

ปฏิบัติการที่ 12 การวิเคราะห์ทางสถิติแบบนอนพาราเมตริกซ์ 2

ในปฏิบัติการนี้ เป็นการฝึกวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีการวิเคราะห์ทางสถิติแบบนอนพาราเมตริกซ์ได้ ได้แก่ (1) Wilcoxon Signed-Rank test (2) Kruskal-Wallis test และ (3) Spearman's rank order correlation coefficient

1. Wilcoxon Matched-Pairs Signed-Rank (WSR) Test

การทดลองที่มีตัวแปรแบบ nominal variable จำนวน 2 ตัวแปร และตัวแปรแบบ scale variable อีก 1 ตัวแปร สำหรับตัวแปรแบบ nominal variable นี้ มีตัวแปรตัวหนึ่งมีค่าเป็น 2 ค่า เช่น ก่อนทดลองกับหลังทดลอง ส่วนตัวแปรอีกตัวหนึ่งเป็นตัวแปรแสดงตัวตนของค่าข้อมูลดิบแต่ละค่า อย่างไรก็ตาม การเตรียมข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ด้วย SPSS 22 ตัวแปรที่มีค่าเป็น “ก่อนทดลอง” กับ “หลังทดลอง” จะใช้ตัวแปร 2 ตัวแปรสำหรับเก็บค่าข้อมูลดิบตัวแปรที่เป็น scale variable ทั้งนี้ ตัวอย่างข้อมูลจาก Laureysens et al. (2012)¹ ซึ่งเปรียบเทียบปริมาณอลูมิเนียมในต้น poplar โดยเก็บตัวอย่างไม้ในเดือนสิงหาคมกับตัวอย่างไม้ในเดือนพฤศจิกายน แล้ววิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณอลูมิเนียม ซึ่งผู้วิจัยต้องการทราบว่า การสะสมอลูมิเนียมในช่วงเวลาทั้งสองเดือนมีความแตกต่างกันหรือไม่

Location	Aluminum in poplar wood ($\mu\text{g Al per g wood}$)	
	August	November
Balsam Spire	8.1	11.2
Beaupre	10.0	16.3
Hazendans	16.5	15.3
Hoogvorst	13.6	15.6
Raspalje	9.5	10.5
Unal	8.3	15.5
Columbia River	18.3	12.7
Fritzi Pauley	13.3	11.1
Trichobel	7.9	19.9
Gaver	8.1	20.4
Gibecq	8.9	14.2
Primo	12.6	12.7
Wolterson	13.4	36.8

จากตัวอย่างข้อมูล ตัวแปรที่เป็น nominal variable ตัวแรกคือ Location ซึ่งเก็บข้อมูลสถานที่เก็บตัวอย่างไม้ ส่วนตัวแปรแบบ nominal variable ตัวที่สองคือตัวแปรที่เก็บช่วงเวลาเก็บตัวอย่าง ซึ่งได้แก่ August หรือ November (เทียบได้กับ “ก่อนทดลอง” กับ “หลังทดลอง” ตามลำดับ) ส่วนตัวแปรที่เป็น scale variable คือ ปริมาณอลูมิเนียมในตัวอย่างไม้ ในตารางตัวอย่างข้อมูลข้างต้น สถานที่เก็บตัวอย่างไม้แต่ละที่ จะมีค่าอลูมิเนียมใน August และ November เป็นคู่ ๆ หากพิจารณาโดยผิวเผิน จะเห็นได้ว่าตัวแปรทั้งสองนี้ ดูเสมือนว่าเป็นตัวแปรแบบ scale variable จำนวน 2 ตัวแปร

การเตรียมข้อมูลจะใช้ตัวแปรอย่างน้อย 2 ตัวแปร คือ ตัวแปรที่แรก ชื่อ month1 ประเภทข้อมูล (type) แบบ numeric มีคำอธิบาย Al in microgram per gram wood in August และมี measure เป็น scale ส่วนตัวแปรที่สอง ชื่อ month2 ประเภทข้อมูลแบบ numeric มีคำอธิบาย Al in microgram per gram wood in November และมี

¹ Laureysens, I., R. Blust, L. De Temmerman, C. Lemmens and R. Ceulemans. 2004. Clonal variation in heavy metal accumulation and biomass production in a poplar coppice culture. I. Seasonal variation in leaf, wood and bark concentrations. **Environmental Pollution** 131: 485-494.

measure เป็น scale อย่างไรก็ตาม หากต้องการบอค่าข้อมูลดิบของสถานที่เก็บตัวอย่างไม้ อาจเพิ่มตัวแปรอีก 1 ตัวแปร ชื่อ location ประเภทข้อมูลแบบ string (ความยาว 15 ตัวอักษร) มีคำอธิบายเป็น Sites where wood samples were collected และมี measure เป็น nominal

สมมติฐานจะตั้งดังนี้

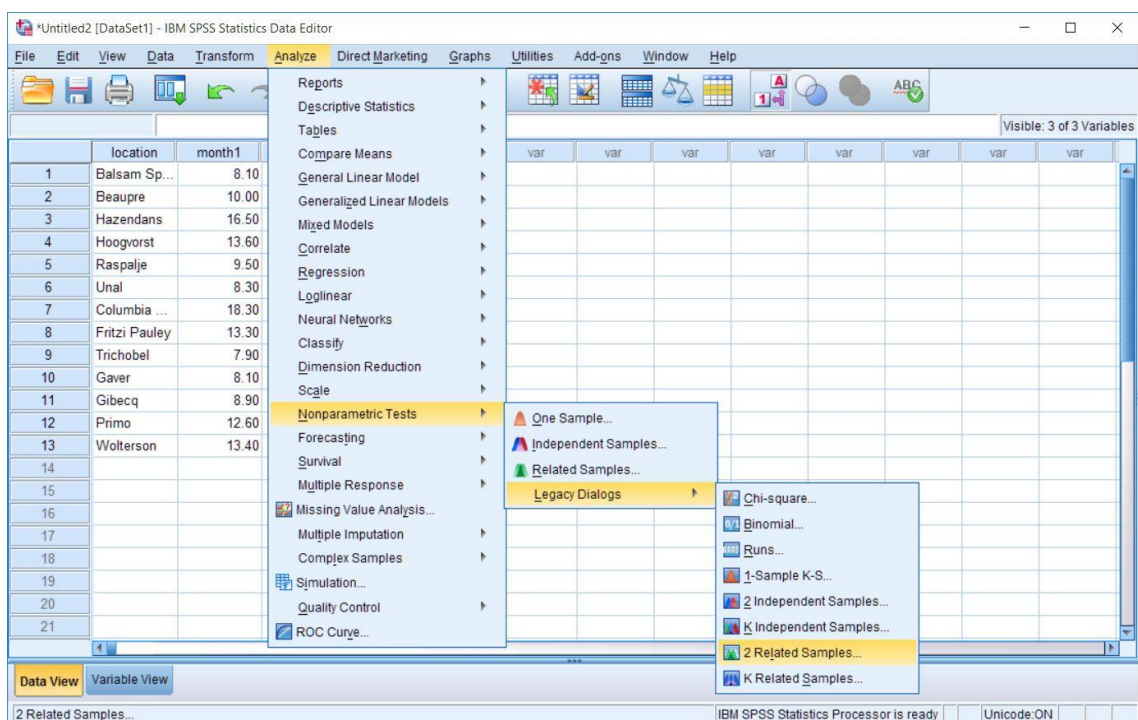
H₀: ค่ามัธยฐานของผลต่างระหว่างปริมาณอลูมิเนียมในเนื้อไม้ที่เก็บในเดือนสิงหาคมและเดือนพฤศจิกายน ไม่แตกต่างจาก 0

H₁: ค่ามัธยฐานของผลต่างระหว่างปริมาณอลูมิเนียมในเนื้อไม้ที่เก็บในเดือนสิงหาคมและเดือนพฤศจิกายน แตกต่างจาก 0

สมมติฐานทั้งสองนี้ จะคล้ายคลึงกับการตั้งสมมติฐานสำหรับการทดสอบด้วยวิธี Paired-samples *t* test ซึ่งเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลต่างว่าไม่ต่างจาก 0 กับต่างจาก 0

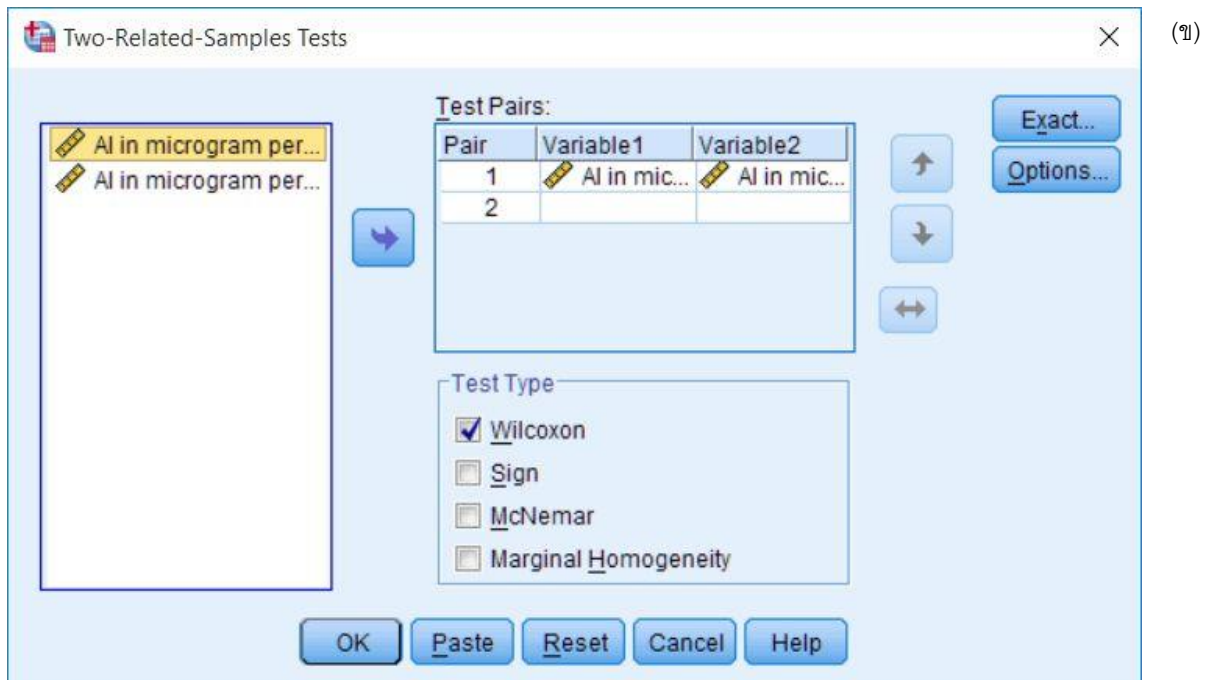
ขั้นตอนการวิเคราะห์มีดังนี้

1. เลือก Analyze > Nonparametric Tests > Legacy Dialogs > 2 Related Samples... (ภาพที่ 12.1 ก)
2. กำหนดตัวแปร (ภาพที่ 12.1 ข) ดังนี้
 - i. เลือกตัวแปร Al in microgram per gram wood in August และ Al in microgram per gram wood in November จากรายการตัวแปรในช่องซ้าย แล้วกด  ให้มาอยู่ในช่อง Test Pairs:
 - ii. ที่ช่อง Test Type เลือก ☒ Wilcoxon
3. กด 

