บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาเรื่อง การวิเคราะห์ความล้าทางจิตใจของพนักงานตรวจสอบคุณภาพชิ้นงาน โดยการหารอบระยะเวลาการทำงานและเวลาหยุดพักที่เหมาะสม ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้ารวบรวมแนวคิดต่างๆ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการศึกษา โดยได้ศึกษาทฤษฎีหลัก คือ ทฤษฎีความล้า, การประเมินความล้าทางจิตใจ, รอบระยะเวลาการทำงานและเวลาหยุดพัก, การทำงานเป็นกะ, หลักนาฬิกาชีวิต (Bio Clock หรือ Circadian Rhythm) หลักการออกแบบการทดลอง (Design of Experiment, DOE) และการวิเคราะห์ผลทางสถิติ เช่น การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA), การทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของประชากร 2 กลุ่มสัมพันธ์ (Paired t-test), ผลของอันตรกิริยา (Interaction Effect) และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.1 ทฤษฎีของความล้า

ความล้านั้นมีหลายประเภท เช่น ความล้าของสายตา (Visual Fatigue) ความล้าของจิตใจ (Mental Fatigue) เป็นต้น GrandJean E.และ Baschera, P. (1979) ได้แบ่งความล้าออกเป็น 2 ประเภทด้วยกัน คือความล้าทางด้านกายภาพ (Physical Fatigue) และความล้าทางด้านจิตใจ (Mental Fatigue) ความล้าทางด้านกายภาพทำให้เกิดอาการเมื่อยล้า โดยเกิดขึ้นกับกล้ามเนื้อที่ต้องใช้กำลังมากเกินไป ในขณะที่ความล้าทางด้านจิตใจจะทำให้เกิดอาการตาพร่า อ่อนเพลีย และเกียจคร้าน ความล้าที่เกิดขึ้นจากการทำงานเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้อัตราเจ็บป่วยของพนักงานเพิ่มสูงขึ้น ทั้งนี้ความเหนื่อยล้าอาจเกิดขึ้นเนื่องจากการใช้กล้ามเนื้อของร่างกายมากเกินไป การทำงานด้วยกำลังกายและการใช้ความคิดเป็นเวลานานทำให้มีการเปลี่ยนแปลงทางสรีระ หัวใจเต้นแรง มีความต้องการออกซิเจนมากขึ้น และกล้ามเนื้อตึงขึ้น เป็นต้น ความเหนื่อยล้ามีความสัมพันธ์กับระดับของผลผลิต

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อใดมีความเหนื่อยล้าปรากฏ เมื่อนั้นผลผลิตจะลดลง ปัจจัยที่ส่งผลทำให้ร่างกายเหนื่อยล้าลดลง อาทิเช่น แรงจูงใจ ช่วงระยะเวลาการทำงานและการพัก เป็นต้น

ในวันหนึ่งๆ สภาวะของบุคคลอาจจัดอยู่ในสภาพ 7 ประเภท แล้วแต่ว่าในขณะนั้นอยู่ในลักษณะอย่างไร เริ่มตั้งแต่การนอนหลับสนิท (Deep Sleep) ไปจนถึงการเตรียมพร้อมต่ออันตราย (Alarm) ดังเช่นตาราง 2.1

ตาราง 2.1 สภาพสภาวะของบุคคล

หลับสนิท	ง่วงนอน	อิดโรย	พักผ่อน	สดชื่น	ตื่นตัว	ตกใจพร้อมสู้
Deep sleep	Drowsy	Weary	Resting	Alert	Stimulated	Alarm

จากตาราง 2.1 อาจกล่าวได้ว่าความล้าเป็นสภาวะที่อาจอยู่ในช่วงระหว่าง “ง่วงนอน” และ “พักผ่อน” (GrandJean E, 1988) อีกทั้งความล้าทางจิตใจจะแสดงออกมาทางกายภาพ ดังรูป 2.1

รูป 2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความล้าทางกายภาพและความล้าทางจิตใจ

2.1.1 ความล้าในงานอุตสาหกรรม (กิตติ อินทรานนท์, 2548)

การทำงานในงานอุตสาหกรรมถือเป็นงานอีกประเภทหนึ่งที่ต้องได้รับความเครียด หากร่างกายและจิตใจต้องรับความเครียดไว้ อาจส่งผลกระทบต่อร่างกายได้ ซึ่งเราสามารถตรวจวัดได้โดยวิธีจิตวิสัยและวิธีวัตถุวิสัย ซึ่งมีอาการที่แสดงดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1) ความรู้สึกอิดโรย ง่วงนอน ใจหวิว และความไม่ชอบงาน
2) ความคิดไม่ปลอดโปร่ง ติดขัด
3) ความตื่นตัวลดลง
4) ความรวดเร็วในการรับรู้ลดลง ไม่แม่นยำ
5) ไม่อยากทำงาน
6) ความสามารถทางกายและทางใจลดลง

อาการดังกล่าวทั้งหมดจะส่งผลให้ประสิทธิภาพทั้งทางร่างกายและจิตใจลดลง มีผลกระทบต่อไปยังงานที่กระทำอยู่ให้ลดลงตามไปด้วย สูญเสียประสิทธิภาพ เพิ่มโอกาสการเกิดอุบัติเหตุเพิ่มโอกาสการเจ็บป่วย สูญเสียโอกาสที่จะทำกำไร เป็นเรื่องที่ผู้ประกอบการพึงต้องเอาใจใส่ให้มาก สภาวะความล้าบางอย่างที่เกิดขึ้นในกิจกรรมงานอุตสาหกรรมมีธรรมชาติเป็นความล้าสะสมระยะยาวไม่เกิดขึ้นเพราะเหตุเกิดภาระชั่วครู่ชั่วยาม แต่เป็นการรับภาระอย่างสม่ำเสมอและทุกวัน เป็นระยะเวลานาน เหตุดังกล่าวมักจะแสดงออกเป็นอาการที่เห็นได้ว่าสุขภาพทรุดโทรม อาการความล้าจะไม่เพียงแต่เกิดขึ้นทันทีที่มีการรับภาระ หรือหลังจากที่การรับภาระนั้นผ่านไปแล้วเท่านั้น แต่จะเกิดขึ้นภายหลังจากเวลาการรับภาระนั้นเป็นเวลานาน อาการอ่อนเพลียหลังจากการตื่นนอนตอนเช้า ไม่มีแรงที่จะเริ่มทำงาน เป็นรูปแบบตัวอย่างของความล้าประเภทนี้ประเภทหนึ่งซึ่งมักจะตามติดมาด้วยความรู้สึกหงุดหงิด ไม่สบอารมณ์ อันมีต้นเหตุมาจากอารมณ์เสียมักจะแสดงออกซึ่งอาการดังนี้

1) สภาวะอารมณ์ไม่คงที่ ไม่แน่นอน (ชอบชวนทะเลาะ มีปากเสียงกับเพื่อนร่วมงาน)
2) มีความกังวลโดยไม่ทราบสาเหตุ
3) แรงบันดาลใจที่จะทำงานลดลง สูญเสียแรงกระตุ้นในการทำงาน
4) มีความเสี่ยงต่อการเจ็บไข้ได้ป่วยเพิ่มขึ้น

