

## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ผลของการฝึกบนที่สูงจากระดับน้ำทะเล 1,500 เมตร ต่อการเปลี่ยนแปลงผลทางโลหิตวิทยา ในเด็กสุขภาพดี อายุ 10-12 ปี ได้แก่ จำนวนเม็ดเลือดขาว จำนวนเม็ดเลือดแดง ความเข้มข้นของฮีโมโกลบิน และค่าฮีมาโตคริต ในช่วงก่อนและหลังการฝึก ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง และผลเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ถูกนำมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสถิติสำเร็จรูป SPSS Version16 สามารถนำมาสรุป อภิปรายผล และมีข้อเสนอแนะดังนี้

#### สรุปผลการศึกษา

1. หลังการฝึกตามโปรแกรมการฝึกบนที่สูงจากระดับน้ำทะเล 1,500 เมตร ต่อการเปลี่ยนแปลงผลทางโลหิตวิทยา แบบ Endurance training ของกลุ่มทดลอง เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 4 วัน การเก็บตัวอย่างเลือดนำไปวิเคราะห์ค่าทางโลหิตวิทยา การนำผลที่ได้ก่อนและหลังการฝึกมาวิเคราะห์พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

2. กลุ่มควบคุมคือกลุ่มที่ไม่ได้ฝึกตามโปรแกรม แบบ Endurance training ใช้ชีวิตประจำวันแบบปกติ การเก็บตัวอย่างเลือดนำไปวิเคราะห์ค่าทางโลหิตวิทยา การนำผลที่ได้ก่อนและหลังการฝึกมาวิเคราะห์พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

3. เมื่อเปรียบเทียบผลโลหิตวิทยาของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าโปรแกรมการฝึกบนที่สูงจากระดับน้ำทะเล 1,500 เมตร ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงผลทางโลหิตวิทยาในเด็กสุขภาพดีอายุ 10-12 ปี ที่อาศัยอยู่บนที่สูงจากระดับน้ำทะเล 1,200 เมตร

## อภิปรายผลการศึกษา

ผลการศึกษา ก่อนและหลังการฝึกตามโปรแกรมการฝึกบนที่สูงจากระดับน้ำทะเล 1,500 เมตร ต่อการเปลี่ยนแปลงผลทางโลหิตวิทยา ในกลุ่มทดลอง เป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และกลุ่มควบคุมคือกลุ่มที่ไม่ได้ฝึกตามโปรแกรมการฝึกบนที่สูงจากระดับน้ำทะเล 1,500 เมตร ใช้ชีวิตประจำวันแบบปกติ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันเปรียบเทียบผลโลหิตวิทยาระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเช่นกัน การศึกษานี้สอดคล้องกับ (Pottgiesser T, Ahlgrim C, Ruthardt S, Dickhuth HH, Schumacher YO, 2009) เมื่อนำนักกีฬาปั่นจักรยานชายระดับยอด (ทีมชาติเยอรมัน การปั่นจักรยานประเภท U2) ขึ้นไปฝึกที่ระดับความสูงปานกลาง 1,816 เมตร เป็นระยะเวลา 21 วัน จากระดับน้ำทะเลเพื่อทำการศึกษาน้ำหนักเม็ดเลือดแดง ความเข้มข้นของฮีโมโกลบิน และค่าฮีมาโตคริต ก่อนและหลังการฝึก หลังการทดลอง พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ สอดคล้องกับ ชัยสิทธิ์ ภาวิลาศ (2539) ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกซ้อมบนดอยอินทนนท์ต่อความสมบูรณ์ของนักกีฬาวิ่งระยะไกล การฝึกซ้อม ณ บ้านพักบนดอยอินทนนท์เฉลี่ย 2-4 ชั่วโมงต่อวัน 6 วันต่อสัปดาห์เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์ ผลของการวิจัยพบว่าจำนวนเม็ดเลือดแดง ร้อยละเรติคูลโคซัยต์ และความเข้มข้นของฮีโมโกลบินในเลือดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ข้อมูลที่สนับสนุนทฤษฎีที่ว่า การเกิดภาวะพร่องออกซิเจนที่มีผลต่อการทำงานของระบบหายใจและไหลเวียนเลือด จะต้องมีความสูงประมาณ 2,100 – 2,500 เมตร จากระดับน้ำทะเล สอดคล้องกับ (Grover, 1986) ทำการศึกษา การปรับตัวของระบบไหลเวียนเลือดในการออกกำลังกายที่ระดับความสูง 2,743 เมตร โดยทำการศึกษาจากกลุ่มทดลองจำนวน 15 คน พบว่าการออกกำลังกายที่สูงทำให้อัตราการเต้นของชีพจรช้าลง ปริมาตรการสูบฉีดโลหิตต่อนาทีลดลง และความเข้มข้นของเลือดเพิ่มขึ้น ความสามารถสูงสุดในการทำงานของร่างกายต่ำกว่าที่ระดับน้ำทะเล Terrados, Melichna, Sylven, Johnson และ Kalfser, (1988) ได้ทำการศึกษาความแตกต่างของความสามารถในการทำงานของร่างกายจากผลของการฝึกบนพื้นราบที่ระดับน้ำทะเลกับการฝึกบนที่สูงโดยศึกษาเรื่อง โครงสร้างและคุณสมบัติทางเคมีของกล้ามเนื้อ จากประชากรที่เป็นนักแข่งจักรยาน จำนวน 8 คน โดยทำการฝึก เป็นเวลา 3-4 สัปดาห์ๆ 4-5 ครั้ง โดยในแต่ละครั้งประกอบด้วยกันปั่นจักรยานติดต่อกัน 60-90 นาที และปั่นๆหยุดๆเป็นเวลา 45-60

นาที่ การทดลองได้แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่หนึ่งทำการฝึกในห้องปรับความกดดันต่ำ (Altitude Chamber) ที่เท่ากับระดับความสูง 2,316 เมตร อีกกลุ่มหนึ่งทำการฝึกที่ระดับน้ำทะเล โดยก่อนและหลังการฝึก ได้ทำการทดสอบความสามารถในการทำงาน เก็บตัวอย่างเลือดและเจาะชิ้นเนื้อขามาเป็นตัวอย่างในการตรวจ ผลการทดลองพบว่า ความสามารถในการทำงานเนื่องจากการฝึกบนที่สูงเพิ่มมากกว่าการฝึกที่พื้นราบที่ระดับน้ำทะเล ความสามารถในการทำงานที่เพิ่มจากการฝึกบนที่สูง มีความสัมพันธ์กับการลดลงของระดับแลคเตทในเลือด

กลุ่มทดลองทำการฝึกตาม โปรแกรมการฝึกแบบ Endurance training บนที่สูงจากระดับน้ำทะเล 1,500 เมตร เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้ฝึกตามโปรแกรม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งผลการฝึกดังกล่าว อาจมาจากหลายปัจจัย เช่น การที่เด็กอาศัยอยู่บนที่สูงมาแต่กำเนิดและลักษณะภูมิประเทศเป็นพื้นที่ลาดชันร่างกายมีการปรับตัวมาตั้งแต่แรกเกิดจนถึงปัจจุบันมีสภาพของร่างกายที่แตกต่างจากกลุ่มคนที่อยู่ที่อยู่ระดับพื้นราบที่ระดับน้ำทะเล ประกอบกับการที่ธรรมชาติของเด็กที่ไม่ชอบอยู่นิ่ง วิ่งเล่นเป็นประจำ ทำให้เด็กปรับตัวจนชินต่อที่สูงแล้ว จึงไม่เห็นผลที่เปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจน การศึกษานี้ไม่ได้ควบคุมเรื่อง โภชนาการ อาหารที่มีคุณสมบัติ มีธาตุเหล็กซึ่งเป็นองค์ประกอบในการสร้างเม็ดเลือด ในการศึกษาี้เด็กมีปริมาณเม็ดเลือดที่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกายคืออยู่แล้วการให้อาหารเสริมที่มีคุณสมบัติในการบำรุงเลือดก็ไม่ได้ช่วยให้ปริมาณเม็ดเลือดเพิ่มขึ้น เนื่องจากร่างกายมีการปรับสมดุลอยู่ตลอดเวลา การให้อาหารเสริมเพิ่มมากเกินไป ร่างกายก็จะทำหน้าที่ขับออกมากเท่านั้น เช่น นักกีฬาเพาะกายหรือนักกีฬาทั่วไปที่มีสมรรถภาพสูงสุดแล้ว ก็จะคงที่ไว้ไม่ว่าจะฝึกหนักหรือเสริมอาหารมากแต่อย่างใด แต่หากทำการศึกษาในกลุ่มผู้ป่วยที่เป็นโรค เช่น โรคโลหิตจาง โดยการให้อาหารเสริมที่มีคุณสมบัติในการบำรุงเลือด และออกกำลังกายบนที่สูงอาจส่งผลให้ปริมาณเม็ดเลือดเพิ่มขึ้นได้ ใช้การออกกำลังกายแทนการใช้ยา หรือการฉีดฮอร์โมน ช่วงระยะเวลาในการฝึก 6 สัปดาห์ ที่น้อยเกินไปสำหรับการเปลี่ยนแปลงผลทางโลหิตวิทยาเกี่ยวกับโปรแกรมการฝึกที่หนักไม่พอช่วงระยะเวลาฝึกที่น้อย กับความสูงที่ไม่ถึงระดับให้เกิดภาวะพร่องออกซิเจน ภาวะพร่องออกซิเจนที่มีผลต่อการทำงานของระบบหายใจและไหลเวียนเลือด ที่ความสูงประมาณ 2,100 เมตรขึ้นไปจากระดับน้ำทะเล ดังที่ ดร.วรรณ จักรพันธ์ ได้ทำการศึกษาสมรรถภาพทางกายและผลทางโลหิตวิทยาในเด็กชาวไทยภูเขาที่อาศัยอยู่ที่ระดับความสูง 500 เมตร 1,000 เมตร และเด็กไทยที่อาศัยอยู่ที่ระดับ

