

การวิเคราะห์คิเนมาติกส์ของการปั่นจักรยานประเภทถนน

ศุภณัฐ นาคเอี่ยม¹ วชิร ฤทธิวัชร¹ พรเทพ ราชนาวิ²

¹คณะบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

²คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบตัวแปรทางคิเนมาติกส์ ได้แก่ มุมของข้อเท้า ข้อเข่า ข้อสะโพก และจุดศูนย์กลางของร่างกายที่มีผลต่อความเร็วรอบขาในการปั่นจักรยานประเภทถนนของกลุ่มนักกีฬาสมัครเล่นและมืออาชีพ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือนักกีฬาจักรยานประเภทถนนสมัครเล่น 15 คน และมืออาชีพ 15 คน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมวิเคราะห์การเคลื่อนไหวแบบ 3 มิติ ทั้งหมด 6 ตัว ความเร็วกล้องในการจับภาพ 480 เฮิร์ต เพื่อวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของจุดศูนย์กลาง (CG) จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์โดยการหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่าต่ำสุด (Minimum) และค่าสูงสุด (Maximum) ของตัวแปรทางคิเนมาติกส์ ได้แก่ มุมข้อสะโพกข้อเข่า ข้อเท้าและการเคลื่อนที่ของจุดศูนย์กลาง (CG) และทำการเปรียบเทียบตัวแปรทางคิเนมาติกส์ระหว่างกลุ่มสมัครเล่นและมืออาชีพต่อความเร็วรอบขา โดยใช้สถิติ Pair t-test กำหนดค่านัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

ผลการวิจัยพบว่าค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของจุดศูนย์กลางของร่างกาย ในแต่ละช่วงรอบขาที่เปลี่ยนแปลงไป 70,80,90,100,110 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาถึงผลการเปรียบเทียบกลุ่มนักปั่นจักรยานทั้ง 2 กลุ่ม พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในทุกช่วงรอบขาที่ทำการทดสอบ และในส่วนของค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของมุมข้อสะโพก มุมข้อเข่า และมุมข้อเท้าในแต่ละช่วงรอบขาที่เปลี่ยนแปลงไป 70,80,90,100,110 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาถึงผลการเปรียบเทียบกลุ่มนักปั่นจักรยานทั้ง 2 กลุ่ม พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน

คำสำคัญ: คิเนมาติกส์ จุดศูนย์กลางของร่างกาย นักปั่นจักรยาน

KINEMATICS ANALYSIS OF ROAD CYCLING

Supanut Nak-eam¹, Watcharee rittiwat¹ and Phornthep Rachanavee²

¹Graduate school Srinakharinwirot University

²Bachelor of Science Program Suranaree University of Technology

Abstract

This study was conducted in an experimental research modul. The objective of this study was to compare the Kinematic variables, including the angle of the ankle, knee, hip and the center of the body, which affected leg speed in road cycling among amateur and professional athletes. The samples used in this research included fifteen amateur road bike athletes and fifteen professionals. The data were analyzed with a 3D motion analysis program to analyze the motion of the center of gravity (CG). The data were analyzed using mean, standard deviation, the minimum and maximum value of Kinetic variables, including hip joint, ankle and center of gravity (CG) which compare the Kinetic parameters between amateur and professional groups on leg speed using a pair of a t-test with a statistical significance level of 0.05.

The results showed that significant difference was found at the level of .05 in all aspects around the center of gravity of the body in each period at 70, 80, 90, 100 and 110, respectively. In addition, the mean and standard deviation of the angle of the hip, angle, knee and ankle angle were found in each period of at 70, 80, 90, 100 and 110, respectively. No significant difference was found in both groups.

Keywords kinematic, body's center of gravity, cyclist

บทนำ

กีฬาจักรยานเป็นกีฬาที่ได้รับความนิยมทั้งในประเทศและนานาชาติ เป็นกิจกรรมที่ช่วยส่งเสริมการท่องเที่ยว และการจัดกิจกรรมต่างๆ มีสถานที่จัดไว้สำหรับนักปั่นจักรยานเพื่ออำนวยความสะดวกและมีความปลอดภัยในการปั่นจักรยานมากขึ้นสำหรับผู้สนใจในการปั่นจักรยานเพื่อสุขภาพ หรือสามารถพัฒนาไปในระดับแข่งขันได้ อีกทั้งยังเป็นกีฬาที่ถูกระบุในการแข่งขันกีฬาโอลิมปิกและมีการแข่งขันในระดับโลกอีกหลายรายการ