อาการไม่ปกติข้างต้นเป็นการแสดงออกที่กว้างมาก ภายใต้หัวข้อของปัญหาที่เกี่ยวกับกายและจิตสัมพันธ์กัน (Psychosomatic Problems) ปัญหานี้เป็นเรื่องของความผิดปกติของอวัยวะภายในหรือการไหลเวียนของเลือดซึ่งเกิดขึ้นจากความขัดแย้งของปัญหาทางจิตวิทยาและความยุ่งยากในการตัดสินใจทำให้เกิดอาการดังนี้

1) ปวดศีรษะหรืออาการเวียนศีรษะ
2) นอนหลับน้อย
3) หัวใจเต้นจังหวะผิดปกติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4) เหงื่อออกฉับพลัน

5) เบื่ออาหาร

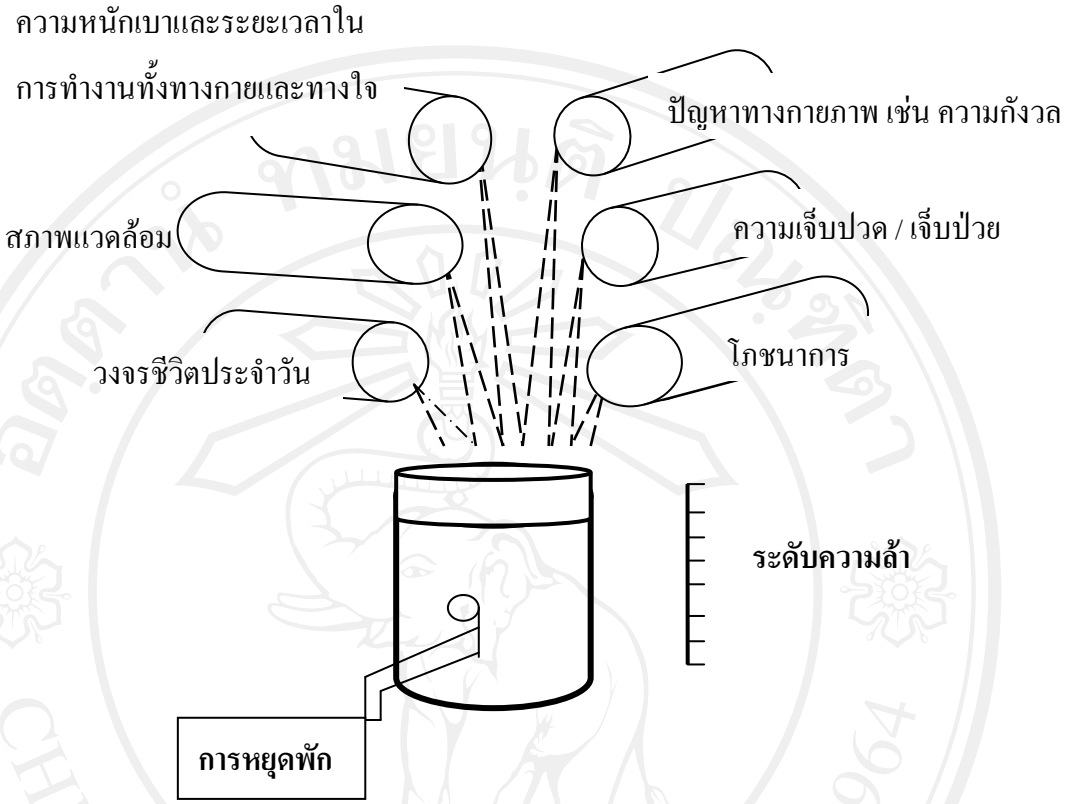
6) ระบบการย่อยอาหารผิดปกติ (ปวดท้อง ท้องเสีย ท้องผูก)

การป่วยอย่างอื่น หมายถึง การขาดงาน การหยุดงาน โดยเฉพาะการหยุดช่วงสั้น ซึ่งแสดงว่าผู้ปฏิบัติงานต้องการพักงานบ่อยครั้ง หากมีปัญหานานๆ อาการมักจะกลายสภาพเป็นอาการเรื้อรัง ซึ่งในปัจจุบันนี้บริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟกรณีศึกษากำลังเผชิญกับปัญหานี้

ในชีวิตการทำงานแต่ละวัน มีสาเหตุทำให้เกิดความล้าได้หลายๆ สาเหตุ (นริศ เจริญพร ,2543) ดังเช่นรูป 2.2 ระดับความล้าสะสมขึ้นได้ตามความเครียดที่พบในแต่ละวันเปรียบเสมือนถังน้ำที่มีการเติมน้ำอยู่ระดับหนึ่ง การหยุดพักชั่วขณะเพื่อให้ร่างกายได้ฟื้นตัว ก็จะเป็นการปล่อยน้ำให้ไหลออกบ้างเพื่อไม่ให้น้ำล้นถัง และเพื่อให้แน่ใจได้ว่าน้ำจะไม่มีทางล้นถังได้ ก็ต้องให้น้ำที่ไหลเข้าและไหลออกนั้นอยู่ในภาวะสมดุล หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ เพื่อให้คงไว้ซึ่งสุขภาพและประสิทธิภาพในการทำงานที่ดี

การหยุดพักเพื่อให้ร่างกายได้ฟื้นตัวอย่างเหมาะสมจะสามารถตัดปัญหาความเครียดนั้นไปได้ การหยุดพักหรือการพักผ่อนโดยส่วนใหญ่เกิดขึ้นขณะนอนหลับในตอนกลางคืน สำหรับช่วงพักในเวลากลางวันและช่วงหยุดพักทุกชนิดระหว่างงานก็มีผลช่วยให้เกิดการฟื้นตัวของร่างกายได้ทั้งสิ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป 2.2 สาเหตุความล้าที่เกิดขึ้น

(นริศ เจริญพร, 2543)

สิ่งที่สำคัญก็คือ ความเครียดและการหยุดพักเพื่อให้ผ่อนคลายนั้น ต้องสมดุลกันในทุก ๆ รอบ 24 ชั่วโมง และไม่ควรให้มีการสะสมความเครียดข้ามวัน ถ้ามีความจำเป็นที่จะต้องเลื่อนการหยุดพักผ่อนไปเป็นตอนเย็นของวันรุ่งขึ้นอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ก็ควรกระทำเฉพาะในคนที่มีสุขภาพแข็งแรงดี และมีประสิทธิภาพสูงในการทำงาน

ความล้าอาจเกิดขึ้นจากการทำงานซ้ำซาก จากงานวิจัยในอดีต Mathew, J. และ Calabrese, N. (1982) ได้รายงานว่า ภาระงานทำให้ความพอใจในงานที่ทำ (Job Satisfaction) ทั้งสมรรถภาพและสุขภาพทางจิตใจและร่างกายของพนักงานเสื่อมลง โดยเฉพาะลักษณะของงานที่เป็นงานซ้ำซาก เมื่อพนักงานได้เผชิญกับความเครียดที่เกิดจากงาน พนักงานควรมีเวลาพักจากการทำงานเพื่อลดความเครียดที่เกิดจากงานนั้น ถ้าหากพนักงานไม่มีการหยุดพักที่เพียงพอ อาจเป็นเหตุให้เกิด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ความไม่พอใจในงาน เนื่องจากความเครียดที่เกิดขึ้นเป็นผลเสียทางด้านจิตใจและร่างกายของพนักงานได้ Rohmert, W. (1973) ได้กล่าวถึงความเครียด (Strain) ซึ่งเป็นผลมาจากงานซ้ำซากว่าจะเกิดขึ้นมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับตัวบุคคล ปริมาณงาน และระยะเวลาในการทำงาน และความล้าจะลดลงได้ก็ต่อเมื่อมีการหยุดพักผ่อน

