บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้เขียนได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและปัจจัยที่มีผลต่อเวลาในการทดสอบ นำมาเสนอดังต่อไปนี้

1. ประเภทของจักรยาน
2. ตัวแปรที่มีผลต่อความเร็วของจักรยาน
3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ประเภทของจักรยาน

จักรยานได้ถูกประดิษฐ์ คิดค้นและพัฒนาขึ้นมา ให้มีลักษณะแตกต่างกันออกไปแล้วแต่ประเภทของการใช้งาน โดยสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ ตามคุณสมบัติของการใช้งาน ได้แก่

1. จักรยานประเภทถนน (Road Bicycle)

เป็นจักรยานที่ใช้มาแต่ดั้งเดิมโดย มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อใช้เป็นพาหนะในการเดินทางคมนาคม อาจแบ่งย่อยได้อีกหลายประเภท ตั้งแต่จักรยานที่ใช้ในชีวิตประจำวัน จนไปถึงจักรยานพิเศษที่ใช้ในการแข่งขัน

จักรยานประเภทนี้จะมีคุณสมบัติที่ เน้นเรื่องความเร็ว และความสบายในการขับขี่เป็นสำคัญ เพราะต้องใช้งานเป็นระยะเวลานานๆ มักมีรูปทรงที่ปราดเปรียวไม่เทอะทะ วงล้อและยางที่ใช้เป็นรูปแบบที่ออกแบบมาสำหรับการใช้งานบนถนนโดยเฉพาะ

น้ำหนักโดยประมาณของจักรยานประเภทนี้จะมีตั้งแต่ 14-15 กิโลกรัมสำหรับการใช้งานทั่วๆไปจนถึงจักรยานแบบพิเศษที่สร้างเพื่อการแข่งขันอาจมีน้ำหนักเพียง 6 กิโลกรัมเท่านั้น

2. จักรยานประเภทลู่ (Track Bicycle)

เป็นจักรยานที่พัฒนามาจากจักรยานประเภทถนน แต่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการแข่งขันโดยเฉพาะ โดยทั่วไปจะใช้ขับขี่ในสนามแข่งขันสำหรับจักรยานเป็นพิเศษ เรียกว่า เวโลโดรม (Velodrome) จักรยานประเภทนี้จะมีการคิดค้นและพัฒนา อยู่ตลอด ด้วยเหตุผลว่าเป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับแข่งขันโดยเฉพาะนั่นเอง คุณสมบัติ ของจักรยานประเภทนี้จะ เน้นเรื่องความเร็วเป็นหลัก โดยมีการออกแบบที่ใช้หลักอากาศพลศาสตร์ (Aerodynamics) และจำเป็นต้องใช้วัสดุที่มีความแข็งแรงสูงเป็นส่วนประกอบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ส่วนประกอบที่แตกต่างจากจักรยานประเภทอื่นๆอย่างเห็นได้ชัดคือ จักรยานประเภทลู่จะไม่มี เบรก และเกียร์เป็นส่วนประกอบของรถ และไม่มีฟรีวีล (Free wheel) ทำให้ไม่สามารถผ่อนขาได้ ขณะที่รถมีการเคลื่อนไหว การตั้งอัตราทดของระบบขับเคลื่อนจะทำได้โดยการเปลี่ยนอุปกรณ์ ก่อนที่จะเริ่มขับขี่เท่านั้น ส่วนประกอบอื่นๆ ที่ไม่มีความจำเป็นในการขับขี่ จะถูกตัดออกทั้งหมด จักรยานประเภทนี้จะมีน้ำหนักอยู่ประมาณ 7-10 กิโลกรัม

3. จักรยานวิบากหรือเสือภูเขา (Mountain Bike)

เป็นจักรยานที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากในปัจจุบัน เนื่องจากมีประโยชน์ใช้สอยที่หลากหลาย สามารถดัดแปลง ให้ใช้งานได้หลายประเภท ทั้งบนถนนทางเรียบ หรือทางขรุขระ เช่น สามารถนำมาใช้งานเป็นยานพาหนะได้ในชีวิตประจำวัน หรือใช้แข่งขันในภูมิประเทศที่ทุรกันดารได้

จักรยานประเภทนี้มักมีรูปทรงที่แข็งแรง และมีการออกแบบที่หลากหลายแตกต่างกันออกไปตามสภาพของการใช้งาน ที่เห็นได้ชัดคือมีเรื่องของระบบกันสะเทือน (Suspension) เข้ามาเกี่ยวข้องด้วยอย่างมาก