ปัจจุบันนักปั่นจักรยานส่วนใหญ่มีการเข้าถึงนวัตกรรมและเทคโนโลยีต่างๆ ที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการปั่นให้ดียิ่งขึ้น เช่น ตัวถังจักรยาน ล้อ ชุดขับเคลื่อน หรือ Bike Fitting เพื่อการจัดท่าทางในการปั่นให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดบนจักรยานบนพื้นฐานของสภาพร่างกายที่ไม่เกิดอาการบาดเจ็บแบบถาวร เป็นต้นทั้งในการปั่นจักรยานเพื่อสุขภาพและการปั่นจักรยานเพื่อการแข่งขัน โดยเฉพาะในกีฬาจักรยานประเภทถนน (Road cycling) ซึ่งเป็นกีฬาที่เก็บเวลารวมจากระยะทางที่ไกล เพื่อให้ได้เวลาที่ดียิ่งที่สุด จึงเป็นกีฬาที่นอกจากจะต้องใช้ทักษะในการปั่นเพื่อการเคลื่อนที่ไปยังเป้าหมาย แล้ว ในการแข่งขันจักรยานประเภทถนนต้องใช้ความอดทนของร่างกาย กล้ามเนื้อ และจิตใจ เพื่อที่จะปั่นได้ตามเป้าหมายและแผนที่วางไว้ โดยประกอบไปด้วยหลายองค์ประกอบ การจัดระเบียบท่าทางในการปั่นจึงเป็นสิ่งสำคัญประการหนึ่งคือการจัดท่าทางในการปั่นเพื่อลดทอนความเจ็บปวดเมื่อยล้าเพื่อให้ได้เปรียบคู่ต่อสู้ หรือ การจัดท่าทางในการปั่นเพื่อทำเวลาให้ได้ดีและเกิดประสิทธิภาพในการปั่นที่สูงสุดและไม่เกิดอาการบาดเจ็บระหว่างปั่นหรืออาการบาดเจ็บที่ตามมาหลังการปั่น (Bateman. J., 2014) การวิเคราะห์ทางชีวกลศาสตร์ที่เป็นศาสตร์ของการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวของร่างกาย (Hatze, H., 1994) ที่จะช่วยและพัฒนาทักษะในการปั่นและการจัดตำแหน่งท่าทางในการปั่นจักรยานให้มีประสิทธิภาพสูงสุดปัจจุบันมีการใช้วิทยาศาสตร์การกีฬาและเทคโนโลยีการกีฬามาใช้ในการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวของนักกีฬาทั้งในการฝึกซ้อมและแข่งขันซึ่งช่วยให้ผู้ฝึกสอนและนักกีฬาทราบถึงตัวแปรที่สำคัญที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของกีฬาแต่ละประเภท ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาวิจัยของ Bateman. J. (2014) ที่ศึกษาชีวกลศาสตร์ในการปั่นจักรยานและการจัดระเบียบท่าทางเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการปั่น โดยศึกษาวิเคราะห์การเคลื่อนไหวของการปั่นจักรยานโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา อิทธิพลการทำ Bike Fitting ต่อประสิทธิภาพในการปั่นจักรยาน (Retül bike-fit system) ผลการวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่าสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพในการปั่นของนักกีฬานักปั่นจักรยานที่ผ่านการฝึกซ้อมได้ดีขึ้น และทำนองเดียวกันกับ Emanuele and Denoth. J. (2012) ที่ศึกษาเกี่ยวกับตัวแปรที่ได้จากการวิเคราะห์มุมของร่างกายในการปั่นจักรยานโดยทำการศึกษาความสัมพันธ์ของความเร็วรอบขาต่อความความอดทนในการปั่นจักรยาน พบว่า รอบขาที่เหมาะสมมีความสัมพันธ์ต่อการส่งออกพลังงาน และ Ericson, M.O., Nisell, R., & Németh. G. (1988) ได้ศึกษาในเชิงการวิเคราะห์มุมการเคลื่อนไหวของมุมในการปั่นทั้ง 3 พบว่า ความสูงของอานส่งผลต่อการงอของมุมระยะกลาง และมุมของระยะกลางส่งผลต่ออัตราการใช้พลังงานและปริมาณความหนักที่แตกต่างกัน และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Ettema, G., Lorås, H., & Leirdal, S. (2009) ที่ศึกษาการทำงานของมุมข้อต่อ ต่อแรงเหวี่ยง และการใช้แรงอย่างมีประสิทธิภาพ พบว่าการเกิดความเฉื่อยของข้อต่อระยะข้อมีผลต่อแรงเหวี่ยง และความแตกต่างของความเร็วเชิงมุม

