

การเปรียบเทียบสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดระหว่างผู้ที่เป็นพาหะโรคเลือดจางธาลัสซีเมียชนิดฮีโมโกลบินอีกับผู้ที่มีฮีโมโกลบินชนิดปกติ

A Comparison of Maximal Oxygen Consumption between Individuals with Hemoglobin E Trait and Normal Hemoglobin Subjects

น้อยจิตต์ นวลเนตร์¹ นันทกา ทาประโคน² เบลูจา แซ่ลี้ม² สุพัทธา ธนาโรสง²
กล้วยไม้ พรหมดี¹ ณิชานันท์ ปัญญาเอก³

บทคัดย่อ

ผู้ที่เป็นพาหะโรคเลือดจางธาลัสซีเมียชนิดฮีโมโกลบินอี (HbE trait) ไม่มีอาการแสดงทางคลินิกใดๆ ให้เห็นได้ แต่ในการตรวจเลือดพบว่าเม็ดเลือดแดงอาจมีขนาดเล็กกว่าปกติและส่วนใหญ่มีระดับฮีโมโกลบินอยู่ในเกณฑ์ปกติ แต่ก่อนไปทางค่าต่ำ ด้วยเหตุผลดังกล่าวทำให้เกิดความเชื่อว่สมรรถภาพทางกายของผู้ที่เป็น HbE trait น่าจะต่ำกว่าผู้ที่มีฮีโมโกลบินชนิดปกติ มีความสามารถในการเล่นกีฬาลดลงและไม่สามารถฝึกฝนให้ไปสู่ความเป็นเลิศทางการกีฬาได้ อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับเรื่องนี้ การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_{2max}) ระหว่างผู้ที่เป็น HbE trait กับผู้ที่มีฮีโมโกลบินชนิดปกติ โดยทำการศึกษาในผู้ที่เป็น HbE trait 17 ราย (อายุเฉลี่ย 21.4 ± 0.6 ปี) และผู้ที่มีฮีโมโกลบินชนิดปกติ 17 ราย (อายุเฉลี่ย 21.4 ± 0.6 ปี) ซึ่งถูกจัดให้เข้าคู่กันโดยให้มีความคล้ายคลึงกันทางด้านเพศ อายุ เชื้อชาติ ส่วนสูง น้ำหนักตัว ดัชนีมวลกาย ความหนาของชั้นไขมันใต้ผิวหนัง และระดับการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวัน ทำการวัดค่า VO_{2max} ของอาสาสมัครโดยการปั่นจักรยานวัดงานตามวิธี Astrand และวิเคราะห์ผลการศึกษาด้วยสถิติ paired t-test ผลการศึกษาพบว่า ผู้ที่เป็น HbE trait มีค่า VO_{2max} แตกต่างจากผู้ที่มีฮีโมโกลบินชนิดปกติอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.82$) โดยผู้ที่เป็น HbE trait และผู้ที่มีฮีโมโกลบินชนิดปกติ มีค่า VO_{2max} เท่ากับ 41.42 ± 4.09 และ 41.16 ± 4.61 ml/kg-min ตามลำดับ การศึกษาครั้งนี้อาจสรุปได้ว่า ผู้ที่เป็น HbE trait น่าจะมีสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดไม่แตกต่างจากผู้ที่มีฮีโมโกลบินชนิดปกติอย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาเพิ่มเติมโดยมีการปรับเปลี่ยนวิธีการทดสอบ VO_{2max} เพิ่มตัวแปรในการศึกษา และเพิ่มขนาดตัวอย่างให้มีจำนวนอาสาสมัครมากขึ้น รวมทั้งอาจทำการศึกษาในภาวะที่มีปริมาณออกซิเจนจำกัด

คำรหัส: พาหะโรคเลือดจางธาลัสซีเมียชนิดฮีโมโกลบินอี • สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด

¹ ภาควิชากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

² นักศึกษาสาขากายภาพบำบัด ชั้นปีที่ 4 คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

³ ภาควิชาเวชศาสตร์ฟื้นฟู คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

A Comparison of Maximal Oxygen Consumption between Individuals with Hemoglobin E Trait and Normal Hemoglobin Subjects

Nomjit Nualnetr¹, Nanthaka Thapracon², Benja Sealim², Suphattra Tanathaisong²,
Kluaymai Promdee¹, Nichanun Punyaek³

Abstract

Carriers of hemoglobin E disease (HbE trait) have no major clinical signs and health problems, and can only be detected by a specific blood test. The limitation of exercise capacity of subjects with HbE trait is unknown. The aim of the present study was to assess maximal oxygen consumption (VO_2max) in 17 subjects with HbE trait. Comparison was made with 17 control subjects with normal hemoglobin type, matched for sex, age, race, height, weight, skinfolds and physical activity profile. All subjects underwent VO_2max test using a cycle ergometer with an indirect approach of the Astrand protocol. The result indicated no statistically significant difference ($p=0.82$) in VO_2max between the HbE trait subjects and controls (41.42 ± 4.09 ml/kg.min vs 41.16 ± 4.61 ml/kg.min). It may be concluded that VO_2max of the HbE trait was within normal limits and comparable to that of a carefully matched control subject. However, further studies with other VO_2max tests, exercise performance variables, a greater number of sample size, and under conditions of limited oxygen availability seem necessary to confirm this preliminary finding.

Key words: HbE trait • VO_2max

บทนำ

ฮีโมโกลบินเป็นโปรตีนที่สำคัญมากในเม็ดเลือดแดง ทำหน้าที่ในการขนส่งออกซิเจนจากปอดไปสู่เนื้อเยื่อต่างๆ โครงสร้างของฮีโมโกลบินแต่ละโมเลกุลประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ฮีม (heme) ซึ่งเป็นส่วนที่จับกับออกซิเจน และ สายโกลบิน (globin chain) ซึ่งเป็นส่วนโปรตีน โดยสายโกลบินในคนปกติที่มีอายุมากกว่า 1 ปี มีอยู่ 4 ชนิด คือ สายอัลฟา และสายที่ไม่ใช่สายอัลฟา ได้แก่ สายบีตา สายแกมมา และสายเดลตา¹ ในการจับกันของสายโกลบินและฮีมนั้น ฮีมจะอยู่ที่บริเวณที่เรียกว่า กระเปาะฮีม (heme pocket) ได้แก่ กรดอะมิโนในลำดับที่

42-136 ในสายอัลฟาโกลบิน และลำดับที่ 41-141 ในสายบีตาโกลบิน¹ การทำหน้าที่ของฮีโมโกลบินได้อย่างมีประสิทธิภาพขึ้นอยู่กับโครงสร้างของฮีโมโกลบิน หากมีความผิดปกติในโครงสร้างเกิดขึ้นก็อาจจะส่งผลต่อการทำหน้าที่ของฮีโมโกลบินได้¹ ฮีโมโกลบินอีเป็นฮีโมโกลบินผิดปกติที่พบมากเป็นอันดับหนึ่งในประเทศไทย² เกิดจากการกลายพันธุ์ของยีนบีตาโกลบิน ทำให้กรดอะมิโนตำแหน่งที่ 26 ของสายบีตาโกลบินเปลี่ยนจากกรดอะมิโนกลูตามิกไปเป็นกรดอะมิโนไลซีน เป็นผลทำให้เกิดสายบีตาโกลบินที่ผิดปกติ และเมื่อไปรวม

¹ Department of Physical Therapy, Faculty of Associated Medical Sciences, Khon Kaen University

² The 4th year student, Faculty of Associated Medical Sciences, Khon Kaen University

³ Department of Rehabilitation Medicine, Faculty of Medicine, Khon Kaen University

กับสายอัลฟาโกลบินเกิดเป็นโมเลกุลของฮีโมโกลบิน จึงเป็นฮีโมโกลบินผิดปกติและไม่เสถียร เนื่องจากแรงที่ยึดระหว่างสายอัลฟาและสายบีตาโกลบินไม่แข็งแรง²

ผู้ที่เป็พาหะฮีโมโกลบินอี (heterozygous HbE หรือ HbE trait) จะไม่เป็นโรค มีสุขภาพแข็งแรงและปกติ³ ไม่แสดงอาการใดๆ ให้สังเกตได้ เมื่อทำการตรวจเลือดพบว่าเม็ดเลือดแดงอาจจะมีขนาดเล็กกว่าปกติและมี target cell⁴⁻⁶ ไม่ชัดเจน ส่วนใหญ่มีระดับฮีโมโกลบิน (Hb) และปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่นในเลือด (Hct) อยู่ในเกณฑ์ปกติหรือค่อนข้างต่ำ การที่ผู้ที่เป็น HbE trait ส่วนใหญ่มีระดับฮีโมโกลบินอยู่ในเกณฑ์ปกติแต่ค่อนข้างต่ำและการตรวจเลือดพบว่าเม็ดเลือดแดงมีขนาดเล็กลงนี้ ทำให้เกิดความเชื่อว่า ผู้ที่เป็น HbE trait น่าจะมีสมรรถภาพทางกายต่ำกว่าผู้ที่มีฮีโมโกลบินชนิดปกติ มีความสามารถในการเล่นกีฬาลดลง และไม่สามารถฝึกฝนให้ไปสู่ความเป็นเลิศทางการกีฬาได้ อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีหลักฐานทางวิชาการและงานวิจัยยืนยันว่าผู้ที่เป็น HbE trait มีสมรรถภาพทางกายน้อยกว่าผู้ที่มีฮีโมโกลบินชนิดปกติจริง ดังนั้น ความเชื่อเช่นนี้จึงอาจนำไปสู่การลดโอกาสในการเข้าสู่วงการกีฬาของคนกลุ่มนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ผู้ที่อยู่ในวัยเยาวชน และมีความปรารถนาที่จะเป็นนักกีฬา นอกจากนี้ ยังมีข้อมูลจากการศึกษาโรคเลือดจางอีกชนิดหนึ่งซึ่งพบมากในคนอเมริกันผิวดำ คือ โรค sickle cell anemia โดยผู้ที่เป็นโรคนี้จะมีลักษณะอาการคล้ายกับผู้ที่เป็นโรคเลือดจางธาลัสซีเมีย ส่วนผู้ที่เป็นพาหะของโรคนี้ ซึ่งเรียกว่า sickle cell trait (SCT) จะมีลักษณะคล้ายกับผู้ที่เป็น HbE trait คือ ไม่มีอาการแสดงทางคลินิกที่ชัดเจน ลักษณะภายนอกเหมือนผู้ที่มีฮีโมโกลบินชนิดปกติโดยทั่วไป มีสุขภาพและระดับความสามารถในการออกกำลังกายไม่ต่างจากผู้ที่มีฮีโมโกลบินชนิดปกติ⁷⁻⁹ โดยมีหลักฐานยืนยันจากงานวิจัยของผู้วิจัยในต่างประเทศหลายคณะซึ่งได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับสมรรถภาพทางกายของผู้ที่เป็น SCT โดยวิธีการวัดและตัวแปรที่ใช้บ่งบอกระดับสมรรถภาพทางกายในการศึกษาเหล่านี้

มีหลายประการ เช่น การฟื้นตัวของอัตราการเต้นของหัวใจ (recovery heart rate)¹⁰ อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (maximal heart rate)¹⁰⁻¹³ ปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่นในเลือด (blood hematocrit)¹¹ สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (maximal oxygen consumption)¹²⁻¹⁴ ระดับกรดแลคติกในเลือด (blood lactate concentration)^{11,14,15} ค่าความเร็วสูงสุด (maximal velocity)¹⁵ กำลังแอนแอโรบิกสูงสุด (peak anaerobic power)¹⁵ และความสามารถในการออกกำลังกาย (exercise performance)^{16,17} เป็นต้น ซึ่งผลจากการวิจัยเหล่านี้พบว่า โดยทั่วไปแล้วผู้ที่เป็น SCT มีสุขภาพหรือสมรรถภาพทางกายและระดับความสามารถในการออกกำลังกายไม่แตกต่างจากผู้ที่มีฮีโมโกลบินชนิดปกติทั่วไป

จากข้อมูลการวิจัยที่ได้จากการศึกษาในผู้ที่เป็น SCT เหล่านี้ จึงอาจนำมาคาดการณ์ได้ว่าผู้ที่เป็น HbE trait ก็ไม่น่าจะมีระดับสมรรถภาพทางกายแตกต่างไปจากผู้ที่มีฮีโมโกลบินชนิดปกติเช่นเดียวกัน แต่ในปัจจุบันยังไม่มีรายงานการวิจัยเกี่ยวกับเรื่องนี้ ทำให้ไม่สามารถระบุได้แน่ชัดว่าสมรรถภาพทางกายของผู้ที่เป็น HbE trait และผู้ที่มีฮีโมโกลบินชนิดปกติจะแตกต่างกันหรือไม่ ดังนั้น คณะผู้วิจัยจึงทำการศึกษาค้นคว้าโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทำการศึกษเปรียบเทียบสมรรถภาพทางกายของผู้ที่เป็น HbE trait กับผู้ที่มีฮีโมโกลบินชนิดปกติ โดยพิจารณาที่ตัวแปรสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (maximal oxygen consumption; VO_2max) ซึ่งเป็นตัวแปรที่ใช้บ่งบอกถึงความทนทานของระบบหัวใจและหลอดเลือด (cardiovascular endurance) ในการออกกำลังกายหรือการทำงานต่างๆ ของร่างกาย^{18,19} โดยใช้วิธีการทดสอบ Astrand²⁰ เนื่องจากเป็นวิธีการทดสอบที่ไม่ยุ่งยาก ไม่สิ้นเปลืองเวลามากนัก และข้อมูลที่ได้มีความแม่นยำและน่าเชื่อถือ²¹ ผลของการศึกษาค้นคว้านี้ทำให้ได้ข้อมูลที่น่าจะเป็นประโยชน์แก่วงการเวชศาสตร์การกีฬาและแก่ผู้ที่เป็น HbE trait ที่จะพัฒนาโอกาสสู่ความเป็นเลิศทางด้านกีฬาต่อไป

วัสดุและวิธีการ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้ดำเนินการเก็บข้อมูลที่คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยก่อนดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้ทำการยื่นเรื่องขอรับการพิจารณา ด้านจริยธรรมของการวิจัยในมนุษย์ต่อคณะกรรมการ ด้านจริยธรรมของการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น หลังจากนั้นได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังนี้

1. การจัดเตรียมอาสาสมัคร

1.1 ผู้วิจัยคนที่หนึ่งประสานงานกับอาจารย์สาขาเทคนิคการแพทย์ คือ รองศาสตราจารย์กุลณา พุ่เจริญ (ติดต่อส่วนตัว) เพื่อดำเนินการตรวจเลือก นักศึกษาชั้นปีที่ 4 คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ทุกคน เป็นจำนวน 130 คน และนำผลการตรวจเลือกที่ได้มาพิจารณาเพื่อคัดเลือกนักศึกษา 2 ประเภท คือ นักศึกษาที่มีฮีโมโกลบินชนิดปกติ (A_2A) และนักศึกษาที่เป็น HbE trait (EA) ซึ่งมีจำนวน 62 คน และ 29 คน ตามลำดับ

1.2 ผู้วิจัยคนที่หนึ่งนำรายชื่อนักศึกษาที่คัดเลือกได้จากรองศาสตราจารย์กุลณา พุ่เจริญ มอบให้ผู้วิจัยคนอื่นๆ เพื่อนำไปดำเนินการเก็บข้อมูลขั้นตอนต่อไป โดยผู้วิจัยคนที่หนึ่งไม่เปิดเผยข้อมูลให้ผู้วิจัยคนอื่นๆ ทราบว่านักศึกษาคนใดมีผลการตรวจเลือกอยู่ในประเภทใด

2. การคัดกรองอาสาสมัคร หลังจากที่ได้รายชื่อ นักศึกษาจากผู้วิจัยคนที่หนึ่งแล้ว ผู้วิจัยคนอื่นๆ ได้ติดต่อนักศึกษาตามรายชื่อที่ได้มาเพื่อเข้าร่วมการวิจัยตามความสมัครใจ โดยให้อาสาสมัครลงนามในแบบฟอร์มใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย และทำแบบสอบถามเพื่อรวบรวมคุณลักษณะเบื้องต้นของอาสาสมัครและเป็นการคัดกรองอาสาสมัครก่อนทำการทดสอบ โดยอาสาสมัครที่เข้าร่วมการศึกษาค้างนี้ต้องไม่มีโรคประจำตัวใดๆ ได้แก่ โรคหัวใจ เบาหวาน ต้มช้ำ และความดันโลหิตสูง ไม่มีภาวะเจ็บป่วยที่ทำให้เกิดอันตรายขณะทำการทดสอบ ได้แก่ เป็นไข้ โรคข้ออักเสบ ข้อเคลื่อน และข้อหลุด ไม่อยู่ในภาวะหลังผ่าตัด ไม่มีภาวะกระดูกสันหลังกดทับ เส้นประสาทและภาวะกระดูกหัก ไม่มีอาการหดรัดเกร็ง

และอาการปวดกล้ามเนื้อ ไม่มีภาวะจำกัดการเคลื่อนไหวของข้อต่อ และไม่มีอาการเกี่ยวกับโรคทางระบบประสาท จากนั้น ผู้วิจัยตรวจสอบความหนาของชั้นไขมันใต้ผิวหนังของอาสาสมัครโดยใช้ skinfold caliper โดยทำการตรวจที่ส่วนของร่างกาย 4 บริเวณ ได้แก่ กล้ามเนื้อข้อศอก (biceps brachii) กล้ามเนื้อเหยียดข้อศอก (triceps brachii) กล้ามเนื้อใต้กระดูกสะบัก (subscapularis) และกล้ามเนื้อเหนือกระดูกเชิงกราน (suprailiac)

3. การทดสอบเพื่อหาค่า $VO_2\max$ อาสาสมัครที่ผ่านการคัดกรองแล้ว เข้ารับการทดสอบเพื่อหาค่า $VO_2\max$ ตามขั้นตอน ดังนี้

3.1 ขั้นตอนเตรียมการก่อนทำการทดสอบ

ก. ปรับเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจแบบไร้สายและจักรยานวัดงานให้อยู่ในตำแหน่งมาตรฐาน โดยการปรับเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจแบบไร้สายได้ทำที่หอผู้ป่วยอายุรกรรม โรงพยาบาลศรีนครินทร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยปรับเทียบกับเครื่อง pulse oximeter ส่วนการปรับตั้งจักรยานวัดงานทำโดยผู้เชี่ยวชาญจากบริษัทตัวแทนจำหน่ายจักรยานวัดงาน โดยการปรับอุปกรณ์ทั้งสองนี้กระทำเมื่อเริ่มต้นการศึกษาวิจัยครั้งนี้

ข. เตรียมอาสาสมัครก่อนทำการทดสอบ โดยแนะนำให้อาสาสมัครนอนพักผ่อนให้เพียงพออย่างน้อย 8 ชั่วโมง ไม่ดื่มเครื่องดื่มที่มีคาเฟอีนเป็นส่วนผสมอย่างน้อย 2 ชั่วโมงก่อนทำการทดสอบ ไม่ดื่มสุรา และของมีนเมา 24 ชั่วโมงก่อนทำการทดสอบ ไม่สวมเครื่องประดับที่ไม่จำเป็นในวันที่ทดสอบ ไม่รับประทานอาหารก่อนทำการทดสอบอย่างน้อย 1 ชั่วโมง ทำตัวสบายๆ และไม่ตื่นเต้นในวันที่ทดสอบ

3.2 ขั้นตอน หลังจากแนะนำวัตถุประสงค์ของการทดสอบ และอธิบายถึงวิธีปฏิบัติขณะทำการทดสอบให้อาสาสมัครทราบแล้ว ผู้วิจัยนำอาสาสมัครยืดกล้ามเนื้อก่อนทำการทดสอบ เป็นเวลา 5 นาที เพื่อเป็นการอบอุ่นร่างกาย จากนั้น ทำการวัดค่า $VO_2\max$ โดยการปั่นจักรยานวัดงานตามวิธี Astrand²⁰ และ

ทำการทดสอบซ้ำอีกครั้งหนึ่งหลังจากการทดสอบครั้งแรกไม่น้อยกว่า 48 ชั่วโมง แล้วนำค่า $VO_2\max$ สูงสุดที่ได้จากการทดสอบ 2 ครั้งนี้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติต่อไป

4. นำข้อมูลทั้งหมดที่รวบรวมได้มอบให้ผู้วิจัยคนหนึ่ง เพื่อให้ผู้วิจัยคนที่หนึ่งจับคู่ผู้ศึกษาที่มีฮีโมโกลบินชนิดปกติกับนักศึกษาที่เป็น HbE trait โดยนักศึกษาแต่ละคู่ต้องมีลักษณะที่ใกล้เคียงกัน (matched control) คือ มีเพศ อายุ เชื้อชาติ ส่วนสูง น้ำหนักตัว ดัชนีมวลกาย ความหนาของชั้นไขมันใต้ผิวหนัง รวมทั้งระดับการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวันใกล้เคียงกัน ทั้งนี้เพื่อความคุมปัจจัยต่างๆ ที่อาจมีผลต่อค่า $VO_2\max$ ²²

5. การวิเคราะห์ข้อมูล ทำโดยโปรแกรมสถิติ STATA (อาจารย์ศิริพร รุ่งเรือง-ติดต่อส่วนตัว) โดยนำค่า $VO_2\max$ สูงสุดที่ได้จากการทดสอบ 2 ครั้งของอาสาสมัครแต่ละกลุ่มมาเปรียบเทียบกับว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่ โดยมีการตรวจสอบข้อมูลที่ได้อามาเพื่อทดสอบว่ามีการกระจายแบบปกติ (normal distribution) หรือไม่ โดยใช้ stem-and-leaf plot และ Shapiro-Wilk test²³ สำหรับสถิติที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ประกอบด้วย สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อพรรณนาลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง และสถิติอนุมาน ได้แก่ สถิติ paired t-test²³ เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ย $VO_2\max$ ระหว่างกลุ่มผู้ที่มีฮีโมโกลบินชนิดปกติและกลุ่มผู้ที่เป็น HbE trait โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$ และคำนวณ 95% ช่วงเชื่อมั่น เพื่อประมาณค่าความแตกต่างค่าเฉลี่ย $VO_2\max$ ของประชากรทั้ง 2 กลุ่มนี้

ผลการศึกษา

อาสาสมัครที่เข้าร่วมการศึกษานี้มีทั้งหมด 34 คน (ชาย 10 คน หญิง 24 คน) แบ่งเป็นกลุ่มอาสาสมัครที่มีฮีโมโกลบินชนิดปกติ 17 คน และกลุ่มอาสาสมัครที่เป็น HbE trait 17 คน (รวมเป็นอาสาสมัครทั้งหมด 17

คู่) โดยคุณลักษณะของอาสาสมัครแต่ละกลุ่มมีดังแสดงในตารางที่ 1 ซึ่งเมื่อพิจารณาตารางที่ 1 แล้ว จะเห็นว่าคุณลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม มีลักษณะใกล้เคียงกันมาก

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ข้อมูลมีการกระจายแบบปกติ การวิเคราะห์ข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้จึงใช้สถิติ paired t-test²³ ซึ่งพบว่ากลุ่มผู้ที่มีฮีโมโกลบินชนิดปกติและกลุ่มผู้ที่เป็น HbE trait มีค่าเฉลี่ยของ $VO_2\max$ เท่ากับ 41.16 ± 4.61 และ 41.42 ± 4.09 ml/kg.min ตามลำดับ โดยมีขนาดความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 0.26 (95% ช่วงเชื่อมั่นอยู่ระหว่าง -2.08 ถึง 2.59) โดยขนาดความแตกต่างนี้มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.82$)

สรุปและวิจารณ์ผลการศึกษา

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบค่า $VO_2\max$ ระหว่างผู้ที่เป็น HbE trait กับผู้ที่มีฮีโมโกลบินชนิดปกติ โดยทำการวัดค่า $VO_2\max$ ด้วยวิธี Astrand²⁰ จากการศึกษาพบว่า ค่า $VO_2\max$ ของผู้ที่เป็น HbE trait กับผู้ที่มีฮีโมโกลบินชนิดปกติมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งผลการศึกษานี้สอดคล้องกับผลที่ได้จากการวิจัยเกี่ยวกับสมรรถภาพทางกายที่ระดับพื้นราบของผู้ที่เป็น SCT^{10-13,15,17}

การที่พบว่าผู้ที่เป็น HbE trait มี ค่า $VO_2\max$ ไม่แตกต่างจากผู้ที่มีฮีโมโกลบินชนิดปกตินี้ อาจเนื่องจากผู้ที่เป็น HbE trait มีความผิดปกติของกรดอะมิโนตำแหน่งที่ 26 ซึ่งเป็นตำแหน่งที่อยู่นอกออกไปจากบริเวณที่มีการจับกันของสายโกลบินและฮีโมที่เรียกว่า กระเปาะฮีโม¹ ดังนั้น การเปลี่ยนแปลงของกรดอะมิโนตำแหน่งที่ 26 จึงไม่น่าส่งผลกระทบต่อการทำหน้าที่ของฮีโมในการจับ-ปล่อยออกซิเจน ทำให้เมื่อทดสอบสมรรถภาพการใช้ ออกซิเจนสูงสุดของผู้ที่เป็น HbE trait จึงพบว่าไม่แตกต่างจากผู้ที่มีฮีโมโกลบินชนิดปกติ

ตารางที่ 1 คุณลักษณะของอาสาสมัครทั้ง 2 กลุ่ม

ตัวแปร	กลุ่มตัวอย่าง	
	Control	HbE trait
1. เพศ (คน)	ชาย	5
	หญิง	12
	รวม	17
2. อายุ (ปี)		
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	21.4 (0.6)	21.4 (0.6)
3. เชื้อชาติ (คน)	ไทย	17
4. ส่วนสูง (เซนติเมตร)		
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	162.4 (6.2)	160.6 (7.5)
5. น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)		
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	52.9 (5.8)	51.5 (6.9)
6. ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/ตารางเมตร)		
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	20.1 (1.6)	19.9 (1.8)
7. ความหนาของชั้นไขมันใต้ผิวหนัง (เปอร์เซ็นต์)		
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	30.2 (7.0)	29.9 (8.7)
8. ระดับฮีโมโกลบินในเลือด (กรัม/เดซิลิตร)		
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	12.4 (1.8)	12.3 (1.4)
9. ปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่นในเลือด (เปอร์เซ็นต์)		
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	36.1 (4.5)	36.5 (4.2)
10. ระดับการทำกิจกรรม (เล่นกีฬา) (คน)		
- 5-7 ครั้ง/สัปดาห์	1	1
- 3-5 ครั้ง/สัปดาห์	2	2
- 1-2 ครั้ง/สัปดาห์	2	2
- นานๆ ครั้ง	11	11
- ไม่เคยออกกำลังกายเลย	1	1

นอกจากนี้ ผลการศึกษาที่แสดงให้เห็นว่าผู้ที่เป็น HbE trait มีค่า $VO_2\max$ ไม่แตกต่างจากผู้ที่มีฮีโมโกลบินชนิดปกติ อาจเนื่องจากการวัดค่า $VO_2\max$ ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการวัดโดยอ้อม คือ ทำนายค่า $VO_2\max$ จากการออกกำลังกายระดับต่ำกว่าค่าสูงสุด (submaximal exercise) จึงอาจยังมีระดับความหนักของการทดสอบ

ไม่เพียงพอที่จะทำให้เห็นถึงความแตกต่างของค่า $VO_2\max$ ระหว่างอาสาสมัคร 2 กลุ่มนี้ได้ แม้ว่าความแตกต่างนั้นอาจมีอยู่จริง นอกจากนี้ ผู้ที่เป็น HbE trait อาจมีความแตกต่างจากผู้ที่มีฮีโมโกลบินชนิดปกติในตัวแปรอื่นๆ ที่เกี่ยวกับการจับออกซิเจนของฮีโมโกลบิน (oxygen binding) นอกเหนือไปจากค่า $VO_2\max$

ซึ่งเป็นตัวแปรเพียงตัวเดียวของการศึกษาค้างนี้ อย่างไรก็ตาม เนื่องจากอุปกรณ์เครื่องมือต่างๆ ที่มีอยู่ในคณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ไม่เอื้ออำนวยให้คณะผู้วิจัยสามารถทำการวัดค่า $VO_2\max$ โดยการวัดโดยตรง และวัดค่าตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวกับการจับออกซิเจนของฮีโมโกลบินได้ การศึกษาวิจัยครั้งนี้จึงจำกัดอยู่ที่การวัดค่า $VO_2\max$ ด้วยการวัดโดยอ้อมเช่นนี้ การศึกษาต่อไปในอนาคตจึงอาจทำการทดสอบด้วยวิธีการที่มีระดับความหนักเพิ่มขึ้น รวมทั้งเพิ่มตัวแปรในการศึกษาให้มากยิ่งขึ้น เช่น การฟื้นตัวของอัตราการเต้นของหัวใจและระดับกรดแลคติกในเลือด เป็นต้น

เหตุผลอีกประการหนึ่งที่ทำให้การวิจัยครั้งนี้ให้ผลการศึกษาว่าผู้ที่ที่เป็น HbE trait มี ค่า $VO_2\max$ ไม่แตกต่างจากผู้ที่ไม่มีฮีโมโกลบินชนิดปกติอาจเนื่องจากขนาดตัวอย่างของการศึกษาค้างนี้มีขนาดค่อนข้างเล็ก คือมีอาสาสมัครเข้าร่วมการวิจัยเพียง 17 คู่ ถึงแม้ว่าตัวเลขนี้จะได้จากการคำนวณขนาดตัวอย่างแล้ว แต่ค่าตัวแปร $VO_2\max$ ที่ใช้แทนค่าในสูตรนั้น ได้อ้างอิงจากการศึกษาวิจัยในผู้ที่ เป็น SCT เนื่องจากไม่มีงานวิจัยใดที่ทำการศึกษากับเรื่องนี้อย่างผู้ที่เป็น HbE trait มาก่อน ดังนั้น จึงอาจทำให้จำนวนขนาดตัวอย่างที่คำนวณได้ไม่ใช่ตัวเลขที่ควรจะเป็นอย่างถูกต้องสมบูรณ์จริงๆ สำหรับการศึกษากับผู้ที่ที่เป็น HbE trait การเพิ่มขนาดตัวอย่างให้มีจำนวนอาสาสมัครมากขึ้นจึงอาจจะช่วยให้ผลการวิจัยมีความชัดเจนยิ่งขึ้น โดยนำผลการศึกษาที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ไปคำนวณขนาดตัวอย่างสำหรับการศึกษาค้างต่อไป

จากการศึกษาของ Thiriet และคณะ¹⁶ ที่ทำการศึกษาการวิ่งขึ้นสู่ยอดเขาสูงและชั้น 4.095 เมตร ในนักวิ่งชาว คาเมอรูน 266 คน ซึ่งเป็น SCT 33 คน และพบว่า โดยทั่วไปแล้ว เมื่อเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการวิ่งของนักวิ่งกลุ่มที่เป็น SCT 33 คน กับนักวิ่งที่มีฮีโมโกลบินชนิดปกติ พบว่านักวิ่งทั้ง 2 กลุ่มใช้เวลาไม่ต่างกัน ยกเว้นในช่วงความสูง 3.800-4.095 เมตร ที่นักวิ่งที่เป็น SCT ใช้เวลาวิ่งนานขึ้น โดย Thiriet และคณะ¹⁶ มีความเห็นว่า การที่ผู้ที่เป็น SCT มีความ

สามารถในการวิ่งลดลงอาจเกี่ยวข้องกับภาวะที่มีความดันอากาศและปริมาณออกซิเจนน้อยลง (hypobaric hypoxic conditions) ผลการศึกษาที่พบในผู้ที่ เป็น SCT นี้ อาจเกิดขึ้นได้กับผู้ที่เป็น HbE trait เช่นกัน ดังนั้น จึงอาจจะเป็นเรื่องที่น่าสนใจที่จะทำการศึกษากับเรื่องนี้ต่อไป

ข้อจำกัดประการหนึ่งของการศึกษาค้างนี้คือ อาสาสมัครที่เข้าร่วมการวิจัยบางรายไม่ได้รับการตรวจวิเคราะห์ดีเอ็นเอเพื่อวินิจฉัยภาวะที่มียีนแฝงอัลฟาธาลัสซีเมีย ซึ่งมีอุบัติการณ์สูงถึงร้อยละ 20-30 ในประชากรไทย²⁴ และมีผลการตรวจชนิดฮีโมโกลบินเหมือนคนปกติ จึงอาจเป็นไปได้ว่าอาสาสมัครบางรายที่จัดอยู่ในกลุ่มผู้ที่มีฮีโมโกลบินชนิดปกติอาจเป็นพาหะอัลฟาธาลัสซีเมีย ที่อาจส่งผลให้การศึกษาค้างนี้พบผู้ที่เป็น HbE trait และผู้ที่มีฮีโมโกลบินชนิดปกติมีค่า $VO_2\max$ ไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้ ในการศึกษาค้างนี้อาสาสมัครเพศหญิงบางรายมีภาวะเลือดจางเล็กน้อย แต่เป็นผู้ที่มีสุขภาพโดยทั่วไปแข็งแรงดี ไม่มีโรคประจำตัวใดๆ และมีคุณลักษณะเบื้องต้นเป็นไปตามเกณฑ์การคัดกรองอาสาสมัครของการวิจัยครั้งนี้ อีกทั้งเมื่อพิจารณาค่าระดับฮีโมโกลบินในเลือดของกลุ่มอาสาสมัครที่มีฮีโมโกลบินชนิดปกติและกลุ่มอาสาสมัครที่เป็น HbE trait แล้ว พบว่าค่าดังกล่าวนี้ของกลุ่มอาสาสมัครทั้งสองมีความใกล้เคียงกันมาก จึงอาจคาดได้ว่าภาวะเลือดจางเล็กน้อยในอาสาสมัครเพศหญิงบางรายไม่น่าที่จะส่งผลต่อการทดสอบสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดครั้งนี้ อย่างไรก็ตาม หากมีการศึกษาต่อไปในอนาคต ผู้ทำการศึกษาควรทำการคัดกรองอาสาสมัครโดยละเอียดยิ่งขึ้นกว่านี้

กล่าวโดยสรุปแล้ว การศึกษาค้างนี้แสดงให้เห็นว่าผู้ที่ที่เป็น HbE trait น่าจะมีสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดไม่แตกต่างจากผู้ที่มีฮีโมโกลบินชนิดปกติ แม้การศึกษาค้างนี้จะจะมีข้อจำกัดบางประการดังกล่าวข้างต้น แต่นับเป็นการศึกษาแรกที่ทำการเปรียบเทียบสมรรถภาพทางกายของผู้ที่เป็น HbE trait กับผู้ที่มีฮีโมโกลบินชนิดปกติ จึงอาจถือได้ว่าเป็นการศึกษานำร่องที่จะนำไปสู่

การศึกษาเพิ่มเติมเพื่อให้ได้หลักฐานทางวิชาการอื่นๆ ในการสนับสนุนหรือหักล้างความเชื่อที่ว่า ผู้ที่เป็น HbE trait น่าจะมีสมรรถภาพทางกายต่ำกว่าผู้ที่ไม่มีฮีโมโกลบินชนิดปกติ มีความสามารถในการเล่นกีฬาลดลง และไม่สามารถฝึกฝนให้ไปสู่ความเป็นเลิศทางการกีฬาได้อย่างไรก็ตาม เพื่อให้ได้ผลการศึกษาที่สมบูรณ์มากยิ่งขึ้นในการศึกษาครั้งต่อไป ควรปรับเปลี่ยนวิธีการทดสอบ $VO_2\text{max}$ ให้มีระดับความหนักเพิ่มขึ้น เพิ่มตัวแปรในการศึกษาที่เกี่ยวกับการจับออกซิเจนของฮีโมโกลบิน เพิ่มจำนวนอาสาสมัครในการศึกษา และทำการศึกษาทั้งที่ระดับน้ำทะเลและที่สูงกว่าระดับน้ำทะเล หรือในภาวะที่มีความดันอากาศและปริมาณออกซิเจนน้อยลง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์กุลนภา พุเจริญ ภาควิชาจุลทรรศน์คลินิก และกลุ่มวิจัยธาลัสซีเมีย คณะเทคนิคการแพทย์ ที่ให้ความช่วยเหลือในการดำเนินการตรวจเลือดเพื่อคัดกรองอาสาสมัครสำหรับการวิจัยครั้งนี้ ขอขอบพระคุณอาจารย์ศิริพร รุ่งเรือง ภาควิชาชีวสถิติ และประชากรศาสตร์ คณะสาธารณสุขศาสตร์ ที่ให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ขอขอบพระคุณหอผู้ป่วยอายุรกรรม โรงพยาบาลศรีนครินทร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่อง pulse oximeter สำหรับใช้ในการปรับเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจแบบไร้สาย และขอขอบพระคุณอาสาสมัครทุกท่านที่กรุณาสละเวลาเข้าร่วมในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. กนกวรรณ แสนไชยสุริยา. ฮีโมโกลบินผิดปกติ. ขอนแก่น: คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2543:1-40.
2. สุพรรณ พุเจริญ. ฮีโมโกลบินอี. ใน: สุพรรณ พุเจริญ. บรรณาธิการ. พื้นฐานการเกิดโรคระดับโมเลกุลและการตรวจวิเคราะห์ธาลัสซีเมีย. ขอนแก่น: ไทยสิทธิ์ขอนแก่น, 2542:72-3.

3. อานนท์ บุญยะรัตเวช. ความผิดปกติเกี่ยวกับฮีโมโกลบิน. ใน: อานนท์ บุญยะรัตเวช. บรรณาธิการ. โลหิตวิทยา 2535. กรุงเทพฯ: ฟันนี้พับลิชชิง, 2535:169-219.
4. สุพรรณ พุเจริญ, กุลนภา พุเจริญ. ฮีโมโกลบินโครงสร้าง หน้าที่ การสังเคราะห์ และอื่น. ใน: สุพรรณ พุเจริญ. บรรณาธิการ. ธาลัสซีเมียที่พบบ่อยในประเทศไทย. ฉบับพิมพ์ครั้งที่ 2. ขอนแก่น: คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2543:1/1-17.
5. สุทัศน์ พุเจริญ, ปราณิ (วินิจจะกุล) พุเจริญ. Thalassemia and hemoglobinopathy. ใน: ฝนอมศรี ศรีชัยกุล, แสงสุรีย์ จูฑา. บรรณาธิการ. ตำราโลหิตวิทยา. กรุงเทพฯ: ที.พี.พรินท์, 2541: 202-15.
6. วิชัย เหล่าสมบัติ. ธาลัสซีเมีย. กรุงเทพฯ: โอ เอส พรินต์ติ้ง เฮาส์, 2541:14-7.
7. Rubin RN, Leopold LH. Hematologic pathophysiology. Madison: Fence Creek Publishing, 1998:31.
8. Plowman PN. Hematology and immunology. New York: John Wiley&Sons, 1987:44-5.
9. Gross S, Roath S. Hematology: a problem-oriented approach. Maryland: Williams&Wilkins, 1996:91.
10. Robinson JR, Stone WJ, Asendorf CA. Exercise capacity of black sickle cell trait males. Med Sci Sports Exerc 1976;8:244-5.
11. Gozal D, Thiriet P, Mbala E, Wouassi D, Gelas H, Geyssant A, Lacour JR. Effect of different modalities of exercise and recovery on exercise performance in subjects with sickle cell trait. Med Sci Sports Exerc 1992;24: 1325-31.
12. Nuss R, Loehr JP, Darberkow E, Graham L, Lane PA. Cardiopulmonary function in men with sickle cell trait who reside at moderately high altitude. J Lab Clin Med 1993;122:382-7.

13. Bile A, Le Gallais D, Mercier B, Martienez P, Asmaidi S, Pretant C, et al. Blood lactate concentration during incremental exercise in subjects with sickle cell trait. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30:649-54.
14. Cisse F, Faye J, Beye AB, Samb A. Aerobic capacity training in heterozygote sickle cell athletes. *Dakar Med* 1992;37:21-7.
15. Bile A, Le Gallais D, Mercier B, Martinez P, Ahmaidi S, Prefaut Ch. Anaerobic exercise components during the force-velocity test in sickle cell trait. *Int J Sports Med* 1996;17: 254-8.
16. Thiriet P, Le Hesran JY, Wouassi D, Bitanga E, Gozal D, Louis FJ. Sickle cell trait performance in a prolonged race at high altitude. *Med Sci Sports Exerc* 1994;26:914-8.
17. Hue O, Julian ME, Blanc S, Martin S, Hertogh C, Marlin L, et al. Alactic anaerobic performance in subjects with sickle cell trait and hemoglobin AA. *Int J Sport Med* 2002;23:174-7.
18. วิชัย อึ้งพินิจพงศ์. หลักการฝึกสมรรถภาพทางกาย. ใน: วิรุพห์ เหล่าภัทรเกษม, รัตนาธิ ฌ นคร, บรรจง มไหสวริยะ, พรรณแซ มไหสวริยะ, เพ็ญพิมล รัชมรงค์จิต, กิตติ จิระรัตนโพธิ์ชัย. บรรณาธิการ. กีฬาวissenschaft Sport medicine. กรุงเทพฯ: พี.บี. ฟอเรน บุคส์ เซนเตอร์, 2536:95.
19. พรชัย เตชะนิเวศน์. สมรรถภาพทางกายและการฝึก. ใน: อภิชัย คงเสรีพงศ์, จิตตินันต์ หะวานนท์. บรรณาธิการ. กีฬาวissenschaft. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2537:7.
20. Hayword VH. Advanced fitness assessment and exercise prescription. Illinois: Human Kinetic Books, 1991:65-71.
21. Keren G, Magazanik A, Epstein Y. A comparison of various methods for the determination of $\dot{V}O_2$ max. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1980;45:117-24.
22. Douglas NH, Alan CL. Measurement and evaluation in physical education and exercise science. 3rd ed. Massachusetts: Allyn & Bacon, 1998:137-43.
23. Portney LG, Watkins MP. Foundations of clinical research: applications to practice. 1st ed. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1993:318-9, 368-70.
24. อรุณี เจตศรีสุภาพ. โรคธาลัสซีเมีย. ใน: สุพรรณ พูเจริญ. บรรณาธิการ. ธาลัสซีเมียที่พบบ่อยในประเทศไทย. ฉบับพิมพ์ครั้งที่ 2. ขอนแก่น: คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2543:1/18-27.