พื้นราบ ผลการศึกษาพบว่าในเพศชายมีจำนวนเม็ดเลือดแดง เม็ดเลือดขาว และเกร็ดเลือดไม่แตกต่างกันระหว่างเด็กทั้ง 3 กลุ่ม ส่วนในเพศหญิงเด็กชาวไทยภูเขากลุ่ม 500 เมตร และ 1,000 เมตร มีจำนวนเม็ดเลือดแดงมากกว่ากลุ่มควบคุม และในกลุ่ม 500 ม. มีจำนวนเม็ดเลือดขาวมากกว่าเด็กกลุ่มอื่น แต่ไม่มีความแตกต่างกันในจำนวนเกร็ดเลือดของเด็กทั้ง 3 กลุ่ม อย่างไรก็ตาม เด็กชาวไทยภูเขากลุ่ม 500 เมตร และกลุ่ม 1,000 เมตร ทั้งเพศชายและหญิงมีสมรรถภาพในการจับออกซิเจนสูงกว่าเด็กกลุ่มควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับค่าฮีมาโตคริตและฮีโมโกลบินที่มีค่าสูงกว่าเช่นกัน การวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่าเด็กที่อาศัยอยู่ที่ระดับความสูง 500 เมตรและ 1,000 เมตรเป็นระยะเวลาอันนานมีสมรรถภาพทางระบบไหลเวียนโลหิตดีกว่าเด็กไทยที่อาศัยอยู่ที่ระดับพื้นราบ ซึ่งเป็นผลมาจากการปรับตัวทางโลหิตวิทยาต่อการเผชิญกับความสูงในระดับนี้เป็นระยะเวลาอันนาน

การที่ปริมาณเม็ดเลือดขาว (WBR) มีปริมาณค่อนข้างมากในเด็กชนบทที่อาศัยอยู่บนที่สูง เมื่อเปรียบเทียบกับค่าปกติในวัยเด็กอาจเป็นเพราะ ลักษณะการใช้ชีวิตที่ไม่ถูกสุขอนามัยมากนัก ส่งผลให้ได้รับเชื้อโรคได้ง่าย ร่างกายจึงปรับสมดุลเม็ดเลือดเพื่อการดำรงชีวิต

ปริมาณเม็ดเลือดแดง (RBE) มีปริมาณค่อนข้างมากในเด็กชนบทที่อาศัยอยู่บนที่สูง เมื่อเปรียบเทียบกับค่าปกติในวัยเด็กอาจเป็นเพราะ การปรับตัวเป็นระยะเวลาอันนานจนชินบนที่สูง และการที่ปริมาณเม็ดเลือดแดงลดลงเล็กน้อยหลังการฝึก เพราะการทำงานของระบบหายใจและไหลเวียนเลือดทำงานดีขึ้น ปอด หัวใจทำงานได้ดี การที่มีปริมาณเม็ดเลือดแดงมากอยู่แล้วร่างกายจึงปรับสมดุลให้มีการลดลงเล็กน้อย และอาจลดลงอีกหากมีการฝึกหนักและต่อเนื่อง การที่หัวใจปอด ทำงานได้ดี จึงไม่จำเป็นที่จะต้องอาศัยปริมาณเม็ดเลือดแดงมาก

จำนวนฮีโมโกลบิน (Hb) มีปริมาณค่อนข้างมากในเด็กชนบทที่อาศัยอยู่บนที่สูง เมื่อเปรียบเทียบกับค่าปกติในวัยเด็กอาจเป็นเพราะ การปรับตัวเป็นระยะเวลาอันนานจนชินบนที่สูง และการที่จำนวนฮีโมโกลบินลดลงเล็กน้อยหลังการฝึก เพราะการทำงานของระบบหายใจและไหลเวียนเลือดทำงานดีขึ้น ปอด หัวใจทำงานได้ดี และอาจลดลงอีกหากมีการฝึกอย่างต่อเนื่อง ซึ่งแตกต่างกับคนที่สูญบุหรี คนสูญบุหรีจะมีจำนวนฮีโมโกลบินที่มากกว่าคนปกติ เนื่องจากการทำงานที่เลวลงของระบบหายใจและไหลเวียนเลือด ร่างกายจึงคงสภาพรักษาสมดุลโดยการสร้างเม็ดเลือดแดงและจำนวนฮีโมโกลบินมากขึ้นเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย

ค่าฮีมาโตคริต (Hct) มีปริมาณค่อนข้างมากในเด็กที่อาศัยอยู่บนที่สูง เมื่อเปรียบเทียบกับค่าปกติในวัยเด็กอาจเป็นเพราะ ค่าฮีมาโตคริตแปรผันตามปริมาณเม็ดเลือดแดง จะมีปริมาณมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณเม็ดเลือดแดง

สรุปได้ว่า โปรแกรมการฝึกแบบ Endurance training บนที่สูงจากระดับน้ำทะเล 1,500 เมตร ในเด็กสุขภาพดี อายุ 10-12 ปี ที่อาศัยอยู่บนที่สูงจากระดับน้ำทะเล 1,200 เมตร เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 4 วัน ผลการวิเคราะห์ทางโลหิตวิทยา ก่อนและหลังการทดลองพบว่า กลุ่มทดลองมีค่าจำนวนเม็ดเลือดขาว (WBC) เท่ากับ  $8.31 \pm 2.05$  และ  $7.62 \pm 2.18 \times 10^3$  Cells/ $\mu$ L จำนวนเม็ดเลือดแดง (RBC) เท่ากับ  $5.14 \pm 0.02$  และ  $5.07 \pm 0.28 \times 10^6$  Cells/ $\mu$ L ความเข้มข้นของฮีโมโกลบิน (Hb) เท่ากับ  $14.07 \pm 0.52$  และ  $14.06 \pm 0.79$  g/dL ค่าฮีมาโตคริต (Hct) เท่ากับ  $42.61 \pm 1.73$  และ  $41.6 \pm 2.36$  % ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนกลุ่มควบคุม มีค่าจำนวนเม็ดเลือดขาว (WBC) เท่ากับ  $7.41 \pm 1.21$  และ  $7.16 \pm 1.23 \times 10^3$  Cells/ $\mu$ L จำนวนเม็ดเลือดแดง (RBC) เท่ากับ  $5.32 \pm 0.44$  และ  $5.18 \pm 0.23 \times 10^6$  Cells/ $\mu$ L ความเข้มข้นของฮีโมโกลบิน (Hb) เท่ากับ  $14.17 \pm 0.72$  และ  $14.07 \pm 0.56$  g/dL ค่าฮีมาโตคริต (Hct) เท่ากับ  $42.82 \pm 2.23$  และ  $41.51 \pm 1.80$  % ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเช่นกัน เมื่อเปรียบเทียบผลโลหิตวิทยาหลังการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

#### ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาในกลุ่มตัวอย่างที่อาศัยอยู่บนที่สูง และทำการฝึกที่ระดับน้ำทะเล
2. ควรศึกษาในกลุ่มตัวอย่างที่อาศัยอยู่ที่ระดับน้ำทะเล และทำการฝึกบนที่สูง
3. ควรศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องของสมรรถภาพทางกายร่วมด้วย อาทิ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความสามารถสูงสุดในการจับออกซิเจนของร่างกาย ความจุปอด เป็นต้น
4. ควรศึกษาในที่ระดับความสูงมากกว่า 1,500 เมตร อาทิ ยอดดอยอินทนนท์ที่ระดับความสูง 2,565 เมตร ดอยฟ้าห่มปกที่ระดับความสูง 2,285 เมตร ดอยหลวงที่ระดับความสูง 2,220 เมตร จากระดับน้ำทะเล
5. ควรศึกษาการฝึกบนที่สูงในกลุ่มผู้ที่มีภาวะโลหิตจาง เพื่อดูผลการเปลี่ยนแปลงทางโลหิตวิทยาด้วยโปรแกรมระยะยาวและทำการเจาะเก็บตัวอย่างเลือดเพื่อการศึกษาเป็นช่วงๆ ไป