symposium on Biomechanics in Sports, San Francisco.
- Counsilman, J., Nomura, T., Endo, M., & Counsilman, B. (1988). A study of three types of grab start for competitive swimming. *National Aquatics Journal*, 4 (2), 2-6.
- Hochstein S., Blickhan R. (2014). Body movement distribution with respect to swimmer's glide position in human underwater undulatory swimming. *Human Movement Science*, 38, 305-318.
- Holmes, C. (2013). *Kinematic and kinetic differences in track and grab starts, between age-group, senior and masters swimmers*. Retrieved from Faculty of Health and Life Sciences, Coventry University:
- Issurin, V., & Verbitsky, O. (2003). *Track start and grab start: evidence from the Sydney Olympic Games*. Paper presented at the Biomechanics and Medicine in Swimming IX, SaintEtienne, University of Saint-Etienne.
- Leeyang P., Woravutrangkul S., and Charoenpanich N. (2020). Kinematic analysis of underwater undulatory swimming phase after a track start. *Journal of Sports Science and Health*, 21(1), 84-96.
- Maglischo, E. (2003). *Swimming Fastest*. Human Kinetics. Champaign, Illinois, USA.
- Pongsiri T., Benjanarasut D. & Charoenpanich N. (2020). Kinematic analysis of a track swimming start in male university swimming. *Journal of Sports Science and Health*, 21(1), 49-59.
- Ruschel, C., Araujo, L., Pereira, S., & Roesler, H. (2007). *Kinematical analysis of the swimming start block, flight and underwater phases*. Paper presented at the XXV ISBS Symposium, Ouro Preto, Brazil.
- Rutemiller, B. (1995). Taper basic: Fine tuning starts and turns. In S. Technique (Ed.), (pp. 14-18).
- Seifert L., Vantorre J., & Chollet D. (2007). Biomechanical analysis of the breaststroke start. *International Journal of Sports Medicine*, 28, 1-7.
- Slawson, S., Conway, P., Cossor, J., Chakravorti, N., & West, A. (2013). The categorisation of swimming start performance with reference to force generation on the main block and footrest components of the Omega OSB11 start blocks. *Journal of Sports Sciences*, 31(5), 468-478.
- Taraka S. & Charoenpanich N. (2020). Kinematic analysis of a track swimming start in male university swimming. *Journal of Sports Science and Health*, 19(3), 61-73.
- Tor, E., Pease, D. L., & Ball, K. A. (2015). Comparing three underwater trajectories of the swimming start. *J Sci Med Sport*, 18(6), 725-729.
- Torab, E., Peasea, D. L., & Ballb, K. A. (2014).

- Key parameters of the swimming start and their relationship to start performance. *Journal of Sports Sciences*, 33(13), 1-9.
- Trembley, J., & Fielder, G. (2001). Starts, turns and finishes. In *The Swim Coaching Bible*. 18-206.
- Vantorre J., Bideau B. (2010). Influence of swimming start styles on biomechanics and angular momentum. *Biomechanics and Medicine in swimming XI*. Norwegian School of Sport Sciences. 180-182.
- Vantorre J., Chollet D., & Seifert L. (2014). Biomechanical analysis of the swim-start: A review. *Journal of sport science and medicine*, 13, 223-231.