



บทที่ 4

ผลการศึกษา

รายละเอียดของประชากรที่ใช้ศึกษา

จากประชากรที่นำมาศึกษา ทั้ง 3 กลุ่มมีรายละเอียด ดังนี้

กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มควบคุม ได้แก่คนกรุงเทพที่มีร่างกายสมบูรณ์แข็งแรง ได้มาบริจาคโลหิต ณ ศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ สภากาชาดไทย จำนวน 32 คน เป็นเพศชาย อายุเฉลี่ย 34 ± 8 ปี

กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มศึกษา ได้แก่ คนที่อยู่ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ที่มีร่างกายสมบูรณ์แข็งแรง มาบริจาคโลหิต ณ คลังเลือด โรงพยาบาลศรีนครินทร์ จังหวัดขอนแก่น จำนวน 25 คน เป็นเพศชาย อายุเฉลี่ย 30 ± 8 ปี จากการซักประวัติพบว่า เป็นประชากรในจังหวัดขอนแก่น กาฬสินธุ์ ร้อยเอ็ด สุรินทร์ ชัยภูมิ หนองคาย ศรีสะเกษ ยโสธร และมหาสารคาม

กลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มศึกษา ได้แก่คนชนบทที่มีสภาพร่างกายสมบูรณ์แข็งแรงและเป็นญาติมีภูมิลำเนาในเขตชนบทต่าง ๆ รอบเขตเทศบาลเมืองขอนแก่น ได้แก่ ตำบลบ้านฝาง หนองแวง หนองคลอง บ้านโคกสำราญ บ้านโนน สมบูรณ์ วังยาง และโนนงาม จำนวน 30 คน เป็นเพศชาย อายุเฉลี่ย 31 ± 9 ปี สำหรับประชากรในกลุ่มที่ 3 ทั้งหมด ได้รับการซักประวัติว่าไม่มีโรคประจำตัวและได้รับการตรวจความดันเลือด และตรวจปัสสาวะโดยใช้แถบสี (reagent strip) ผลตรวจอยู่ในเกณฑ์ปกติ

ผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นของโซเดียมและโพแทสเซียมในพลาสมา

ผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นของโซเดียมและโพแทสเซียมในพลาสมาของประชากร ทั้ง 3 กลุ่ม แสดงไว้ในตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของโพแทสเซียมในพลาสมาของ ประชากรทั้ง 3 กลุ่มไม่มีความแตกต่างกันและอยู่ในเกณฑ์ปกติ ค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของ โซเดียมในพลาสมาของกลุ่มที่ 3 สูงกว่ากลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ 145 ± 1 , 139 ± 1 และ 139 ± 1 mEq/L ตามลำดับ ($P < 0.05$)

ผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นของโซเดียมและโพแทสเซียมในเม็ดเลือดแดง

ในตารางที่ 5 แสดงค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของโซเดียมและโพแทสเซียมในเม็ด เลือดแดงของประชากรทั้ง 3 กลุ่ม ความเข้มข้นของโซเดียมในเม็ดเลือดแดง ของกลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 มีค่าเท่ากับ 8.1 ± 0.3 13.6 ± 0.6 และ 10.5 ± 0.5 mEq /L ตาม ลำดับ พบว่าค่าความเข้มข้นของโซเดียมในเม็ดเลือดแดงของกลุ่มที่ 2 สูงกว่ากลุ่มที่ 1 อย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.001$) ส่วนค่าความเข้มข้นของโซเดียมในเม็ดเลือดแดง กลุ่มที่ 3 สูงกว่ากลุ่มที่ 1 แต่ต่ำกว่ากลุ่มที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกัน ($P < 0.001$ และ $P < 0.05$ ตามลำดับ) ค่าความเข้มข้นของโพแทสเซียมในเม็ดเลือดแดงของกลุ่มที่ 2 (99 ± 2 mEq/L) กลุ่มที่ 3 (103 ± 2 mEq/L) สูงกว่ากลุ่มที่ 1 (92 ± 2 mEq/L) อย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติ ($P < 0.05$)

ตารางที่ 4 แสดงค่ามัธยฐานเลขคณิต \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของมัธยฐานของความเข้มข้นของโซเดียม โพแทสเซียมในพลาสมา เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ 1 (กลุ่มควบคุม คนกรุงเทพ) กลุ่มที่ 2 (กลุ่มศึกษา คนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ) และกลุ่มที่ 3 (กลุ่มศึกษา คนชนบท ในจังหวัดขอนแก่น)

ความเข้มข้นของ	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3
โซเดียมในพลาสมา (mEq/L)	139 \pm 1	139 \pm 1	145 \pm 1 ^{a, b}
โพแทสเซียมในพลาสมา (mEq/L)	4.0 \pm 0.1	4.0 \pm 0.1	3.9 \pm 0.1

a = P < 0.05 เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ 1

b = P < 0.05 เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ 2

ตารางที่ 5 แสดงค่ามัธยฐานเลขคณิต \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของมัธยฐานของความเข้มข้นของโซเดียม โพแทสเซียมในเม็ดเลือดแดง เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ 1 (กลุ่มควบคุม คนกรุงเทพฯ) กลุ่มที่ 2 (กลุ่มศึกษา) และกลุ่มที่ 3 (กลุ่มศึกษา)

ความเข้มข้นของ	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3
โซเดียมในเม็ดเลือดแดง (mEq/L)	8.1 \pm 0.3	13.6 \pm 0.6 ^a	10.5 \pm 0.5 ^{a,b}
โพแทสเซียมในเม็ดเลือดแดง (mEq/L)	92 \pm 2	99 \pm 2 ^a	103 \pm 2 ^a

a = P < 0.001 เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ 1

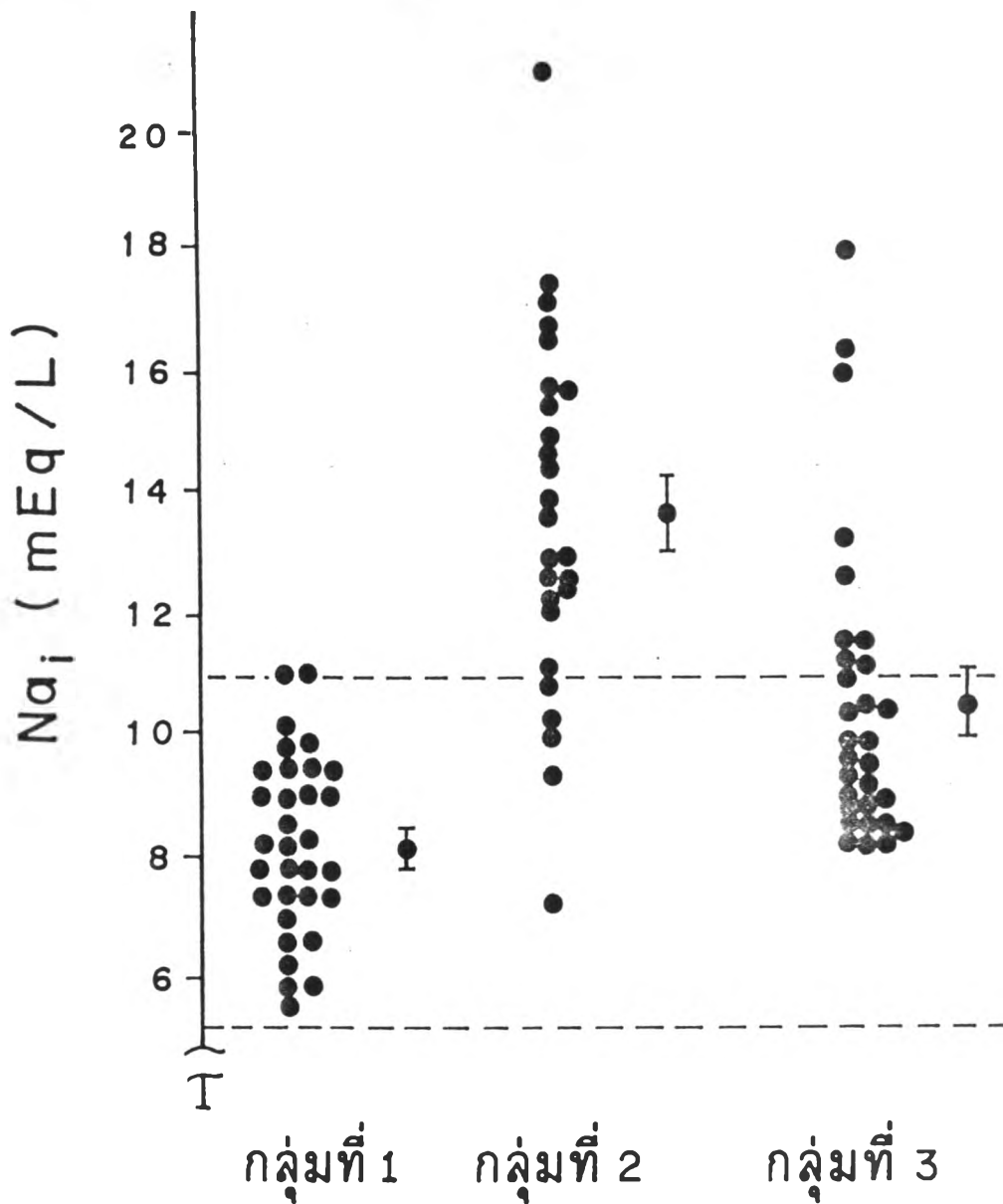
b = P < 0.05 เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ 2

ผลการเปรียบเทียบการกระจายของความเข้มข้นของโซเดียมในเม็ดเลือดแดงของประชากร
ทั้ง 3 กลุ่ม

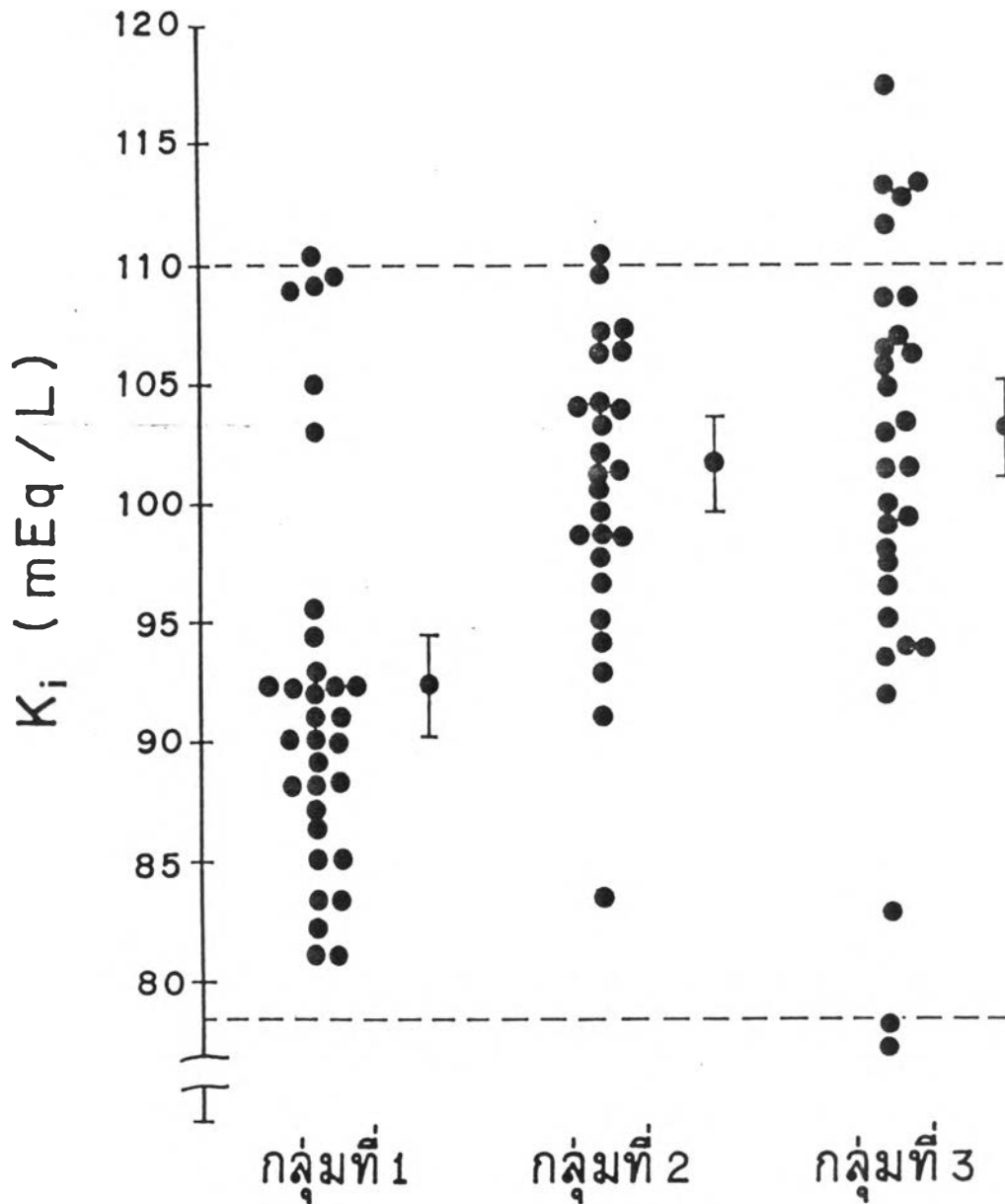
เนื่องจากความเข้มข้นของโซเดียมในเม็ดเลือดของประชากรกลุ่มที่ 2 ซึ่งศึกษาใน
ฤดูฝน และกลุ่มที่ 3 ซึ่งศึกษาในฤดูหนาว มีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ 1 ซึ่งศึกษาในช่วงฤดูฝนมาก จึง
ได้ศึกษาการกระจายของความเข้มข้นของโซเดียมในเม็ดเลือดแดง ของกลุ่มที่ 2 และ 3
เปรียบเทียบกับกลุ่มที่ 1 พบว่าถ้ากำหนดให้ค่ามัธยฐานเลขคณิต ± 2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ
ความเข้มข้นของโซเดียมของกลุ่มที่ 1 เป็นเกณฑ์ปกติ ค่าความเข้มข้นของโซเดียมในเม็ดเลือด
แดงปกติอยู่ในพิสัย 5.3-10.9 mEq/L ประชากรในกลุ่มที่ 2 มีค่าความเข้มข้นของโซเดียมใน
เม็ดเลือดแดงสูงกว่าเกณฑ์ปกติร้อยละ 80 และร้อยละ 33.3 ของค่าความเข้มข้นของโซเดียม
ในเม็ดเลือดแดงของประชากรกลุ่มที่ 3 สูงกว่าเกณฑ์ปกติ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 11

ผลการเปรียบเทียบการกระจายของความเข้มข้นของโพแทสเซียมในเม็ดเลือดแดงของประชากร
ทั้ง 3 กลุ่ม

ค่ามัธยฐานเลขคณิตของความเข้มข้นของโพแทสเซียมในเม็ดเลือดแดงของกลุ่มที่ 2 และ
กลุ่มที่ 3 สูงกว่ากลุ่มที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อให้ค่ามัธยฐานเลขคณิต ± 2 ส่วนเบี่ยง
เบนมาตรฐานของความเข้มข้นของโพแทสเซียมในเม็ดเลือดแดงของกลุ่มที่ 1 เป็นเกณฑ์ปกติ มี
ค่าอยู่ในช่วง 74.6-110.2 mEq/L ประชากรในกลุ่มที่ 2 จำนวน 1 คน จากจำนวนทั้ง
หมด 25 คน (ร้อยละ 4) เท่านั้นที่มีค่าความเข้มข้นของโพแทสเซียมในเม็ดเลือดแดงสูงกว่า
เกณฑ์ปกติ และประชากรในกลุ่มที่ 3 มีค่าโพแทสเซียมสูงกว่าเกณฑ์ปกติ จำนวน 5 คน จาก
จำนวนทั้งหมด 30 คน (ร้อยละ 16.7) ดังแสดงไว้ในรูปที่ 12



รูปที่ 11 แสดงการกระจายของค่าความเข้มข้นของโซเดียมในเม็ดเลือดแดง (Na_i) ของกลุ่มที่ 1 (กลุ่มควบคุม) กลุ่มที่ 2 (กลุ่มศึกษา) และ กลุ่มที่ 3 (กลุ่มศึกษา) เครื่องหมาย (\bar{x}) แสดงค่ามัชฌิมเลขคณิต \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของมัชฌิม ($\text{mean} \pm \text{SEM}$) ของแต่ละกลุ่ม เส้นประแสดงค่า $\text{mean} \pm 2\text{SD}$ ของค่าความเข้มข้นของโซเดียมในเม็ดเลือดแดงของประชากรกลุ่มที่ 1



รูปที่ 12 แสดงการกระจายของค่าความเข้มข้นโพแทสเซียมในเม็ดเลือดแดง (K_i) เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ 1 (กลุ่มควบคุม) กลุ่มที่ 2 (กลุ่มศึกษา) และกลุ่มที่ 3 (กลุ่มศึกษา) เครื่องหมาย (\bar{x}) แสดงค่ามัธยฐานเลขคณิต \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของมัธยฐาน ($\text{mean} \pm \text{SEM}$) ของแต่ละกลุ่ม เส้นประ แสดงค่า $\text{mean} \pm 2\text{SD}$ ของค่าความเข้มข้นของโพแทสเซียมในเม็ดเลือดของประชากรกลุ่มที่ 1

ผลการวิเคราะห์สารละลายโปรตีนมาตรฐานที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ

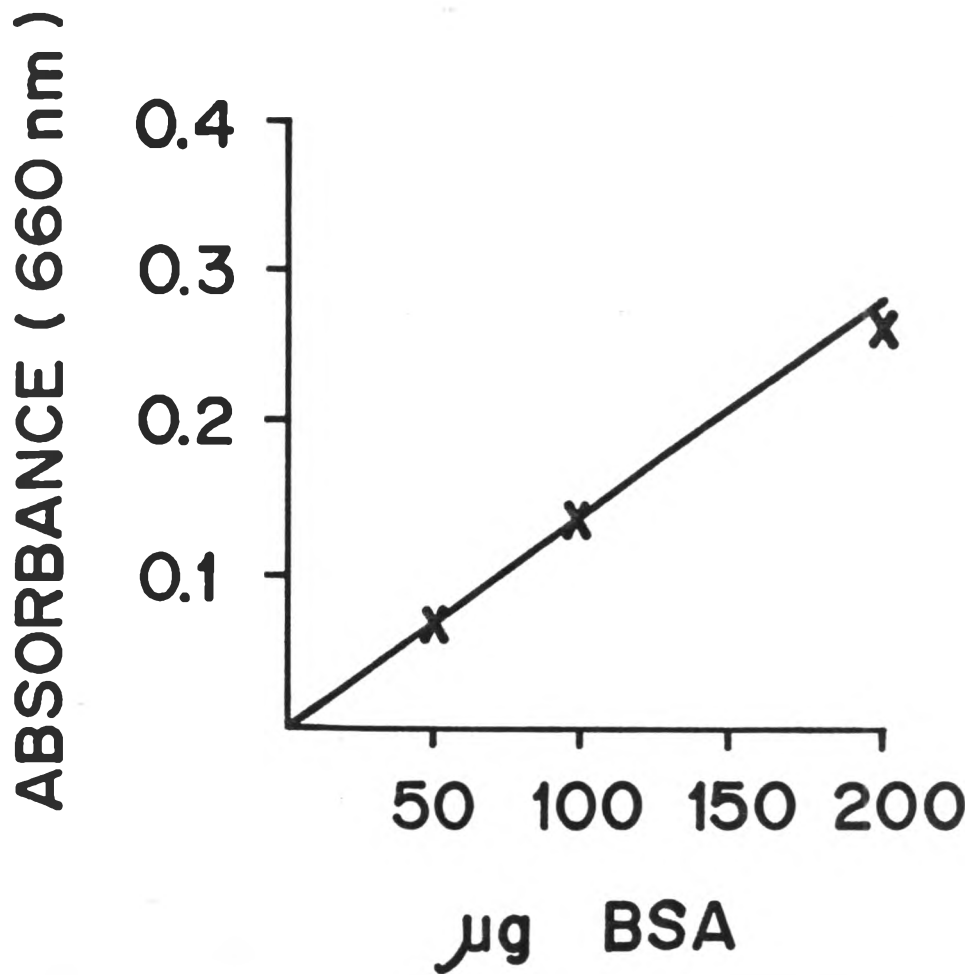
ได้แสดงกราฟมาตรฐานที่ได้จากสารละลายโปรตีนมาตรฐาน (Bovine Serum Albumin, BSA) ที่มีความเข้มข้น 50, 100, 150 และ 200 ไมโครกรัมต่อหลอด ซึ่งวิเคราะห์ด้วยวิธีของลอรี (Lowry) วัฏรูปที่ 13 ค่าการดูดแสงอยู่บนแกน Y และปริมาณโปรตีนมาตรฐานความเข้มข้นต่าง ๆ บนแกน X ซึ่งพบว่าการเพิ่มของค่าการดูดแสงตามความเข้มข้นของสารโปรตีนเป็นเส้นตรง (linear range)

ผลการวิเคราะห์สารละลายอินทรีย์ฟอสฟอรัสมาตรฐานที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ

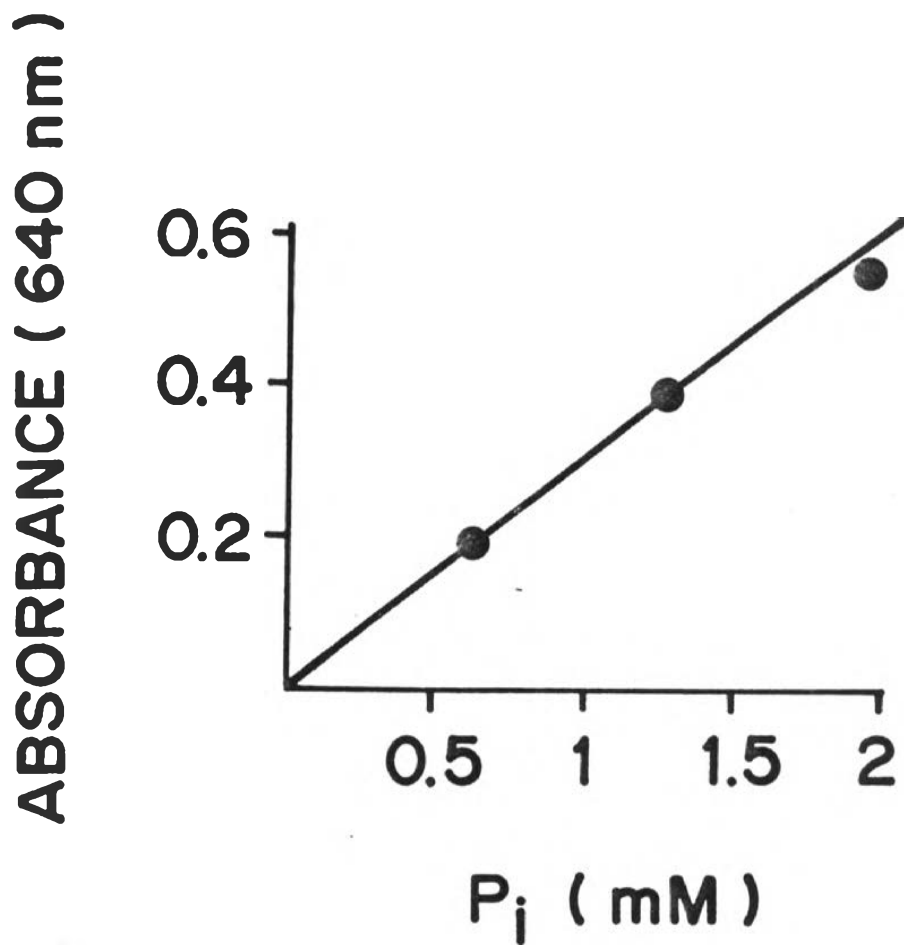
กราฟมาตรฐานของสารละลายอินทรีย์ฟอสฟอรัส (P) ได้แสดงไว้ในรูปที่ 14 ระดับความเป็นเส้นตรงของกราฟอยู่ในช่วงความเข้มข้นตั้งแต่ 0.5-2 mM Pi เมื่อให้ทำปฏิกิริยากับสารละลายโมลิบเดทที่มี stannous chloridehydrazine เป็นตัวรีดิวซ์ และใช้ได้กับการวัด Pi ที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาของการเอนไซม์ Na-K ATPase นี้

ผลการศึกษาคุณสมบัติด้านความเที่ยงตรงของการวิเคราะห์เอนไซม์ ATPase จากเยื่อหุ้มเซลล์

การศึกษาค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (coefficient of variation, CV) ขึ้นภายในวันเดียวกันและระหว่างวันของการวิเคราะห์ Na-K ATPase ที่ระดับความเข้มข้นปกติ 2 ตัวอย่างอยู่ในเกณฑ์ที่ดี ดังแสดงไว้ในตารางที่ 6 พบว่าการวิเคราะห์เอนไซม์ในวันเดียวกัน มีค่า CV ต่ำกว่าร้อยละ 4.9 เมื่อวิเคราะห์ระหว่างวัน โดยเก็บตัวอย่างเยื่อหุ้มเซลล์เม็ดเลือดแดงที่ -20° เซลเซียส ได้ค่า CV น้อยกว่าร้อยละ 6.5 และสามารถเก็บเยื่อหุ้มเซลล์เม็ดเลือดแดงที่ -20° เซลเซียส ได้นาน 5 วัน โดยที่ค่า CV ในการวิเคราะห์ต่ำกว่าร้อยละ 6.5



รูปที่ 13 แสดงกราฟมาตรฐานที่ได้จากการวิเคราะห์สารละลายโปรตีน
มาตรฐานที่ความเข้มข้นต่าง ๆ



รูปที่ 14 แสดงกราฟที่ได้จากการวิเคราะห์สารละลายมาตรฐาน
อินทรีฟอสฟอรัส ในระดับความเข้มข้นต่าง ๆ

ตารางที่ 6 แสดงค่าความเที่ยงตรงของวิธีวิเคราะห์เอนไซม์
Na-K ATPase ที่ศึกษาซ้ำในวันเดียวกัน
(Intraassay) และระหว่างวัน (Interassay)

	nmol.Pi/mg.hr	SD*	%CV**
Intraassay	162	8.0	4.9
	132	5.4	4.1
Interassay	125	8.1	6.5
	113	4.8	4.3

* SD = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

** CV = สัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน

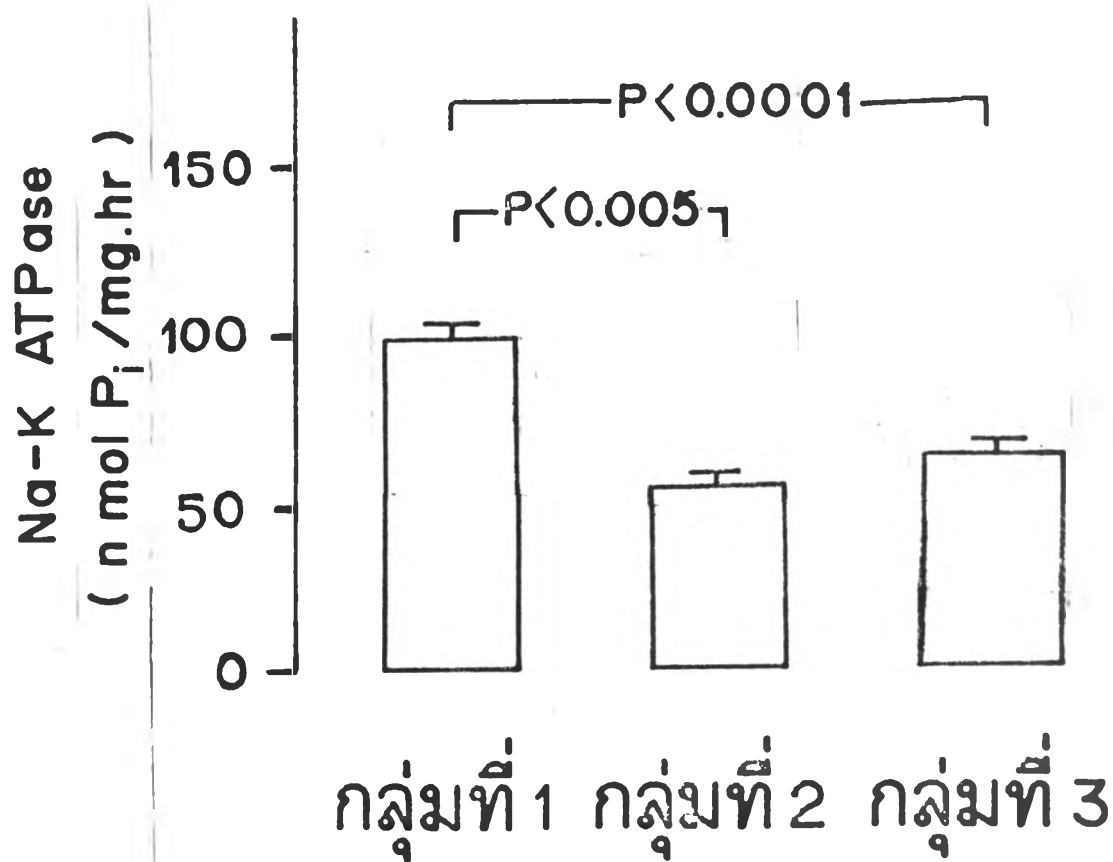
ผลการวิเคราะห์ระดับเอนไซม์ Na-K ATPase

ระดับเอนไซม์ Na-K ATPase ในเยื่อหุ้มเซลล์ของเม็ดเลือดแดงมีค่ามัชฌิมเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 มีค่าเป็น 98 ± 4 52 ± 4 และ 63 ± 3 nmolPi/mg.hr ตามลำดับ พบว่าค่ามัชฌิมเลขคณิตของระดับเอนไซม์ Na-K ATPase ของกลุ่มที่ 1 มีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$ และ $p < 0.005$ ตามลำดับ) ดังแสดงในรูปที่ 15

ผลการวิเคราะห์ระดับเอนไซม์ ATPase ทั้งหมด ในเยื่อหุ้มเซลล์ของเม็ดเลือดแดง

ได้แสดงค่ามัชฌิมเลขคณิตของระดับเอนไซม์ ATPase ทั้งหมด ระดับ Ouabain insensitive ATPase ระดับ Ouabain sensitive ATPase (Na-K ATPase) และร้อยละของ Na-K ATPase ต่อ ATPase ทั้งหมด ไว้ในตารางที่ 7 เมื่อเปรียบเทียบค่ามัชฌิมเลขคณิตของระดับเอนไซม์ ATPase ทั้งหมดจากเยื่อหุ้มเซลล์ Na-K ATPase ต่อ ATPase ทั้งหมด ของกลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 (ร้อยละ 36 ± 2 และ 42 ± 1 ตามลำดับ) มีค่าต่ำกว่าค่ามัชฌิมเลขคณิตของร้อยละของ Na-K ATPase ทั้งหมดของกลุ่มที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.001$ และ $P < 0.05$ ตามลำดับ)

นอกจากนี้ค่ามัชฌิมเลขคณิตของร้อยละของ Na-K ATPase ต่อ ATPase ทั้งหมดของกลุ่มที่ 1 ซึ่งเป็นกลุ่มควบคุมที่มีสุขภาพปกติมีค่าใกล้เคียงกับค่าปกติ (normal control) ที่รายงานโดย Dasmahapatra และคณะ (1985) และ Finotti (1986) ซึ่งรายงานค่ามัชฌิมเลขคณิตร้อยละของ Na-KATPase ต่อ ATPase ทั้งหมด เป็นร้อยละ 58.7 และ 57.5 ตามลำดับ



รูปที่ 15 แสดงค่ามัธยฐานเลขคณิต + ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับเอนไซม์ Na-K ATPase เปรียบเทียบระหว่างประชากรทั้ง 3 กลุ่ม

ตารางที่ 7 แสดงค่ามัธยฐานเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของมัธยฐานเลขคณิต (mean±SEM) ของระดับเอนไซม์ ATPase ทั้งหมด เอนไซม์ ouabain insensitive ATPase เอนไซม์ ouabain sensitive ATPase (Na-K ATPase) และร้อยละของเอนไซม์ Na-K ATPase ต่อ ATPase ทั้งหมด ของประชากรทั้ง 3 กลุ่ม

	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3
Total ATPase	166±8	147±8	148±5
Ouabain insensitive ATPase	68±4	95±5 ^a	85±3 ^a
Ouabain sensitive ATPase	98±5	52±4 ^a	63±3 ^a
% Na-K ATPase	59±2	36±2 ^a	42±1 ^{a, b}

a = P < 0.05 เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ 1

b = P < 0.001 เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ 2

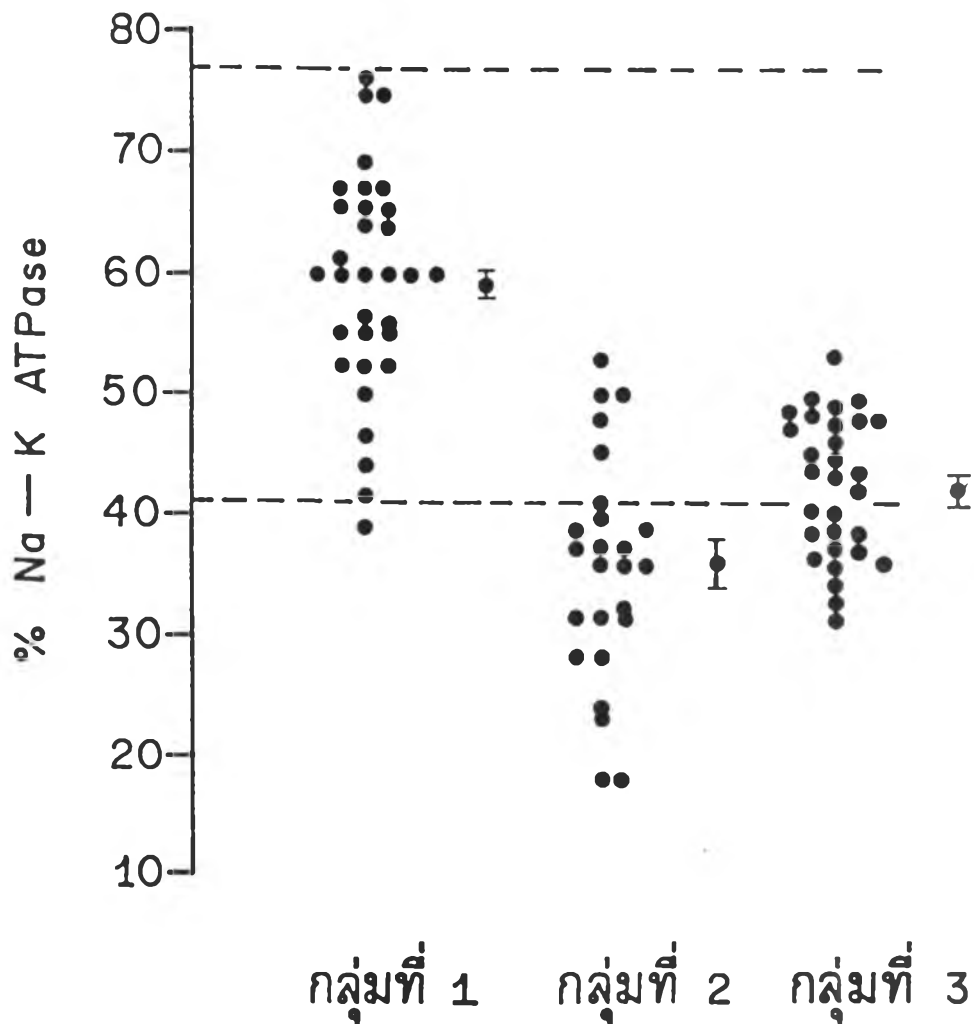
ผลการศึกษาการกระจายของร้อยละ Na-K ATPase ต่อ ATPase ทั้งหมด

ได้แสดงการกระจายร้อยละ Na-K ATPase ต่อ ATPase ทั้งหมดของประชากรทั้ง 3 กลุ่ม ไว้ในรูปที่ 14 จะเห็นได้ว่าเมื่อให้ประชากรในกลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มควบคุม มีค่าร้อยละ Na-KATPase ต่อ ATPase ทั้งหมดอยู่ในพิสัยร้อยละ 77.65-4.1.05 พบว่าประชากรในกลุ่มที่ 2 มีค่าร้อยละ Na-KATPase ต่อ ATPase ทั้งหมด

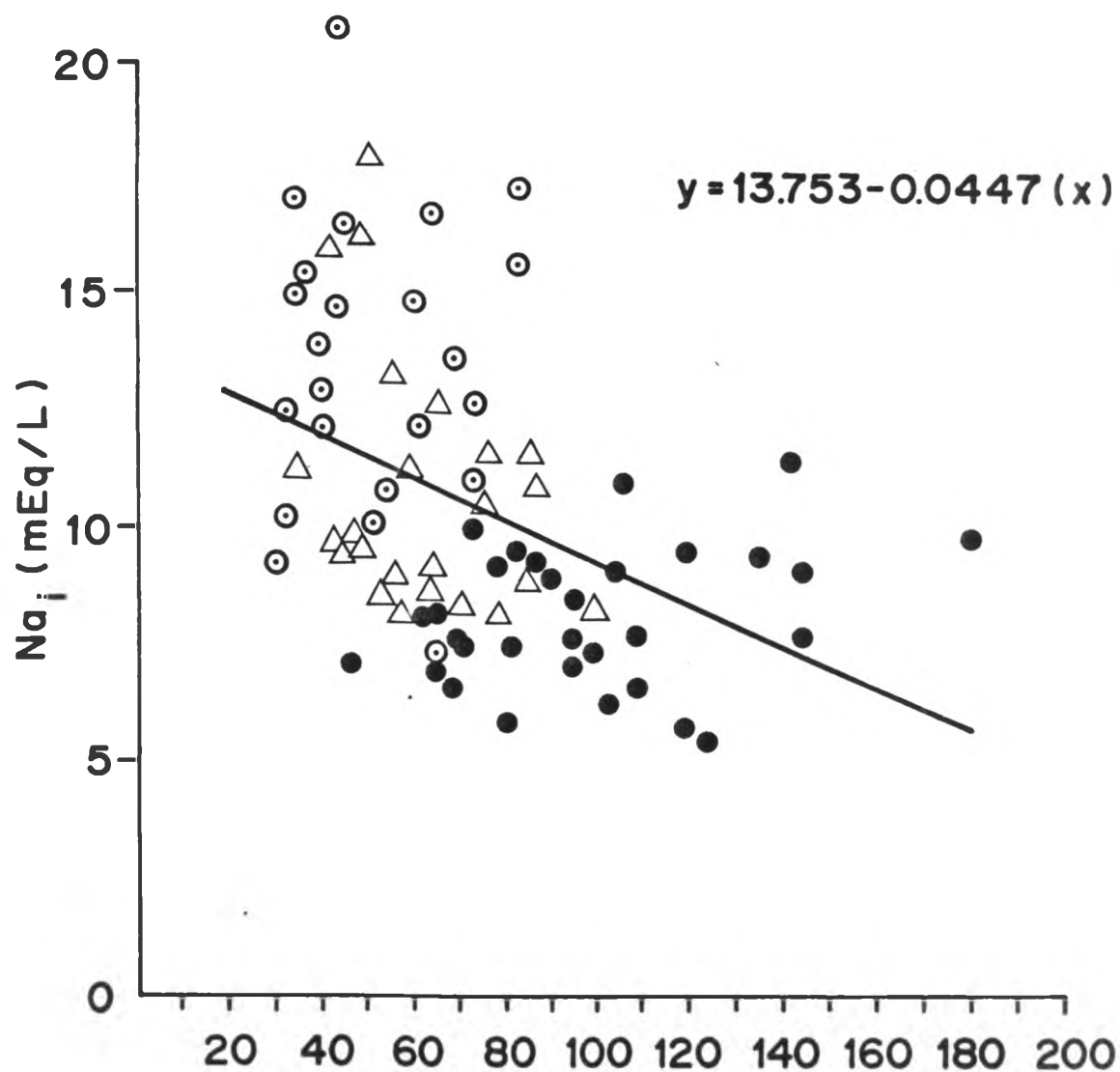
ผลการศึกษาความสัมพันธ์ (correlation) ระหว่างความเข้มข้นของ

โซเดียมในเม็ดเลือดแดงกับเอนไซม์ Na-K ATPase ของประชากรทั้ง 3 กลุ่ม

พบความสัมพันธ์เชิงผกผัน (Negative Correlation) อย่างมีนัยสัมพันธ์ระหว่างค่าโซเดียมในเม็ดเลือดแดงกับระดับเอนไซม์ Na-K ATPase ของประชากรทั้ง 3 กลุ่มรวมกัน มีค่า $r = -0.416$ และ $P < 0.0001$ ดังได้แสดงไว้ในรูปที่ 17 และพบความสัมพันธ์ระหว่างค่าโซเดียมในเม็ดเลือดแดงกับค่าร้อยละ Na-K ATPase ต่อ ATPase ทั้งหมดของประชากรทั้ง 3 กลุ่มรวมกัน มีค่า $r = -0.512$ และ $P < 0.0001$ ดังได้แสดงไว้ในรูปที่ 18 แต่ไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระหว่างค่าโพแทสเซียมในเม็ดเลือดแดงกับเอนไซม์ Na-K ATPase ของประชากรทั้ง 3 กลุ่ม

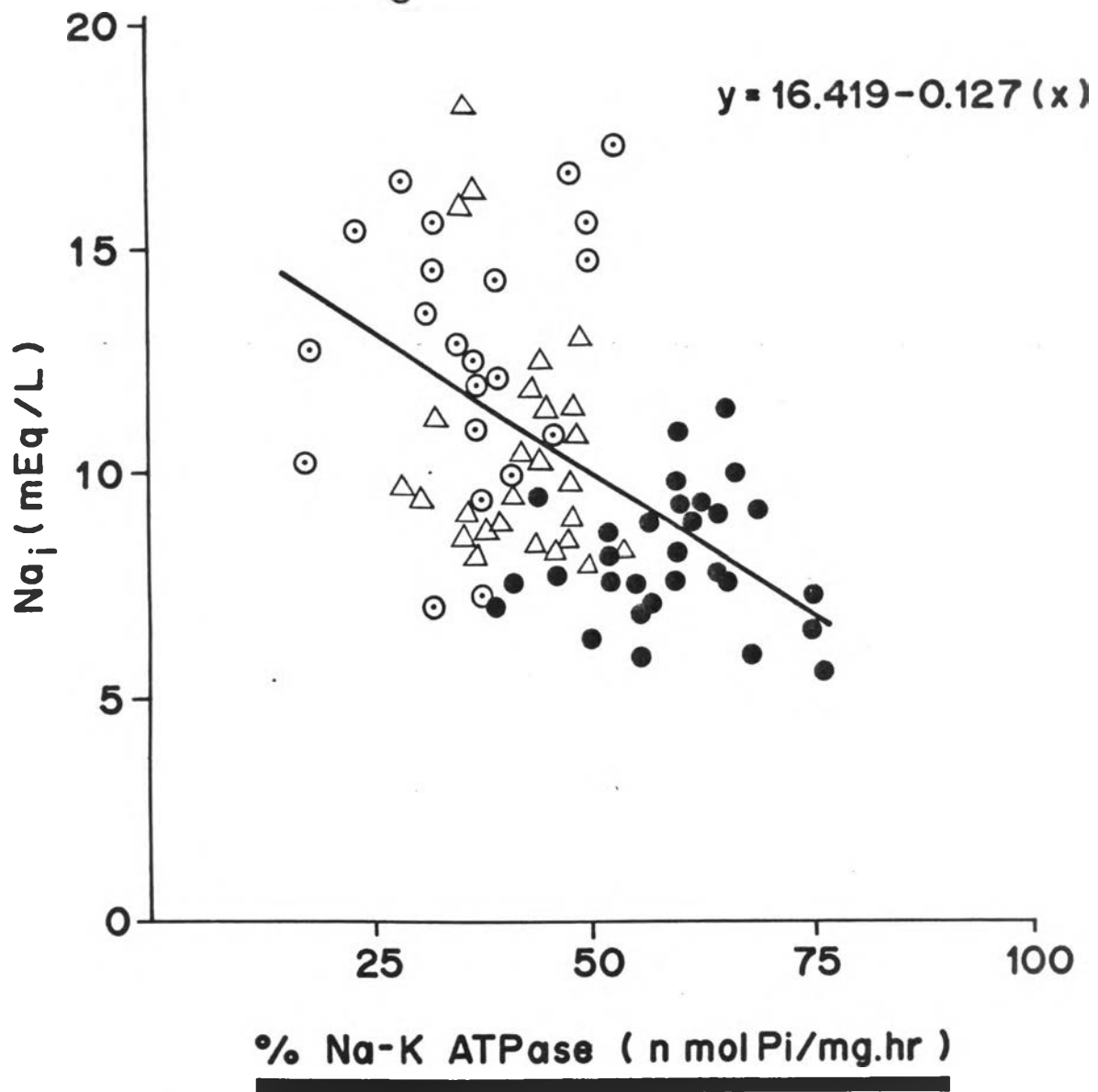


รูปที่ 16 แสดงการกระจายของค่าร้อยละเอนไซม์โซเดียม โพแทสเซียม อะดีโนซีน ไตรฟอสฟาเทส ต่อ ATPase ทั้งหมด (% Na-ATPase) เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ 1 (กลุ่มควบคุม) กลุ่มที่ 2 (กลุ่มศึกษา) และกลุ่มที่ 3 (กลุ่มศึกษา) เครื่องหมาย (I) แสดงค่ามัธยฐานเลขคณิต \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของมัธยฐาน (mean+SEM) ของแต่ละกลุ่ม เส้นประ แสดงค่า mean+2SD ของค่าร้อยละของเอนไซม์ Na-K ATPase ของประชากรกลุ่มที่ 1



O-SENSITIVE Na-K ATPase (n mol P_i /mg.hr)

รูปที่ 17 แสดงความสัมพันธ์ (correlation) ระหว่างความเข้มข้นของโซเดียมภายในเกิดสีแดง (Na_i) กับเอนไซม์ Ouabain sensitive ATPase (Na-K ATPase) ของประชากรกลุ่มที่ 1 (●) กลุ่มที่ 2 (⊙) และกลุ่มที่ 3 (△)



รูปที่ 18 แสดงความสัมพันธ์ (correlation) ระหว่างความเข้มข้นของโซเดียมภายในเกิดเลือดแดง (Na_i) กับค่าร้อยละของเอนไซม์ Na-K ATPase ต่อ ATPase ทั้งหมด ของประชากรกลุ่มที่ 1 (●) กลุ่มที่ 2 (⊙) และกลุ่มที่ 3 (△)