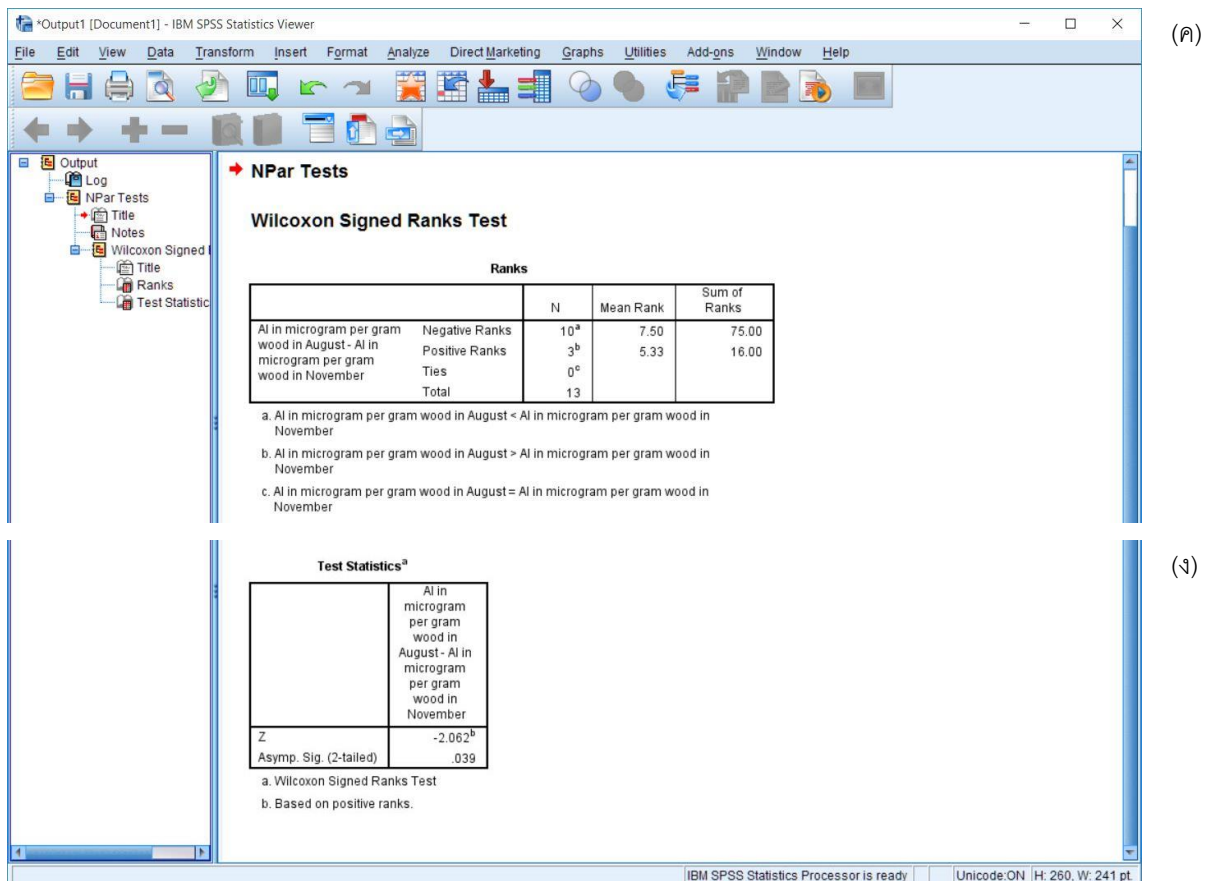


(ก)

ภาพที่ 12.1 คำสั่งสำหรับการทดสอบด้วย Wilcoxon Signed-Rank test (ก)



(ข)



(ค)

(ง)

ภาพที่ 12.1 (ต่อ) กำหนดตัวแปรและค่าสถิติ (ข) ผลการวิเคราะห์ (ค-ง)

ผลการวิเคราะห์ในภาพที่ 12.1 ค แสดงจำนวนผลต่างที่มี rank เป็นลบและเป็นบวกจำนวน 10 ค่าและ 3 ค่าตามลำดับ (ช่อง N) โดยผลรวมรวมของ rank ที่เป็นลบและเป็นบวกมีค่าเป็น 75 และ 16 ตามลำดับ (ช่อง Sum of

Ranks) ทั้งนี้ มีคำอธิบายได้ตารางคือ rank ที่เป็นลบหมายถึงปริมาณอสุมิเนียมในเดือนสิงหาคมมีค่าน้อยกว่าในเดือนพฤศจิกายน ส่วน rank ที่เป็นบวก เป็นค่าเฉลี่ยของ Rank หมายถึงปริมาณอสุมิเนียมในเดือนสิงหาคมมีค่ามากกว่าในเดือนพฤศจิกายน และไม่มีค่าตัวอย่างใดที่มีค่าอสุมิเนียมเท่ากันทั้งสองเดือน

สำหรับค่าสถิติที่ใช้ทดสอบสมมุติฐานนั้น ปรากฏในตารางในภาพที่ 12.1 ง โดยเป็นค่า Z (ดูเชิงอรรถ²) กับค่า Asymp. Sig. (2-tailed) ซึ่งจากตาราง มีน้อยกว่า 0.05 จึงปฏิเสธ H_0 แล้วยอมรับ H_1 นั่นคือ ค่ามัธยฐานของผลต่างระหว่างปริมาณอสุมิเนียมในเนื้อไม้ที่เก็บในเดือนสิงหาคมและเดือนพฤศจิกายนแตกต่างจาก 0 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

หากต้องการทราบค่ามัธยฐานของผลต่างสามารถทำได้โดยสร้างตัวแปรใหม่ (สมมุติให้ชื่อตัวแปรใหม่นี้เป็น diff) ด้วยคำสั่ง Compute Variable ในเมนู Transform โดยกำหนดให้เป็นผลต่างระหว่างตัวแปร Al in microgram per gram wood in August กับตัวแปร Al in microgram per gram wood in November แล้วจึงใช้คำสั่ง Case Summaries ในเมนู Analyze > Reports เพื่อหาค่ามัธยฐานของตัวแปร diff นี้ ซึ่งมีค่าเป็น -3.1 อย่างไรก็ตาม หากต้องการทราบว่าปริมาณอสุมิเนียมมี “ทิศทาง” การเปลี่ยนแปลงอย่างไรระหว่างเดือนสิงหาคมกับเดือนพฤศจิกายนแล้วสามารถพิจารณาจากจำนวนผลต่างที่ค่า rank มีเครื่องหมายเป็นลบ (-) และผลต่างที่ค่า rank มีเครื่องหมายเป็นบวก (+) ดังตารางในภาพที่ 12.1 ค ซึ่งมีจำนวน 10 ค่าและ 3 ค่า ตามลำดับ นั่นคือ โดยส่วนใหญ่แล้ว ปริมาณอสุมิเนียมในเนื้อไม้ที่เก็บในเดือนสิงหาคมมีค่าน้อยกว่าปริมาณอสุมิเนียมในเนื้อไม้ที่เก็บในเดือนพฤศจิกายน นั่นเอง

2. Kruskal-Wallis Test

ในการทดลองที่มีตัวแปรแบบ nominal variable จำนวน 1 ตัวแปรและตัวแปรแบบ rank variable อีกหนึ่งตัวแปร (แต่อาจเป็น scale variable ได้) โดยตัวแปรที่เป็น nominal variable นี้ อาจมีค่าได้ตั้ง 2 ค่าขึ้นไป เช่น แบบที่เรียวย 2 สายพันธุ์ หรือความเข้มข้นของเกลือในสารละลายสำหรับปลูกพืชทนเค็ม 5 ระดับ ตัวแปรที่เป็น rank variable พอยกเป็นตัวอย่างในทางชีววิทยาได้ เช่น ระดับของความรุนแรงของโรคเป็น 1 ถึง 5 หรือระดับทนความเข้มข้นเป็น 1 ถึง 3 หรือระยะการเจริญเป็น 1 ถึง 7 ฯลฯ หรือตัวแปรที่เป็น scale variable นั้น มีตัวอย่างหลายตัวอย่าง เช่น ขนาดของ clear zone หรือความสูงของต้นพืช น้ำหนักแห้งและน้ำหนักสด ฯลฯ

ตัวอย่างข้อมูลคือขนาดตับในผู้ป่วยที่ทำ hemodialysis กับไม่ทำ hemodialysis เมื่อเทียบกับคนปกติ ดังตารางด้านล่าง ผู้วิจัยต้องการทราบว่าขนาดของตับมีความแตกต่างกันหรือไม่

Control	206.9	150.0	197.3	173.2	147.2	143.8	192.6			
Non-dialyzed patient	194.6	145.6	174.9	187.5	223.4	143.0	170.0			
Dialyzed patient	288.0	269.2	288.3	357.5	229.2	249.0	346.1	216.6	202.6	213.5

การเตรียมข้อมูลจะใช้ตัวแปร 2 ตัวแปร คือ ตัวแปรแรกคือ case มีคำอธิบายเป็น Case มี value เป็น 1: Control; 2: Non-dialyzed patient; 3: Dialyzed patient และมี measure เป็น nominal ส่วนตัวแปรตัวที่สองคือ size มีคำอธิบายเป็น Size of liver และมี measure เป็น scale

² ค่า Z เป็นค่าที่หาจากฟังก์ชัน $Z = \frac{|T_{min}| - \frac{N(N+1)}{4}}{\sqrt{\frac{N(N+1)(2N+1)}{24} - \frac{1}{48} \sum r_s(t_s^3 - t_s)}}$ และกำหนดเครื่องหมาย (+ หรือ -) ตามเครื่องหมายของ T_{min} โดย N

คือจำนวนผลต่างทั้งหมดที่มีค่าไม่เป็น 0 และ t_r คือจำนวนผลต่างที่เป็น tied rank กลุ่มที่ s^{th} และต้องรวมค่าทุกกลุ่ม r ของ tied rank

สมมุติฐานเป็นดังนี้

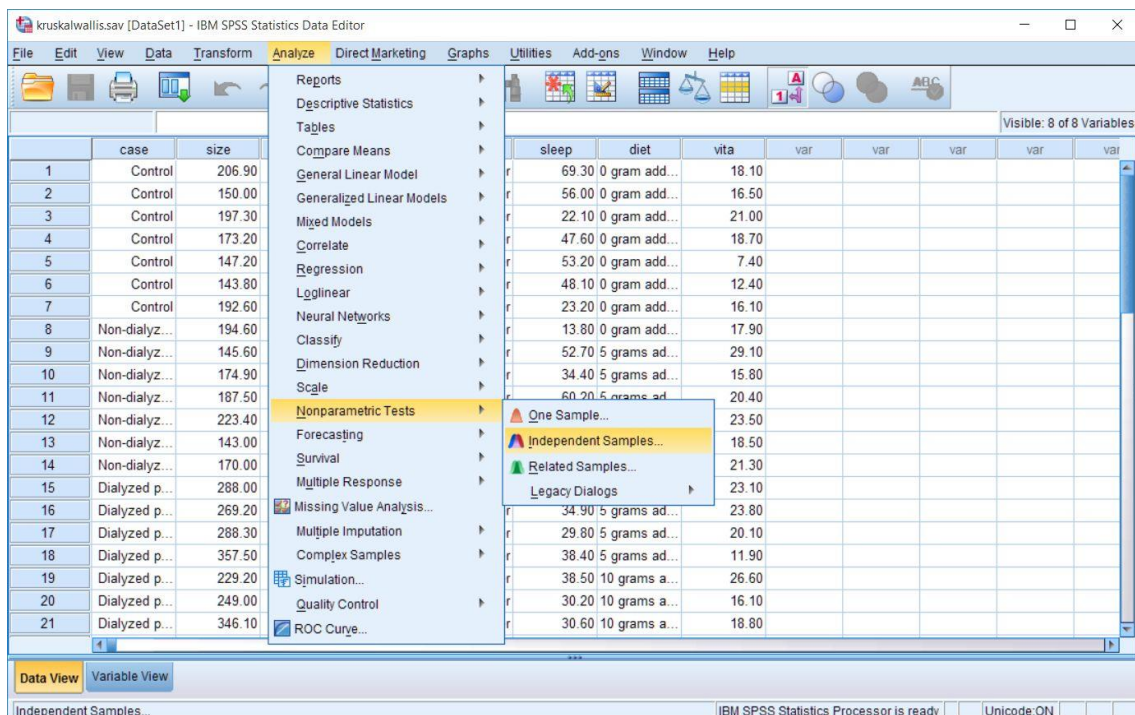
H₀: ค่าเฉลี่ยของ Rank ในกลุ่มตัวอย่างทั้งสามกลุ่มไม่แตกต่างกัน

H₁: ค่าเฉลี่ยของ Rank ในกลุ่มตัวอย่างทั้งสามกลุ่มแตกต่างกัน

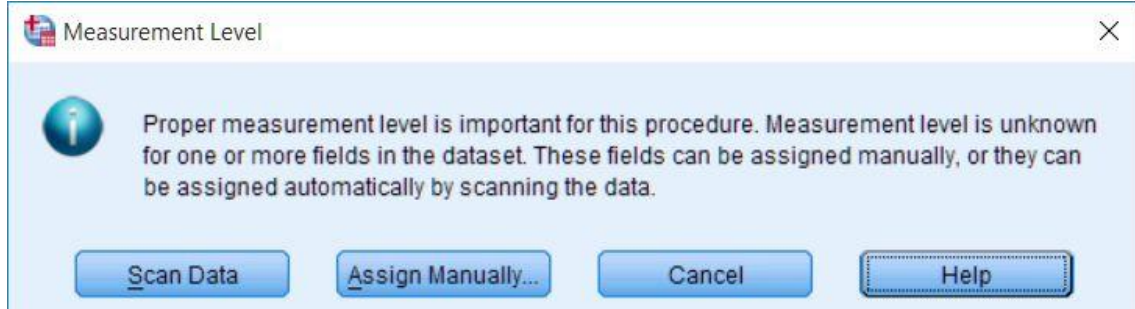
ขั้นตอนการวิเคราะห์มีดังนี้

- เลือก **Analyze > Nonparametric Tests > Independent Samples...** (ภาพที่ 12.2 ก) หากในไฟล์ข้อมูลมีตัวแปรที่กำหนด **measurement level** จะมีไดอะล็อกเตือนปรากฏขึ้นมา (ภาพที่ 12.2 ข) ให้เลือก **Scan Data** เพื่อให้ SPSS 22 กำหนด **measurement level** ให้ตัวแปรนั้น หรือกด **Cancel** เพื่อไปกำหนดเองในวินโดว์ **Variable View**
- กดแถบ **Objective** ในช่อง **What is your objective?** เลือก **Customize analysis** (ภาพที่ 12.3 ค)
- กดแถบ **Fields** กำหนดค่าดังนี้ (ภาพที่ 12.2 ง)
 - เลือก **Use custom field assignments**
 - เลือกตัวแปร **Size of liver** จากรายการตัวแปรในช่อง **Fields:** แล้วกด **➡** ของ **Test Fields:**
 - เลือกตัวแปร **Case** จากรายการตัวแปรในช่อง **Fields:** แล้วกด **➡** ของ **Groups:**
- กดแถบ **Settings** กำหนดค่าดังนี้ (ภาพที่ 12.2 จ)
 - ที่ช่อง **Select an item:** เลือก **Choose Tests**
 - เลือก **Customize tests**
 - ที่ช่อง **Compare Distributions across Groups** เลือก **Kruskal-Wallis 1-way ANOVA (k samples)** และกำหนด **Multiple comparisons:** เป็น **All pairwise**
- กด **Run** จะได้ผลดังภาพที่ 12.2 ข ซึ่งมีเพียง 1 ตาราง ให้พิจารณาที่คอลัมน์ **Sig.** จะเห็นว่ามีค่า 0.001 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 จึงปฏิเสธ **H₀** แล้วยอมรับ **H₁** นั่นคือ ค่าเฉลี่ยของ Rank ในกลุ่มตัวอย่างทั้งสามกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ สังเกตว่าใน ตาราง **Hypothesis Test Summary** นี้ ไม่มีค่าสถิติที่เกี่ยวข้องกับ **Kruskal-Wallis test** ได้แก่ ค่า **H** (หรือค่า **Chi-Square**) และค่า **df** นำเสนอ มีเพียงค่า **Asymp. Sig.** เท่านั้น
- เลื่อนเมาส์ไปวางที่ตาราง **Hypothesis Test Summary** แล้วกดแป้นซ้ายของเมาส์ 2 ครั้ง จะมีวินโดว์ **Model Viewer** ขึ้นมา (ภาพที่ 12.2 ข) ประกอบด้วย **main view** และ **auxiliary view**
 - Main view** เป็นช่องด้านซ้ายที่ประกอบด้วยผลการวิเคราะห์ในภาพรวม ที่ด้านล่างของช่องนี้ จะมีเมนูให้เลือกแสดงผลการวิเคราะห์อื่น ๆ หากมีการวิเคราะห์หลาย ๆ การวิเคราะห์ สำหรับตัวอย่างนี้ มีผลการวิเคราะห์เพียง 1 ผลเท่านั้น จึงไม่มีตัวเลือกอื่นใด
 - Auxiliary view** เป็นช่องด้านขวาที่ประกอบด้วยรายละเอียดต่าง ๆ ได้แก่ กราฟ ตาราง ค่าสถิติพรรณนา ตารางค่าสถิติสำหรับทดสอบสมมุติฐาน รวมถึง **Post-hoc test** (ถ้ามี) ฯลฯ ทั้งนี้ รายละเอียดผลการวิเคราะห์จะเปลี่ยนไปตามวิธีการทดสอบสมมุติฐานและผลการทดสอบสมมุติฐานว่าปฏิเสธหรือไม่ปฏิเสธ **H₀** ซึ่งสามารถเลือกได้จากตัวเลือกในเมนูที่ด้านล่างของช่องนี้ และในการทดสอบด้วย **Kruskal-Wallis test** นี้ มีรายละเอียด 4 รายการ

7. ที่ auxiliary view จากเมนูของ **View** เลือก **Pairwise Comparisons** จะได้กราฟเปรียบเทียบ mean rank ของแต่ละกลุ่มและตาราง Post-hoc test (ภาพที่ 12.2 ข) ซึ่งจากตาราง เมื่อพิจารณาค่า Adj. Sig.³ ของคู่ Control กับ Non-dialysis patient พบว่ามีค่ามากกว่า 0.05 แสดงว่ากลุ่ม Control กับกลุ่ม Non-dialysis patient มีขนาดตัวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อพิจารณาค่า Adj. Sig. ของคู่ Control กับ Dialysis patient และคู่ Non-dialysis patient กับ Dialysis patient พบว่ามีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่า Control กับ Non-dialysis patient ทั้งสองกลุ่มนี้มีขนาดตัวแตกต่างจากขนาดตัวของกลุ่ม Dialysis patient อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
8. เมื่อต้องปิดวินโดว์ model viewer ให้เลือก File > Close จากเมนูในวินโดว์นี้



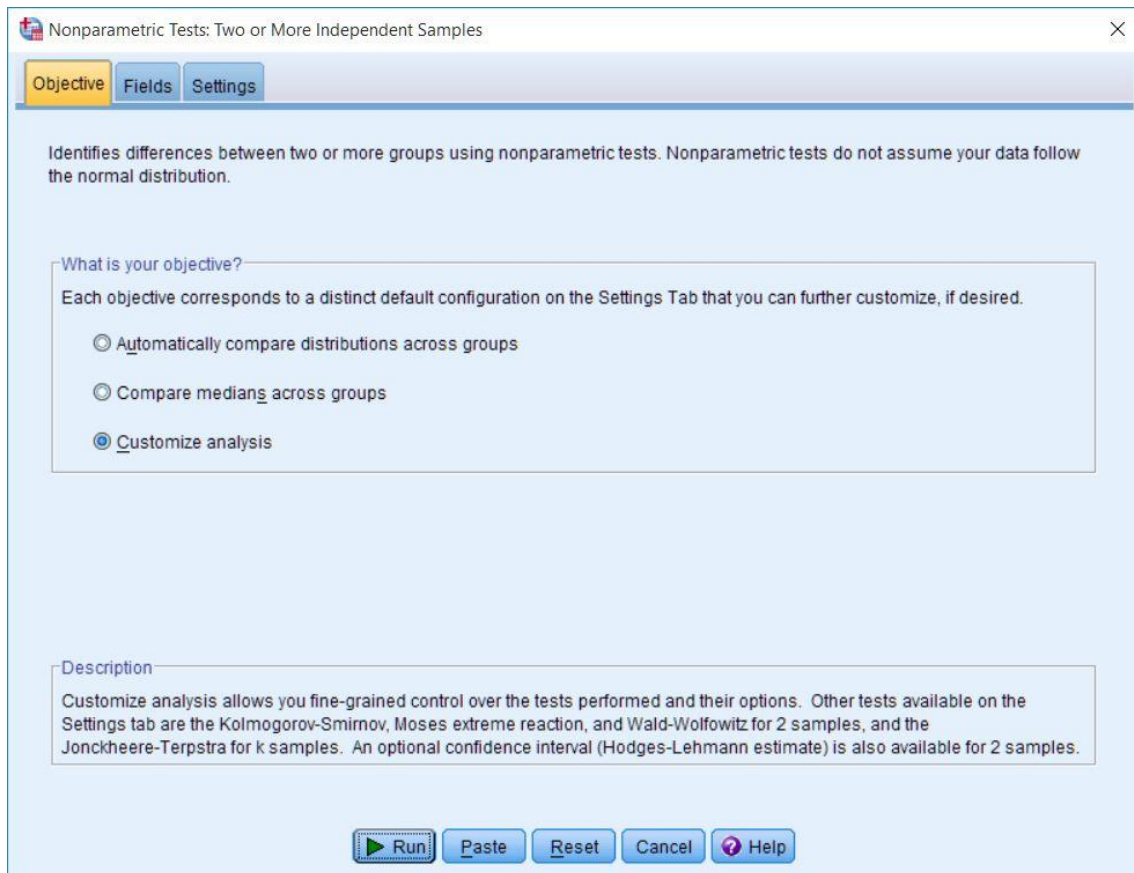
(ก)