ด้วยประโยชน์ใช้สอยที่หลากหลายและรูปแบบต่างๆที่มีให้เลือกอย่างมากมาย จึงทำให้จักรยานประเภทนี้เป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยจักรยานประเภทนี้จะมีน้ำหนักอยู่ประมาณ 9-18 กิโลกรัม ตามประเภทของการใช้งาน

ตัวแปรที่มีผลต่อความเร็วของจักรยาน

เมื่อมีการขับเคลื่อนจักรยานให้เคลื่อนที่เป็นแนวตรง จะมีแรงเสียดทานเกิดขึ้นในลักษณะต่างๆ ซึ่งจะส่งผลต่อความเร็วในการเคลื่อนที่ของรถจักรยาน โดยสามารถแบ่งประเภทของแรงเสียดทางดังกล่าวนี้ได้ 5 ประเภทด้วยกัน

1. แรงเสียดทานจากอากาศ จากกระแสลมที่พัดหรือ จากการเคลื่อนที่ของจักรยานเองผ่านอากาศ
2. แรงดึงดูด เมื่อถนนไม่ได้อยู่ในระดับราบ
3. แรงเฉื่อย (Inertia force) ที่เกิดจากการเร่ง หรือ ลดความเร็วของจักรยาน
4. แรงเสียดทานระหว่างยางกับพื้นผิว (Rolling resistance)
5. แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นภายในลูกปืน หรือจุดหมุนต่างๆ (Bearing friction)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

1. แรงเสียดทานจากอากาศ จากกระแสลมที่พัดหรือ จากการเคลื่อนที่ของจักรยานเองผ่านอากาศ โดยเมื่อจักรยานเคลื่อนที่ด้วยความเร็วต่ำบนพื้นผิวที่ราบเรียบ และไม่มีกระแสลม แรงเสียดทานจากลูกปืนและ แรงเสียดทานระหว่างยางกับพื้นผิว จะมีอิทธิพลต่อความเร็วของรถจักรยานเป็นส่วนใหญ่

แต่เมื่อความเร็วเพิ่มมากขึ้น แรงเสียดทานจากอากาศจะมีผลต่อความเร็วของจักรยานมากขึ้น เช่นที่ความเร็วมากกว่า 40 กิโลเมตร ต่อชั่วโมง แรงเสียดทานอากาศจะมีผลมากถึงร้อยละ 90 ของ แรงเสียดทานทั้งหมดที่มีผลต่อรถจักรยาน (Kyle, 1988)

การลดแรงเสียดทานจากอากาศ สามารถทำได้โดยปรับแต่งท่าทางในการขี่ หรือเปลี่ยนใช้อุปกรณ์ที่มีส่วนช่วยในการลดแรงเสียดทานอากาศ ไม่ว่าจะเป็นตัวถังรถจักรยาน วงล้อ หรือส่วนประกอบอื่นๆ แต่อย่างไรในการเปลี่ยนใช้อุปกรณ์ที่มีส่วนช่วยดังกล่าวอาจมีผลให้ต้องเพิ่มน้ำหนักของรถจักรยานขึ้นได้ (Martin, Cobb, 2002)

2. แรงดึงดูด จะมีผลต่อความเร็วของจักรยานอยู่ 2 ส่วนใหญ่ๆ

ส่วนที่หนึ่ง จะเป็นตัวฉุดให้จักรยานเคลื่อนที่ช้าลงเมื่อต้องไต่ระดับขึ้นทางลาดหรือเนินเขา และในขณะเดียวกันก็จะเป็นส่วนช่วยดึงจักรยานให้มีความเร็วในการเคลื่อนที่มากขึ้นในทางลาดลง แต่อย่าไรก็ตาม ความเร็วในการเคลื่อนที่ลงทางลาดของจักรยาน ก็ไม่เพียงพอที่จะช่วยชดเชยกับความเร็วที่ต้องสูญเสียไปในช่วงทางขึ้น ความเร็วเฉลี่ยของจักรยานที่เคลื่อนที่ในเส้นทางที่เป็นเนินเขาจึงน้อยกว่า ในทางราบเรียบ

การลดน้ำหนักของจักรยาน หรืออุปกรณ์ลงจึงมีส่วนช่วยให้จักรยานเคลื่อนที่ได้เร็วมากขึ้นในทางลาดขึ้น ส่งผลต่อเวลารวมที่ดีขึ้น