Kourinka, I. (1995) กล่าวถึงงานซ้ำซากว่า ถึงแม้ปัจจุบันจะมีเครื่องอัตโนมัติเข้ามาช่วยในการทำงาน แต่ระบบอัตโนมัติเหล่านั้นก็ซับซ้อน มีการลงทุนมากเกินกว่าที่บริษัทเล็กๆจะลงทุนได้ และถึงแม้ว่าจำนวนเครื่องจักรที่ใช้ระบบอัตโนมัติจะมีเพิ่มมากขึ้น แต่เมื่อพิจารณาแล้วพบว่าจำนวนพนักงานที่ต้องทำงานซ้ำก็กลับเพิ่มมากขึ้นทุกปีด้วยเช่นกัน ในงานวิจัยส่วนใหญ่มักพบว่าพนักงานที่ทำงานมักเกิดความรู้สึกไม่พอใจในงาน และมีความรู้สึกก็มีผลอย่างมากกับปริมาณผลผลิต ความเครียดและสุขภาพพนักงาน หากบริษัทและสังคมมองงานซ้ำซากว่าไม่มีคุณค่าแล้วตัวพนักงานก็มีแนวโน้มที่จะมองงานในลักษณะที่ว่าไม่มีคุณค่าเช่นกัน นอกจากนี้การจ่ายผลตอบแทนหรือค่าแรงจูงใจที่เหมาะสมจะเป็นการช่วยลดความกดดันจากงานลงได้ด้วย

Eastman Kodak (1986) กล่าวถึงรอบการทำงาน (Cycle) ว่าเป็นเวลาที่ใช้เพื่อจะทำงาน อาจเป็นในลักษณะของงานตรวจสอบ หรือประกอบให้เสร็จ 1 ชิ้น กิจกรรมการทำงานในลักษณะนี้หากรอบในการทำงานที่ใช้มีค่าในช่วง 2 นาที หรือน้อยกว่านั้น และต้องทำงานในลักษณะในลักษณะนั้นๆ ไปตลอดวันหรือตลอดกะการทำงานก็จะเรียกว่าเป็นงานซ้ำซาก (Repetitive Work) งานซ้ำซากที่มีความเร็วต่อรอบสูง เวลาที่ใช้จะอยู่ในช่วง 30 วินาทีหรือน้อยกว่านั้น งานในลักษณะนี้ส่วนใหญ่เป็นงานที่ต้องอาศัยกล้ามเนื้อของมือ แขน ไหล่ หรือเท้า ช่วยในการทำงาน ท่าทางของการทำงานอาจอยู่ในลักษณะของท่านั่งหรือท่ายืนแล้วแต่ชนิดของงาน และถึงแม้ว่างานซ้ำซากเป็นงานที่อาศัยพลังงานในการทำงานต่ำ แต่การทำงานที่ต้องอาศัยกล้ามเนื้อชุดเดียวกันซ้ำๆอยู่ตลอดเวลาก็อาจก่อให้เกิดอาการเจ็บปวด อักเสบของกล้ามเนื้อได้ นอกจากนี้สภาพแวดล้อมทางจิตใจที่มีผลต่อพฤติกรรมการทำงานของตัวบุคคลอีกด้วย ลักษณะงาน ลักษณะสังคม และเพื่อนร่วมงาน รวมทั้งลักษณะวัฒนธรรมในองค์กร เป็นปัจจัยที่ทำให้บุคคลมีความรู้สึกและมีพฤติกรรมการงานที่แตกต่างกันได้

Broadbent, D.E. (1978) พบว่า พนักงานประจำสายพาน มักบ่นเกี่ยวกับสุขภาพทางกายของเขาและขอรับบริการทางแพทย์บ่อยมากกว่าพนักงานที่ทำงานไม่ค่อยซ้ำซาก ดังนั้นลักษณะงาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ที่ง่าย ซ้ำซาก และใช้ทักษะเดียวทำงานตลอดเวลาจึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดความเบื่อหน่าย (Boredom) ในการทำงานและอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในที่ทำงาน การวิจัยค้นพบว่าความเบื่อหน่ายจะลดจำนวนผลผลิตและลดอัตราความเร็วในการทำงาน ช่วงที่มีการลดจำนวนผลผลิตและอัตราการทำงานมากที่สุด คือ ช่วงกลางวันและช่วงก่อนเลิกงาน นอกจากนี้ (Smith, M. J., 1981) พบว่างานที่ก่อให้เกิดความเบื่อหน่ายได้ง่ายมักเป็นงานที่ต้องใช้การเพ่งดูงานนั้นๆตลอดเวลา เช่น พนักงานเรดาร์มีหน้าที่จ้องมองจอเรดาร์เพื่อคอยสังเกตว่ามีวัตถุใดผ่านเข้ามาในจอบ้าง ซึ่งดูได้จากแสงหรือได้ยินเสียงสัญญาณ การวิจัยพบว่าการปฏิบัติของพนักงานลดลงเมื่อทำงานไปได้เพียง 30 นาที หรือแม้แต่เพิ่งเริ่มงานเพียง 5 นาที โดยเฉพาะถ้าสัญญาณนั้นยากต่อการมองเห็น

2.1.2 ความล้าทางสายตา (Visual Fatigue)

ความล้า (Fatigue) หมายถึง สภาพร่างกายที่รู้สึกเหนื่อยและเพลีย เป็นผลทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานลดลง ความล้าทางสายตาจึงหมายถึง อาการทั้งหมดที่แสดงออกหลังจากที่ร่างกายรู้สึกเหนื่อยและเพลียเกิดขึ้นกับสายตา ได้แก่ ตาพร่ามัว การปรับโฟกัสแย่ลงและปวดศีรษะ เป็นต้น และสิ่งที่สำคัญที่ก่อให้เกิดความล้าทางสายตาได้นั้นก็คือ กล้ามเนื้อตา (Ciliary Muscle) ซึ่งจะมีการเกร็ง โดยการยืดหรือหดตัวเป็นเวลานาน ขณะที่มีการจ้องมองวัตถุที่มีขนาดเล็กมากๆ หรือวัตถุนั้นอยู่ในสภาพที่ไม่ชัดเจน จึงต้องเกิดการเพ่งมองเพื่อให้ภาพไปตกที่จอเรตินา หรือมองในระยะใกล้เกินไป และผลของการเปรียบเทียบกันมีมากบนจอเรตินา

สิ่งที่จะเกิดขึ้นหลังการเกิดความล้าทางสายตามีดังนี้

1) แสบตา ตาแดง ตาอักเสบ
2) การมองเห็นภาพซ้อน
3) อาการปวดศีรษะ
4) กำลังการปรับขยายระยะโฟกัส (Accommodation) ลดลง
5) ความคมชัดของตา และความไวของประสาทตาลดลง

ดังนั้นไม่ว่าเมื่อใดก็ตามที่ตาอยู่ในสภาวะไม่เหมาะสม เช่นแสงสว่างน้อยหรือมากเกินไป แสงจ้าส่องเข้าตา มองภาพกระพริบ เป็นต้น อาการล้าทางสายตาจะเกิดขึ้นและส่งผลต่อไปถึงการเกิดอาการล้าทั่วไป (General Fatigue) ได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อผู้ที่ปฏิบัติงานเกิดความล้าทางสายตา ผลที่เกิดขึ้นคือ

1) สูญเสียประสิทธิภาพการทำงาน
2) คุณภาพงานต่ำ
3) เกิดความผิดพลาด
4) มีข้อร้องเรียนเรื่องสายตา

2.2 การประเมินความล้าทางจิตใจ

การประเมินความล้าทางจิตใจเป็น การประเมินว่าสภาพจิตใจในขณะนั้นเป็นอย่างไร ซึ่งไม่สามารถวัดเป็นค่าออกมาได้ แต่สามารถประเมินสภาพจิตใจเบื้องต้นได้ ซึ่งสามารถแบ่งได้ 2 แบบ คือ

2.2.1 การประเมินเชิงจิตวิสัย (Subjective Test) (ศรีรักษ์ ศรีทองชัย, 2535)

เป็นการประเมินความรู้สึกได้มีการคิดค้นแบบสอบถามเพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานได้ตอบแสดงความรู้สึกภายในที่มีต่อระบบงาน-เครื่องจักรอุปกรณ์-สภาพแวดล้อม รูปแบบหนึ่งของแบบสอบถามที่ใช้กันมากเป็นแบบสองขั้ว (Bipolar Questionnaire) ซึ่งผู้ตอบต้องระบุความรู้สึกของตนลงไประหว่างความรู้สึกหรือความเห็นที่ห่างกันสองข้างดังรูป 2.3 เช่น

เบื่องาน (Bored With Work)	----------	สนใจงาน (Interested in Work)
ไม่ชอบงาน (Do Not Like Work)	----------	สนุกกับงาน (Enjoy Work)
เหนื่อยหน่าย (Tired)	----------	สดชื่น (จิตใจ) (Lively Mentally)
อ่อนแอ (Weak)	----------	แข็งแรง (ร่างกาย) Strong (Physically)
อ่อนเพลีย (Exhausted)	----------	กระปรี้กระเปร่า (Vigorous)
ง่วงนอน (Sleepy)	----------	ตื่นตัว (Alert)
เครียด (Stressed)	----------	สบาย (Comfortable)

รูป 2.3 แบบสอบถามแบบสองขั้ว (Bipolar Questionnaire)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ศรีรักษ์ ศรีทองชัย(2535) ได้ใช้คำถามทั้ง 7 ข้อข้างต้นประเมินความล้าทางจิตใจในการวิจัย โดยมีช่วงคะแนนต่ำสุด (-5 คะแนน) ถึงคะแนนสูงสุด (5 คะแนน) และ ธนชิต ขันธราช (2551) ได้ทำการวัดความล้าทางจิตใจโดยใช้แบบสอบถามทางจิตพิสัยดังรูป 2.3 ในการศึกษาพนักงานตรวจสอบคุณภาพขวดของโรงงานผลิตเครื่องดื่ม โดยมีช่วงคะแนนรวมต่ำสุด (7 คะแนน) และมีช่วงคะแนนรวมสูงสุด 59 คะแนน

2.2.2 การประเมินเชิงวัตถุวิสัย (Objective Test)

เป็นการประเมินโดยใช้เครื่องมือเฉพาะ ซึ่งสามารถกระทำได้หลายวิธี โดยการทดสอบการเคลื่อนไหวทางจิตวิทยา เป็นหนึ่งวิธีที่เป็นการวัดความเร็วในการรับรู้ การตีความ การตอบสนอง ที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย อาทิ เช่น การวัดเวลาตอบสนอง (Reaction Time) การค้นหาและหยิบของจากตะแกรง การทดสอบความชำนาญ (Skill Test) การพิมพ์งาน การใช้เครื่องวัดความถี่การกระพริบของสายตา (Critical Flicker Frequency, CFF) เป็นต้น

โดยการทำวิจัยในครั้งนี้ ทางผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือประเมินเชิงจิตพิสัย 2 ชนิด ได้แก่

1) เครื่องวัดความถี่การกระพริบของสายตา (Critical Flicker Frequency, CFF)

เครื่องวัดความถี่การกระพริบของสายตา (CFF) เป็นเครื่องอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้าเปล่งแสงและปิดแสงสลับกันไปด้วยความถี่ (Frequency) ของการกระพริบ (Flicker) ที่สามารถปรับเปลี่ยนให้เพิ่มขึ้นหรือลดลงได้ ความถี่ของการกะพริบเรียกกันเป็นค่าการกระพริบ (Flicker Values, Hz) เมื่อความถี่สูงจะไม่เห็นเป็นแสงกะพริบแต่จะเห็นเป็นการเปลี่ยนสภาพ (Fusion) เป็นแสงต่อเนื่อง (Continuous Light) ความถี่ที่อยู่ระหว่างการมองเห็นเป็นแสงกระพริบ และการมองเห็นเป็นแสงต่อเนื่องนี้เรียกว่าความถี่ของการมองเห็นแสงต่อเนื่อง (Fusion Frequency) และการทดสอบเพื่อจะวัดค่าความถี่นี้เรียกว่า การวัดความถี่วิกฤตของแสงกระพริบ (CFF) ค่าความถี่ CFF นี้กลายเป็นดัชนีที่ใช้วัดกำลังการมองเห็น (Visual Power) หรือกำลังการแยกแยะรายละเอียดของสายตา (Resolution Power) ซึ่งเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลาตามเงื่อนไขของสภาพแวดล้อมหรือสภาพของบุคคล

การวัดความถี่การกระพริบของสายตา (CFF) จะมี 2 สถานะคือ สถานะไฟกระพริบ และสถานะไฟหยุดนิ่ง โดยใช้การปรับค่าความถี่สูง (Up) คือ จะเริ่มต้นที่ 20 Hz ขึ้นไปจนกระทั่งไฟเริ่มนิ่งให้ปล่อยปุ่มตอบสนอง จะได้ค่าความถี่ออกมาค่าหนึ่ง ในทำนองเดียวกันเมื่อปรับความถี่ต่ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(Down) คือ จะเริ่มที่ 60 Hz ลงมาจนกระทั่งไฟเริ่มกระพริบ ให้ปล่อยปุ่มตอบสนอง ก็จะได้ความถี่ออกมาค่าหนึ่ง ซึ่งการทดสอบดังกล่าวนี้จะใช้วัดก่อนการทดสอบแล้วเปรียบเทียบกัน

GrandJean, E. (1988) สรุปว่า การลดลงของความถี่ CFF ประมาณ 0.5-6 Hz จะพบเมื่อเรามีความเครียดทางจิตใจ (Mental Stress) และความเครียดจากการทำงานประเภทอื่น การลดลงของ CFF ดังกล่าวไม่ได้เกิดขึ้นกับความเครียดทุกประเภทเสมอไป เช่น