ระยาค์ล่างเป็นตัวแปรสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงความเร็วรอบขา งานวิจัยที่ผ่านมาแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการจัดทำตารางในการปั่นจักรยาน โดยการนำชีวกลศาสตร์มาวิเคราะห์การเคลื่อนไหวเพื่อให้ทราบตัวแปรที่สำคัญที่จะนำไปพัฒนาเทคนิคและเพิ่มศักยภาพของนักกีฬา (Rittiwat W., 2003) และตัวแปรสำคัญที่ผู้วิจัยสนใจที่เกี่ยวข้องต่อประสิทธิภาพในการปั่นคือจุดศูนย์ถ่วงของร่างกาย (CG) เพราะจุดศูนย์ถ่วงของร่างกาย (CG) มีความสำคัญ เช่นในกีฬากรีฑา นักวิ่งระยะสั้นคือนักวิ่งที่ต้องการความเร็ว ดังนั้นการที่ยังมีจุดศูนย์ถ่วงต่ำใกล้พื้นเท่าใด ก็ยิ่งทำให้นักกีฬารักษาสมดุลของร่างกายได้ง่ายขึ้นเท่านั้น จากศึกษาที่ผ่านมาพบว่าอิทธิพลทางชีวกลศาสตร์รูปแบบในการขี่จักรยานต่อรูปแบบการวิ่ง ซึ่งอาจสามารถอธิบายความไม่สบายที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนจากการขี่จักรยานไปเป็นการวิ่ง ผลงานวิจัยระบุว่ากลศาสตร์ของผู้เข้าร่วมการทดลองจะไม่เปลี่ยนแปลงดังนั้น รูปแบบในการปั่นจักรยานกับการวิ่งไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางชีวกลศาสตร์ (Quigley, E. J., & Richards, J. G., 1996)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาวิเคราะห์ทางชีวกลศาสตร์ความสูงของจุดศูนย์ถ่วงของร่างกาย (CG) ที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการปั่นจักรยานประเภทถนน และเปรียบเทียบความสูงของจุดศูนย์ถ่วงของร่างกาย (CG) กับความเร็วรอบขาระหว่างนักปั่นจักรยานสมัครเล่น และมีอาชีพ เพื่อนำผลที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไข และพัฒนาทักษะในการปั่นจักรยานประเภทถนน ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาตัวแปรทางคิเนมาติกส์ ได้แก่ มุมของข้อเท้า ข้อเข่า ข้อสะโพก และจุดศูนย์ถ่วงของร่างกาย ในการปั่นจักรยานประเภทถนน
2. เพื่อเปรียบเทียบ มุมของข้อเท้า ข้อเข่า ข้อสะโพก และจุดศูนย์ถ่วงของร่างกาย กับความเร็วรอบขาระหว่างนักปั่นจักรยานสมัครเล่น และมีอาชีพ

สมมติฐานในการวิจัย

1. ตัวแปรทางคิเนมาติกส์ ได้แก่ มุมของข้อเท้า ข้อเข่า ข้อสะโพก และจุดศูนย์ถ่วงของร่างกายส่งผลต่อการปั่นจักรยานประเภทถนน
2. มุมของข้อเท้า ข้อเข่า ข้อสะโพก และจุดศูนย์ถ่วงของร่างกาย กับความเร็วรอบขาระหว่างนักกีฬาสสมัครเล่นและนักกีฬามีอาชีพ มีความแตกต่างกัน

วิธีการดำเนินการวิจัย

นักกีฬาจักรยานประเภทถนนสมัครเล่น 15 คนและมีอาชีพ 15 คนรวมจำนวน 30 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) และมีประสบการณ์ในการปั่นจักรยานประเภทถนนอย่างน้อย 1 ปี ไม่มีอาการบาดเจ็บที่ไม่สามารถปั่นจักรยานเพื่อทดสอบได้ และผู้ทดสอบรับทราบข้อมูล และลงชื่อยินยอมเข้าร่วมงานวิจัย โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬปั่นจักรยานมืออาชีพและมีสมัครเล่น ทำการทดลองโดยปั่นจักรยานจำลองสถานการณ์จริง และปั่นแบบอยู่กับที่ (Ergometer cycling) โดยใช้จักรยานของกลุ่มตัวอย่าง และกำหนดความ

แตกต่างกันในการปั่นที่จำนวนความเร็วรอบขา 5 ช่วงดังนี้ 70 80 90 100 110 รอบต่อวินาที (RPM) ตามลำดับและทำการปั่นช่วงละ 5 นาที นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยระบบการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวเป็นระบบสามมิติ วิเคราะห์ทั้งหมด 6 ตัว ความเร็วกล้องในการจับภาพ 480 เฮิร์ต

ผลการวิจัย

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบการทดสอบความสูงของจุดศูนย์ถ่วงของร่างกายของนักปั่นจักรยานสมัครเล่นและมืออาชีพ

รอบขา	กลุ่มตัวอย่าง	$\bar{X}$	S.D.	t	p
รอบขา 70	มือสมัครเล่น	0.011	0.008	3.118*	0.036
	มืออาชีพ	0.013	0.004		
รอบขา 80	มือสมัครเล่น	0.012	0.010	2.823*	0.048
	มืออาชีพ	0.010	0.002		
รอบขา 90	มือสมัครเล่น	0.013	0.451	4.980*	0.008
	มืออาชีพ	0.012	0.006		
รอบขา 100	มือสมัครเล่น	0.009	0.003	4.759*	0.009
	มืออาชีพ	0.013	0.005		
รอบขา 110	มือสมัครเล่น	0.006	0.003	2.987*	0.040
	มืออาชีพ	0.014	0.004		