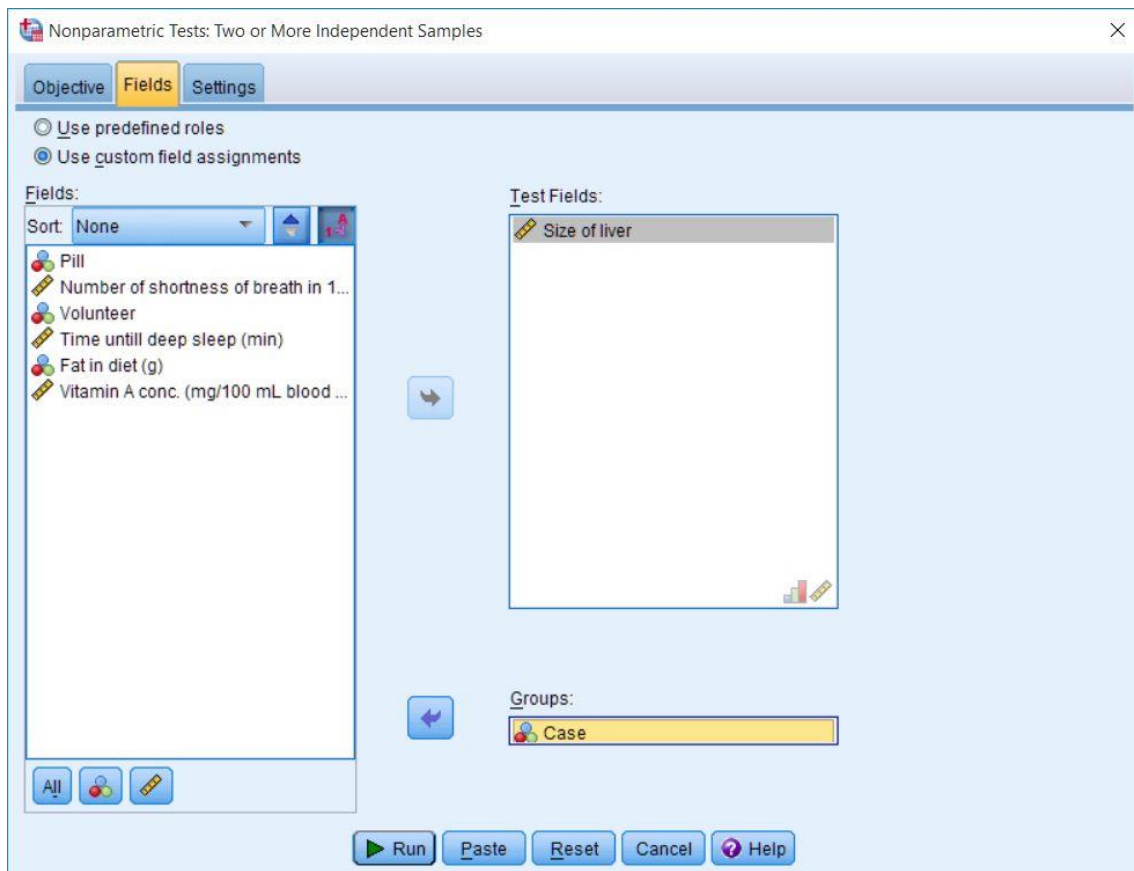
(ข)

ภาพที่ 12.2 คำสั่งสำหรับการทดสอบด้วย Kruskal-Wallis test (ก) ข้อความเตือนเกี่ยวกับ measurement level ของตัวแปรในไฟล์ข้อมูลเมื่อมีตัวแปรยังไม่ได้รับการกำหนดระดับ

³ SPSS 22 ประเมินค่า Adj. Sig. ตาม Dunn-Bonferroni test (Dunn, O. J. 1964. Multiple comparisons using rank sums. *Technometrics*, 6, 241-252.)

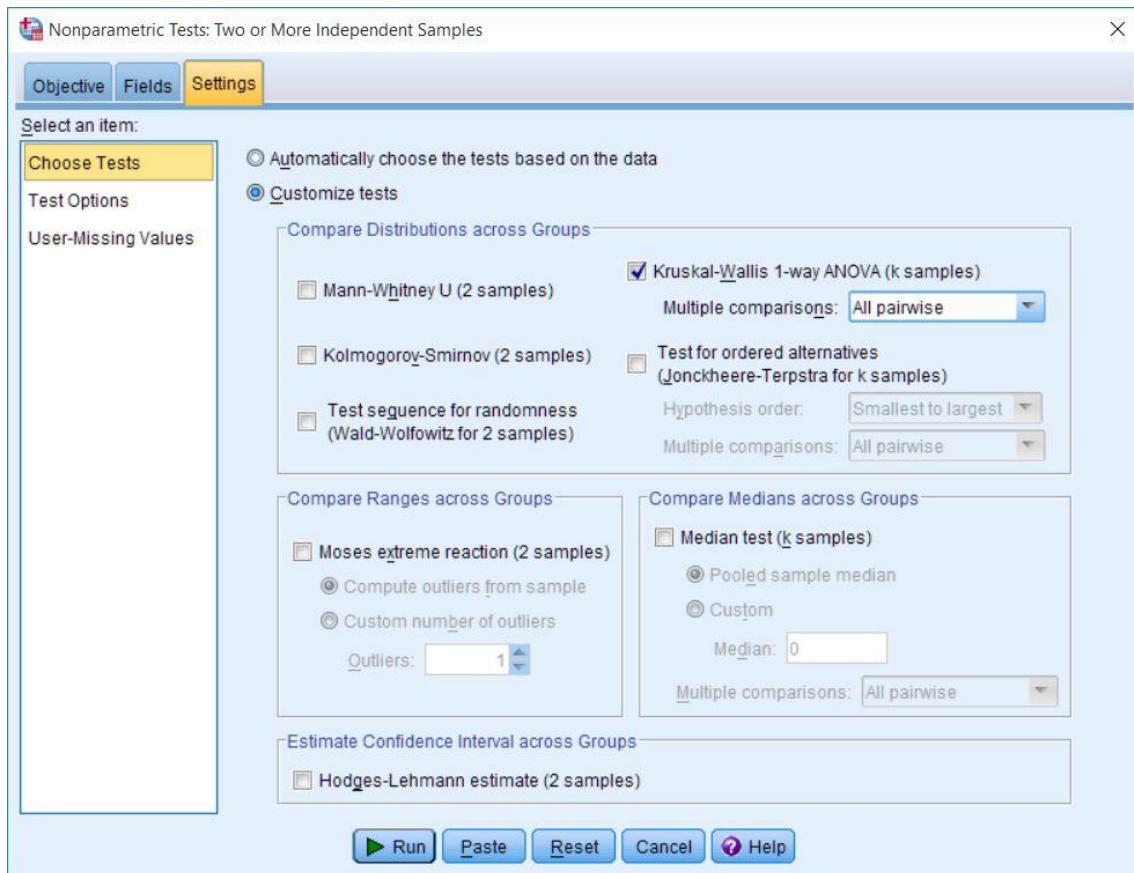


(ค)

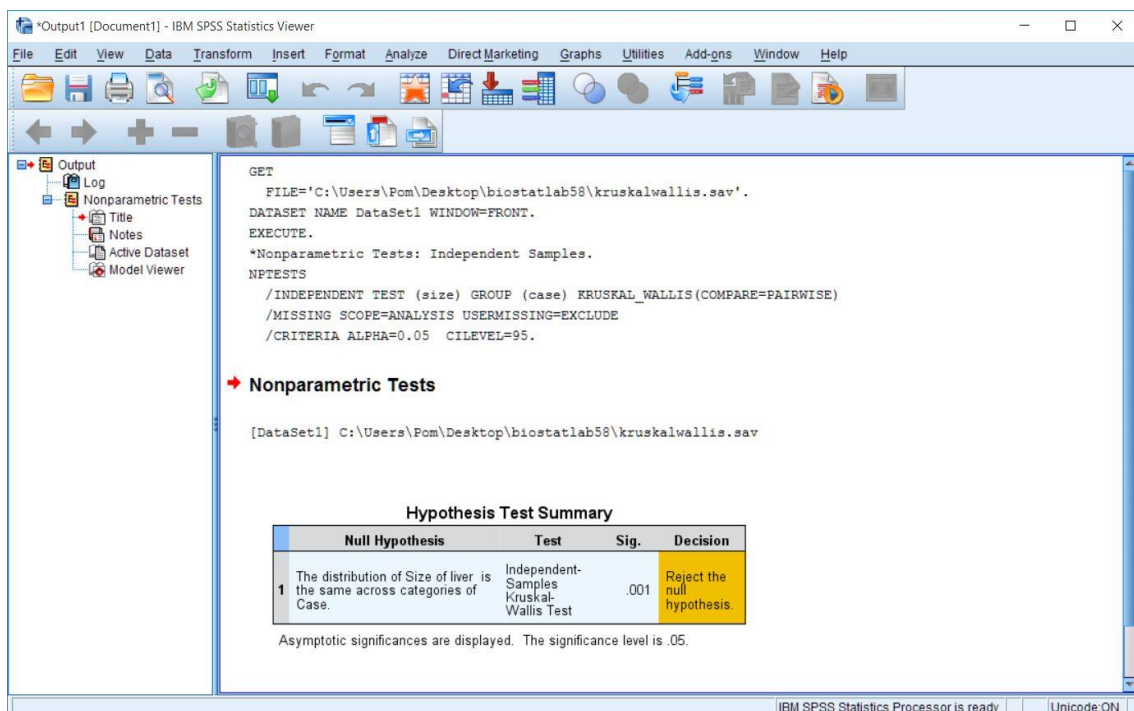


(ง)

ภาพที่ 12.2 (ต่อ) กำหนดการวิเคราะห์เองในแถบ Objective (ค) กำหนดตัวแปรสำหรับการวิเคราะห์ (ง)

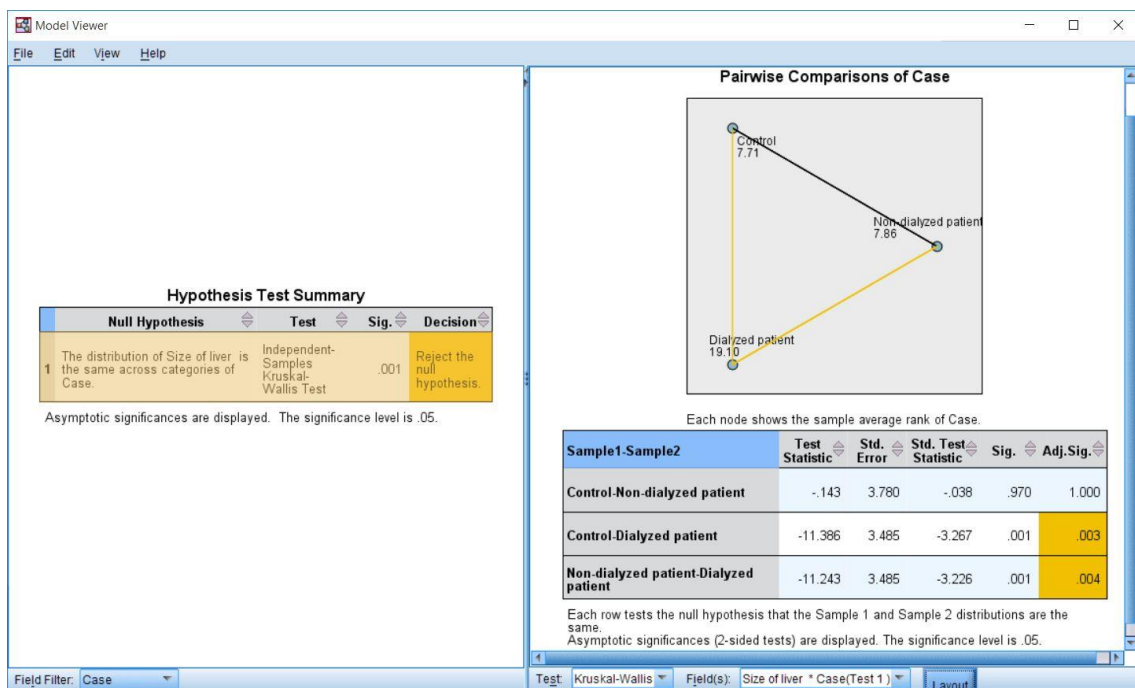
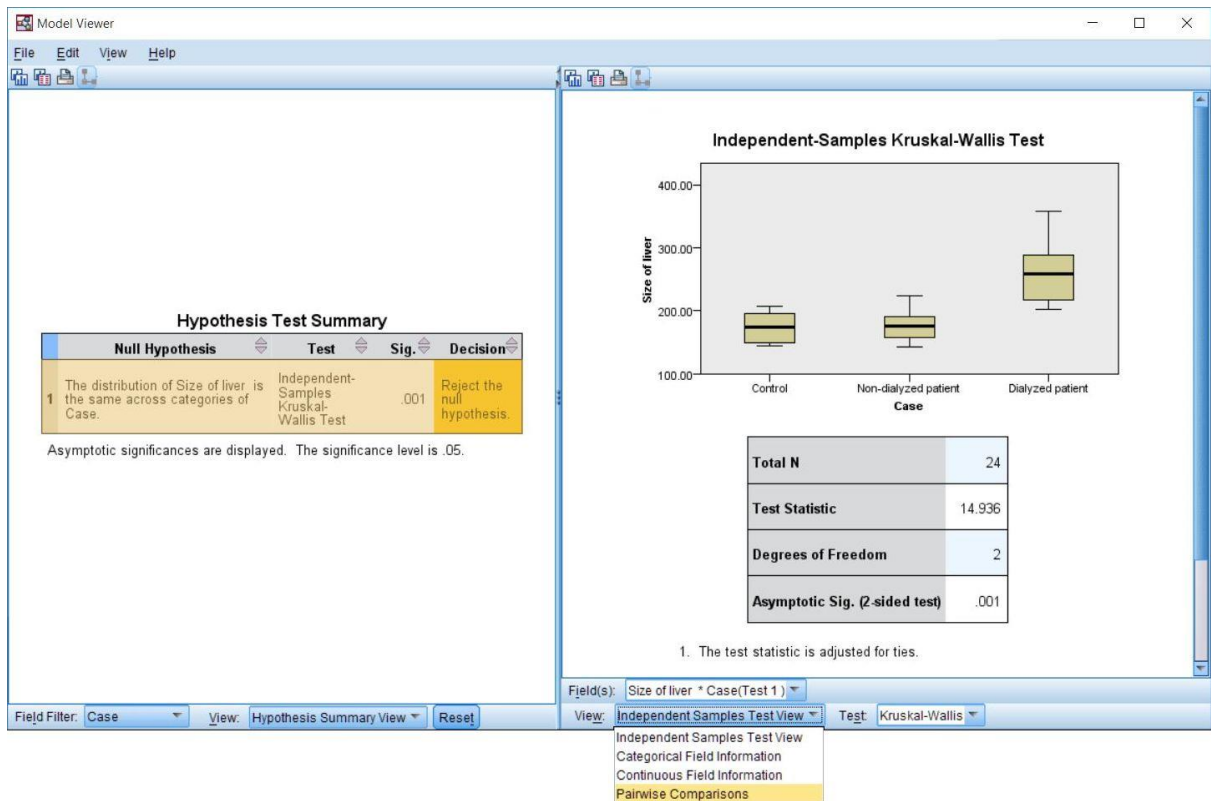


(๑)



(๒)

ภาพที่ 12.2 (ต่อ) กำหนดการวิเคราะห์เป็น Kruskal-Wallis และ Post-hoc tests (๑) ผลการวิเคราะห์ (๒)



ภาพที่ 12.2 (ต่อ) วินโดว์ model view แสดงรายละเอียดการวิเคราะห์ด้วย Kruskal-Wallis (๑) และ Post-hoc tests (๒)

ผลการวิเคราะห์แสดงในภาพที่ 12.2 ข เป็นการตั้งสมมุติฐานและสรุปผลการทดสอบสมมุติฐานตามวิธี Kruskal-Wallis test และนำเสนอเพียง Sig. เท่านั้น หากต้องการรายละเอียดเพิ่มเติม ต้องเข้าไปในวินโดว์ model view (ภาพที่ 12.2 ข) แล้วเลือกแสดงรายละเอียดจากเมนูที่ด้านล่างของช่อง auxiliary view ต่อไป หากต้องการคัดลอก

รายละเอียดใน model viewer สามารถทำได้โดยกด  แล้วไปวางใน Microsoft Word โดยจะเป็นภาพ ไม่ใช่ตาราง หรือกด  เพื่อพิมพ์เป็นเอกสารได้

ตัวอย่างข้อมูลอีกตัวอย่างหนึ่งเป็นผลการวิจัยตัวยาใหม่ที่จะนำมาใช้กับเด็กที่เป็นโรคภูมิแพ้ โดยผู้วิจัยได้คัดเลือกเด็กที่วินิจฉัยว่าเป็นโรคภูมิแพ้จำนวน 10 คน แล้วแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกได้รับเพลซิบอ (placebo) อีกกลุ่มหนึ่งได้รับยาสูตรใหม่ จากนั้นให้เด็กบันทึกจำนวนครั้งของอาการที่หายใจติดขัดในระยะเวลา 1 สัปดาห์ ได้ข้อมูลดังนี้

Placebo	7	5	6	4	12
New drug	3	6	4	2	1

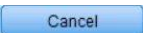
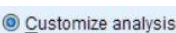
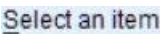
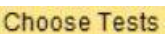
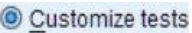
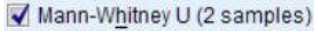
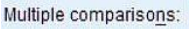
การเตรียมข้อมูลจะใช้ตัวแปร 2 ตัวแปร คือ ตัวแปรแรกชื่อ pill มีค่าอธิบายเป็น Pill มี value เป็น 1: Placebo; 2: New drug และมี measure เป็น nominal ส่วนตัวแปรที่สองชื่อ breath มีค่าอธิบายเป็น Number of shortness of breath และมี measure เป็น scale

สมมุติฐานเป็นดังนี้

Ho: ค่าเฉลี่ยของ Rank ของกลุ่มเด็กที่ได้รับเพลซิบอกับกลุ่มเด็กที่ได้รับยาสูตรใหม่ไม่แตกต่างกัน

H1: ค่าเฉลี่ยของ Rank ของกลุ่มเด็กที่ได้รับเพลซิบอกับกลุ่มเด็กที่ได้รับยาสูตรใหม่แตกต่างกัน

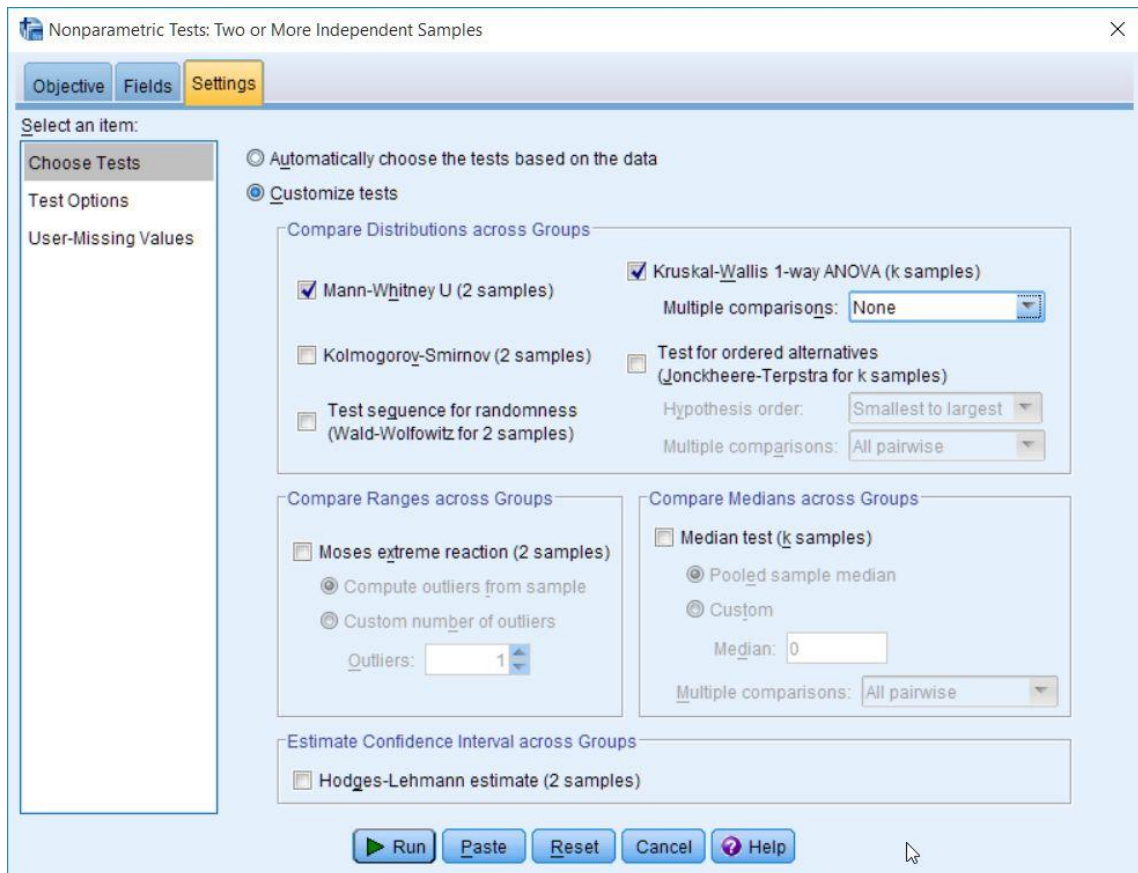
ขั้นตอนการวิเคราะห์มีดังนี้

- เลือก Analyze > Nonparametric Tests > Independent Samples... (ภาพที่ 12.2 ก) หากในไฟล์ข้อมูลมีตัวแปรที่มีได้กำหนด measurement level จะมีไดอะล็อกเตือนปรากฏขึ้นมา (ภาพที่ 12.2 ข) ให้เลือก  เพื่อให้ SPSS 22 กำหนด measurement level ให้ตัวแปรนั้น หรือกด  เพื่อไปกำหนดเองในวินโดว์ Variable View
- กดแถบ  ในช่อง What is your objective? เลือก  (ภาพที่ 12.2 ค))
- กดแถบ  กำหนดค่าดังนี้
 - เลือก 
 - เลือกตัวแปร Number of shortness of breath in... จากรายการตัวแปรในช่อง  แล้วกด  ของ 
 - เลือกตัวแปร Pill จากรายการตัวแปรในช่อง  แล้วกด  ของ 
- กดแถบ  กำหนดค่าดังนี้ (ภาพที่ 12.3 ก)
 - ที่ช่อง  เลือก 
 - เลือก 
 - ที่ช่อง  เลือก  และ  และกำหนด  เป็น  [เพราะเหตุใดจึงเลือกเช่นนี้?]
- กด  จะได้ผลดังภาพที่ 12.3 ข ซึ่งมีตาราง 2 ตาราง ให้พิจารณาที่คอลัมน์ Sig. ในตารางทั้งสองมีค่าไม่เท่ากัน กล่าวคือ Sig. ในตาราง 1 ซึ่งเป็น Mann-Whitney U test เป็น Exact Sig. มีค่ามากกว่า 0.05 จึงไม่ปฏิเสธ Ho นั่นคือ ค่าเฉลี่ยของ Rank ของกลุ่มเด็กที่ได้รับเพลซิบอกับกลุ่มเด็กที่ได้รับยาสูตรใหม่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ แต่ Sig. ในตารางที่ 2 ซึ่งเป็น Kruskal-Wallis test เป็น Asymp. Sig. มีค่าน้อยกว่า 0.05 จึงปฏิเสธ Ho แล้ว

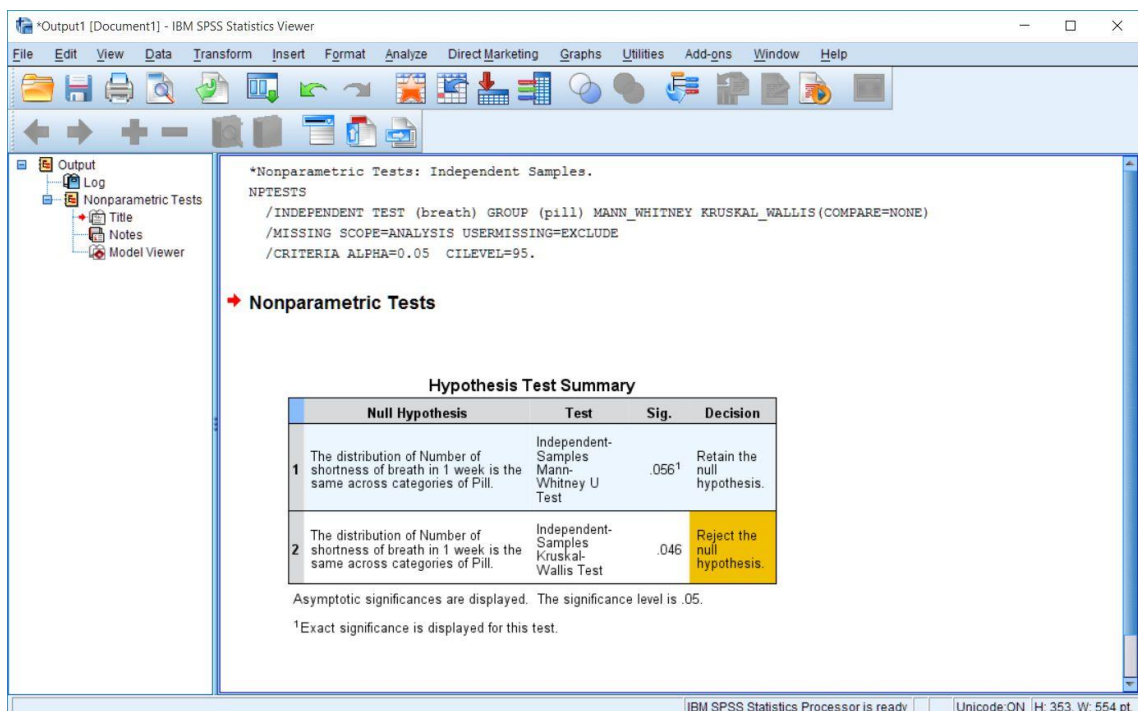
ยอมรับ H_1 นั่นคือ ค่าเฉลี่ยของ Rank ของกลุ่มเด็กที่ได้รับเพลซิบอกับกลุ่มเด็กที่ได้รับยาสูตรใหม่ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

6. เมื่อเลื่อนเมาส์ไปวางที่ตาราง **Hypothesis Test Summary** แล้วกดปุ่มซ้ายของเมาส์ 2 ครั้ง จะมีวินโดว์ **Model Viewer** ขึ้นมา (ภาพที่ 12.3 ค)
 - i. **Main view** ประกอบด้วยผลการวิเคราะห์ 2 การวิเคราะห์ คือ **Mann-Whitney U test** และ **Kruskal-Wallis test**
 - ii. **Auxiliary view** หากเลือกผลการวิเคราะห์ของ **Mann-Whitney U test** ใน **main view** แล้ว รายละเอียดผลการวิเคราะห์จะแสดงใน **auxiliary view** ดังภาพที่ 12.3 ค แต่หากเลือกการวิเคราะห์ของ **Kruskal-Wallis test** ใน **main view** แล้ว รายละเอียดผลการวิเคราะห์จะแสดงใน **auxiliary view** ดังภาพ 12.3 ง ให้สังเกต **Asymp. Sig.** จากการวิเคราะห์ทั้งสองวิธีนี้มีค่าเท่ากัน คือ 0.046
 - iii. เมื่อต้องปิดวินโดว์ **model viewer** ให้เลือก **File > Close** จากเมนูในวินโดว์นี้

ผลการวิเคราะห์แสดงในภาพที่ 12.3 ข เป็นการตั้งสมมุติฐานและสรุปผลการทดสอบสมมุติฐานตามวิธี **Mann-Whitney U test** และ **Kruskal-Wallis test** และนำเสนอเพียง **Sig.** เท่านั้น หากต้องการรายละเอียดเพิ่มเติม ต้องเข้าไปในวินโดว์ **model view** (ภาพที่ 12.3 ค-ง) สังเกตการตั้งสมมุติฐานในการทดสอบทั้งวิธีนี้เหมือนกัน แต่ผลการทดสอบสมมุติฐานแตกต่างกัน ในการทดสอบสมมุติฐานนั้น หากสามารถได้ค่า **Exact Sig.** ให้ใช้ **Exact Sig.** ในการทดสอบสมมุติฐานเสมอ อีกประการหนึ่ง หากค่า **Asymp. Sig.** มีค่าเข้าใกล้ 0.05 และมีจำนวนค่าสังเกตไม่มาก (น้อยกว่า 500 ค่า) ให้ใช้การวิเคราะห์ใน **Nonparametric Tests > Legacy Dialogs > 2 Independent Samples...** (หรือเลือก **Nonparametric Tests > Legacy Dialogs > K Independent Samples...**) แล้วระบุให้คำนวณค่า **Exact Sig.** ในการวิเคราะห์แทน เพื่อให้ได้ค่า **Exact Sig.** สำหรับใช้ทดสอบสมมุติฐานต่อไป

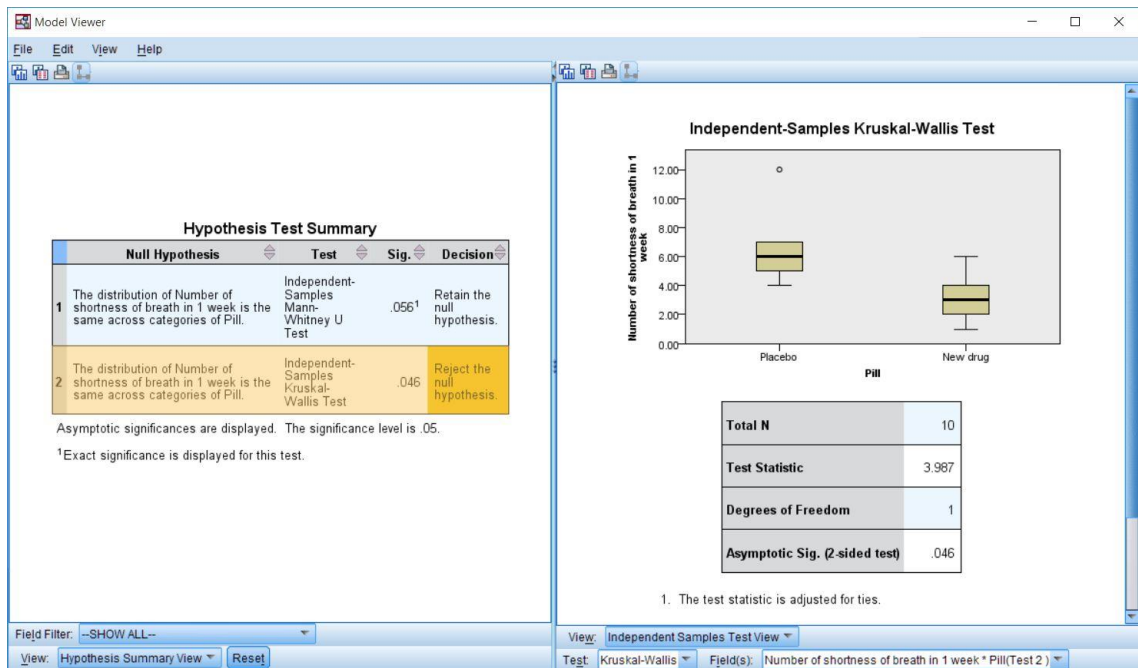
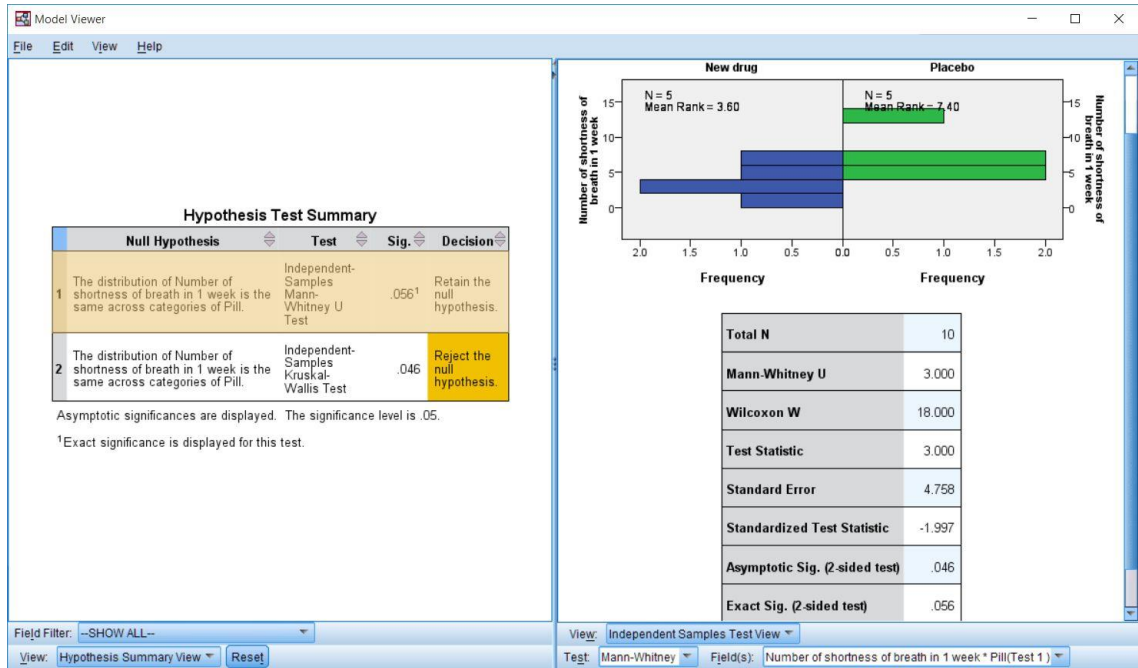


(ก)



(ข)

ภาพที่ 12.3 เลือกรววิเคราะห์เป็น Mann-Whitney U test และ Kruskal-Wallis test ที่ข้อมูลแบ่งเป็น 2 กลุ่ม (ก)
ผลการวิเคราะห์ (ข)



ภาพที่ 12.3 (ต่อ) รายละเอียดผลการวิเคราะห์ด้วย Mann-Whitney U test ที่ข้อมูลแบ่งเป็น 2 กลุ่ม (ค)
 รายละเอียดผลการวิเคราะห์ด้วย Kruskal-Wallis test ที่ข้อมูลแบ่งเป็น 2 กลุ่ม (ง)

3. Spearman rank correlation coefficient

การทดลองที่ต้องการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแบบ ordinal variable (หรือ rank variable) จำนวน 2 ตัวแปรหรือระหว่างตัวแปร 2 ตัวแปรที่ตัวแปรหนึ่งเป็นตัวแปรแบบ ordinal variable กับอีกตัวแปรหนึ่งเป็นตัวแปรแบบ scale variable จะใช้ Spearman correlation coefficient หรือ rho โดยจะพิจารณาว่า rank ของตัวแปรหนึ่งจะแปรเปลี่ยนร่วมกับ rank ของอีกตัวแปรหนึ่งหรือไม่ กล่าวคือ เมื่อ rank ของตัวแปรหนึ่งเพิ่มขึ้นแล้ว rank ของอีกตัวแปรหนึ่งหรือเพิ่มขึ้น (หรือลดลง) หรือไม่

ตัวอย่างข้อมูลจาก Melfi and Poyser (2007)⁴ ซึ่งศึกษาพฤติกรรมของลิงโคโลบัส *Colobus guereza* เพศผู้ 6 ตัวในสวนสัตว์แห่งหนึ่ง โดยสังเกตจากการผลัดกันของลิงให้พ้นจากพื้นที่ที่ตัวมันอยู่ ผู้วิจัยสามารถทราบว่าลิงตัวใดเป็นตัวที่อิทธิพลมากกว่าตัวอื่นและให้ลำดับชั้น (หรือ rank) จากมากไปหาน้อย (1 สูงสุด ถึง 6 ต่ำสุด และไม่ทราบว่าการมีอิทธิพลเหนือตัวอื่นระหว่าง 1-2 จะเท่ากับ 2-3 หรือไม่ ฯลฯ) จากนั้นนับไข่หนอนตัวกลม *Trichuris* ที่ปนกับอุจจาระลิง ได้ผลดังตารางด้านล่างนี้ ผู้วิจัยต้องการทราบว่าลำดับการมีอิทธิพลเหนือตัวอื่นกับจำนวนไข่หนอนตัวกลม มีความสัมพันธ์กันหรือไม่

Monkey name	Dominance rank	Egg per gram
Erroll	1	5777
Milo	2	4225
Fraiser	3	2674
Fergus	4	1249
Kabul	5	749
Hope	6	870

การเตรียมข้อมูลจะใช้ตัวแปร 2 ตัวแปร คือ ตัวแปรแรกชื่อ dominance มีค่าอธิบายเป็น Dominance rank และมี measure เป็น ordinal ส่วนตัวแปรที่สองชื่อ egg มีค่าอธิบายเป็น Number of nematode eggs per gram feces และมี measure เป็น scale

สมมุติฐานเป็นดังนี้

Ho: ลำดับการมีอิทธิพลเหนือตัวอื่นกับจำนวนไข่หนอนตัวกลมไม่มีความสัมพันธ์กัน หรือ rho ไม่ต่างจาก 0

H1: ลำดับการมีอิทธิพลเหนือตัวอื่นกับจำนวนไข่หนอนตัวกลมมีความสัมพันธ์กัน หรือ rho ต่างจาก 0

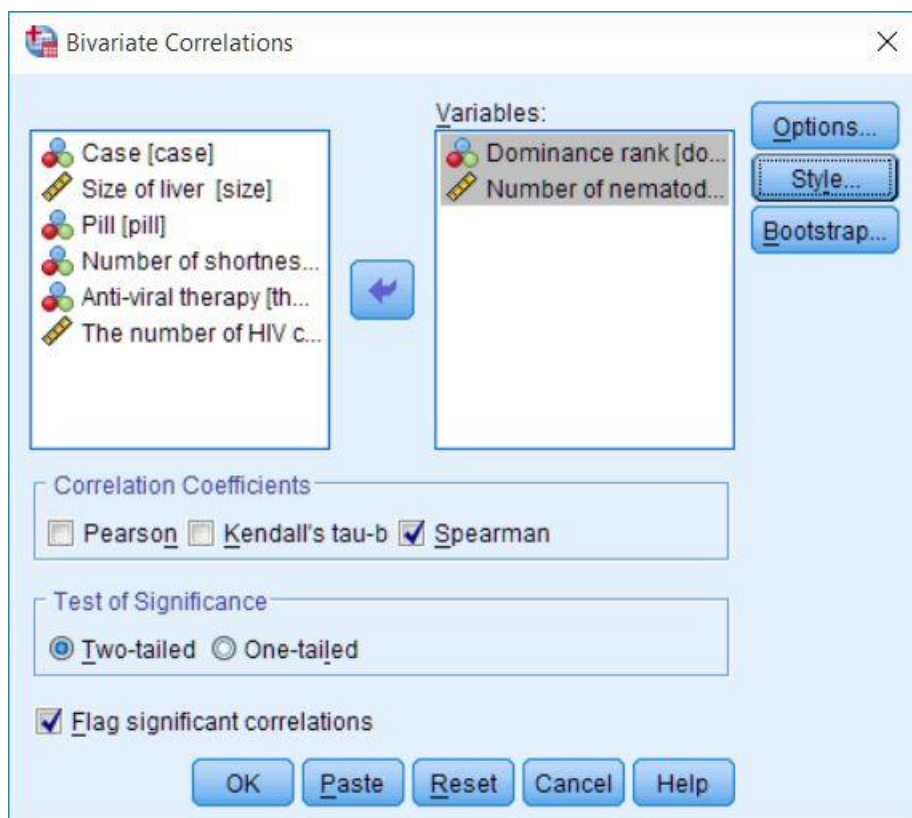
ขั้นตอนการวิเคราะห์มีดังนี้

1. เลือก Analyze > Correlate > Bivariate...
2. เลือกตัวแปร Dominance rank และ Number of nematode... ในช่องรายการตัวแปรด้านซ้าย แล้วกด  ให้มาอยู่ในช่อง Variables: (ภาพที่ 12.4 ก)
3. ในช่อง Correlation Coefficients เลือก ☒ Spearman (ภาพที่ 12.4 ก)
4. ในช่อง Test of Significance เลือก ☒ Two-tailed (ภาพที่ 12.4 ก)
5. เลือก ☒ Flag significant correlations (ภาพที่ 12.4 ก)
6. กด 

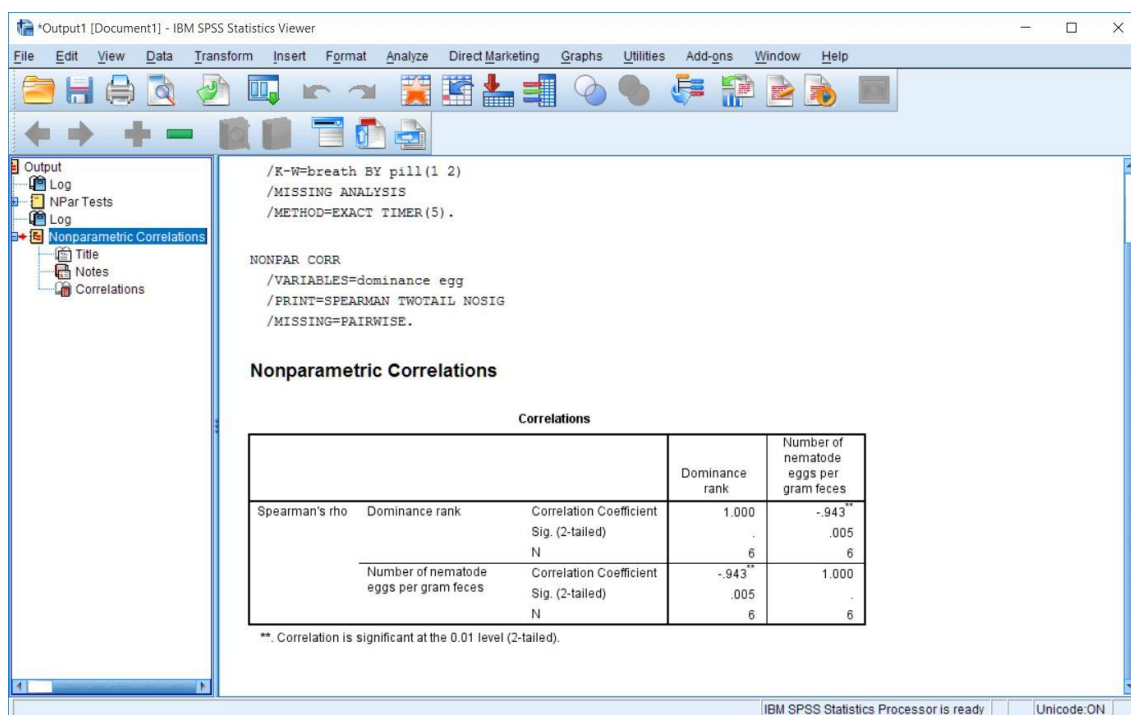
ผลการวิเคราะห์แสดงในภาพที่ 12.4 ข โดยตารางจะมีรายละเอียดเช่นเดียวกันกับผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เพื่อหาค่า Pearson's correlation coefficient แต่จะแสดงค่า Spearman's correlation coefficient แทน และค่า Sig. (2-tailed) ซึ่งหากมีค่าน้อยกว่า 0.05 หรือ 0.01 จะมี * หรือ ** (ตามลำดับ) หลังค่า coefficient

เนื่องจาก Sig. (2-tailed) มีค่า 0.005 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 จึงปฏิเสธ Ho แล้วยอมรับ H1 นั่นคือ ลำดับการมีอิทธิพลเหนือตัวอื่นกับจำนวนไข่หนอนตัวกลมมีความสัมพันธ์กัน หรือ rho ต่างจาก 0 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดย Spearman's rho มีค่า 0.943

⁴ Melfi, V., and F. Poyser. 2007. *Trichuris burdens in zoo-housed Colobus guereza*. *International Journal of Primatology* 28: 1449-1456.



