



**EFFECT OF EXERCISE ON BLOOD OXYGEN AFFINITY
AND ERYTHROCYTE 2,3-DIPHOSPHOGLYCERATE
IN ANEMIC ATHLETES**

SUPA PUDKASAM

With compliments
of

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล
.....

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
(PHYSIOLOGY OF EXERCISE)
FACULTY OF GRADUATE STUDIES
MAHIDOL UNIVERSITY**

2002

ISBN 974-04-1389-7

COPYRIGHT OF MAHIDOL UNIVERSITY

TH
S959ef
2002
C.2

4036010 SCEP/M : MAJOR : PHYSIOLOGY OF EXERCISE : M.Sc.
(PHYSIOLOGY OF EXERCISE)

KEY WORDS : Vo_2max / P_{50} / HYPOXIA / LONG DISTANCE RUNNERS / HEAVY EXERCISE

SUPA PUDKASAM : EFFECT OF EXERCISE ON BLOOD OXYGEN AFFINITY AND ERYTHROCYTE 2,3-DIPHOSPHOGLYCERATE IN ANEMIC ATHLETES. THESIS ADVISORS: PIPAT CHERDRUNGS, M.Sc., CHUMPOL PHOLPRAMOOL, Ph.D., CHATURAPORN NA NAKORN, M.D., 109 p. ISBN 974-04-1389-7

The purpose of this study is to compare endurance athletes with anemia and those without anemia for any changes in blood O_2 affinity and erythrocyte 2,3-diphosphoglycerate (2,3-DPG) during heavy exercise under normoxia and hypoxia conditions.

Twelve healthy males, aged 19-33 yrs., volunteered as subjects. Most of the subjects were long-distance runners and all had regularly exercised for at least 3 yr prior to the experiment. Initially, they were equally divided into two groups, based on their hemoglobin concentration (Hb), as anemia ($\text{Hb} < 14 \text{ g.dl}^{-1}$) and control ($\text{Hb} \geq 14 \text{ g.dl}^{-1}$). Most of the subjects participated only in one single group. One of the subjects participated in both groups due to alteration in his blood Hb level as affected by changing in training volume. Therefore, the number of subjects (n) in the anemia and the control groups were 6 and 7, respectively. Both subject groups had similar average age, body weight, height and predetermined maximal aerobic power. Individual subject in each group performed two incremental-load exercise tests until exhaustion on a cycle ergometer for open-circuit measurement of maximal O_2 uptake (Vo_2max), one in normoxia (breathing room air) and the other in hypoxia ($\text{F}_{\text{I}\text{O}_2} = 14\%$), in randomized order. During each exercise test, continuous non-invasive determination of ventilatory and various gas exchange parameters including arterial O_2 saturation (Sao_2) were done. A week later, the subject performed another two exercise bouts at constant relative load of 85% Vo_2max , one in normoxia and one in hypoxia, in randomized fashion. Prior to each exercise bout, a venous blood sample was taken after 20 min of rest in normoxia or hypoxia. At the last (3rd) min of exercise at 85% Vo_2max , another venous blood sample was drawn. The blood samples were analyzed for blood gases and 2,3-diphosphoglycerate (2,3-DPG). Calculation of P_{50} *in vivo* and at standard condition was performed.

It was found that hypoxia caused, in both subject groups, significant decreases in maximal work load ($p < 0.01$), Vo_2max ($p < 0.01$), and oxygen pulse ($p < 0.01$) and arterial oxygen saturation (Sao_2) ($p < 0.001$) at Vo_2max . The changes were comparable between the two subject groups. For exercise at 85% Vo_2max in normoxia, standard P_{50} and Sao_2 levels were decreased ($p < 0.01$) whereas *in vivo* P_{50} was not affected by exercise in both subject groups. The change in exercise Sao_2 was less in the anemia compared with the control ($p < 0.05$). For exercise in hypoxia, the *in vivo* P_{50} was increased above resting level ($p < 0.01$) in both groups but not significantly different from normoxic exercise value. The standard P_{50} similar to that of the resting level but greater than the normoxic level ($p < 0.01$). However, there were no significant differences in these P_{50} values between anemia and control athletes in all cases, although 2,3-DPG was always greater in anemia than control ($p < 0.001$).

The results of this study suggest that athletic anemia has adverse effects on desaturation of arterial blood during constant heavy exercise in hypoxia but it had no effect on blood O_2 affinity during exercise in either normoxia or hypoxia.

4036010 SCEP/M : สาขาวิชา : สรีรวิทยาของการออกกำลังกาย; วท.ม. (สรีรวิทยาของการออกกำลังกาย)

สุภาวี ปัดเกษม: ผลของการออกกำลังกายต่อความสามารถจับออกซิเจนของเม็ดเลือดแดง และระดับสาร 2,3-ดีพีจี ในเลือดในนักกีฬาที่มีภาวะโลหิตจาง (EFFECT OF EXERCISE ON BLOOD OXYGEN AFFINITY AND ERYTHROCYTE 2,3-DIPHOSPHOGLYCERATE IN ANEMIC ATHLETES) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: พิพัฒน์ เจียรังษี, วท.ม., ชุมพล ผลประมูล, Ph.D., จตุพร ณ นคร, พ.บ., 109 หน้า ISBN: 974-04-1389-7

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงระดับความสามารถในการปล่อยออกซิเจนจากเม็ดเลือดแดงสู่เนื้อเยื่อ (P_{50}) และ 2,3-ดีพีจี ในเม็ดเลือดแดงขณะออกกำลังกายอย่างหนักภายใต้สภาวะแวดล้อมที่มีปริมาณออกซิเจนปกติ (normoxia) และต่ำกว่าปกติ (hypoxia) ในกลุ่มนักกีฬาประเภทที่มีความอดทนสูงที่มีภาวะโลหิตจางเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่มีภาวะโลหิตจาง โดยทำการทดสอบในอาสาสมัครเพศชายจำนวน 12 คน อายุระหว่าง 19-33 ปี ซึ่งส่วนใหญ่เป็นนักวิ่งระยะไกล ทุกคนมีการออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ ในเบื้องต้นได้แบ่งอาสาสมัครเป็น 2 กลุ่มเท่าๆกัน โดยใช้ระดับความเข้มข้นของฮีโมโกลบินในเลือด (Hb) เป็นเกณฑ์ ได้แก่ กลุ่มโลหิตจาง ($Hb < 14$ กรัม/100 มล.) และกลุ่มควบคุม ($Hb \geq 14$ กรัม/100 มล.) อาสาสมัครส่วนใหญ่ถูกจัดอยู่ในกลุ่มทดลองใดๆเพียงกลุ่มเดียว มีเพียงหนึ่งรายที่ร่วมอยู่ในกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่ม เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงระดับ Hb อันเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงปริมาณการฝึกซ้อม จำนวนอาสาสมัครในกลุ่มโลหิตจางและกลุ่มควบคุมจึงเท่ากับ 6 และ 7 คน ตามลำดับ อาสาสมัครทั้งสองกลุ่มมีค่าเฉลี่ยของอายุ นำหนัก ส่วนสูง และอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Vo_{2max}) ในสภาวะ normoxia ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ให้อาสาสมัครแต่ละคนออกกำลังกายแบบเพิ่มความหนักของงานด้วยการปั่นจักรยานจนหมดแรงภายใต้สภาวะ normoxia และ hypoxia (ความเข้มข้นออกซิเจนที่ใช้หายใจ = 14%) โดยการสุ่มลำดับก่อนหลังภายในวันเดียวกัน ทำการบันทึกอัตราการหายใจ และตัวแปรที่เกี่ยวกับการแลกเปลี่ยนแก๊ส รวมถึงความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือดแดง (Sao_2) อย่างต่อเนื่องตลอดช่วงพักและขณะออกกำลังกายหนึ่งสัปดาห์ต่อมาอาสาสมัครแต่ละคนรับการทดสอบการออกกำลังกายที่ระดับความหนัก 85% Vo_{2max} ภายใต้สภาวะ normoxia และ hypoxia โดยการสุ่มลำดับก่อนหลังภายในวันเดียวกัน เก็บตัวอย่างเลือดดำที่นาทีกี่ 20 ขณะพัก และนาทีกี่ 3 ขณะการออกกำลังกายทั้งสองสภาวะแวดล้อม เพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณแก๊สและ สาร 2,3-ดีพีจี แล้วคำนวณหาค่า P_{50} ตามสภาวะจริง (P_{50} in vivo) และสภาวะมาตรฐาน (P_{50} standard) ผลการทดลองพบว่าสภาวะ hypoxia ลดค่างานสูงสุด, Vo_{2max} ($p < 0.01$), O_2 pulse ($p < 0.01$) และ Sao_2 ที่ Vo_{2max} ($p < 0.001$) ในอาสาสมัครทั้งสองกลุ่ม โดยที่การเปลี่ยนแปลงของตัวแปรเหล่านี้ไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่ม ขณะออกกำลังกายที่ระดับ 85% Vo_{2max} ในสภาวะ normoxia ค่า standard P_{50} และ Sao_2 ลดลง ($p < 0.01$, $p < 0.001$) แต่ไม่ทำให้ P_{50} in vivo เปลี่ยนแปลงในอาสาสมัครทั้งสองกลุ่ม การเปลี่ยนแปลงของ Sao_2 ในกลุ่มที่มีภาวะโลหิตจางน้อยกว่ากลุ่มควบคุม ($p < 0.05$) สำหรับการออกกำลังกายในสภาวะ hypoxia ค่า P_{50} in vivo เพิ่มขึ้นจากขณะพัก ($p < 0.01$) แต่ไม่แตกต่างจากขณะออกกำลังกายในสภาวะ normoxia ในอาสาสมัครทั้งสองกลุ่ม ส่วนค่า standard P_{50} ขณะออกกำลังกายในสภาวะ hypoxia ไม่แตกต่างจากขณะพัก แต่สูงกว่าขณะออกกำลังกายในสภาวะ normoxia ($p < 0.01$) อย่างไรก็ตาม P_{50} ทั้ง in vivo และ standard ของอาสาสมัครทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันในทุกสภาวะ ถึงแม้ว่า 2,3-ดีพีจีในกลุ่มภาวะโลหิตจางสูงกว่ากลุ่มควบคุม ($p < 0.001$) ผลการทดลองจากการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่า นักกีฬาที่มีภาวะโลหิตจางน่าจะมีผลต่อการลดลงของ Sao_2 ในระหว่างการออกกำลังกายในสภาวะ hypoxia แต่ไม่มีผลต่อ P_{50} ในระหว่างการออกกำลังกายทั้งสภาวะ normoxia และ hypoxia