การลดลงของความถี่ CFF อย่างมากจะพบเมื่อบุคคลมีความเครียดทางจิตภาพอย่างต่อเนื่องและเป็นเวลานาน เช่น การคำนวณคณิตศาสตร์ที่ต้องใช้เวลาและต่อเนื่อง งานของพนักงานต่อสายโทรศัพท์ที่มีสายเข้าอย่างต่อเนื่องงานควบคุมการขึ้นลงของเครื่องบินพาณิชย์ของสนามบินธุรกิจขนาดใหญ่ งานตรวจสอบ Electronic Chips โดยกล้องจุลทรรศน์ เป็นต้น นอกจากนี้อาจพบการลดลงของ CFF ได้ จากการทำงานที่น่าเบื่อ งานซ้ำซาก งานซึ่งใช้ความพยายามน้อยหรืองานที่ใช้ความคิดไม่มากนัก หรืองานที่ยอมให้ผู้ปฏิบัติมีอิสระในการคิดหรือเปลี่ยนแปลงงานด้วยตนเองได้บ้าง เช่น งานสำนักงาน เป็นต้น จะพบว่ามีการลดลงของความถี่ CFF น้อยมาก หรือไม่มีเลย หรือสลับขึ้นลง ไม่สามารถหารูปแบบการลดลงได้

GrandJean, E (1988) ยืนยันว่ามีงานวิจัยหลากหลายสนับสนุนการค้นพบความสัมพันธ์ระหว่างการลดลงของความถี่ CFF กับความรู้สึกล้าของผู้เข้าทดสอบ (Intaranont, K. และ Srithongchai, S., 1993; ชาติชาย อัศศรศักดิ์, 2540; สลักษณ์ กลั่นสุวรรณ, 2542) ยกเว้นงานค่อนข้างเบาและไม่มีความเครียดมากนัก การลดลงของความถี่ไม่มากจนเด่นชัด แต่ก็พอสังเกตเห็นได้

อีกทั้งMarek, T. และ Noworol, C.Z. (1986) ได้ศึกษาว่าค่า CFF มีความสัมพันธ์กับแบบสอบถามอย่างมาก โดยเฉพาะคะแนนในหัวข้อ ความเหนื่อยหน่าย-สดชื่น (Tired-Refreshed) ความอ่อนแอ-แข็งแรง (Weak-Strong) ความอ่อนเพลีย-กระปรี้กระเปร่า (Exhausted-Vigorous) และความง่วงนอน-รู้สึกตื่น (Sleepy-Wake)

2) ค่าเวลาในการตอบสนองตอบสนอง (Reaction Time)

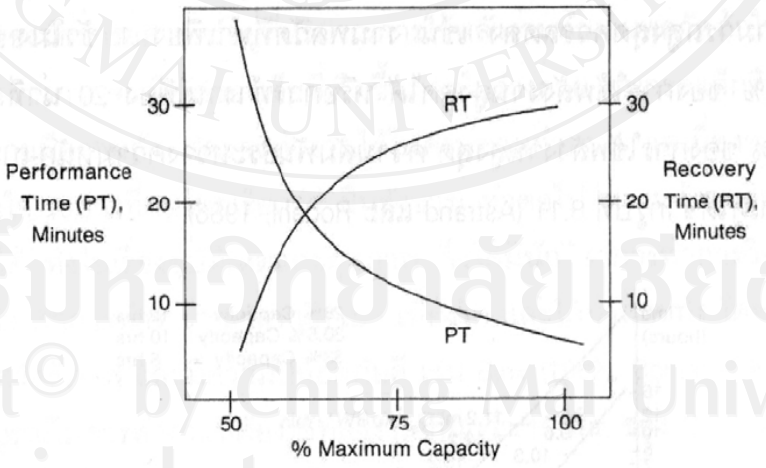
สมมติฐานจากเครื่องมือวัดค่าระยะเวลาตอบสนอง (สลักษณ์ กลั่นสุวรรณ, 2542) มีสมมติฐานของการใช้เครื่องมือนี้ว่า หากผู้ทดสอบเกิดความล้า ระยะเวลาตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นของผู้ทดสอบจะมีค่าเพิ่มมากขึ้นจากปกติ ดังนั้นในการทำงานที่ก่อให้เกิดความล้า พบว่าข้อมูลระยะเวลาตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นทั้งแบบแสงและแบบเสียงมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบระหว่างก่อนเริ่ม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

งานและภายหลังเลิก แสดงว่าเครื่องชนิดนี้สามารถใช้เป็นเครื่องวัดระดับความล้าที่เกิดขึ้นทั้งจากแสงหรือเสียงเป็นเครื่องกระตุ้น Rosa, R.R. และ Colligan, M.J. (1988) กล่าวว่า ระยะเวลาตอบสนองเป็นการวัดค่าความล้าของบุคคลอย่างหนึ่ง โดยการวัดเวลาปฏิกิริยาที่บุคคลมีต่อสิ่งกระตุ้น เช่น แสง เสียง และกลิ่น เป็นต้น สำหรับการตอบสนองนั้น อาจเป็นการแสดงอาการในลักษณะจำเพาะที่สามารถจับเวลาได้แน่นอน เช่น การกดปุ่มเครื่องมือเพื่อแสดงสัญญาณ เป็นต้น

2.3 รอบระยะเวลาทำงานและเวลาหยุดพัก (Work-Rest Cycles)

ปริมาณความเครียดเชิงกายภาพและจิตภาพที่เกิดจากการทำงานจะมีความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมและรอบเวลาการพักเป็นอย่างมาก ถ้ากิจกรรมยิ่งเข้มข้นมากเท่าไร ยิ่งต้องการเวลาพักมากขึ้นเท่านั้น ดังเช่นรูป 2.4 อัตราส่วนระหว่างกิจกรรมกับการพักเป็นวิธีการที่ทำให้ความรู้สึกล้าผ่อนคลาย งานที่ต้องใช้เวลาทำนานต้องออกแรงหรือต้องใช้ความคิดมาก เช่น งานยกของขึ้นลงบริเวณสายพานเคลื่อนที่ (Conveyor) มักจะต้องการเวลาพักมาก เรียกว่ามีอัตราส่วนของกิจกรรมและการพักสูง งานที่มีความหลากหลาย เช่น งานในภัตตาคาร ที่ให้พนักงานทำงานได้หลายอย่าง ใช้ความพยายามหลากหลายคละกันไป จะมีอัตราส่วนของกิจกรรมและการพักค่อนข้างต่ำ (Eastman Kodak, 1986)



รูป 2.4 กราฟกิจกรรมกับการพัก

(Eastman Kodak, 1986)

การกำหนดรอบเวลาการทำงาน-การพัก จะไม่สามารถกำหนดรูปแบบให้เหมือนกันทุกงานได้เพราะงานแต่ละตำแหน่งจะมีองค์ประกอบของงาน (Work Content) ไม่เหมือนกัน งานบาง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตำแหน่งมีกิจกรรมที่หลากหลาย บางกิจกรรมก็หนักแต่ใช้เวลาไม่มาก บางกิจกรรมก็เบาตำแหน่งนี้อาจไม่จำเป็นต้องกำหนดเวลาพักให้ก็ได้ งานในตำแหน่งพนักงานรับส่งสินค้าในคลังพัสดุ รับและยกของเป็นบางครั้งไม่บ่อยและไม่นานนัก ส่วนใหญ่จะเดินไปมาเช็คสต็อกหรือนั่งทำงาน อย่างนี้ก็ไม่จำเป็น ต้องจัดเวลาพักให้ แต่สำหรับงานบนสายพานเคลื่อนที่ซึ่งจะต้องทำงานแข่งกับความเร็วของสายพาน ต้องการสมาธิสูง บางครั้งต้องยกของหนัก ในท่าทางการยกที่อาจเป็นอันตราย ลักษณะงานเช่นนี้น่าจะต้องจัดเวลาพักให้ เป็นต้น

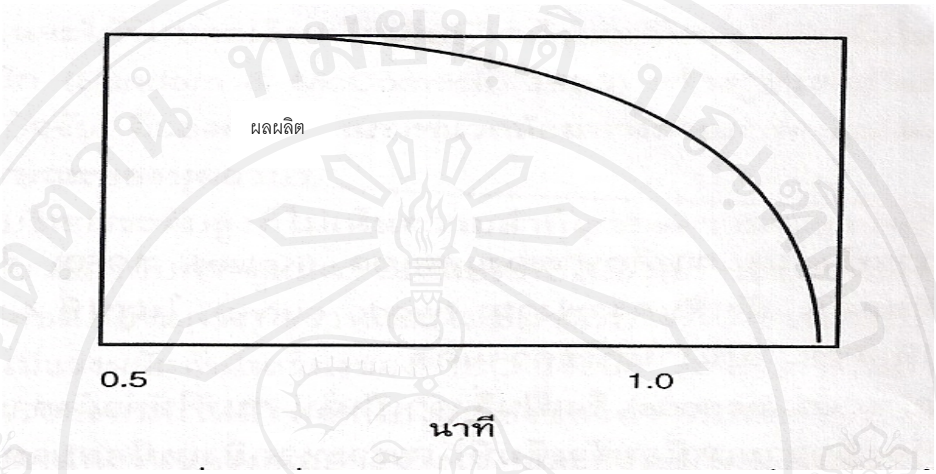
สิริอร วิชชาวุธ (2549) กล่าวว่าวิธีการปฏิบัติของโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่เกี่ยวกับการกำหนดรอบเวลาการทำงาน-การพักมักจะคล้ายกัน กล่าวคือ ให้ทำงาน 2 ชั่วโมง และให้พัก 10-15 นาที ในระหว่างการพัก พนักงานจะออกจากสถานีงานเพื่อทำกิจกรรมอื่นหรือพักหรือทำธุระส่วนตัว อย่างไรก็ดี สำหรับงานหนัก เช่น งานยกผลิตภัณฑ์ที่ประกอบสำเร็จแล้วบริเวณช่วงท้ายสายพานเคลื่อนที่ ซึ่งส่วนใหญ่แล้วจะได้พักเท่ากับผู้ทำงานอยู่ในช่วงต้นของสายพานเคลื่อนที่นั้น แต่ก็คงไม่พอ จำเป็นที่จะต้องได้เวลาพักเพิ่ม โดยการแยกประเภทงานหนักว่าเป็นประเภทพลวัต (Dynamic) หรืองานสถิติ (Static) อย่างไรก็ดี การกำหนดในเรื่องนี้อาจทำได้โดยวิธีการจัดการ โดยการพิจารณาการฟื้นตัวจากความล้าที่เกิดขึ้นจากการทำงานหรือสับเปลี่ยนให้ไปทำงานที่ไม่ใช้พลังงาน เช่น งานบันทึกจำนวนสินค้า งานตรวจสินค้าก่อนเข้าคลังพัสดุ แล้วก็กลับมาทำงานประจำของตนเองต่อเมื่อฟื้นตัวแล้ว เป็นต้น

แรงจูงใจ พนักงานที่ทำงานด้วยกำลังกายรายงานว่าพวกเขาจะเหนื่อยล้าในช่วงเริ่มต้นทำงานตอนเช้า ในช่วงก่อนพักรับประทานอาหารกลางวัน และในช่วงก่อนเลิกงาน ลักษณะที่เกิดความเหนื่อยล้านี้เกิดขึ้นเป็นช่วงๆ อย่างน้อย 3 ช่วงต่อวัน สาเหตุของความเหนื่อยล้าคงมิได้มาจากการออกแรงทางร่างกายเพียงอย่างเดียว แต่อาจเกิดจากแรงจูงใจในการทำงานของพวกเขาด้วย

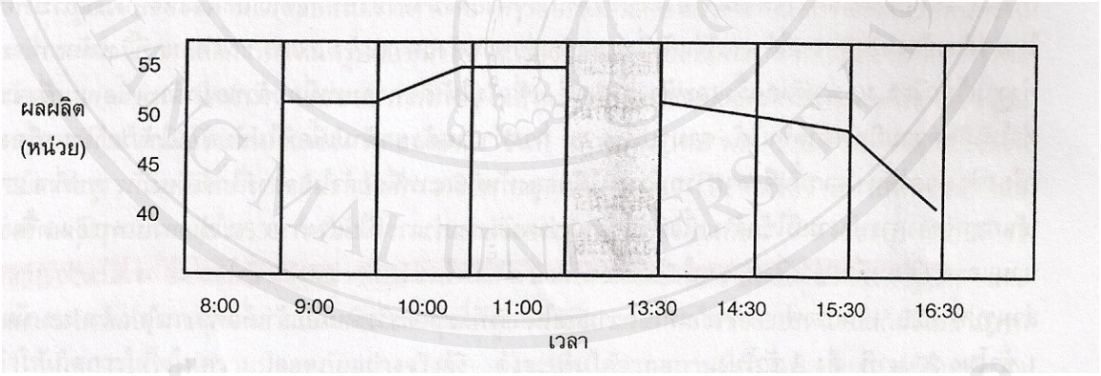
ช่วงระยะเวลาในการทำงานจากการศึกษา Katzell, R.A. (1950) พบว่างานแต่ละอย่างมีช่วงเวลาที่จะเหนื่อยล้าไม่เหมือนกัน ดังเส้นกราฟงาน (Work Curve) ดังเช่นรูป 2.5 และรูป 2.6 เป็นงานที่ใช้แรงกาย ส่วนรูป 2.7 เป็นงานที่ใช้ความคิด จากรูป 2.5 การทำงานด้วยกล้ามเนื้อที่ไม่ซับซ้อนใช้เวลาอุ่นเครื่องเพียงช่วงเวลาสั้น จากนั้นจึงสามารถทำงานได้ผลสูงทันทีและเหนื่อยล้าในเวลาใกล้เคียง จากรูป 2.6 เส้นกราฟของการทำงานที่ใช้กล้ามเนื้อที่ซับซ้อนกว่าพนักงานทำงานที่ใช้แรงกาย จะใช้เวลาในการอุ่นเครื่องนานและจะเริ่มเหนื่อยล้าเมื่อทำงานไปได้ประมาณ 2 ชั่วโมง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในช่วงเช้า และ 1 ชั่วโมงในช่วงบ่าย ส่วนรูป 2.7 เส้นกราฟการทำงานที่ใช้ความคิดในการทำงาน และเริ่มเหนื่อยล้าเมื่อทำงานไปแล้วประมาณ 1 ชั่วโมง 30 นาที ถึง 2 ชั่วโมง

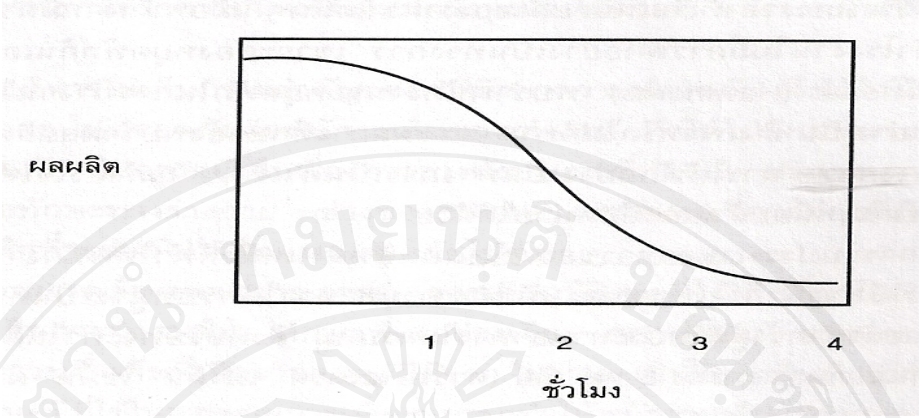


รูป 2.5 ช่วงเวลาที่จะเหนื่อยล้าจากการทำงาน กิจกรรมที่ใช้กล้ามเนื้อธรรมดา (Katzell, 1950)



รูป 2.6 ปริมาณการผลิตช่วงเวลาเช้า-บ่าย ในการปฏิบัติงาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป 2.7 ช่วงเวลาที่เหนื่อยล้าจากการทำงานที่ใช้ความคิด

ดังนั้นการมีเวลาพัก (Rest Periods) จึงเป็นสิ่งจำเป็นในงานที่ใช้กำลังกายมาก การทดลองพบว่าพนักงานควรได้พักก่อนที่จะมีความเหนื่อยล้าเต็มที่ เพราะหากยิ่งเหนื่อยมากเท่าไร ร่างกายต้องการพักผ่อนเป็นเวลานานเท่านั้น หากมีการใช้กำลังแรงกายมากเท่าไร ก็จำเป็นต้องมีการหยุดพักบ่อยขึ้นเท่านั้น เช่นพนักงานตรวจความสะอาดของขวดบรรจุน้ำอัดลมของบริษัทผลิตน้ำอัดลมแห่งหนึ่งในประเทศไทย ต้องจ้องมองดูขวดที่ล้างเสร็จแล้ววิ่งมาตามสายพานด้วยความเร็ว 2000 ขวดต่อนาที พนักงานจะทำงานได้เพียง 10 นาทีต่อครั้งและพัก 10 นาที เพื่อไม่ให้เกิดความเหนื่อยล้าของกล้ามเนื้อตา ซึ่งจะทำให้เกิดความผิดพลาดขึ้นได้

การให้พนักงานได้พักระหว่างช่วงที่เริ่มมีอาการเหนื่อยล้าประมาณ 10-15 นาที จะทำให้พนักงานสดชื่นและพร้อมที่จะเริ่มต้นทำงานใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การกำหนดเวลาพักให้แก่พนักงานที่มีประสิทธิผลมากที่สุดจำต้องมีการศึกษาช่วงระยะเวลาที่เริ่มเหนื่อยของงานชนิดนั้นๆ เมื่อพนักงานมีความเหนื่อยล้าพนักงานต้องการพัก แต่ถ้าโรงงานไม่มีการพักอย่างเป็นทางการ เขาจะต้องหยุดพักกันเองโดยพลการ จากการศึกษาที่โรงงานฮอว์ทอร์น (Hawthorne) พบว่าพนักงานจะหยุดพักในการทำงานไม่ว่าองค์การจะมีเวลาพักในการทำงานอย่างเป็นทางการหรือไม่ตามก็ตาม และผลการศึกษายังพบว่าผลผลิตกลับเพิ่มขึ้นเมื่อมีการให้พักอย่างเป็นทางการ การให้พักอย่างเป็นทางการเป็นตัวเพิ่มขวัญกำลังใจให้แก่พนักงานมากขึ้น ทั้งยังเป็นการลดความเหนื่อยล้าและเบื่อหน่ายได้ด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.4 กะการทำงาน

คีรินทร์ เมฆโหรา (2548) กล่าวว่ามีหลายคนที่ต้องทำงานเป็นกะหรือล่วงเวลา เนื่องจากลักษณะของงานบังคับ เช่น งานในโรงพยาบาล งานตำรวจหรือทหาร งานบริการสาธารณะ งานที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ฉุกเฉินต่างๆและงานในโรงงานอุตสาหกรรม ที่จำเป็นต้องควบคุมให้เครื่องจักรทำงานอย่างต่อเนื่อง นอกจากนั้นยังมีงานที่เวลาทำการอยู่ในช่วงบ่ายถึงค่ำ เช่น งานในห้างสรรพสินค้า งานร้านอาหาร และบาร์ เป็นต้น

ลักษณะงานที่เป็นกะหรือล่วงเวลามีหลายลักษณะ ดังนี้

1) งานที่ทำเพิ่มขึ้นจากงานประจำเพื่อเพิ่มรายได้หรือถูกบังคับให้อยู่เวร ลักษณะงานเช่นนี้จะเป็น งานที่ต่อเนื่องจากงานที่ทำอยู่มีระยะเวลาเพิ่มขึ้น 2-4 ชั่วโมง และไม่จำเป็นต้องทำอยู่ทุกวัน

2) ลักษณะงานที่เป็นกะแบบไม่ต้องหมุนเวียน เช่น มีเวรเช้า และบ่าย ผู้ที่ทำเช้าก็อยู่เช้าตลอด ผู้ที่อยู่บ่ายก็อยู่บ่ายตลอด

3) ลักษณะงานที่เป็นกะแบบที่มีการหมุนเวียน เช่น มีเวรเช้า บ่ายและดึก มีการหมุนเวียนเป็นราย อาทิตย์ หรือตามช่วงเวลา แล้วแต่ลักษณะของงาน ลักษณะการหมุนมีการหมุนแบบไปข้างหน้า หรือย้อนกลับ เช่น ลักษณะแบบไปข้างหน้า เมื่ออยู่เช้าเป็นช่วงระยะเวลาหนึ่งแล้ว ต่อไปเมื่อ ต้องหมุนจะไปทำงานในช่วงบ่าย และถ้าเป็นช่วงบ่าย ก็จะหมุนเปลี่ยนไปช่วงดึก แต่ถ้าเป็นแบบ ถอยกลับ จะหมุนทางตรงข้าม คือถ้าอยู่เวรเช้า ก็จะย้ายไปเวรดึก

ผู้ที่ทำงานในลักษณะนี้ต้องปรับตัวเข้ากับครอบครัวและสังคม รวมทั้งระบบความสมดุลในร่างกายของตัวเอง ผู้ที่ทำงานล่วงเวลาหรือช่วงเวลาเข้างานเร็วหรือเลิกงานช้ากว่าผู้อื่น โดยที่ไม่มีกะเวลาที่ต้องเปลี่ยนไปเรื่อยๆ อาจไม่ต้องปรับตัวมากเท่ากับผู้ที่ต้องทำงานแบบเปลี่ยนกะเวลาตลอด ทั้งนี้เนื่องจากร่างกายคนเราจะมี “นาฬิกาของร่างกาย” อยู่ทุกคน นั่นคือเวลาที่คนเรารู้ว่าต้องตื่น ต้องนอน ต้องกินข้าว เวลาที่น้ำย่อยและฮอร์โมนต้องหลั่ง อวัยวะต่างๆ ทำงานด้วยอัตราที่ต่างกันในแต่ละช่วงเวลา อุณหภูมิ อัตราการเต้นของหัวใจ ความดันเลือด รวมแม้กระทั่งภาวะทางอารมณ์และจิตใจก็แตกต่างกันในเวลากลางวันและกลางคืน ตามปกติแล้วนาฬิกาของร่างกายจะมีรอบอยู่ประมาณวันละ 25 ชั่วโมงต่อวัน (ในขณะที่ 1 วันจริงๆมี 24 ชั่วโมง)