ส่วนที่สอง แรงดึงดูดจะส่งผลกับอุปกรณ์ต่างๆ ทำให้มีแรงเสียดทานมากขึ้น ยกตัวอย่าง เช่นจักรยานที่มีน้ำหนักมากกว่า จะมีแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่างยางกับพื้นผิวถนน และภายในลูกปืน จุดหมุนต่างๆ ก็จะมีแรงเสียดทานมากขึ้นด้วย เนื่องจากมีน้ำหนักที่ต้องแบกรับมากขึ้นนั่นเอง

3. แรงเฉื่อย อ้างอิงจากกฎข้อที่สองของนิวตัน F= ma จะเป็นตัวอธิบายเกี่ยวกับผลของแรงเฉื่อยที่มีต่อจักรยานได้เป็นอย่างดี จากสมการนี้หากเราต้องการเพิ่มอัตราเร่งของจักรยาน สามารถทำได้โดย เพิ่มแรงที่ใช้ออกไป หรือ ลดน้ำหนักของมวลลง

ในเรื่องของการเร่งความเร็วนั้น ถึงจะมีผลค่อนข้างน้อยแต่ก็เป็นส่วนสำคัญมากในการแข่งขัน ยกตัวอย่างเช่นนักกีฬาจักรยานคนหนึ่ง สามารถเร่งความเร็วออกตัวจักรยานจากสภาพที่อยู่นิ่งในระยะทาง 100 เมตร ได้ในระยะเวลา10 วินาที แต่ถ้ารถจักรยานที่ใช้มีน้ำหนักมากขึ้น 1 กิโลกรัม ด้วยแรงที่เท่ากันนักจักรยานคนดังกล่าวจะสูญเสียเวลาไป 0.06 วินาทีในระยะทาง 100

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เมตร นั่นหมายถึงระยะทางประมาณ 0.8 เมตร ที่แพ้ให้กับนักกีฬาที่ใช้จักรยานเบากว่า รถจักรยานที่มีน้ำหนักเบาจึงเป็นความได้เปรียบ อย่างหนึ่งในการแข่งขัน

4. แรงเสียดทานระหว่างยางกับพื้นผิว (Rolling resistance) การใช้ยางที่มีการออกแบบเพื่อการแข่งขันโดยเฉพาะ จะมีส่วนช่วยในการลดแรงเสียดทานในจุดนี้ได้ (Kyle & Burke, 1984) โดยยางจักรยานที่มีค่าแรงเสียดทานระหว่างพื้นผิวต่ำจะมีน้ำหนักเบา ได้ถึง 130 กรัม ต่อเส้นแต่สามารถอัดลมให้มีแรงดันได้มากถึง 220 psi และจะมีความบาง ทั้งยางในและยางนอก รวมทั้งมีดอกยางที่ราบเรียบสม่ำเสมอ

ปัจจัยอื่นๆที่ส่งผลต่อ แรงเสียดทานระหว่างยางกับพื้นผิวได้แก่ ความราบเรียบของพื้นผิว, วัสดุที่ใช้ทำยาง รวมทั้งการผลิต, แรงดันของลมยาง และน้ำหนักที่วงล้อต้องแบกรับ ซึ่งล้วนส่งผลต่อแรงเสียดทานระหว่ายางกับพื้นผิวทั้งสิ้น

5. แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นภายในลูกปืน หรือจุดหมุนต่างๆ (Bearing friction) มีผลมาจากประเภทละชนิดของลูกปืนเป็นส่วนใหญ่ โดยหลักๆ จะมีประเภทของลูกปืนที่ใช้ในจุดหมุนในจักรยานอยู่ สอง ประเภท คือลูกปืนแบบเม็ด และลูกปืนแบบตลับ โดยส่วนประกอบของจักรยานที่มีความสำคัญดังกล่าวที่เห็นได้ชัดเจนคือดุมล้อ การเลือกใช้ลูกปืนแบบต่างๆ รวมทั้งชนิดของสารหล่อลื่น ล้วนส่งผลต่อแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นทั้งสิ้น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Swain et al (1987) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับผลของความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักตัว กับกำลัง, ความเร็ว, แคลลอรี่ และการใช้ออกซิเจน บนทางราบที่ไม่มีกระแสลมพบว่านักกีฬาที่ยิ่งมีน้ำหนักตัวมาก จำเป็นที่จะต้องใช้ กำลังมากขึ้นในการขับเคลื่อนจักรยานเนื่องจากมีแรงเสียดทานกับอากาศมากขึ้นตามขนาดของร่างกาย

นักกีฬาที่มีน้ำหนักตัวเบายังมีความได้เปรียบขณะขับขี่จักรยานบนทางลาดขึ้นเขา อย่างไรก็ตาม ลักษณะประเภทของกล้ามเนื้อก็มีผลต่อประสิทธิภาพ การใช้ออกซิเจนด้วย (Sjogaard et al,1982) เช่น นักกีฬาจักรยานระยะสั้น (Sprinter) จะมีขนาดกล้ามเนื้อส่วนใหญ่เป็นแบบ Fast-twitch ทำให้สามารถเร่งความเร็วสูงสุดได้สูงกว่านักกีฬาจักรยานที่มีน้ำหนักตัวน้อยกว่า เนื่องจากมีพละกำลังที่สามารถทำได้มากกว่านั่นเอง

ผลของการศึกษาได้อ้างถึงว่า นักกีฬาจักรยานประเภทถนนที่มีน้ำหนักตัวเหมาะสมกับการแข่งขัน ควรจะมีน้ำหนักตัวอยู่ในช่วง 64-73 กิโลกรัม ส่วนนักกีฬาที่เป็นเลิศในระยะสั้น จะมีน้ำหนักตัวมากกว่า 91 กิโลกรัม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Coyle et al (1991) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับสมรรถภาพในการขี่จักรยานในนักกีฬาจักรยานระดับแนวหน้า พบว่าในการแข่งขันแบบจับเวลานักกีฬาที่มีน้ำหนักตัวมากจะมีประสิทธิภาพในการทำเวลาได้เร็วกว่า โดยอาจประเมินได้ว่า นักกีฬาจักรยานที่มีน้ำหนักตัวประมาณ 79 กิโลกรัมจะทำเวลาในระยะทางแข่งขัน 40 กิโลเมตร ได้ดีกว่านักกีฬาที่น้ำหนักตัวประมาณ 63 กิโลกรัม

Danh et al (1991) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นภายในลูกปืนของดุมล้อจักรยาน โดยได้ทำการทดสอบและเปรียบเทียบระหว่างลูกปืนประเภทต่างๆ และสารหล่อลื่นที่ต่างๆกัน และได้ข้อสรุปว่า

ระบบลูกปืนแบบกรวยและถ้วย (cup&cone) ที่มีการปรับแต่งดีใช้น้ำมันหล่อลื่นที่มีความข้นต่ำ (20W) มีค่าแรงเสียดทานน้อยที่สุด โดยมีค่าแรงเสียดทานน้อยกว่าระบบลูกปืนแบบตลับ (sealed bearing) ที่ไม่มีซีลปิดและใช้น้ำมันหล่อลื่นขนาดเดียวกัน ถึง 7เท่า

ระบบลูกปืนที่ใช้ จารบีเป็นสารหล่อลื่นจะมีแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นมากกว่าระบบลูกปืนแบบเดียวกันที่ใช้น้ำมันหล่อลื่นขนาด 20W

การใช้ซีลยางปิดในระบบลูกปืนแบบตลับจะมีผลต่อแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นอย่างมาก การออกแบบระบบตลับลูกปืนที่ดีโดยหลีกเลี่ยงการใช้ซีลยางเป็นตัวป้องกันฝุ่น จึงเป็นสิ่งที่เหมาะสมกับการใช้งานกับจักรยาน

แรงเสียดทานมีอัตราส่วนแปรผันตามความเร็วรอบของการหมุน จากการทดลองพบว่าค่าแรงเสียดทานจะมีเพิ่มขึ้นประมาณ เท่าตัว ในช่วงความเร็วรอบตั้งแต่ 50-600 รอบต่อนาที

Burke, (2002) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับผลของน้ำหนัก กับพลังงานที่ใช้ในการขี่จักรยาน การเพิ่มน้ำหนักให้รถจักรยานจะเป็นการทำให้จักรยานเคลื่อนที่ได้ช้าลง ในสภาวะต่างๆกัน ไม่ว่าจะเป็นการขึ้นทางลาดชัน หรือทำให้การเร่งความเร็วจักรยานทำได้ช้าลง แต่อย่างไรนั้นก็ยังขึ้นอยู่กับตำแหน่งที่มีการเพิ่มน้ำหนักให้กับรถจักรยานอีกด้วย การลดน้ำหนักในส่วนที่มีการเคลื่อนไหว (rotating weight) จะมีผลมากกว่า การลดน้ำหนักในส่วนของอุปกรณ์ที่อยู่นิ่ง (static weight)

เมื่อสรุปเกี่ยวกับการใช้งานจริงในการแข่งขัน การลดน้ำหนักของอุปกรณ์และจักรยานยังมีความสำคัญน้อยกว่าการลดแรงเสียดทานอากาศ ดังนั้น การใช้อุปกรณ์ บางชนิดเช่น วงล้อแบบทึบ (Disc wheel) หรือ ส่วนประกอบของจักรยานที่ออกแบบมาเพื่อผลในการลดแรงเสียดทานอากาศ ซึ่งจะเป็นการเพิ่มน้ำหนักให้กับจักรยาน จะมีผลดีกว่าการใช้จักรยานที่มีน้ำหนักเบามากๆ ในการแข่งขันระยะทาง 160 กิโลเมตร

ในปัจจุบันเทคโนโลยีในการสร้างจักรยานได้พัฒนาไปมาก อุปกรณ์ต่างๆที่มีผลต่อการลดแรงเสียดทานอากาศ สามารถสร้างให้มีน้ำหนักเบาได้กว่าในอดีตมาก การใช้อุปกรณ์ที่มีน้ำหนักเบาจึงเป็นผลดี ตราบที่น้ำหนักที่ลดลงนั้นไม่ส่งผลต่อความแข็งแรง ของรถ และการควบคุม รวมถึงความปลอดภัย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

Jeukendrup and Martin (2001) ได้ทำการศึกษาและเปรียบเทียบระหว่างตัวแปร และปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อสมรรถภาพในการขี่จักรยานของนักกีฬา โดยได้ทำการเปรียบเทียบ ระหว่างนักกีฬาที่มีสมรรถภาพทางกายแตกต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ นักกีฬาอยู่ในระดับมือใหม่, มือสมัครเล่น และระดับมืออาชีพ พบว่า การฝึกซ้อมเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดการพัฒนาของสมรรถภาพในนักกีฬาระดับมือใหม่ ส่วนในนักกีฬาระดับสมัครเล่น และมืออาชีพ ที่มีการฝึกซ้อมมาดีอยู่ก่อนแล้ว จะมีปัจจัยเสริมภายนอกเข้ามาเกี่ยวข้องด้วยอีก เช่น การเลือกใช้อุปกรณ์ การจัดท่าทางให้เหมาะสมกับสรีระร่างกาย

นักกีฬาในระดับ มือสมัครเล่นและ มืออาชีพ จะมี “พื้นฐาน” ของทักษะในการขี่จักรยานสูงกว่านักกีฬาในระดับมือใหม่ นั่นทำให้นักกีฬาที่มีความชำนาญกว่าจะสามารถใช้ ข้อได้เปรียบของอุปกรณ์ต่างๆได้อย่างมีประสิทธิภาพเต็มที่อีกด้วย

Kyle, (1991) ได้ทำการทดสอบเกี่ยวกับแรงเสียดทานอากาศระหว่างล้อจักรยานประเภทต่างๆ ที่เกิดขึ้นในความเร็ว 50 กิโลเมตรต่อชั่วโมง โดยได้ทำการทดสอบที่ University of California Irvine low-speed wind tunnel พบว่าล้อที่มีค่าแรงเสียดทานกับอากาศต่ำ จะมีน้ำหนักโดยเฉลี่ย 60-80% มากกว่าล้อที่มีน้ำหนักเบา แต่มีค่าแรงเสียดทานอากาศมากกว่า

จากการศึกษาที่ผ่านมาสรุปได้ว่าน้ำหนักของอุปกรณ์จักรยาน รวมทั้งน้ำหนักของนักกีฬาจักรยานเอง จะมีผลต่อความเร็วที่ทำได้ในสภาวะที่แตกต่างกัน

การศึกษาส่วนใหญ่เน้นยังไม่มีการศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักรถจักรยาน กับเวลาที่ทำได้ในการออกตัว 1 รอบสนามแข่งขัน เพราะเมื่อพูดถึงน้ำหนักของรถจักรยานในการทดสอบต่างๆ จะเป็นในลักษณะของน้ำหนักสัมบูรณ์ มากกว่า ที่จะเป็นในเรื่องของน้ำหนักของอุปกรณ์ที่สัมพันธ์กับน้ำหนักตัวของนักกีฬา

การศึกษาครั้งนี้จึงมีความน่าสนใจที่จะทำการทดลองและศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ดังกล่าว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved