บรรณานุกรม

พิมพ์ลายลักษณ์ สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หนังสือ

จรวยพร ธรณินทร์. กายวิภาคและสรีรวิทยาของการออกกำลัง. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จุลศึกษา, 2519.

ชูศักดิ์ เวชแพศย์. สรีรวิทยา. คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล, 2520.

ประคอง กรรณสูต:. สถิติศาสตร์ประยุกต์สำหรับครู. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2517.

สุทธิชัย โง้วศิริ. หลักสถิติ. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง, โรงพิมพ์การศาสนา, 2515.

เอกสารอื่นๆ

วิเชียร เกตุสิงห์. สถิติวิเคราะห์สำหรับการวิจัย. กองการวิจัยการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักนายกรัฐมนตรี, (กรกฎาคม 2521). (อัดสำเนา).

อนันต์ อัตชู. สรีรวิทยาการออกกำลังกาย. คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2520. (อัดสำเนา).

Books

Astrand, Per-Olof, and Rodahl, Kaare. Textbook of Work Physiology. New York: McGraw-Hill Book Co., 1970.

Coaklet, Jay J. Sport in Society : Issues and Controversies. Saint Louis: The C.V. Mosby Co., 1978.

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

di Prampero, P.E. "The Alactic Oxygen Debt: Its Power, Capacity and Efficiency." in Advance in Experimental Medicine and Biology, Vol. 11, p. 371. Edited by Bengt Pernow and Bengt Saltin. New York: Plenum Press Co., 1971.

Margaria, Rodolfo. Biomechanics and Energetics of Muscular Exercise. Oxford: Clarendon Press, 1976.

Morgan, T.E., et al., "Effects of Long-Term Exercise on Human Muscle Mitochondria." in Advance in Experimental Medicine and Biology, Vol. 11, p. 94. Edited by Bengt Pernow and Bengt Saltin. New York: Plenum Press Co., 1971.

Articles

Astrand, P.O., et al., "Blood Lactate after Prolonged Severe Exercise." Journal of Applied Physiology 18(3) (May 1963): 619-622.

Brooks, George A.; Brauner, Kay E.; and Cassens, Robert G. "Glycogen Synthesis and Metabolism of Lactic Acid after Exercise." American Journal of Physiology 224(5) (May 1973): 1162-1165.

Diamant, Bertil; Karlsson, Jan; and Saltin, Bengt. "Muscle Tissue Lactate after Maximal Exercise in Man." Acta Physiologica Scandinavica 72 (March 1968): 383-384.

di Prampero, P.E., et al., "Alactic O_2 Debt and Lactic Acid Production after Exhausting Exercise in Man." Journal of Applied Physiology 34 (5) (May 1973): 628-632.

Hajivassilion, A.G., and Peider, S.V. "The Enzymatic Assay of Pyruvic Acid and Lactic Acid: Adefinitive Procedure." Clin Chim Acta 19 (1968): 357.

Hermansen, Lars, and Stensvold, Inger. "Production and Removol of Lactate During Exercise in Man." Acta Physiologica Scandinavica 86 (October 1972): 191-201.

Hubbard, Judith L. "The Effect of Exercise on Lactate Metabolism." Journal Physiology (London) 231 (May 1973): 1-18.

Jorfeldt, L. "Lactate Accumulation and Phosphagen Depletion with Submaximal and Maximal Exercise." Acta Physiologica Scandinavica Supplementum 338 (1970): 35-41.

Marbach, E.P., and Weil, M.H. "Rapid Enzymatic Measurment of Blood Lactate and Pyruvate." Clin Chem 13 (1967): 314.

Powele, J.F. "Stabilization of Whole Blood Lactate." Clin Chim Acta 55 (1974): 107.

Other Materials

Attachoo, Anan. Blood Lactate During Intermittent and Continuous Exercise. Unpublished Doctor of Education Dissertation, University of Northern Colorado, 1975.

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.

ตารางที่ 1 กายสภาพของประชากรที่เข้ารับการทดลอง

ลำดับที่	ชื่อ		น้ำหนัก(กิโลกรัม)	ส่วนสูง(เซนติเมตร)
1	โกเมน	ค้ำชุง	60	173
2	ชลอ	น้อยสิทธิ์	57	168
3	ชาญชัย	หุตะวัฒนะ	52	165
4	ชินณรงค์	พิมพ์จอย	50	155
5	ชูเกียรติ	กลีบม่วง	56	170
6	ธำนุ	วุฒิสุข	80	181
7	นรินทร์	สุทธิศักดิ์	55	162
8	ไนยะ	บุญประสิทธิ์	63	170
9	ประสาน	สุขไพศาล	60	169
10	ประยงค์	ใจหนักแน่น	58	169
11	ปรีชา	รู้มั่น	68	171
12	มนัส	ทองทา	59	174
13	มาค้าด	ทองห้วม	62	170
14	มานพ	กึงาม	51	169
15	รัตนพล	มั่นสมใจ	69	173
16	สุบิน	บ่าเวียง	61	170
17	แหลมทอง	บุษศรี	69	175
18	อักษร	เทียนกัณฑ์เทศ	62	175
19	อำนาจ	กลิ่นดี	60	167
20	อำนาจ	ศรีทอง	45	155
21	อำนาจ	อินทโชติ	56.5	166
22	อุไร	นุชรักษ์	57	167

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2 เวลาของการวิ่งระยะทางต่างๆ (หน่วยเป็น นาที และ วินาที)

ลำดับที่	100 เมตร	200 เมตร	400 เมตร	800 เมตร	1,500 เมตร	5,000 เมตร
1	13.0	26.6	1:02.0	2:28.2	5:13.0	22:47.0
2	11.3	24.2	1:00.0	2:33.1	5:44.1	24:30.0
3	13.2	27.9	1:10.0	3:00.0	6:02.0	24:32.0
4	13.1	26.4	1:08.0	3:08.0	7:00.0	28:16.1
5	11.4	24.4	59.5	2:57.0	6:52.0	25:15.9
6	12.7	27.5	1:06.0	3:07.6	6:38.0	26:33.8
7	11.4	24.3	1:00.0	2:55.8	6:59.0	22:47.0
8	13.7	27.0	1:04.3	2:42.0	5:54.0	24:14.1
9	11.8	25.6	57.6	2:27.7	5:16.0	21:30.8
10	13.8	28.5	1:04.7	2:40.0	5:07.3	23:07.2
11	13.4	26.3	1:01.8	2:40.0	5:44.7	24:15.0
12	13.2	26.5	1:00.6	2:23.3	5:17.0	20:09.9
13	12.4	25.5	1:08.5	2:58.0	6:30.0	24:36.8
14	13.2	27.8	1:01.7	2:33.8	5:03.0	18:40.2
15	11.7	23.9	57.5	2:25.6	5:11.3	19:37.5
16	14.4	30.0	1:24.0	2:46.8	5:29.7	23:27.6
17	13.2	27.3	1:01.6	2:33.4	5:48.0	23:57.0
18	13.2	25.3	58.5	2:27.4	5:39.5	21:56.0
19	11.9	28.0	1:00.7	2:35.2	5:10.0	22:40.0
20	14.8	29.7	1:09.0	2:42.0	5:44.0	23:02.4
21	13.5	26.8	1:05.0	3:06.0	6:26.0	25:39.0
22	13.7	29.8	1:16.0	2:41.4	5:38.4	23:38.0

ตารางที่ 3 ความเข้มข้นของกรดแล็คติคในเลือดของผู้เข้ารับการทดลอง 22 คน ขณะพัก และหลังจากการวิ่งระยะทางต่างๆ(หน่วยเป็นมิลลิโมลา)

ลำดับที่	พัก	100 ม.	200 ม.	400 ม.	800 ม.	1,500 ม.	5,000 ม.
1	0.633	2.469	4.244	2.423	3.580	4.723	3.119
2	0.818	3.920	2.346	2.840	2.423	1.929	1.389
3	0.695	3.179	4.398	2.778	2.701	3.133	2.285
4	0.849	3.395	4.862	3.272	3.380	3.179	2.963
5	1.188	1.543	2.978	4.090	3.087	2.577	2.222
6	0.818	3.936	3.859	3.272	2.917	3.596	2.593
7	0.386	3.087	2.346	4.553	3.009	2.284	1.821
8	0.540	3.040	4.373	3.164	3.519	2.809	1.219
9	0.895	2.037	4.090	3.889	3.071	3.951	1.698
10	0.849	1.065	2.902	4.707	3.473	4.769	4.044
11	0.849	2.839	4.707	4.630	3.689	3.241	3.457
12	1.188	2.546	2.963	3.087	4.244	4.291	4.198
13	0.772	2.238	2.932	2.577	2.285	1.667	1.296
14	0.725	1.343	2.731	3.828	2.655	3.473	2.701
15	0.540	1.852	3.241	4.013	3.936	2.655	3.704
16	0.633	2.346	3.966	3.071	3.627	4.090	3.549
17	0.540	3.009	4.074	4.460	4.476	3.195	2.454
18	0.463	2.855	3.303	2.716	3.365	3.087	3.627
19	0.911	1.621	3.287	4.553	4.785	4.862	2.948
20	0.571	1.775	2.135	3.272	3.642	3.164	1.589
21	0.617	3.473	3.241	2.793	2.902	3.457	3.349
22	0.833	2.114	2.855	2.238	3.658	3.581	2.871

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4 อัตราการเกิดกรดแล็คติคต่อนาทีในการวิ่งระยะทางต่างๆ (หน่วยเป็นมิลลิโมลา/นาที)

ลำดับที่	100 เมตร	200 เมตร	400 เมตร	800 เมตร	1,500 เมตร	5,000 เมตร
1	8.474	8.145	1.732	1.193	0.784	0.109
2	16.471	3.788	2.022	0.629	0.194	0.023
3	11.291	7.963	1.785	0.669	0.404	0.065
4	11.661	9.120	2.138	0.808	0.333	0.075
5	1.868	4.402	3.935	0.644	0.202	0.041
6	14.731	6.634	2.231	0.671	0.419	0.067
7	14.216	4.840	4.167	0.895	0.272	0.063
8	10.949	8.518	2.449	1.103	0.385	0.028
9	5.807	7.488	3.119	0.884	0.580	0.037
10	0.939	4.322	3.578	0.984	0.765	0.138
11	8.910	8.802	3.671	1.065	0.416	0.108
12	6.173	4.019	2.870	1.280	0.587	0.149
13	7.094	5.082	1.581	0.510	0.138	0.021
14	2.809	4.329	3.018	0.753	0.544	0.106
15	6.728	6.781	3.624	1.399	0.408	0.161
16	7.138	6.666	1.741	1.077	0.629	0.124
17	11.223	7.767	3.818	1.540	0.458	0.080
18	10.873	6.735	2.311	1.181	0.464	0.144
19	3.580	5.091	3.600	1.498	0.765	0.090
20	4.881	3.160	2.349	1.137	0.452	0.044
21	12.693	5.785	2.009	0.737	0.441	0.107
22	5.610	4.071	1.109	1.050	0.487	0.086

ภาคผนวก ข.

การวิเคราะห์หาปริมาณกรดแล็คติคในเลือด โดยวิธี Enzymatic Assay of Lactic Acid*

วัสดุ

1. สารเคมี และ Reagents

1.1 สารละลาย Metaphosphoric acid (Riedel-De-Haen): 5 % ละลาย m -Phosphoric acid 5 กรัม กับน้ำกลั่น แล้วเติมน้ำกลั่นทำให้เจือจางลงจนได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

1.2 สารละลาย Metaphosphoric acid (Riedel-De-Haen): 3 % ละลาย m-Phosphoric acid 3 กรัม กับน้ำกลั่น แล้วเติมน้ำกลั่นทำให้เจือจางลงจนได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

1.3 Glycine - Hydrazine Buffer, pH 9.5 ประกอบด้วย glycine 0.5 M. (ของ BDH -Chemicals) Hydrazine hydrate 0.4 M. (ของ BDH -Chemicals) และ EDTA disodium salt 0.0054 M. (ของ BDH -Chemicals) ละลาย glycine

---

*E.P. Marbach, and M.H. Weil, "Rapid Enzymatic Measurement of Blood Lactate and Pyruvate," Clin Chem 13 (1967): 314.

*J.E. Powell, "Stabilization of Whole Blood Lactate," Clin Chim Acta 55 (1974) 107.

*A.G. Hadjivassilion, and S.V. Reider, "The Enzymatic Assay of Pyruvic Acid and Lactic Acid, A Definitive Procedure," Clin Chim Acta 19 (1968) 357.

37.54 กรัม และ EDTA 2.0 กรัม ในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร เสร็จแล้วเติม hydrazine hydrate 20 มิลลิลิตร ลงไป ผสมให้เข้ากัน สารละลายสุดท้ายนี้ปรับให้มี pH 9.5 จากนี้เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1 ลิตร สารละลาย Buffer นี้ควรจะเก็บไว้ในตู้เย็นเพื่อรักษาสภาพ

1.4 สารละลาย Nicotinamide adenine dinucleotide, beta form (NAD ของ Sigma Chemicals) grade III 27 มิลลิลิตร ละลาย NAD กับน้ำกลั่น แล้วทำให้สารละลายมีความเข้มข้น 20 กรัม/มิลลิลิตร

1.5 Lactic acid dehydrogenase (Crystalline LDH- Type III ของ Sigma Chemical, จากหัวใจวัว,10 มิลลิลิตร เอนไซม์โปรตีน/มิลลิลิตร, 500 ยูนิต/มิลลิกรัม) เจือจาง LDH ด้วย 85 % (w/v) ของ NaCl เพื่อที่จะให้ได้ 25 หน่วยในปริมาตร 0.05 มิลลิลิตร

2. Spectro-photometer ของ Hitachi-Perkin Elmer 139 ซึ่งสามารถใช้กับ cuvette 10 nm light path เพื่อวัดกรดแล็คติคในงานวิจัยนี้

<u>วิธีการ</u>

1. การเก็บเลือดตัวอย่าง

การเก็บเลือดเพื่อตรวจหากรดแล็คติคต้องใช้วิธีพิเศษเพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงของกรดแล็คติคในระหว่างเจาะเลือด เช่น ไม่ใช้ tourniquet หรือหลีกเลี่ยงการใช้ tourniquet รัดนานเกินไป หลังจากเจาะเลือดได้มาแล้วจำเป็นต้องกำจัดโปรตีนในตัวอย่างเลือดทันทีด้วย การตกตะกอนโปรตีนด้วยกรด ทางที่สะดวกสำหรับการเก็บคือ stabilize ใน Stabilizing agent of Long's mixture

สำหรับการเตรียม Long's Mixture จะเตรียมได้ดังนี้คือ นำ 16.8 กรัม ของ Citric acid monohydrate ละลายในน้ำกลั่น 80 มิลลิลิตร แล้วปรับให้ได้ pH 4.0 ด้วย 40 % NaOH แล้วเติม 4.2 กรัม Sodium fluoride และ 4.0 กรัมของ Cetyl trimethyl ammonium bromide (cetrimide) เขย่าให้เข้ากัน แล้วจึงปรับให้ได้ปริมาตร

100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น แบ่งของผสมที่ได้มา 0.25 มิลลิลิตร ใส่ขวดแล้วอบจนแห้ง

เลือดที่เจาะได้มานำใส่ขวดของ Long's Mixture ที่อบแห้งแล้วเขย่าจนสารในขวดนั้นละลายหมด แล้วจึงนำไปเก็บที่ 4° C เพื่อที่จะนำไปวิเคราะห์กรดแล็คติคต่อไป

2. การตกตะกอนโปรตีน (Deproteinization) ปล่อย 1 มิลลิลิตร ของ Long's Mixure specimen ลงใน tube ซึ่งมี 3 มิลลิลิตร ของ cold 5 % m-Phosphoric acid ผสมเข้ากัน กรอง deproteinized blood ผ่านกระดาษกรอง Whatman No.1 จะได้น้ำใส และเก็บในที่เย็น

3. การวัดค่ากรดแล็คติค

การวัดจะทำที่ 25° C โดยใช้วิธีการของ Hadjivassilion และ Reider

ใน Square quartz cuvette จะประกอบด้วย 1 มิลลิลิตรของglycine hydrazine buffer pH 9.5 0.05 มิลลิลิตร ของสารละลายใสที่กรองได้ (blood filtrate และ 0.1 มิลลิลิตร ของสารละลาย NAD, ส่วนใน blank จะใช้ 0.05 มิลลิลิตรของ 3 % m-Phosphoric acid แทนสารละลายที่กรองได้ ส่วน initial absorbance จะอ่านที่ 340 nm โดยใช้น้ำเป็น blank ต่อมาเติม 0.05 มิลลิลิตรของ suspension LDH 25 หน่วย ลงในแต่ละ cuvette ทิ้งไว้ 20 นาที แล้วจึงนำมาวัด โดย Spectrophotometer ค่า absorbance จากกรดแล็คติค จะหาค่าได้โดย การลบค่า absorbance Sample ด้วยค่า absorbance ของ blank ปริมาณของกรดแล็คติคคำนวณได้โดยใช้สูตร

$$\left[As\ (final-initial) - Ab\ (final-initial)\right] \times \frac{1.2 \times 4}{6.22 \times 0.05}$$

ซึ่งค่าที่คำนวณได้ คือกรดแล็คติค มีหน่วยเป็น มิลลิโมล

Ab = Absorbance of Blank

As = Absorbance of sample

1.2 = total volume of assay mixture

4 = dilution factor

6.22 = mM extinction coefficient for NADH

0.05 = volume of filtrate used

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค.

สูตรทางสถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. คะแนนเฉลี่ย [1]

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

$\bar{X}$ = คะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ = ผลรวมของคะแนนทั้ง N จำนวน

N = จำนวนผู้เข้ารับการทดลองทั้งหมด

2. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน [2]

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum(X-\bar{X})^2}{N-1}}$$ ในกรณีตัวอย่างขนาดเล็ก ($N < 30$)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

---

[1]ประคอง กรรณสูต, สถิติศาสตร์ประยุกต์สำหรับครู (กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2517), หน้า 40.

[2]สุทธิชัย โง้วศิริ, หลักสถิติ (คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง: โรงพิมพ์การศาสนา, 2515), หน้า 179.

3. การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (ONE-WAY ANOVA)*

รายละเอียดการคำนวณ

ขั้นที่ 1 สมมุติว่ามีข้อมูลที่ต้องการทดสอบ k กลุ่ม จัดข้อมูลให้อยู่ในรูปต่อไปนี้

กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	.....	กลุ่มที่ k
X_{11}	X_{12}	X_{13}		X_{1k}
X_{21}	X_{22}	X_{23}		X_{2k}
X_{31}	X_{32}	X_{33}		X_{3k}
⋮	⋮	⋮		⋮
X_{n1}	X_{n2}	X_{n3}		X_{nk}

โดย subscripts (ตัวห้อย) ตัวแรกแทนข้อมูลตัวที่ 1,2,3,....ส่วนตัวหลังแทนกลุ่ม 1,2,3,....ซึ่งในที่นี้ n1, n2, n3....nk ไม่จำเป็นต้องเท่ากันก็ได้ (คือจำนวนข้อมูลในแต่ละกลุ่มเป็นเท่าไรก็ได้)

ขั้นที่ 2 หา $\sum X$ และ $\sum X^2$ ในแต่ละกลุ่ม

ขั้นที่ 3 หา $\frac{(\sum X)^2}{N}$ เมื่อ $N = n_1 + n_2 + n_3 + \ldots + n_k$

ขั้นที่ 4 หาผลบวกกำลังสองระหว่างกลุ่ม (Sum of Squares Between Groups) โดยสูตรดังนี้

$$SSb = \frac{(\sum X)_1^2}{n_1} + \frac{(\sum X)_2^2}{n_2} + \frac{(\sum X)_3^2}{n_3} + \ldots + \frac{(\sum X)_k^2}{n_k} - \frac{(\sum X)^2}{N}$$

---

*วิเชียร เกตุสิงห์, สถิติวิเคราะห์สำหรับการวิจัย (กองวิจัยการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี, กรกฎาคม 2521). หน้า 69-72. (อัดสำเนา).

ขั้นที่ 5 หาผลบวกกำลังสองภายในกลุ่ม (Sum of Squares Within Groups) ดังนี้

$$\left[(\Sigma X^2)_1 + (\Sigma X^2)_2 + (\Sigma X^2)_3 + \ldots + (\Sigma X^2)_k\right] - \left[\frac{(\Sigma X)_1^2}{n_1} + \frac{(\Sigma X)_2^2}{n_2} + \left(\frac{\Sigma X}{n_3}\right)_3^2 + \ldots + \left(\frac{\Sigma X}{n_k}\right)_k^2\right]$$

ขั้นที่ 6 หาค่าเฉลี่ยของผลบวกกำลังสอง (Mean Square) ทั้งระหว่างกลุ่มและภายในกลุ่ม โดยหารด้วยชั้นแห่งความเป็นอิสระ (degrees of freedom) ของมันเอง ดังนี้

$$MSb = \frac{SSb}{k-1} \quad \text{และ} \quad MSw = \frac{SSw}{N-k}$$

เมื่อ k เป็นจำนวนกลุ่ม

และ N เป็นจำนวนข้อมูลทั้งหมด (ทุกกลุ่มรวมกัน)

ขั้นที่ 7 หาค่า F โดยหาร MSb ด้วย MSw

ขั้นที่ 8 นำค่า F ที่คำนวณได้ไปเปรียบเทียบกับค่า F ที่เปิดได้จากตารางที่ $df_1 = k-1$, $df_2 = N-k$ ตามระดับนัยสำคัญที่ตั้งไว้

ถ้า F ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่า F จากตารางเราก็ไม่ยอมรับสมมุติฐาน (H_0) และยอมรับสมมุติฐาน (H_1) นั่นคือยอมรับว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มต่างๆ แตกต่างกัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. การเปรียบเทียบรายคู่ (Multiple Comparison) ตามวิธีของ Newman-Keuls *

มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 นำค่าเฉลี่ยของทุกกลุ่มที่ต้องการทดสอบความแตกต่างมาเรียงลำดับตามค่าน้อยไปมาก ก่อน

ขั้นที่ 2 หาความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยแต่ละคู่

ขั้นที่ 3 เปิดตาราง Studentized range เพื่อดูค่า q ที่ df = N-k ที่ตรงกับค่า r (บนหัวตาราง) ซึ่งค่า r นี้เป็นจำนวนของค่าเฉลี่ยที่นับจากตัวหนึ่งไปถึงอีกตัวหนึ่ง (เฉพาะคู่ที่กำลังทดสอบ) ซึ่งจะเท่ากับจำนวนช่วงห่าง +1 นั่นเอง เช่น เมื่อเรียงลำดับค่าเฉลี่ยแล้วได้ดังนี้

$$\bar{X}_5 \quad \bar{X}_3 \quad \bar{X}_1 \quad \bar{X}_4 \quad \bar{X}_2$$

ถ้าจะทดสอบความแตกต่างระหว่าง $\bar{X}_3$ กับ $\bar{X}_2$ ค่า r ที่จะต้องดูจากหัวตารางเพื่อหาค่า q ก็คือ 4 (คือเริ่มนับจาก $\bar{X}_3$ จนถึง $\bar{X}_2$)

ขั้นที่ 4 คำนวณหาค่า $q\sqrt{\frac{MSw}{n}}$ แล้วนำไปเปรียบเทียบกับผลต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของคู่ที่ทดสอบ ถ้าความแตกต่างมีมากกว่าค่า $q\sqrt{\frac{MSw}{n}}$ ก็ไม่ยอมรับสมมุติฐาน (H_0)

หมายเหตุ ในกรณีที่ ในแต่ละกลุ่มไม่เท่ากัน ให้ใช้ค่าตัวกลางฮาร์โมนิค (Harmonic Mean) ของ n แทน โดยใช้สูตรหาดังนี้

$$\tilde{n} = \frac{k}{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} + \frac{1}{n_3} + \ldots + \frac{1}{n_k}}$$

---

*วิเชียร เกตุสิงห์, สถิติวิเคราะห์สำหรับการวิจัย หน้า 80-81.

ประวัติการศึกษา

นายชวน สรณารักษ์ เกิดเมื่อวันที่ 12 มีนาคม พ.ศ. 2493 ที่จังหวัดอ่างทอง วุฒิการศึกษา ครุศาสตรบัณฑิต เมื่อปีการศึกษา 2519 สถานศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย