ผลของการฝึกกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว 8 สัปดาห์ต่อการควบคุมมุมสะโพกนักปั่นจักรยานถนน

THE EFFECT OF 8-WEEK CORE MUSCLE TRAINING ON PELVIC CONTROL AND CYCLING HIP KINEMATICS IN ROAD CYCLISTS

ศุภณัฐ นาคเอี่ยม[1] สุพัตรา แซ่ตั้ง[2*] ประเวท เกษกัน[2] บรรลือ รัตนจรัสโรจน์[3]
ตระการ นาคง[1] และ อรพินท์ เสนาธรรม[4]
Supanut Nak-eam[1], Supattra Saetang[2*], Pravet Ketkan[2], Bunlue Ratanajaratrote[3],
Trakarn Nakong[1] and Orapin Senatham[4]

[1]คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตกรุงเทพ กรุงเทพมหานคร
[2]คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม
[3]คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตชัยภูมิ จังหวัดชัยภูมิ
[4]สำนักงานกีฬา มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตยะลา จังหวัดยะลา
[1]Faculty of Sports Science and Health, Thailand National Sports University Bangkok Campus, Bangkok
[2]Faculty of Sports Science and Health, Thailand National Sports University Mahasarakham Campus, Mahasarakham province
[3]Faculty of Sports Science and Health, Thailand National Sports University Chaiyaphum Campus, Chaiyaphum province
[4]Office of Sports, Thailand National Sports University Yala Campus, Yala province
[*]Corresponding Author: supattra_saetang@hotmail.com

Received: December 11, 2025 **Revised:** January 19, 2026 **Accepted:** January 24, 2026

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวที่มีต่อการควบคุมมุมข้อสะโพกในการปั่นจักรยานประเภทถนน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาจักรยานประเภทถนนเพศชาย จำนวน 20 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว (กลุ่มทดลอง) จำนวน 10 คน และกลุ่มควบคุม จำนวน 10 คน กลุ่มทดลองได้รับการฝึกกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ๆ ละ 3 วัน ทดสอบก่อนและหลังการฝึกด้วยระบบการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวแบบ 3 มิติ โดยการบันทึกภาพของนักกีฬาในท่าทางการปั่นจักรยานเสมือนจริงของมุมข้อสะโพกในจังหวะบันไดจักรยานอยู่ตำแหน่งล่างสุดหรือตำแหน่ง 6 นาฬิกา และจังหวะบันไดจักรยานอยู่ตำแหน่งบนสุดหรือตำแหน่ง 12 นาฬิกา เพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์การควบคุมมุมข้อสะโพกในการปั่นจักรยาน นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยการหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ความแตกต่างก่อนและหลังการฝึกภายในกลุ่ม โดยใช้การวิเคราะห์ค่าทีแบบรายคู่ (Paired t-test) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม โดยใช้สถิติทดสอบค่าที (Independent t-test) กำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ผลการวิจัยพบว่า หลังการฝึก 8 สัปดาห์ กลุ่มทดลองมีมุมข้อสะโพกในจังหวะบันไดจักรยานอยู่ตำแหน่งล่างสุด จาก 101.49±3.20 องศา เป็น 97.21±2.88 องศา ($p<0.001$) และจังหวะบันไดจักรยานอยู่ตำแหน่งบนสุดลดลงจาก 56.13±3.07 องศา เป็น 52.24±4.28 องศา ($p = 0.02$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อเทียบกับก่อนการฝึก ในขณะที่กลุ่มควบคุมไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มพบว่า หลังการฝึก 8 สัปดาห์ กลุ่มทดลองมีมุมข้อสะโพกในทั้งสองจังหวะมีค่าน้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สรุปได้ว่าการฝึกกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวเป็นเวลา 8 สัปดาห์ สามารถพัฒนาการควบคุมมุมข้อสะโพกในการปั่นจักรยานประเภทถนนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยอาจเป็นผลมาจากการเพิ่ม

เสถียรภาพของลำตัวและเชิงกราน ซึ่งส่งผลให้การถ่ายแรงและการเคลื่อนไหวมีประสิทธิภาพมากขึ้น โปรแกรมนี้สามารถนำไปบรรจุในตารางฝึกซ้อมประจำวันของนักกีฬา เพื่อพัฒนาเทคนิคการปั่น การฝึกซ้อม หรือการป้องกันการบาดเจ็บ

คำสำคัญ: จักรยานประเภทถนน, การควบคุมมุมข้อสะโพก, แกนกลางลำตัว, การวิเคราะห์การเคลื่อนไหวแบบ 3 มิติ

Abstract

The purpose of this experimental research was to study and compare the effects of core muscle training on hip angle control in road cycling. The participants consisted of 20 male road cyclists who were divided into two groups, a core muscle training group (experimental group) of 10 people and a control group of 10 people. The experimental group underwent core muscle training for 8 weeks, 3 days per week. Before and after training, a 3D motion analysis system was used to measure images of athletes in a virtual cycling posture. Hip angles were measured at the bottom dead center, or the 6 o'clock crank position, and at the top dead center, or the 12 o'clock crank position. Data were analyzed using mean and standard deviation. Differences within groups before and after training were analyzed using a paired t-test, and differences between groups were analyzed using independent t-tests with a significance level of 0.05. The results showed that after 8 weeks of training, the experimental group had a statistically significant decrease in hip angle at the bottom dead center from 101.49 ± 3.20° to 97.21 ± 2.88° ($p < 0.001$) and at the top dead center from 56.13 ± 3.07° to 52.24 ± 4.28° ($p = 0.02$) compared with baseline. The control group did not show statistically significant differences. In addition, when comparing between groups, it was found that after 8 weeks of training the experimental group had a statistically significantly smaller hip angle in both positions at the 0.05 significance level. In conclusion, core muscle training for 8 weeks can effectively improve hip angle control in road cycling. Such improvement may result from increased stability of the torso and pelvis, resulting in more efficient force transfer and movement. This program can be incorporated into athletes' daily training schedules to enhance cycling technique, training adaptation, and injury prevention.

Keywords: Road cycling, Hip angle control, Core muscles, 3D motion analysis

บทนำ

กีฬาจักรยานประเภทถนน (Road cycling) หรือการออกกำลังกายโดยใช้จักรยานประเภทถนนหรือจักรยานเสือหมอบ (Road bike) เป็นกีฬาที่ต้องอาศัยความสามารถของระบบต่าง ๆ ในร่างกายทำงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะระบบกล้ามเนื้อ กระดูกและข้อต่อ รวมถึงระบบประสาทและการควบคุมการเคลื่อนไหว การปั่นจักรยานที่มีประสิทธิภาพไม่เพียงพึ่งพากำลังกล้ามเนื้อของขาเพียงอย่างเดียว การจัดระเบียบท่าทางในการปั่นจักรยานเป็นสิ่งสำคัญประการหนึ่ง กล่าวคือ การจัดท่าทางในการปั่นเพื่อลดทอนความเจ็บปวดเมื่อยล้าเพื่อให้ได้เปรียบคู่ต่อสู้ หรือการจัดท่าทางในการปั่นเพื่อทำเวลาให้ได้ดีและเกิดประสิทธิภาพในการปั่นที่สูงสุดและไม่เกิดอาการบาดเจ็บระหว่างปั่นหรืออาการบาดเจ็บที่ตามมาหลังการปั่น เนื่องจากเป็นการเคลื่อนไหวที่เกิดซ้ำในแต่ละช่วงรอบขาที่เปลี่ยนแปลงไปส่งผลให้มีความเสี่ยงสูงต่อการบาดเจ็บจากการใช้งานซ้ำ (Overuse injuries) โดยเฉพาะอาการปวดหลังส่วนล่างซึ่งพบได้สูงถึงร้อยละ 58 และอาการปวดเข่าด้านหน้าร้อยละ

36 ปัญหาดังกล่าวถือเป็นการบาดเจ็บที่พบได้บ่อยและส่งผลต่อประสิทธิภาพการแข่งขันเป็นอย่างมาก (Clarsen et al., 2010)

ชีวกลศาสตร์การกีฬา (Biomechanics) เป็นศาสตร์แขนงหนึ่งในสาขาวิทยาศาสตร์การกีฬาซึ่งว่าด้วยการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวของร่างกาย และการนำชีวกลศาสตร์มาวิเคราะห์การเคลื่อนไหวเพื่อทำให้ทราบตัวแปรที่สำคัญที่จะนำไปพัฒนาเทคนิคและเพิ่มศักยภาพของนักกีฬา (Rittiwat, 2003) ที่สามารถนำมาช่วยและพัฒนาทักษะในการปั่นและการจัดตำแหน่งท่าทางในการปั่นจักรยานให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ในเชิงชีวกลศาสตร์ การปั่นจักรยานเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวแบบวงรอบของข้อสะโพก ข้อเข่า และข้อเท้า โดยเฉพาะการควบคุมมุมข้อสะโพกเป็นการรักษาและปรับมุมข้อสะโพก (Hip angle) ในระนาบต่าง ๆ ตลอดวงรอบการปั่น เพื่อให้ทิศทางและขนาดของแรงที่ส่งไปยังแป้นถีบมีประสิทธิภาพและสม่ำเสมอ การควบคุมมุมข้อสะโพกที่ดีช่วยลดการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็นของเชิงกรานซึ่งสัมพันธ์กับความสามารถในการส่งกำลังและลดความเสี่ยงการบาดเจ็บ (Turpin & Watier, 2020) ดังนั้น การควบคุมมุมข้อสะโพกที่ดีช่วยให้สามารถส่งแรงจากลำตัวไปยังแป้นถีบได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ลดการสูญเสียพลังงาน (Power leakage) และช่วยรักษาท่าทางแอโรไดนามิก (Aerodynamic) ได้อย่างเหมาะสม สอดคล้องกับหลักการของห่วงโซ่คิเนติกส์ (Kinetic chain) ซึ่งอธิบายว่าการส่งแรงจากเท้าไปยังจักรยานเป็นกระบวนการที่พึ่งพาการทำงานร่วมกันของหลายส่วนของร่างกาย โดยมีเชิงกรานและกระดูกสันหลังส่วนเอวทำหน้าที่เป็นจุดยึด (Anchor point) ที่มั่นคง เพื่อให้ส่วนปลายของร่างกาย (Distal segments) สามารถสร้างและส่งแรงได้อย่างมีประสิทธิภาพ หากจุดยึดดังกล่าวขาดความมั่นคง เนื่องจากการทำงานที่ไม่เต็มประสิทธิภาพของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว จะส่งผลให้แรงที่สร้างจากกล้ามเนื้อขาถูกดูดซับหรือสูญเสียไปกับการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็นของลำตัวและเชิงกรานแทนที่จะถูกถ่ายทอดไปยังแป้นถีบอย่างเต็มที่ หลักการดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิดเรื่องความมั่นคงของส่วนต้นเพื่อการเคลื่อนไหวของส่วนปลาย (Proximal stability for distal mobility) ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ความมั่นคงของแกนลำตัวและเชิงกรานเป็นพื้นฐานสำคัญที่ช่วยให้ขาสามารถเคลื่อนไหวและผลิตแรงได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยลดการสูญเสียพลังงานจากการชดเชยท่าทางหรือการสั่นไหวของลำตัว (Almansoof, 2023)

ปัจจุบันมีการใช้ระบบวิเคราะห์การเคลื่อนไหวสามมิติ (3D motion analysis system) อย่างกว้างขวางในกีฬาจักรยาน ซึ่งช่วยให้ผู้ฝึกสอนและนักกีฬาทราบถึงตัวแปรที่สำคัญที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการปั่นของนักกีฬาได้อย่างละเอียดและแม่นยำ (Millour et al., 2023) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Bateman (2014) ที่ทำการศึกษาชีวกลศาสตร์ของการปั่นจักรยานและการจัดระเบียบท่าทางเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการปั่น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการจัดท่าทางในการปั่นจักรยาน (Bike fitting) ต่อประสิทธิภาพการปั่น โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป (Retül bike-fit system) พบว่า การจัดท่าทางที่เหมาะสมสามารถช่วยพัฒนาประสิทธิภาพในการปั่นของนักกีฬาปั่นจักรยานที่ผ่านการฝึกซ้อมให้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้งานวิจัยที่ศึกษาตัวแปรทางคิเนมาติกส์ ได้แก่ มุมของร่างกายในระหว่างการปั่นจักรยาน โดยเฉพาะมุมข้อสะโพก พบว่ามีความสัมพันธ์โดยตรงกับรอบขา (Cadence) และความสามารถในการส่งออกพลังงานอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อสมรรถนะในการปั่นจักรยาน (Emanuele & Denoth, 2012; Nak-eam et al., 2019)

กล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว (Core muscles) มีบทบาทสำคัญในการควบคุมตำแหน่งของเชิงกรานและเสถียรภาพของกระดูกสันหลังในระหว่างการปั่นจักรยาน โดยการฝึกเพื่อเพิ่มความแข็งแรงและความมั่นคงของแกนกลางลำตัวสามารถช่วยลดการแกว่งของเชิงกราน ปรับมุมข้อสะโพกให้มีความคงที่มากขึ้น และส่งเสริมการส่งแรงจากขาไปยังแป้นถีบได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Abt et al., 2007) ถึงแม้ว่านักปั่นจักรยานจะสามารถสร้างพลังได้ดีในช่วงเริ่มต้นของการแข่งขัน แต่เมื่อเกิดความล้าและอาการปวดหลังส่วนล่าง มักส่งผลให้กำลังถีบและความเร็วรอบในการปั่นลดลง นำไปสู่การลดลงของความเร็วจักรยานและการสูญเสียพลังงาน ดังนั้น แม้ว่าขาจะเป็นส่วนหลักในการสร้างแรงขับเคลื่อนจักรยาน แต่แกนกลางลำตัวที่แข็งแรงจะช่วยเพิ่มความมั่นคงบนจักรยาน ส่งเสริมการถ่ายเทพลังงานไปยังแป้นถีบได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ และช่วยให้นักปั่นสามารถรักษาท่าทางแอโรไดนามิกได้ยาวนานขึ้นโดยไม่รู้สึกไม่สบายหรือเพิ่มความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บ (Asplund &

Ross, 2010) นอกจากนี้ งานวิจัยที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่า เมื่อความมั่นคงของแกนกลางลำตัวลดลง จะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของมุมข้อต่อและรูปแบบการออกแรงที่ไม่จำเป็น ขณะที่การฝึกกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวอย่างเป็นระบบสามารถพัฒนาความมั่นคงและการประสานงานของลำตัว ซึ่งมีแนวโน้มช่วยลดการสูญเสียพลังงานจากการเคลื่อนไหวของเชิงกรานและเพิ่มประสิทธิภาพในการปั่นจักรยาน (San Emeterio et al., 2021; San Emeterio et al., 2022) อย่างไรก็ตาม แม้ว่าจะมีแนวโน้มของประโยชน์จากการฝึกกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวที่ชัดเจนในกีฬาอื่น เช่น วิ่ง ว่ายน้ำ และฟุตบอล เป็นต้น (Hung et al., 2019; Khiyami et al., 2022; Sofuoğlu et al., 2024) ในบริบทของการปั่นจักรยานประเภทถนน ซึ่งนักกีฬาจำเป็นต้องอยู่ในท่าก้มเป็นระยะเวลานาน โปรแกรมฝึกซ้อมสำหรับนักปั่นจักรยานที่ผ่านมาโดยทั่วไปมักมุ่งเน้นการพัฒนากำลังขาและความทนทานของกล้ามเนื้อขาเป็นหลัก ขณะที่องค์ประกอบของความมั่นคง ซึ่งทำหน้าที่เป็นฐานสำคัญในการส่งแรงกลับถูกให้ความสำคัญน้อย เมื่อเชิงกรานและแกนกลางลำตัวขาดความมั่นคง จะก่อให้เกิดการชดเชยท่าทางและการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็น ส่งผลให้แรงที่สร้างจากกล้ามเนื้อขาถูกสูญเสียไปในรูปของการสูญเสียพลังงานแทนที่จะถูกส่งไปยังแป้นถีบอย่างเต็มประสิทธิภาพ

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาผลของการฝึกกล้ามเนื้อแกนกลางต่อมุมข้อสะโพกในนักปั่นจักรยานถนน 2) เพื่อเปรียบเทียบผลระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เพื่อที่จะพัฒนาโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวและวิเคราะห์โดยเครื่องมือและหลักการทางชีวกลศาสตร์การในกีฬาจักรยานเพื่อสร้างความมั่นคงและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวที่ส่งผลให้เพิ่มความสามารถทางกีฬาจักรยานได้ดีและสามารถนำมาใช้ในการฝึกซ้อมในนักกีฬาได้จริง เพื่อนำผลที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขและพัฒนาทักษะในการปั่นจักรยานประเภทถนนให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบโปรแกรมการฝึกสำหรับนักปั่นจักรยานเพื่อพัฒนาสมรรถภาพ และลดความเสี่ยงจากการบาดเจ็บในระยะยาวได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยของมหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ หมายเลขใบรับรอง SCI 016/2566 โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักกีฬาจักรยานประเภทถนน เพศชาย

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักกีฬาจักรยานประเภทถนน เพศชาย ซึ่งเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) ตามเกณฑ์ในการคัดเข้า คือ มีประสบการณ์ในการปั่นจักรยานประเภทถนนอย่างน้อย 1 ปี ใช้รถจักรยานประเภทถนนขนาดไซส์ท่อตั้งของตัวถังรถระหว่าง 50-54 เซนติเมตร ไม่มีอาการบาดเจ็บที่ไม่สามารถปั่นจักรยานเพื่อทดสอบได้ในช่วง 6 เดือนที่ผ่านมา สามารถเข้าร่วมการฝึกตามโปรแกรมได้มากกว่าร้อยละ 80 มีความสมัครใจในการเข้าร่วมวิจัยและลงชื่อยินยอมเข้าร่วมการวิจัย โดยคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างอย่างให้มีลักษณะคล้ายคลึงกันมากที่สุด จำนวน 20 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ด้วยวิธีการจับฉลาก (Random sampling) ได้แก่ กลุ่มทดลอง (Experimental group) จำนวน 10 คน และกลุ่มควบคุม (Control group) จำนวน 10 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. โปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว โดยผ่านการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.85

2. ระบบการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวแบบ 3 มิติ โดยการบันทึกภาพการแสดงทักษะของนักกีฬาในท่าทางการปั่นจักรยานเสมือนจริง โดยใช้กล้องอินฟราเรดความเร็วสูง ยี่ห้อ Qualisys จำนวนการวิเคราะห์ทั้งหมด 6 ตัว ใช้ความเร็วในการจับภาพ 480 เฮิร์ต (ภาพต่อวินาที) โดยใช้เก็บข้อมูลตัวแปรการควบคุมมุมข้อสะโพกในการปั่นจักรยานประเภทถนน

3. จุดบอกตำแหน่ง (Marker) ตามข้อต่อของร่างกายอ้างอิงหลักสรีรวิทยา โดยติดแบบ Skin marker ของ Qualisys - Plug-in gait full body modeling บนร่างกายนักกีฬา จำนวน 37 ตำแหน่ง

4. อุปกรณ์กำหนดพิกัด T-pod (Calibration frame)

5. ไมล์วัดรอบขา

6. จักรยาน

7. เครื่องตั้งจักรยาน (Ergometer cycling)

Table 1. Core muscle training program

Week	Exercise name	Reps/Set	Sets	Rest between sets
1-3	Dead bug	10 per side	3	45 seconds
	Crunch	20	3	45 seconds
	Glute bridge	20	3	45 seconds
	Plank	45 seconds	3	45 seconds
	Side plank	30 seconds per side	3	45 seconds
	Bird Dog	10 per side	3	45 seconds
4-6	Dead bug (Slow)	12 per side	3	45 seconds
	Crunch	25	3	45 seconds
	Single-leg glute bridge	12 per side	3	45 seconds
	Plank with BOSU	60 seconds	3	45 seconds
	Side plank with hip dip	12 per side	3	45 seconds
	Bird dog (Slow)	12 per side	3	45 seconds
7-8	Mountain climber	45 seconds	3	45 seconds
	Pallof press	15	3	45 seconds
	Single-leg bridge hold	30 seconds per side	3	45 seconds
	Plank with arm/leg lift (Alternating every 5-10 s)	60 seconds	3	45 seconds
	Side plank rotation	12 per side	3	45 seconds
	Bear crawl	30 seconds	3	45 seconds

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ก่อนเริ่มทำการฝึกตามโปรแกรมผู้วิจัยทำการชี้แจงรายละเอียดวิธีการฝึก และขั้นตอนการปฏิบัติให้กับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อให้มีความเข้าใจในการปฏิบัติที่ถูกต้อง และลงชื่อยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

2. การทอสอบดำเนินการภายในห้องปฏิบัติการ โดยมีการจัดเตรียมและตั้งค่าอุปกรณ์จักรยาน ตำแหน่งกล้องให้คงที่ตลอดการทดสอบ ติดจุดบอกตำแหน่งตามมาตรฐานโดยผู้วิจัยคนเดิมทุกครั้ง สภาพแวดล้อมของสถานที่ถูกควบคุมอุณหภูมิที่ 24-26 องศาเซลเซียส และมีแสงสว่างสม่ำเสมอ เพื่อควบคุมปัจจัยภายนอกที่อาจส่งผลต่อการทดสอบ

3. ทดสอบก่อนการฝึก (Pre-test) เพื่อเก็บข้อมูลตัวแปรมุมข้อสะโพก โดยทำการติดจุดบอกตำแหน่ง ตามขั้นตอนของโปรแกรม ทั้งหมด 37 ตำแหน่งบนร่างกาย บันทึกภาพ Calibration frame บริเวณที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง และบันทึกข้อมูลโดยให้กลุ่มตัวอย่างปั่นแบบเสมือนจริงที่ความเร็วรอบขา 90 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที โดยหลังจากปั่น 3 นาที จะมีการบันทึกข้อมูลเป็นเวลา 20 วินาที (Bini & Hume, 2016) โดยเลือกเฟรมจาก 5 รอบการปั่นต่อเนื่องกัน เพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ข้อมูลมุมข้อสะโพกของจากจุดบอกตำแหน่งของตำแหน่งปุ่มกระดูกหัวไหล่ (Tip of acromion process) ปุ่มกระดูกโคนขาใหญ่ (Greater trochanter) และปุ่มด้านนอกของกระดูกต้นขา (Lateral femoral epicondyles) ในจังหวะบันไดจักรยานอยู่ตำแหน่งล่างสุด (Bottom dead center) หรือตำแหน่ง 6 นาฬิกา (6 o'clock crank positions) โดยตำแหน่งนี้เป็นช่วงเหยียดข้อสะโพกมากที่สุดและสัมพันธ์กับการถ่ายแรงหลักไปยังบันได และจังหวะบันไดจักรยานอยู่ตำแหน่งบนสุด (Top dead center) หรือตำแหน่ง 12 นาฬิกา (12 o'clock crank positions) โดยตำแหน่งนี้เป็นช่วงงอข้อสะโพกมากที่สุด มีผลต่อการเตรียมสร้างแรงในรอบถัดไปและความลื่นไหลของการปั่น ดังแสดงใน Figure 1.

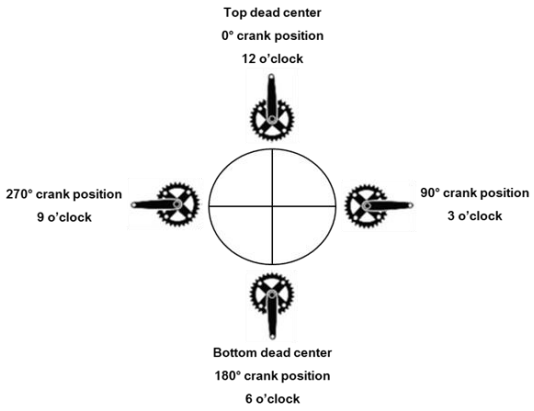


Figure 1. Phases of cycling in relation to crank position

4. กลุ่มทดลองทำการฝึกตามโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว ดังแสดงใน Table 1. เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ๆ ละ 3 วัน ได้แก่ วันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์ ระหว่างเวลา 16.30-17.30 น. และกลุ่มควบคุม ปฏิบัติกิจกรรมประจำวันตามปกติในช่วงระยะเวลา 8 สัปดาห์

5. ทดสอบหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 (Post-test) เช่นเดียวกับการทดสอบก่อนการฝึก

6. นำผลการทดสอบวิเคราะห์ผลทางสถิติ และสรุปผล

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล โดยการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปตามลำดับขั้นตอนต่อไปนี้

1. หาค่าเฉลี่ย (Mean: □) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: SD)

2. วิเคราะห์การแจกแจงแบบโค้งปกติโดยใช้สถิติ Shapiro-wilk test

3. เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยการควบคุมมุมข้อสะโพกระหว่างก่อนและหลังการฝึก โดยใช้การวิเคราะห์ค่าทีแบบรายคู่ (Paired t-test)

4. เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยการควบคุมมุมข้อสะโพกระหว่างกลุ่ม โดยใช้สถิติทดสอบค่าที (Independent t-test)

5. กำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการวิจัย

1. ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า กลุ่มทดลอง มีอายุเฉลี่ย 26.30±3.16 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 68.17±5.81 กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ย 172.40±6.52 เซนติเมตร ดัชนีมวลกายเฉลี่ย 22.93±1.43 กิโลกรัม/เมตร² และประสบการณ์ในการปั่นจักรยานประเภทถนนเฉลี่ย 2.40±0.97 ปี และกลุ่มควบคุม มีอายุเฉลี่ย 25.80±2.94 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 66.74±6.27 กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ย 171.10±5.93 เซนติเมตร ดัชนีมวลกายเฉลี่ย 22.79±1.63 กิโลกรัมต่อเมตร² และประสบการณ์ในการปั่นจักรยานประเภทถนนเฉลี่ย 2.30±0.80 ปี ดังแสดงใน Table 2.

Table 2. Description of the Subjects

Variables	Experimental group (n=10) (Mean±SD)	Control group (n=10) (Mean±SD)
Age (years)	26.30±3.16	25.80±2.94
Weight (kilogram)	68.17±5.81	66.74±6.27
Height (centimeter)	172.40±6.52	171.10±5.93
Body mass index (kilogram/meter²)	22.93±1.43	22.79±1.63
Experience in road cycling (years)	2.40±0.97	2.30±0.80

2. ผลการศึกษาพบว่า หลังการฝึก 8 สัปดาห์ กลุ่มทดลอง (Experimental group) มีค่าเฉลี่ยของมุมข้อสะโพกในจังหวะบันไดจักรยานอยู่ตำแหน่งล่างสุด (Bottom dead center) และจังหวะบันไดจักรยานอยู่ตำแหน่งบนสุด (Top dead center) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อเทียบกับก่อนการฝึก ในขณะที่กลุ่มควบคุม (Control group) มีค่าเฉลี่ยของมุมข้อสะโพกในจังหวะบันไดจักรยานอยู่ตำแหน่งล่างสุด (Bottom dead center) และจังหวะบันไดจักรยานอยู่ตำแหน่งบนสุด (Top dead center) ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับก่อนการฝึก ดังแสดงใน Table 3.

Table 3. Comparison of the difference in hip angle between before and after training

Variables	Before training (Mean ±SD)	After training (Mean±SD)	t	P-value
Experimental group				
Hip angle (Degrees)				
Bottom dead center	101.49±3.20	97.21±2.88	8.22	<0.001*
Top dead center	56.13±3.07	52.24±4.28	2.92	0.02*
Control group				
Hip angle (Degrees)				
Bottom dead center	101.92±3.61	101.32±4.18	-0.10	0.93
Top dead center	56.84±3.80	56.94±3.17	0.51	0.62

*p<0.05

3. เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างทั้งสองกลุ่มพบว่า หลังการฝึก 8 สัปดาห์ กลุ่มทดลอง (Experimental group) มีค่าเฉลี่ยของมุมข้อสะโพกในจังหวะบันไดจักรยานอยู่ตำแหน่งล่างสุด (Bottom dead center) และจังหวะบันไดจักรยานอยู่ตำแหน่งบนสุด (Top dead center) มีค่าน้อยกว่ากลุ่มควบคุม (Control group) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังแสดงใน Table 4.

Table 4. Comparison of the difference in hip angle between the experimental group and the control group after training

Variables	Experimental group (Mean±SD)	Control group (Mean±SD)	t	P-value
Hip angle (Degrees)				
Bottom dead center	97.21±2.88	101.32±4.18	-2.56	0.02*
Top dead center	52.24±4.28	56.94±3.17	-2.79	0.01*

*p<0.05

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฝึกกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ต่อมุมข้อสะโพกในการปั่นจักรยานประเภทถนน ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มทดลองที่ผ่านโปรแกรมการฝึกมีมุมข้อสะโพกที่จังหวะบันไดจักรยานอยู่ตำแหน่งล่างสุด (Bottom dead center) และจังหวะบันไดจักรยานอยู่ตำแหน่งบนสุด (Top dead center) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งเมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่มก่อนและหลังการฝึก และเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมหลังการฝึก การลดลงของมุมสะโพกที่สังเกตได้นี้อาจบ่งชี้ถึงการพัฒนาความสามารถในการควบคุมเชิงกรานและท่าทางการปั่นที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น

ผลการวิจัยนี้เชื่อมโยงกับบทบาทของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว โดยการลดลงของมุมข้อสะโพกที่วัดได้หลังการฝึกสะท้อนถึงการเปลี่ยนแปลงในทางชีวกลศาสตร์ของท่าทางการปั่น ที่อาจมาจากการพัฒนาความแข็งแรงและความมั่นคงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว โดยมุมข้อสะโพกที่ลดลงในจังหวะบันไดจักรยานอยู่ตำแหน่งล่างสุด (Bottom dead center) และจังหวะบันไดจักรยานอยู่ตำแหน่งบนสุด (Top dead center) บ่งชี้ว่านักกีฬาอาจสามารถรักษาท่าทางการปั่นที่ก้มลำตัวได้ต่ำลงและคงที่มากขึ้นตลอดช่วงวงรอบขา (Kibler et al., 2006) ทำให้นักกีฬานิยมใช้มุมลำตัวต่ำเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทางแอโรไดนามิก ซึ่งการที่ลำตัวโน้มไปข้างหน้าเพิ่มขึ้นเพื่อลดแรงต้านลมให้น้อยที่สุด (Vicari et al., 2024) กลไกที่เป็นไปได้อีกประการหนึ่งคือ การฝึกแกนกลางลำตัวช่วยเพิ่มความสามารถในการควบคุมการจัดท่าทาง (Postural control) และเสถียรภาพของเชิงกราน ทำให้การโยกหรือการแกว่งของเชิงกราน (Pelvic rocking) ลดลง (Abt et al., 2007) การที่เชิงกรานมีความมั่นคงมากขึ้น ทำให้นักกีฬาสามารถรักษาระดับการเอียงของเชิงกรานได้คงที่ ส่งผลให้มุมระหว่างลำตัวกับต้นขาหรือมุมสะโพกมีขนาดลดลง โดยไม่จำเป็นต้องอาศัยการเพิ่มขึ้นของความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อเป็นหลัก กล่าวคือการเปลี่ยนแปลงนี้เป็นผลจากความสามารถในการคงตำแหน่งของเชิงกรานและลำตัวให้อยู่ในช่วงการเคลื่อนไหวที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ (Stanton et al., 2004) เสถียรภาพนี้ช่วยลดการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็นและอาจเป็นไปตามหลักความมั่นคงของส่วนต้นเพื่อการเคลื่อนไหวของส่วนปลาย (Proximal stability for distal mobility) ซึ่งความมั่นคงของส่วนกลางเป็นพื้นฐานให้ส่วนปลายเคลื่อนไหวและสร้างแรงได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Almansoof, 2023)

ผลการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้าที่แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของความมั่นคงของแกนกลางลำตัวต่อประสิทธิภาพในการปั่นจักรยาน การศึกษาของ Abt et al. (2007) พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างกลไกการปั่นกับความมั่นคงของแกนกลางลำตัว โดยชี้ให้เห็นว่าการทำงานของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวมีความเชื่อมโยงกับรูปแบบการเคลื่อนไหวของขาและประสิทธิภาพในการส่งกำลัง สอดคล้องกับการศึกษาของ Stanton et al. (2004) พบว่าการฝึกความมั่นคงของแกนกลางด้วย Swiss ball ช่วยพัฒนาความมั่นคงของลำตัวและข้อสะโพกในนักกีฬาประเภทอดทน ซึ่งอาจส่งผลเชิงบวกต่อประสิทธิภาพการเคลื่อนไหวโดยรวม และการศึกษาของ Kibler et al. (2006) ยังพบว่าเสถียรภาพของแกนกลางลำตัวเป็นปัจจัยพื้นฐานสำคัญสำหรับการเคลื่อนไหวที่มีประสิทธิภาพของแขนและขา ในทางกลับกัน การที่กลุ่มควบคุมไม่พบการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญของมุมข้อสะโพก นอกจากนี้ ผลการวิจัยยังสนับสนุนให้มีการบูรณาการโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวเข้าไปในตารางฝึกซ้อมปกติของนักปั่นจักรยานถนน โดยการพัฒนาความมั่นคงของแกนกลางลำตัวไม่เพียงแต่จะช่วยพัฒนาการควบคุมท่าทางและมุมข้อต่อในเชิงกลไกเท่านั้น แต่ยังอาจส่งผลต่อประสิทธิภาพโดยรวม เนื่องจากการส่งแรงจากขาไปยังแป้นถีบจะมีประสิทธิภาพสูงขึ้นเมื่อมีจุดยึด (Anchor point) ที่มั่นคง นอกจากนี้ การรักษาท่าทางที่เหมาะสมได้ยาวนานขึ้นภายใต้ความล้า ยังอาจช่วยลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บจากการใช้งานซ้ำ โดยเฉพาะอาการปวดหลังส่วนล่าง ซึ่งมีความชุกสูงในนักปั่นจักรยาน (Clarsen et al., 2010; Burnett et al., 2004) โปรแกรมการฝึกที่มีความก้าวหน้า (Progressive) เช่นเดียวกับในการศึกษานี้ ที่เพิ่มความท้าทายทั้งในด้านปริมาณและความไม่มั่นคงอาจจะมีส่วนสำคัญต่อการพัฒนาความสามารถด้านนี้

อย่างไรก็ตาม การศึกษาครั้งนี้มีข้อจำกัดบางประการ เช่น กลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็กและจำกัดเฉพาะนักกีฬาชาย การศึกษาในอนาคตควรขยายกลุ่มตัวอย่างให้มีความหลากหลายมากขึ้น รวมถึงเพศหญิง และศึกษาผลกระทบในระยะยาว นอกจากนี้ การทดสอบทั้งหมดดำเนินการในสภาพแวดล้อมห้องปฏิบัติการที่ควบคุมปัจจัยแวดล้อมบนเครื่องตั้งจักรยาน โดยสภาพการปั่นบนถนนจริงที่มีแรงสั่นสะเทือน ความลาดชัน และปัจจัยอื่น ๆ ที่แตกต่าง อาจส่งผลต่อการควบคุมท่าทางและการแสดงออกของความมั่นคงแกนกลางลำตัวที่แตกต่างออกไป

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยครั้งนี้สามารถสรุปได้ว่า ในเชิงกลไกการเคลื่อนไหวของร่างกาย โดยการลดลงของมุมข้อสะโพกหลังการฝึกกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว อาจสะท้อนว่านักปั่นสามารถควบคุมการเอียงของกระดูกเชิงกรานและการงอสะโพกได้ดีขึ้น ทำให้ตำแหน่งขณะปั่นคงที่มากขึ้น ส่งผลต่อการถ่ายแรงที่มีประสิทธิภาพมากกว่าเดิม โดยไม่เกิดการเคลื่อนไหวเกินความจำเป็นซึ่งอาจทำให้สูญเสียแรงหรือพลังงาน ผู้ฝึกสอนควรให้ความสำคัญกับการนำการฝึกกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวไปประยุกต์ใช้ในการฝึกซ้อมสำหรับนักกีฬาจักรยานประเภทถนน และสำหรับการศึกษาในอนาคต ควรขยายขนาดกลุ่มตัวอย่างและรวมประชากรที่หลากหลายยิ่งขึ้น นอกจากนี้ ควรศึกษาผลของการฝึกแกนกลางลำตัวต่อตัวแปรสมรรถภาพโดยตรงที่สัมพันธ์กับการแข่งขันมากขึ้น เช่น ประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (Cycling economy) ในสภาวะล้า ความสามารถในการรักษาความเร็วรอบขาขณะปั่นระยะทางไกล หรือแม้แต่เวลาการแข่งขันในสนามจริง เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

Abt, J. P., Smoliga, J. M., Brick, M. J., Jolly, J. T., Lephart, S. M., & Fu, F. H. (2007). Relationship between cycling mechanics and core stability. Journal of strength and conditioning research, 21(4), 1300–1304.

Almansoof, H. S., Nuhmani, S., & Muaidi, Q. (2023). Role of kinetic chain in sports performance and injury risk: A narrative review. Journal of medicine and life, 16(11), 1591–1596.

Asplund, C., & Ross, M. (2010). Core stability and bicycling. Current Sports Medicine Reports, 9(3), 155–160.

Bateman, J. (2014). Influence of positional biomechanics on gross efficiency within cycling. Journal of Science and Cycling, 3(2), 4-4.

Bini, R. R., & Hume, P. (2016). A comparison of static and dynamic measures of lower limb joint angles in cycling: Application to bicycle fitting. Human Movement, 17(1), 36-42.

Burnett, A. F., Cornelius, M. W., Dankaerts, W., & O'sullivan, P. B. (2004). Spinal kinematics and trunk muscle activity in cyclists: a comparison between healthy controls and non-specific chronic low back pain subjects-a pilot investigation. Manual Therapy, 9(4), 211–219.

Clarsen, B., Krosshaug, T., & Bahr, R. (2010). Overuse injuries in professional road cyclists. The American Journal of Sports Medicine, 38(12), 2494–2501.

Emanuele, U., & Denoth, J. (2012). Power-cadence relationship in endurance cycling. European Journal of Applied Physiology, 112(1), 365–375.

Hung, K. C., Chung, H. W., Yu, C. C., Lai, H. C., & Sun, F. H. (2019). Effects of 8-week core training on core endurance and running economy. PloS One, 14(3), e0213158.

Khiyami, A., Nuhmani, S., Joseph, R., Abualait, T. S., & Muaidi, Q. (2022). Efficacy of core training in swimming performance and neuromuscular parameters of young swimmers: A randomised control trial. Journal of Clinical Medicine, 11(11), 3198.

Kibler, W. B., Press, J., & Sciascia, A. (2006). The role of core stability in athletic function. Sports medicine (Auckland, N.Z.), 36(3), 189–198.

Millour, G., Velásquez, A. T., & Domingue, F. (2022). A literature overview of modern biomechanical-based technologies for bike-fitting professionals and coaches. International Journal of Sports Science and Coaching, 18(1), 292–303

Nak-eam, S., Rittiwat, R., & Rachanavee, P. (2019). Kinematics analysis of road cycling. Academic Journal Institute of Physical Education, 11(3), 85–96. (in Thai)

Rittiwat, R. (2003). Biomechanical analysis of long jumpers male and female. Mahidol University. (in Thai)

San Emeterio, C., Cochrane, D., Guillén-Rogel, P., & Marín, P. J. (2022). Short-term effects of lumbopelvic complex stability training in elite female road cyclists. Journal of Musculoskeletal and Neuronal Interactions, 22(1), 62–69.

San Emeterio, C., Menéndez, H., Guillén-Rogel, P., & Marín, P. J. (2021). Effect of cycling exercise on lumbopelvic control performance in elite female cyclists. Journal of Musculoskeletal and Neuronal Interactions, 21(4), 475–480.

Sofuoğlu, C., Güçhan Topçu, Z., & Bayrakcı Tunay, V. (2024). The effect of core stability training on ball-kicking velocity, sprint speed, and agility in adolescent male football players. PloS One, 19(6), e0305245.

Stanton, R., Reaburn, P. R., & Humphries, B. (2004). The effect of short-term Swiss ball training on core stability and running economy. Journal of Strength and Conditioning Research, 18(3), 522–528.

Turpin, N. A., & Watier, B. (2020). Cycling biomechanics and its relationship to performance. Applied Sciences, 10(12), 4112.

Vicari, D. S. S., Patti, A., Giustino, V., Belmonte, G., Alamia, G., Gervasi, M., Fernández Peña, E., Palma, A., Schena, F., Bianco, A., & Thomas, E. (2024). Hamstring and lower back muscles flexibility as predictor of saddle pressures in young off-road cyclists. Frontiers in Sports and Active Living, 6, 1472550.