*p < .05

จากตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของจุดศูนย์ถ่วงของร่างกาย ในแต่ละช่วงรอบขาที่เปลี่ยนแปลงไป 70,80,90,100,110 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาถึงผลการเปรียบเทียบกลุ่มนักปั่นจักรยานทั้ง 2 กลุ่ม พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในทุกช่วงรอบขาที่ทำการทดสอบ

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบการทดสอบมุมข้อสะโพกของนักปั่นจักรยานสมัครเล่นและมืออาชีพ

รอบขา	กลุ่มตัวอย่าง	$\bar{X}$	S.D.	t	p
รอบขา 70	มือสมัครเล่น	57.81	3.79	1.186	0.301
	มืออาชีพ	63.35	6.89		
รอบขา 80	มือสมัครเล่น	58.09	3.70	1.263	0.275
	มืออาชีพ	63.27	6.60		
รอบขา 90	มือสมัครเล่น	57.83	3.99	1.297	0.264

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบการทดสอบมุมข้อสะโพกของนักปั่นจักรยานสมัครเล่นและมืออาชีพ (ต่อ)

รอบขา	กลุ่มตัวอย่าง	$\bar{X}$	S.D.	t	p
รอบขา 100	มืออาชีพ	63.49	7.12	1.235	0.284
	มือสมัครเล่น	57.80	4.09		
รอบขา 110	มืออาชีพ	63.24	6.51	1.290	0.267
	มือสมัครเล่น	57.71	4.01		
	มืออาชีพ	63.25	6.69		

p > .05

จากตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของมุมข้อสะโพกในแต่ละช่วงรอบขาที่เปลี่ยนแปลงไป 70,80,90,100,110 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาถึงผลการเปรียบเทียบกลุ่มนักปั่นจักรยานทั้ง 2 กลุ่ม พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบการทดสอบมุมข้อเข่า ของนักปั่นจักรยานสมัครเล่นและมืออาชีพ

รอบขา	กลุ่มตัวอย่าง	$\bar{X}$	S.D.	t	p
รอบขา 70	มือสมัครเล่น	140.63	4.14	0.669	0.540
	มืออาชีพ	141.59	3.39		
รอบขา 80	มือสมัครเล่น	138.71	5.85	1.450	0.221
	มืออาชีพ	141.93	4.06		
รอบขา 90	มือสมัครเล่น	138.54	5.58	2.142	0.099
	มืออาชีพ	142.74	3.63		
รอบขา 100	มือสมัครเล่น	139.28	7.11	1.565	0.193
	มืออาชีพ	141.66	3.85		
รอบขา 110	มือสมัครเล่น	140.02	6.10	1.284	0.268
	มืออาชีพ	142.41	3.84		

p > .05

จากตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของมุมข้อเข่าในแต่ละช่วงรอบขาที่เปลี่ยนแปลงไป 70,80,90,100,110 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาถึงผลการเปรียบเทียบกลุ่มนักปั่นจักรยานทั้ง 2 กลุ่ม พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบการทดสอบมุมข้อเท้า ของนักปั่นจักรยานสมัครเล่นและมืออาชีพ

รอบขา	กลุ่มตัวอย่าง	$\bar{X}$	S.D.	t	p
รอบขา 70	มือสมัครเล่น	102.43	2.77	0.967	0.388
	มืออาชีพ	104.35	4.43		
รอบขา 80	มือสมัครเล่น	101.94	4.79	0.373	0.728
	มืออาชีพ	103.11	6.01		
รอบขา 90	มือสมัครเล่น	102.08	5.60	0.776	0.481
	มืออาชีพ	103.45	6.02		
รอบขา 100	มือสมัครเล่น	100.99	4.97	1.136	0.319
	มืออาชีพ	104.24	5.91		
รอบขา 110	มือสมัครเล่น	101.76	4.48	0.959	0.392
	มืออาชีพ	104.50	7.86		

$p > .05$

จากตารางที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของมุมข้อเท้าในแต่ละช่วงรอบขาที่เปลี่ยนแปลงไป 70,80,90,100,110 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาถึงผลการเปรียบเทียบกลุ่มนักปั่นจักรยานทั้ง 2 กลุ่มพบว่าไม่มีความแตกต่างกัน