(ก)



(ข)

ภาพที่ 12.4 กำหนดตัวแปรและค่าสถิติสำหรับการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ Spearman (ก) ผลการวิเคราะห์ (ข)

แบบฝึกหัดปฏิบัติการที่ 12 การวิเคราะห์ทางสถิติแบบนอนพาราเมตริกซ์

1. ในการศึกษาเกี่ยวกับการใช้ **Captopril** ในผู้ป่วยที่เป็น **Diuretic-treated hypertensive patient** ผู้วิจัยเชื่อว่าสารนี้มีผลทำให้ความดันเลือดในผู้ป่วยลดลง เพื่อทดสอบสมมุติฐานนี้ ผู้วิจัยได้ให้สาร **Captopril** ปริมาณ 6.25 กรัม แก่ผู้ป่วยเหล่านี้ โดยวัด **Systolic blood pressure** ของผู้ป่วยทุกคน ก่อนได้รับสาร **Captopril (X)** และวัด **Systolic blood pressure** ของผู้ป่วยคนเดิมอีกครั้งหลังจากได้รับสาร **Captopril** แล้ว 70 นาที (**Y**) ได้ผลดังนี้

Patient	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X	175	179	165	170	160	180	177	178	173	176
Y	140	143	135	133	162	150	182	139	140	141

หากข้อมูลไม่ได้มีการกระจายแบบปกติแล้ว จงตั้งสมมุติฐาน ทดสอบสมมุติฐานที่ตั้ง และสรุปผลการทดสอบ พร้อมทั้งระบุว่า **Captopril** ลดความดันหรือไม่

2. ในการศึกษาผลของการสูบบุหรี่ต่อการนอนหลับโดยผู้วิจัยได้ให้ความสนใจกับตัวแปรหนึ่ง คือ เวลาที่อาสาสมัครจะหลับ (นาที) ผู้วิจัยจึงได้สุ่มตัวอย่างกลุ่มคนสูบบุหรี่ (**S**) 12 คน และกลุ่มคนไม่สูบบุหรี่ (**NS**) 15 คน ได้ผลดังนี้

S	69.3	56.0	22.1	47.6	53.2	48.1	23.2	13.8	52.7	34.4	60.2	43.8			
NS	28.6	25.1	26.4	34.9	29.8	38.4	38.5	30.2	30.6	31.8	41.6	21.1	36.0	37.9	13.9

หากข้อมูลไม่ได้มีการกระจายแบบปกติแล้ว จงตั้งสมมุติฐาน ทดสอบสมมุติฐานที่ตั้ง และสรุปผลการทดสอบ ระบุว่ากลุ่มใดหลับได้เร็วกว่า

3. ภาวะขาดวิตามิน A เป็นปัญหาที่พบได้ทั่วไป และเป็นที่ทราบว่าการบริโภคผักจะช่วยให้ความเข้มข้นวิตามิน A ในน้ำเลือดเพิ่มขึ้น ผู้วิจัยจึงหาวิธีที่让孩子ได้รับวิตามิน A อย่างเพียงพอ โดยอยากทราบว่าการเติมไขมันลงไปให้อาหารที่มีผักอยู่แล้ว จะช่วยให้มีความเข้มข้นวิตามิน A ในน้ำเลือดเพิ่มขึ้นหรือไม่ ผู้วิจัยสุ่มตัวอย่างเด็ก 28 คน ได้ผลดังนี้

Fat added	Vitamin A concentration (mg/100 mL blood plasma)									
I (0g fat added)	18.1	16.5	21.0	18.7	7.4	12.4	16.1	17.9		
II (5g fat added)	29.1	15.8	20.4	23.5	18.5	21.3	23.1	23.8	20.1	11.9
III (10 g fat added)	26.6	16.1	18.8	25.0	21.8	15.4	19.9	15.5	21.1	25.5

หากข้อมูลไม่ได้มีการกระจายแบบปกติแล้ว จงตั้งสมมุติฐาน ทดสอบสมมุติฐานที่ตั้ง และสรุปผลการทดสอบ

4. ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถของตาในการติดตามวัตถุที่เคลื่อนที่อย่างช้า ๆ ได้อย่างราบรื่นกับระดับปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือด ผู้วิจัยได้สุ่มกลุ่มตัวอย่างอาสาสมัคร 12 คน โดยได้วัดความเร็วสูงสุดของตาในการติดตามวัตถุที่เคลื่อนที่อย่างช้า ๆ ได้อย่างราบรื่น จากนั้นให้อาสาสมัครดื่มจินหรือวิสกีหรือโทนิคในปริมาณที่มากพอที่จะทำให้ไม่สามารถขับรถได้ แล้วจึงวัดปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือด (มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร, **X**) พร้อมทั้งวัดความเร็วสูงสุดของตาในการติดตามวัตถุที่เคลื่อนที่อย่างช้า ๆ ได้อย่างราบรื่นของอาสาสมัครอีกครั้งหนึ่ง แล้วหาเปอร์เซ็นต์ที่ลดลงของการติดตามการเคลื่อนที่อย่างช้า ๆ ได้อย่างราบรื่น (**Y**) ได้ผลดังนี้

X	20	45	68	68	70	75	85	86	108	110	120	150
Y	2	11	30	50	4	6	19	30	38	10	51	60

หากข้อมูลไม่ได้มีการกระจายแบบปกติแล้ว จงตั้งสมมุติฐาน ทดสอบสมมุติฐานที่ตั้ง และสรุปผลการทดสอบ

การบ้านปฏิบัติการที่ 12 การวิเคราะห์ทางสถิติแบบนอนพาราเมตริกซ์

1. ผู้วิจัยต้องการทราบว่ายาชา 2 ชนิดจะช่วยบรรเทาความเจ็บปวดให้ผู้ป่วยโรคข้ออักเสบ (arthritis) ได้นานแตกต่างกันหรือไม่ จึงทดลองใช้ยาทั้งสองชนิดในผู้ป่วย 12 คน แล้วบันทึกเวลาที่บรรเทาความเจ็บปวด ได้ผลดังนี้

Case	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Drug A	2.0	3.6	2.6	2.6	7.3	3.4	14.9	6.6	2.3	2.0	6.8	8.5
Drug B	3.5	5.7	2.9	2.4	9.9	3.3	16.7	6.0	3.8	4.0	9.1	20.9

หากข้อมูลไม่ได้มีการกระจายแบบปกติแล้ว จงตั้งสมมติฐาน ทดสอบสมมติฐานที่ตั้ง และสรุปผลการทดสอบ พร้อมทั้งระบุว่ายาใดบรรเทาความเจ็บปวดได้นานกว่า

2. ในการทดสอบยาระดับคลินิกเพื่อประเมินประสิทธิผลของการบำบัดผู้ป่วยที่มีเชื้อ HIV ด้วย anti-retroviral therapy แบบเดิมกับแบบใหม่โดยวัด viral load ในผู้ป่วยหลังจากบำบัดไปแล้ว 3 เดือน ได้ผลดังนี้

	Viral load (the number of HIV copies per milliliter of blood)														
Standard Therapy	7500	8000	2000	550	1250	1000	2250	6800	3400	6300	9100	970	1040	670	400
New Therapy	400	250	800	1400	8000	7400	1020	6000	920	1420	2700	4200	5200	4100	undetectable

หากข้อมูลไม่ได้มีการกระจายแบบปกติแล้ว จงตั้งสมมติฐาน ทดสอบสมมติฐานที่ตั้ง และสรุปผลการทดสอบ พร้อมทั้งระบุว่าวิธีแบบใดมีประสิทธิภาพดีกว่า

3. ในทางการแพทย์ ระดับอัลบูมินในน้ำเลือดเป็นตัวบ่งชี้ว่าผู้ป่วยได้รับโปรตีนจากอาหารที่รับประทานเพียงพอหรือไม่ ผู้วิจัยจึงได้คัดเลือกอาสาสมัครแล้วแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มให้รับประทานอาหารที่มีโปรตีนในอาหารสัดส่วนต่างกัน แล้ววัดปริมาณอัลบูมินในน้ำเลือด ได้ผลดังนี้

Amount of protein in diet	Albumin in blood (g/dL)				
5%	3.1	2.6	2.9		
10%	3.8	4.1	2.9	3.4	4.2
15%	4.0	5.5	5.0	4.8	

หากข้อมูลไม่ได้มีการกระจายแบบปกติแล้ว จงตั้งสมมติฐาน ทดสอบสมมติฐานที่ตั้ง และสรุปผลการทดสอบ พร้อมทั้งระบุว่ากลุ่มใดน่าจะมีปริมาณอัลบูมินในน้ำเลือดสูงกว่า

4. การประเมินสุขภาพของทารกแรกคลอดด้วย Apgar score ซึ่งพิจารณาเงื่อนไข 5 เงื่อนไขแล้วให้คะแนน 0 หรือ 1 หรือ 2 โดยแต่ละเงื่อนไขจะมีข้อกำหนดที่สังเกตได้จากทารกแรกคลอดสำหรับคะแนนแต่ละค่า แล้วจึงรวมคะแนนทั้งหมดเข้าด้วยกัน หาก Apgar score มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 10 และเป็น ordinal variable โดยคะแนน 0-3 เป็นค่าต่ำมาก คะแนน 4-6 ต่ำ ส่วนคะแนนตั้งแต่ 7 เป็นค่าปกติ เนื่องจากผู้วิจัยสนใจว่ามีความสัมพันธ์ระหว่าง Apgar score ที่เวลา 1 นาทีกับ 5 นาทีหลังคลอดหรือไม่ จึงประเมิน Apgar score ในทารกแรกเกิด 24 คนที่เวลา 1 นาทีและ 5 นาทีหลังคลอด ผลเป็นดังนี้

Infant	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1 min	10	3	8	9	8	9	8	8	8	8	7	8	6	8	9	9	9	9	8	9	3	9	7	10
5 min	10	6	9	10	9	10	9	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	9	10	9	3	9	10	10

จงตั้งสมมติฐาน ทดสอบสมมติฐานที่ตั้ง และสรุปผลการทดสอบ