

การศึกษาผลของการปรับความสูงของเบาะนั่ง ของจักรยานวัดงานที่มีต่อการวัดค่าสมรรถภาพ การใช้ออกซิเจนสูงสุด ($VO_2 \text{ max}$)

พิสิษฐ์ ตัณมุขกุล, พ.บ.

จักรกริช กล้าผจญ, พ.บ.

ภาควิชาเวชศาสตร์ฟื้นฟู คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

พิสิษฐ์ ตัณมุขกุล, จักกริช กล้าผจญ, การศึกษาผลของการปรับความสูงของเบาะนั่งของจักรยานวัดงานที่มีต่อการวัดค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ($VO_2 \text{ max}$). เวชศาสตร์ฟื้นฟูสาร 2543; 10(1) : 37-41.

บทคัดย่อ

การวัดสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ($VO_2 \text{ max}$) โดยจักรยานวัดงาน (bicycle ergometer) เป็นวิธีทดสอบ aerobic capacity ที่นิยมใช้กันทั่วไปอย่างไรก็ตามในศูนย์กีฬาหรือห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์การกีฬาต่างๆ จึงได้ทำการศึกษาเพื่อดูผลของการปรับความสูงของเบาะนั่งของจักรยานวัดงานที่มีผลต่อค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด โดยถีบจักรยานวัดงานตามวิธีของ Per-o-lof Astrand

กำหนดความสูงของเบาะนั่งที่เหมาะสม (เข่าอ 20 - 30 องศาขณะถีบบนจักรยานลงสุด) สำหรับผู้เข้ารับการทดสอบ 12 คนซึ่งมีอายุตั้งแต่ 14 - 47 ปี จากนั้นทำการวัดสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด โดยถีบจักรยานวัดงาน CATEYE ตามวิธีของ Per-o-lof Astrand ที่ความสูง 3 ระดับ ได้แก่ ที่ความสูงปกติ ที่ความสูงเพิ่มและลดจากปกติ 4.6 ซม. (2 ช่องของระยะปรับเบาะนั่ง) และเปรียบเทียบค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด โดยใช้ค่าสถิติ one-way repeated ANOVA

พบว่าผู้เข้ารับการทดสอบมีความยาวของขา (วัดจาก ischial tuberosity ถึง ส้นเท้า) เท่ากับ 71.0 ± 3.7 เซนติเมตร ใช้ความสูงปกติของเบาะนั่งเท่ากับ 65.4 ± 2.1 เซนติเมตร คิดเป็นร้อยละ 92.2 ± 2.5 ของความยาวขา พบว่าค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ($VO_2 \text{ max}$) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการทดสอบที่ความสูงของเบาะนั่งเพิ่มขึ้น (37.5 ± 7.1 มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที), ที่ความสูงปกติ (37.5 ± 6.2 มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที) และที่ความสูงของเบาะนั่งลดลง (38.8 ± 8.6 มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p = 0.64$) เมื่อวัดด้วยวิธีของ Per-o-lof Astrand

การวัดสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2 max) เป็นตัวบ่งบอกถึงความสามารถของร่างกายที่จะใช้ออกซิเจนเพื่อสร้างพลังงาน และยังเป็นตัวประเมินความสมบูรณ์ของร่างกาย สามารถทำได้หลายวิธี โดยให้ออกกำลังกายแบบเต็มที่ (maximal exercise) ไม่ว่าจะเป็นการใช้สายพานออกกำลังกาย (treadmill) การใช้จักรยานวัดงาน (bicycle ergometer) หรือการก้าวขึ้นลงบันได (step test) ทำให้ผู้ถูกทดสอบเหนื่อยมากและมีความยุ่งยากในการใช้อุปกรณ์วิเคราะห์ก๊าซ ต่อมาพบว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างชีพจรและปริมาณเลือดที่ออกจากหัวใจ (cardiac output) ระหว่างออกกำลังกายกับการใช้ออกซิเจน (O_2 uptake)⁽¹⁾ จึงเป็นที่มาของการวัดสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดโดยให้ออกกำลังกายแบบไม่ถึงจุดสูงสุด (submaximal exercise) ซึ่งอาจให้ผู้ถูกทดสอบออกกำลังกายสองครั้งที่มีความหนักต่างกัน เมื่อบันทึกชีพจรทั้งสองครั้งและนำมาเทียบกับงานหรือความหนักที่ออกกำลังกายก็สามารถทำนายสมรรถภาพของการใช้ออกซิเจนสูงสุดได้ โดยคิดจากชีพจรสูงสุดที่ควรจะเป็น สำหรับอายุนั้นๆ คือ 220-อายุ(ปี)หรืออาจให้ผู้ถูกทดสอบออกกำลังกายครั้งเดียว บันทึกชีพจรที่ภาวะคงที่และเปิด หากค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดจากตารางที่ Per-o-Lof Astrand ได้ทำการศึกษาไว้แล้ว การวัดสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดแบบออกกำลังกายไม่ถึงจุดสูงสุดและใช้จักรยานวัดงานเป็นที่นิยมกันทั่วไปไม่ว่าจะเป็นศูนย์กีฬาหรือห้องปฏิบัติการทางการกีฬาผู้ทดสอบอาจใช้ความสูงเบาะนั่งแตกต่างกันได้ ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาเพื่อดูผลของการปรับความสูงเบาะนั่งของจักรยานวัดงานต่อค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด

วัสดุและวิธีการ

กำหนดความสูงของเบาะนั่งที่เหมาะสม (เข่าอ 20-30 องศาขณะถีบบันไดจักรยานลงสุด)^(2,3) วัดความยาวขาต้านใน (จาก ischial tuberosity ถึงสันเท้าขณะยืน) บันทึกข้อมูลเรื่องเพศ อายุ ส่วนสูง น้ำหนัก และทำการวัดค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดโดยถีบจักรยานวัดงาน CATEYE ตามวิธีของ Per-o-lof Astrand⁽¹⁾ ที่ความสูง 3 ระดับ ได้แก่ ระดับความสูงเบาะนั่งที่เหมาะสม ระดับความสูงเพิ่มขึ้นและลดลง 4.6 เซนติเมตร (2 ช่องของระยะปรับเบาะ) โดยใช้วิธีสุ่มตัวอย่าง

ให้ผู้รับการทดสอบถีบจักรยานวัดงานแต่ละครั้งห่างกันอย่างน้อย 2 วัน

เพื่อลดปัญหาเรื่องการล้าของกล้ามเนื้อ และทำการทดสอบภายในระยะเวลา 3 สัปดาห์เพื่อป้องกันผลจากการฝึก⁽¹⁾ ผู้รับการทดสอบต้องไม่เปลี่ยนแปลงกิจวัตรประจำวันในช่วงที่การทดสอบยังไม่เสร็จ และงดอาหารหนักก่อนการวัดสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดอย่างน้อย 3 ชั่วโมง การถีบจักรยานวัดงานให้กระทำในเวลาใกล้เคียงกันแต่ละวัน เปรียบเทียบค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดที่ความสูงเบาะนั่งเพิ่มขึ้น หรือลดลง 4.6 เซนติเมตร (2 ช่องของระยะปรับเบาะ) กับความสูงเบาะนั่งที่เหมาะสม โดยใช้ค่าสถิติ One-way repeated ANOVA

วิธีการวัดสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดของ Per-o-lof Astrand⁽¹⁾

ถีบจักรยานวัดงานด้วยอัตราเร็วประมาณ 60 รอบ/นาที เป็นเวลา 6 นาที สำหรับผู้หญิงเริ่มถีบที่ความผิด 50 วัตต์ และผู้ชายที่ความผิด 100 วัตต์ เพิ่มความผิดทีละ 10 วัตต์ จนกระทั่งชีพจรอยู่ในภาวะคงที่ในช่วง 130-160 ครั้ง/นาที วัดชีพจรที่ภาวะคงที่ประมาณ 5-6 นาที แล้วนำค่าเฉลี่ยชีพจรคงที่มาเทียบกับตารางการใช้ออกซิเจนสูงสุด (maximal O_2 uptake) แล้วคำนวณหาค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดโดยเปรียบเทียบกับน้ำหนักตัว (มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที)

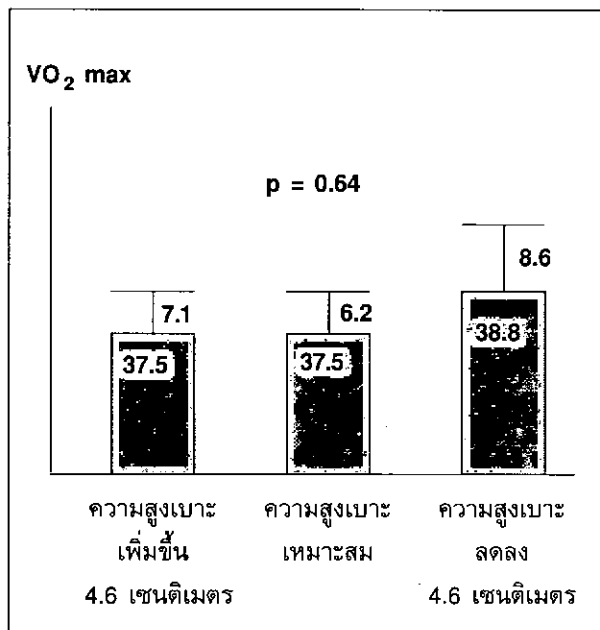
ผลการศึกษา

ผู้เข้ารับการทดสอบ 12 คน อายุเฉลี่ย 31.3 ± 11.5 ปี (14-47) มีความยาวขาต้านในเท่ากับ 71.0 ± 3.7 เซนติเมตร ใช้ความสูงของเบาะนั่งที่เหมาะสมเท่ากับ 65.4 ± 2.1 เซนติเมตร คิดเป็นร้อยละ 92.2 ± 2.5 ของความยาวขา ดังแสดงใน ตารางที่ 1

พบว่าค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบระหว่างการทดสอบที่ความสูงเบาะนั่งเพิ่มขึ้น (37.5 ± 7.1 มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที), ที่ความสูงเบาะนั่งเหมาะสม (37.5 ± 6.2 มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที) และที่เบาะนั่งลดลง (38.8 ± 8.6 มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที) $p=0.64$ ดังแสดงในรูปที่ 1

ลำดับ	เพศ	อายุ (ปี)	น้ำหนักเฉลี่ย (กิโลกรัม)	ความยาวขา (เซนติเมตร)	ความสูงเบาะนั่งที่เหมาะสม (ร้อยละของความยาวขา)	ความสูงเบาะนั่งเพิ่มขึ้น (ร้อยละของความยาวขา)	ความสูงเบาะนั่งลดลง (ร้อยละของความยาวขา)
1	หญิง	26	46.1	70.0	95.0	101.6	88.4
2	ชาย	26	67.3	77.0	86.4	92.3	80.4
3	หญิง	22	51.7	72.0	92.4	98.8	86.0
4	หญิง	47	53.3	68.0	94.4	101.2	87.7
5	หญิง	14	56.0	68.0	94.4	101.2	87.7
6	หญิง	21	41.0	69.0	93.0	99.7	86.4
7	หญิง	30	59.5	69.0	93.0	99.7	86.4
8	หญิง	28	43.5	69.0	93.0	99.7	86.4
9	หญิง	42	61.1	69.0	93.0	99.7	86.4
10	หญิง	47	56.5	70.0	91.7	98.3	85.1
11	หญิง	47	55.6	71.0	90.4	96.9	83.9
12	ชาย	26	57.0	80.0	88.9	94.6	83.1
เฉลี่ย		31.3 ± 11.5	54.2 ± 7.3	71.0 ± 3.7	92.2 ± 2.5	98.6 ± 2.8	85.7 ± 2.3

ตารางที่ 1 แสดงรายละเอียดของผู้เข้ารับการทดสอบและความสูงเบาะนั่งที่ใช้ในการศึกษาในแต่ละราย



รูปที่ 1 แสดงค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดที่ความสูงเบาะนั่ง 3 ระดับ (มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที)

บทวิจารณ์

การศึกษาผลของความสูงเบาะนั่งกับค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดโดย Shennum และ de Vries ในปี 1976⁽⁴⁾ พบว่าค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดมีค่าต่ำสุดที่ร้อยละ 100 และ 103 ของความยาวขาด้านใน (วัดจาก ischium ถึงพื้น) และค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดที่ร้อยละ 100 และ 103 เปอร์เซ็นต์ของความยาวขาด้านในไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้นที่ความสูงร้อยละ 106, 109 และ 112 ตามลำดับ มีค่ามากที่สุดที่ร้อยละ 112 Nordeen-Snyder ปี 1977⁽⁵⁾ พบว่าที่ความสูงร้อยละ 95, 100 และ 105 เปอร์เซ็นต์ของความยาวขาที่วัดจากปุ่มกระดูก trochanter (trochanteric height) ได้ค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจน 1.69, 1.61 และ 1.74 ลิตร/นาที โดยที่ความสูงเบาะนั่งร้อยละ 100 ของความยาวขาได้

ประสิทธิภาพมากที่สุด ($VO_2\max$ ต่ำที่สุด) และ Price และ Donne ปี 1997⁽⁶⁾ รายงานการศึกษาว่าที่ความสูงเบาะร้อยละ 100 ของความยาวขาซึ่งวัดจากปุ่มกระดูก trochanter ก็ได้ ประสิทธิภาพมากที่สุดเช่นกัน

แต่ในการศึกษานี้เราใช้ความสูงเบาะนั่ง (วัดจากเบาะนั่งถึงบันไดจักรยานเมื่อถึงลงต่ำสุดที่เข่าอง 20-30 องศา) เป็นความสูงที่เหมาะสม และเพิ่มหรือลดความสูง 4.6 เซนติเมตร (2 ช่องของระยะปรับเบาะ) ซึ่งมักเป็นระยะที่ผู้ใช้จักรยานวัดงานปรับระดับความสูงเบาะ แล้วนำไปเทียบกับความยาวขาที่วัดจาก ischial tuberosity ถึงสันเท้าขณะยืนได้ 3 ระดับ คือ ร้อยละ 857 ± 2.3 , 92.2 ± 2.5 และ 98 ± 2.8 ของความยาวขาซึ่งแตกต่างจากการศึกษาก่อนหน้านี้ที่ไม่น่าถึงทำให้เหมาะสมในการปั่นจักรยานทำให้ไม่รวมระดับเบาะนั่งต่ำไว้ด้วย

ค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดที่วัดโดยใช้ความสูงเบาะนั่งเพิ่มขึ้นหรือลดลง 4.6 เซนติเมตร จากความสูงเบาะที่เหมาะสมไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p=0.64$) แต่จะเห็นได้ว่าค่า สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดสูงขึ้นที่ความสูงเบาะนั่งลดลง 2 ช่องของความสูงที่เหมาะสม ทั้งๆ ที่ความสูงระดับนี้น่าจะทำให้เข้าและตะโพกงอมากขึ้นแต่กล้ามเนื้อ quadriceps และ gluteus maximus กลับทำงานได้ เปรียบเชิงกลมากกว่าเดิมซึ่งมีข้อเท็จจริงที่ภาวะคงที่เป็นตัวชี้ แสดงให้เห็นว่า ความสูงของเบาะนั่งที่ทำให้เข่าอง 20-30 องศาขณะถึงบันไดจักรยานลงต่ำสุด ซึ่งคิดว่าเป็นความสูงมาตรฐานทั่วไปนั้นอาจจะยังสูงเกินไป แต่อย่างไรก็ตามค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนก็ยังไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ในกรณีความสูงของเบาะนั่งเพิ่มขึ้นจากความสูงที่เหมาะสม ค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดที่วัดได้ไม่ต่างจากที่ความสูงเหมาะสม ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความสูงที่เพิ่มขึ้นไม่เพียงพอทำให้เสียเปรียบเชิงกล หรือไม่ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวของลำตัวมากพอ ซึ่งคาดว่าจะเกิดขึ้นเพื่อทำให้ร่างกายสมดุลขณะถีบจักรยาน และอาจยังไม่เห็นผลจากการออกแรงแขนและมือกำที่จับให้แน่นขึ้นซึ่งคาดว่าจะเกิดขึ้นเมื่อผู้ทดสอบต้องทรงตัวขณะถีบจักรยานที่ระดับความสูงของเบาะมากเกินไป

ในการศึกษานี้ยังมีปัจจัยอื่นที่ไม่สามารถควบคุมได้มาเกี่ยวข้อง เช่น การประกอบกิจวัตรประจำวัน การนอนหลับ อาหาร อารมณ์ รวมทั้งข้อผิดพลาดที่อาจ

เกิดจากการถีบจักรยานวัดงานให้ได้อบคองที่ ผู้ทำวิจัยหวังว่าถ้ากลุ่มการศึกษามีจำนวนมากกว่านี้และสามารถควบคุมปัจจัยดังกล่าวได้ จะทำให้ผลการศึกษาคัดเจนยิ่งขึ้น

บทสรุป

การปรับความสูงของเบาะนั่งของจักรยานวัดงานเพิ่มขึ้นหรือลดลง 4.6 เซนติเมตร (2 ช่องของระยะปรับเบาะ) จากความสูงเบาะนั่งที่เหมาะสม ไม่มีผลต่อค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดเมื่อวัดตามวิธีของ Per-o-lof Astrand

เอกสารอ้างอิง

1. Per-o-lof Astrand, Kaare Rodahl. Textbook of work physiology. 3rd Ed. New York: Mc Graw-Hill Book Company, 1986
2. BicycleSource Online. Seat height adjustment. In <http://www.bicyclesource.com/bike/fitting/index.shtml> 1999
3. Colorado cyclists,Int. Bike fit. In <http://www.coloradocyclist.com/bikefit/index.cfm> 1998
4. Shennum PL, de Vries HA. The effect of saddle height on oxygen consumption during bicycle ergometer work, Med Sci Sports 1976;8(2):119-21
5. Nordeen-Snyder KS. The effect of bicycle seat height variation upon oxygen consumption and lower limb kinematics, Med Sci Sports 1977;9(2):113-7
6. Price D, Donne B. Effect of variation in seat tube angle at different seat heights on submaximal cycling performance in man. J Sports Sci 1997;15(4):395-402

The Effect of Seat Height on Maximal Oxygen Uptake (VO_2 max) during Bicycle Ergometer Work

Pisith Tanmukayakul

Jakkrit Klaphajone

Department of Rehabilitation Medicine, Faculty of Medicine, Chiangmai University

Tanmukayakul P, Klaphajone J. The effect of seat height on maximal oxygen uptake (VO_2 max) during bicycle ergometer work. J Thai Rehabil 2000; 10(1) : 37-41.

Abstract

The submaximal test by bicycle ergometry is generally accepted as a measurement of aerobic capacity, however, some previous studies revealed the effect of seat height on the maximal oxygen uptake (VO_2 max) obtained from this test. The purpose of this study is to compare the maximal oxygen uptake measured at three different seat heights of the bicycle according to Per-o-lof Astrand method.

The normal seat height of CATEYE bicycle ergometer for each of 12 subjects (age between 14-47 years) was determined when 20-30 degree knee flexion was seen at the lowest pedal position. Then the maximal oxygen uptake measurement was performed according to Per-o-lof Astrand method at the 3 seat heights including normal seat height, 4.6 cm above and below. The results were analyzed using one-way repeated ANOVA.

Subjects with average leg length of 71.0 ± 3.7 cm (from ischial tuberosity to heel) have the normal seat height of 65.4 ± 2.1 cm (92.2 ± 2.5 % of leg length). There was no significant difference in maximal oxygen uptake measured at normal seat height (37.5 ± 6.2 ml/kg/min), at 4.6 cm above (37.5 ± 7.1 ml/kg/min) and at 4.6 cm below (38.8 ± 8.6 ml/kg/min), $p = 0.64$.

There was no significant effect of seat heights (normal, 4.6 cm above and below) on maximal oxygen uptake by bicycle ergometer.