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบตัวแปรทางคิเนมาติกส์ ได้แก่ มุมของข้อเท้า ข้อเข่า ข้อสะโพก และจุดศูนย์กลางของร่างกายที่มีผลต่อความเร็วรอบขาในการปั่นจักรยานประเภทถนนของกลุ่มนักกีฬาสมัครเล่น และมืออาชีพ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือนักกีฬาจักรยานประเภทถนนสมัครเล่น 15 คน และมืออาชีพ 15 คน รวมจำนวน 30 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) และมีประสบการณ์ในการปั่นจักรยานประเภทถนนอย่างน้อย 1 ปี ไม่มีอาการบาดเจ็บที่ไม่สามารถปั่นจักรยานเพื่อทดสอบได้ และผู้ทดสอบรับทราบข้อมูลและลงชื่อยินยอมเข้าร่วมงานวิจัย ผู้วิจัยให้กลุ่มตัวอย่างทำการทดลองโดยการปั่นจักรยานจำลองสถานการณ์จริงปั่นแบบอยู่กับที่ (Ergometer cycling) โดยใช้จักรยานของกลุ่มตัวอย่าง กำหนดความแตกต่างในการปั่นที่จำนวนความเร็วรอบขา 5 ช่วงดังนี้ 70 80 90 100 110 รอบต่อวินาที (RPM) ตามลำดับและทำการปั่นช่วงละ 5 นาที โดยวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมวิเคราะห์การเคลื่อนไหวนแบบ 3 มิติเพื่อวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของจุดศูนย์กลาง (CG)

จากนั้นนำข้อมูลที่ได้อาวิเคราะห์ด้วยระบบการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวนเป็นระบบสามมิติ โดยการบันทึกภาพการแสดงทักษะของนักกีฬาในท่าทางการปั่นจักรยานเสมือนจริง จำนวนกล้องที่ใช้ในการวิเคราะห์ทั้งหมด 6 ตัว ความเร็วกล้องในการจับภาพ 480 เฮิร์ต ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ย

($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่าต่ำสุด (Minimum) และค่าสูงสุด (Maximum) ของตัวแปรทางคิเนมาติกส์ ได้แก่ มุมข้อสะโพกข้อเข่า ข้อเท้าและการเคลื่อนที่ของจุดศูนย์กลางถ่วง (CG) และทำการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มสมัครเล่น และมีอาชีพเปรียบเทียบความสัมพันธ์ ต่อความเร็วรอบขา โดยใช้สถิติ Pair t-test กำหนดค่านัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

ผลการวิจัยพบว่า

1. ค่าเฉลี่ยอายุของกลุ่มตัวอย่าง เท่ากับ 24.43 ปี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.34 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักของกลุ่มตัวอย่าง เท่ากับ 68.21 กิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 14.67 ค่าเฉลี่ยส่วนสูงของกลุ่มตัวอย่าง เท่ากับ 171.89 เซนติเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 7.32 ค่าเฉลี่ยประสบการณ์การแข่งขันของกลุ่มตัวอย่าง เท่ากับ 10.12 ปี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.65

2. ค่าเฉลี่ยความสูงของจุดศูนย์กลางถ่วงของร่างกาย (CG) ของนักปั่นจักรยานสมัครเล่น และมีอาชีพ ในรอบขา 70 เท่ากับ 0.011 และ 0.013 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.008 และ 0.004 ในรอบขา 80 เท่ากับ 0.012 และ 0.010 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.010 และ 0.002 ในรอบขา 90 เท่ากับ 0.013 และ 0.012 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.451 และ 0.006 ในรอบขา 100 เท่ากับ 0.009 และ 0.013 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.003 และ 0.005 และในรอบขา 110 เท่ากับ 0.006 และ 0.003 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.014 และ 0.004

3. ค่าเฉลี่ยมุมข้อสะโพกของนักปั่นจักรยานสมัครเล่น และมีอาชีพ ในรอบขา 70 เท่ากับ 57.81 และ 63.35 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.79 และ 6.89 ในรอบขา 80 เท่ากับ 58.09 และ 63.27 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.70 และ 6.60 ในรอบขา 90 เท่ากับ 57.83 และ 63.49 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.99 และ 7.12 ในรอบขา 100 เท่ากับ 57.80 และ 63.24 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.09 และ 6.51 และในรอบขา 110 เท่ากับ 57.71 และ 63.25 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.01 และ 6.69

4. ค่าเฉลี่ยมุมข้อเข่าของนักปั่นจักรยานสมัครเล่น และมีอาชีพ ในรอบขา 70 เท่ากับ 140.63 และ 141.59 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.14 และ 3.39 ในรอบขา 80 เท่ากับ 138.71 และ 141.93 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.85 และ 4.06 ในรอบขา 90 เท่ากับ 138.54 และ 142.74 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.58 และ 3.63 ในรอบขา 100 เท่ากับ 139.28 และ 141.66 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 7.11 และ 3.85 และในรอบขา 110 เท่ากับ 140.02 และ 142.41 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.10 และ 3.84

5. ค่าเฉลี่ยมุมข้อเท้าของนักปั่นจักรยานสมัครเล่น และมีอาชีพ ในรอบขา 70 เท่ากับ 102.43 และ 104.35 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.77 และ 4.43 ในรอบขา 80 เท่ากับ 101.94 และ 103.11 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.79 และ 6.01 ในรอบขา 90 เท่ากับ 102.08 และ 103.45 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.60 และ 6.02 ในรอบขา 100 เท่ากับ 100.99 และ 104.24 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.97 และ 5.91 และในรอบขา 110 เท่ากับ 101.76 และ 104.50 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.48 และ 7.86

6. ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของจุดศูนย์ถ่วงของร่างกาย ในแต่ละช่วงรอบขาที่เปลี่ยนแปลงไป 70, 80, 90, 100, 110 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาถึงผลการเปรียบเทียบกลุ่มนักปั่นจักรยานทั้ง กลุ่ม 2 พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในทุกช่วงรอบขาที่ทำการทดสอบ

7. ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของมุมข้อสะโพกในแต่ละช่วงรอบขาที่เปลี่ยนแปลงไป 70, 80, 90, 100, 110 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาถึงผลการเปรียบเทียบกลุ่มนักปั่นจักรยานทั้ง กลุ่ม 2 พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน

8. ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของมุมข้อเข่าในแต่ละช่วงรอบขาที่เปลี่ยนแปลงไป 70, 80, 90, 100, 110 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาถึงผลการเปรียบเทียบกลุ่มนักปั่นจักรยานทั้ง กลุ่ม 2 พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน

9. ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของมุมข้อเท้าในแต่ละช่วงรอบขาที่เปลี่ยนแปลงไป 70, 80, 90, 100, 110 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาถึงผลการเปรียบเทียบกลุ่มนักปั่นจักรยานทั้ง กลุ่ม 2 พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้วิเคราะห์ตัวแปรทางคิเนเมติกส์ในกีฬาปั่นจักรยานประเภทถนน โดยการจำลองการปั่นเสมือนจริง ซึ่งทำการทดสอบโดยเก็บข้อมูลด้วยการวิเคราะห์แบบ 3D เปรียบเทียบ มุมของข้อเท้า ข้อเข่า ข้อสะโพก และจุดศูนย์ถ่วงของร่างกาย โดยกำหนดความเร็วรอบขาที่แตกต่างกัน 70, 80, 90, 100, 110 ตามลำดับ ระหว่างนักปั่นจักรยานสมัครเล่นและมืออาชีพ ผลการวิจัยพบว่า

1. การเปรียบเทียบตัวแปรทางคิเนเมติกส์ มุมข้อสะโพก ข้อเข่า และข้อเท้า ของกลุ่มมือสมัครเล่นและมืออาชีพที่มีความเร็วรอบขาที่แตกต่างกัน 70, 80, 90, 100, 110 ตามลำดับ ในการปั่นจักรยานประเภทถนน ผลของการเปรียบเทียบพบว่าไม่มีความแตกต่าง การเปลี่ยนแปลงทางชีวกลศาสตร์สามารถปรับปรุงประสิทธิภาพในการปั่นของนักกีฬาปั่นจักรยานที่ผ่านการฝึกซ้อมการวิเคราะห์ในอนาคต แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มที่เป็นไปได้ ที่ขึ้น อยู่กับประสบการณ์การขี่จักรยาน ในงานศึกษาครั้งนี้ไม่พบความแตกต่าง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Bateman J. (2014) ที่ศึกษาอิทธิพลของการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวของการปั่นจักรยาน (Bike Fitting) โดยทำการทดสอบ Retül bike fit ผลการศึกษาพบว่ามุมการเคลื่อนไหวตัวแปรทางคิเนเมติกส์ มุมข้อสะโพก ข้อเข่า และข้อเท้า ระหว่างทั้ง 2 กลุ่มไม่มีความแตกต่างต่อความเร็วรอบขาที่กำหนดให้ แต่ไม่สอดคล้องกับการศึกษาของ Ericson, M.O., Nisell, R., & Németh, G. (1988) ที่ศึกษาการทำงานของกล้ามเนื้อน่องในการปั่นจักรยาน ผลการศึกษาพบว่าตัวแปรทางคิเนเมติกส์ มุมข้อสะโพก มีการเปลี่ยนแปลงไปในกลุ่มนักปั่นสมัครเล่น จากการกำหนดความเร็วรอบขาที่มากขึ้นที่รอบขา 100 และ 110 ตามลำดับ เหตุผลอาจเนื่องจากรอบขาที่กำหนดเพิ่มขึ้นส่งผลต่อตัวแปรทางคิเนเมติกส์ มุมข้อสะโพก ทำให้มุมสะโพกเปลี่ยนแปลงไป เมื่อใช้รอบขาที่สูงขึ้น เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Emanuele and Denoth J. (2012) ทำการศึกษาความสัมพันธ์ของความเร็วรอบขาต่อความความอดทนในการปั่นจักรยาน กับนักปั่นจักรยานมืออาชีพทั้งหมด 8 คน โดยทำการทดสอบรอบขา 70, 80, 90, 100, และ 110 รอบต่อนาที โดยหาความสัมพันธ์กับปริมาณกรดแลคติกในเลือด ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่ารอบขาที่เหมาะสมมี

ความสัมพันธ์ต่อการส่งออกพลังงานและปริมาณกรดแลคติกในเลือด อาจเป็นไปได้ว่ากลุ่มนักปั่นสมัครเล่นมีการฝึกฝนทักษะในการปั่น การควบคุมการกดและดึงลูกบันได รวมไปถึงการควบคุมมัดกล้ามเนื้อที่ใช้ในการปั่นจักรยานได้ไม่ตรงจุดหรือ ไม่มากพอ เกิดการกดลูกบันไดที่มากจนเกินไปทำให้ลำตัว และมุมข้อสะโพกมีการเปลี่ยนแปลงไปจากการใช้รอบขาที่สูง และงานวิจัยของ Costes, A., Turpin, N.A., Villegier, D., Moretto, P., & Watier, B. (2016) ศึกษาอิทธิพลของท่าทางในการปั่นจักรยานต่อการส่งออกพลังงาน โดยดูโดยค่าแรงเหวี่ยงที่มีพลังตั้งแต่ 20% ($112 \pm 19W$) ถึง 120% ($675 \pm 113W$) ผลการศึกษาพบว่า ตัวแปรมุมสะโพกส่งผลต่อการปั่นจักรยานประเภทถนนอย่างเช่น การควงรอบขา การกดลูกบันได ซึ่งเป็นปัจจัยหลักที่จะทำให้การปั่นอย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมา Leirdal S. & Ettema G. (2011) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง รอบขา การกดบันได และเทคนิคในการปั่นจักรยาน ผลการศึกษาพบว่าการวางแนวร่างกายหรือการปรับเปลี่ยนที่หนึ่งจะมีความสัมพันธ์เพื่อพัฒนารอบขาและการวางแนวร่างกายและตำแหน่งที่หนึ่งที่ใช้ในการขี่จักรยาน และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Costes, A., Turpin, N.A., Villegier, D., Moretto, P., & Watier, B. (2016) ศึกษาอิทธิพลของท่าทางในการปั่นจักรยานต่อการส่งออกพลังงาน จากการนั่งหรือยืนปั่น ผลการศึกษาพบว่า ท่าทางในการปั่นและตำแหน่งในการปั่นมีผลต่อการส่งออกพลังงานทั้งในรูปแบบรอบขาและพลังในการกดลูกบันได

2. การเปรียบเทียบตัวแปรทางคิเนเมติกส์ จุดศูนย์ถ่วงของร่างกาย ของกลุ่มมือสมัครเล่น และมีอาชีพที่มีความเร็วรอบขาที่แตกต่างกัน 70,80,90,100,110 ตามลำดับ ในการปั่นจักรยานประเภทถนน ผลของการเปรียบเทียบ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในทุกช่วงรอบขาที่ทำการทดสอบซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานในการวิจัย การที่จุดศูนย์ถ่วงของร่างกายมีการเปลี่ยนแปลงระดับความสูงต่ำในขณะวิ่งย่อมมีผลกระทบต่อความสมดุลและความมั่นคงในการทรงตัวตลอดจนถึงความเร็วในการวิ่ง การช่วยปรับระดับจุดศูนย์ถ่วงของร่างกายให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม และช่วยควบคุมจุดศูนย์ถ่วงให้อยู่ในแนวหรือระดับที่ต้องการจะทำให้โอกาสที่จะเสียการทรงตัวขณะเร่งความเร็วในการวิ่งน้อยลงไป ก่อให้เกิดความสัมพันธ์ที่มั่นคงและความเร็วในการวิ่งได้ดียิ่งขึ้น การจัดทำท่าทางในการปั่นเพื่อทำเวลาให้ได้ดีและเกิดประสิทธิภาพในการที่สูงสุด ด้านชีวกลศาสตร์จึงเป็นอีกปัจจัยหนึ่ง ที่จะช่วยและพัฒนาทักษะในการปั่น และการจัดตำแหน่งท่าทางในการปั่นจักรยานเพื่อให้มีประสิทธิภาพสูงสุด จากผลการศึกษาที่พบมีข้อสังเกตว่าตัวแปรทางคิเนเมติกส์ จุดศูนย์ถ่วงของร่างกาย มีการเปลี่ยนแปลงไปในกลุ่มนักปั่นสมัครเล่น ซึ่งอาจเป็นเพราะว่ารอบขาที่กำหนดส่งผลต่อการส่งออกพลังงานทำให้เกิดอาการเมื่อยล้าจากการใช้รอบขาที่สูง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Emanuele and Denoth J. (2012) ทำการศึกษาความสัมพันธ์ของความเร็วรอบขาต่อความความอดทนในการปั่นจักรยาน โดยให้ผลออกมาว่ารอบขาที่เหมาะสมมีความสัมพันธ์ต่อการส่งออกพลังงาน และปริมาณกรดแลคติกในเลือด เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Leirdal S. & Ettema G. (2011) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างรอบขา การกดบันได และ เทคนิคในการปั่นจักรยาน ผลการศึกษาพบว่าการวางแนวร่างกายหรือการปรับเปลี่ยนที่หนึ่งจะมีความสำคัญเพราะทำให้รอบขามี

การพัฒนา และควรฝึกการวางแนวร่างกายและตำแหน่งที่นั่งที่ใช้ในการขี่จักรยานอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งจะนำไปสู่ส่วนสำคัญในการพัฒนาหรือออกแบบการฝึกที่มีผลต่อการปั่นจักรยานอย่างมีประสิทธิภาพ

สรุปได้ว่าตัวแปรทางคิเนเมติกส์ มุมข้อสะโพก หากมีการเคลื่อนไหวมากจนทำให้มีการเคลื่อนที่ในแนวตั้งของจุดศูนย์ถ่วงของร่างกาย ซึ่งจะทำให้จุดศูนย์ถ่วงของร่างกายเปลี่ยนแปลงไป เมื่อใช้ตัวกำหนดเป็นรอบขาที่สูงขึ้น การเปลี่ยนแปลงความเร็วรอบขาที่สูงขึ้นจึงส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของจุดศูนย์ถ่วงของร่างกายซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่มีผลต่อทักษะในการปั่น การควบคุมรอบขา และเปลี่ยนแปลงรอบขาตามความเป็นจริง ในกีฬาจักรยานประเภทถนน เพื่อให้เกิดการปั่นเพื่อให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. ช่วงการเก็บข้อมูล ควรควบคุมปัจจัยภายนอก เช่น แสง และตัวปล่อยสัญญาณ ที่ส่งผลกระทบต่อกล้องในการตรวจจับสัญญาณให้การเก็บข้อมูลเคลื่อนน้อยและได้ผลไวที่สุด
2. ควบคุมปัจจัยอื่นๆ ที่ส่งผลกระทบต่อส่งออกพลังงาน เช่น ขนาดของเฟือง การใช้เกียร์ เป็นต้น

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาการวิเคราะห์มุมการเคลื่อนไหวของจุดศูนย์ถ่วงของร่างกายจากเวลาในการปั่นที่เสมือนจริงโดยทำการทดลองกลางแจ้ง
2. ควรมีการศึกษาทางด้านคิเนติกส์ในเรื่องของแรงที่เกิดบนลูกบิดในขณะการปั่นควบคุม เพื่อนำผลที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขและพัฒนาทักษะในการปั่นจักรยานประเภทถนน

Reference

- Bateman, J. (2014). Influence of positional biomechanics on gross efficiency within cycling. *Journal of Science and Cycling*, 3(2), 4.
- Costes, A., Turpin, N. A., Villeger, D., Moretto, P., & Watier, B. (2016). Influence of position and power output on upper limb kinetics in cycling. *Journal of Applied Biomechanics*, 32(2), 140-149.
- Emanuele, U., & Denoth, J. (2012). Influence of road incline and body position on power-cadence relationship in endurance cycling. *European Journal of Applied Physiology*, 112(7), 2433-2441.
- _____. (2012). Power-cadence relationship in endurance cycling. *European Journal of Applied Physiology*, 112(1), 365-375.

- Ericson, M. O., Nisell, R., & Németh, G. (1988). Joint motions of the lower limb during ergometer cycling. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 9(8), 273-278.
- Ettema, G., Lorås, H., & Leirdal, S. (2009). The effects of cycling cadence on the phases of joint power, crank power, force and force effectiveness. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 19(2), e94-e101.
- Hatze, H. (1994). Impact probability distribution, sweet spot, and the concept of an effective power region in tennis rackets. *Journal of Applied Biomechanics*, 10(1), 43-50.
- Leirdal, S., & Ettema, G. (2011). The relationship between cadence, pedalling technique and gross efficiency in cycling. *European Journal of Applied Physiology*, 111(12), 2885-2893.
- Quigley, E. J., & Richards, J. G. (1996). The effects of cycling on running mechanics. *Journal of Applied Biomechanics*, 12(4), 470-479.
- Rittiwat, W. (2003). *Biomechanical analysis of long jumpers male and female*. Mahidol University.

Received : 30 January, 2018

Revised : 27 May, 2018

Accepted : 13 June, 2018