ในผู้ใหญ่ต้องการการนอนหลับพักผ่อนและฟื้นสภาพร่างกายประมาณ 8 ชั่วโมงต่อวันในขณะที่เด็กทารกในช่วง 6 เดือนหลังคลอด ต้องการการนอนหลับมากกว่า 15 ชั่วโมง และความ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ต้องการเวลาการนอนหลับจะสั้นลงเรื่อยๆ เมื่ออายุมากขึ้น แต่ก็อาจต้องการเวลาการงีบหลับในช่วงเวลากลางวันบ้าง ดังนั้นช่วงเวลาการนอนหลับจึงเป็นช่วงที่สำคัญที่ไม่ต้องการถูกรบกวน แต่ผู้ที่ทำงานกะกลางคืนและต้องมานอนตอนกลางวัน ร่างกายอาจปรับตัวไม่ทัน ทำให้นอนไม่หลับ ส่งผลทำให้ร่างกายเกิดการล้าเรื้อรัง เหนื่อย หงุดหงิด หดหู่ ได้ นอกจากนั้น ระบบการย่อยอาหารก็อาจแปรปรวน น้ำย่อยอาหารหลั่งไม่เป็นปกติ ความรู้สึกต่อการอยากอาหารลดลง อย่างไรก็ตาม อาการเหล่านี้อาจหายไปได้เมื่อร่างกายกลับสู่สภาวะการทำงานและนอนหลับที่เป็นปกติ

2.5 นาฬิกาชีวิต (Bio Clock หรือ Circadian Rhythm)

2.5.1 อิทธิพลของ Light-Dark Cycle

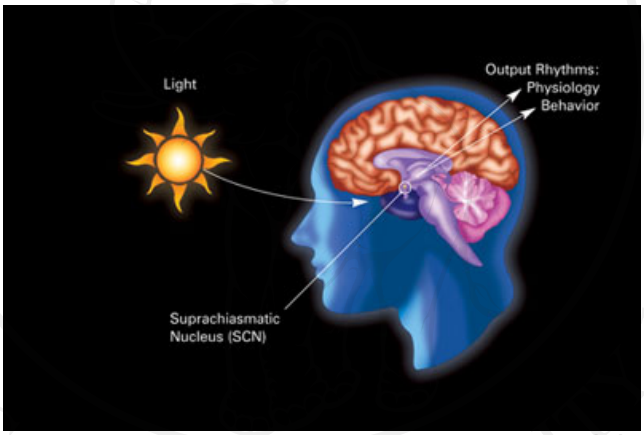
จังหวะชีวิตของคนและสัตว์ จะสัมพันธ์กับวงจรกลางวัน – กลางคืน โดยแต่ละวันช่วงเวลาหลับจะขึ้นอยู่กับช่วงระยะเวลาที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ อาจจะสั้นหรือยาวกว่า 24 ชั่วโมงก็ได้ โดยสิ่งแวดล้อมรอบข้างจะเป็นตัวกระตุ้นจังหวะชีวิตของแต่ละวันเรียกว่า Zeitgebers ซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิตที่น่าสนใจสามารถซ่อมแซมนาฬิกาของเซลล์ภายในจากสิ่งรบกวนภายนอกได้ด้วย เช่น ความสามารถในการรับภาพที่ลดลง เป็นต้น อวัยวะในร่างกายจะมีช่วงเวลาการนอน 1 หรือ 2 ช่วง ในขณะเดียวกันมีการป้องกันสิ่งรบกวนจากสิ่งแวดล้อมภายนอก แต่จังหวะของนาฬิกาชีวิตนั้น อาจไม่ได้มี 24 ชั่วโมงเหมือนในธรรมชาติ ร่างกายจะถูกทำให้ตื่นตัวด้วยสถานการณ์ต่างๆ ซึ่งอาจเกิดจาก Circadian หรือสารสื่อประสาทอื่นๆ จากงานวิจัยในอดีตพบว่า นาฬิกาชีวิตนั้นมีอิทธิเกี่ยวกับการออกแบบสภาพแวดล้อมภายในยานอวกาศ แบบจำลองช่วงกลางวัน กลางคืน ที่ส่งผลต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์อวกาศอีกด้วย

2.5.2 นาฬิกาชีวิตของสัตว์

นาฬิกาพื้นฐานชีวิตของสัตว์อยู่ใน Suprachiasmatic Nucleus (หรือ Nuclei หรือ SCN) ดังเช่นรูป 2.8 ซึ่งเป็นกลุ่มของเซลล์คู่ที่ตั้งอยู่ในส่วนของ Hypothalamus โดย SCN จะได้รับข้อมูลเกี่ยวกับแสงผ่านทางตา ในส่วนของเรตินา ไม่เพียงแต่จะเป็นแหล่งรับแสงที่ใช้ในการมองเห็น แต่ยังเป็นเซลล์ประสาทที่ตอบสนองต่อแสงที่เรียกว่า Photosensitive Ganglion Cell โดยเซลล์นี้จะมี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รงควัตถุรับภาพที่เรียก Melanopsin และส่งสัญญาณผ่านทางวิถีที่เรียกว่า Retinohypthalamic Tract ซึ่งนำไปสู่ SCN ถ้าเซลล์ SCN ถูกส่งออก ก็สามารถซ่อมแซมเซลล์ด้วยภูมิต้านทานภายในตัวด้วย การลดสิ่งกระตุ้นจากภายนอก SCN ได้รับข้อมูลตลอดทั้งกลางวันและกลางคืนผ่านทางเรตินาและ ผ่านไปถึง Pineal ซึ่งเป็นโครงสร้างขนาดเล็กคล้าย Pine cone ซึ่งอยู่ใน Epithalamus ซึ่งมีการ ตอบสนองด้วยการหลั่งฮอร์โมน Melatonin จะสูงสุดในช่วงกลางคืน และลดลงในช่วงเวลา กลางวัน และส่งข้อมูลในช่วงเวลากลางคืนช่วงจังหวะชีวิตของมนุษย์อาจจะสั้นหรือยาวกว่าเวลา 24 ชั่วโมง ของโลก โดยงานวิจัยของ Harvard พบว่าวงจรมนุษย์จะอยู่ในช่วง 23.5 ชั่วโมง และ 24.65 ชั่วโมง



รูป 2.8 อิทธิพลของแสงและความมืดในจังหวะ Circadian และสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องและพฤติกรรม ผ่านนิวเคลียส Suprachiasmatic ในมนุษย์
(ที่มา http://en.wikipedia.org/wiki/Circadian_rhythm)

การวิเคราะห์นาฬิกาชีวิตของมนุษย์ การวัดช่วงเวลาจังหวะชีวิตของสัตว์สามารถวัดได้จาก การหลั่ง Melatonin ของต่อม Pineal Gland และอุณหภูมิภายในร่างกาย สำหรับการศึกษาอุณหภูมิ ของมนุษย์ซึ่งจะตื่นตัวในช่วงเช้าและค่อนข้างช้าในช่วงใกล้ๆจะค่ำ ขณะที่อุณหภูมิของลำไส้ยัง ดำเนินต่อไปเรื่อยๆ อุณหภูมิเฉลี่ยของผู้ใหญ่จะต่ำสุดในช่วงเวลาตี 5 ซึ่งเป็นเวลาประมาณ 2 ชั่วโมง ก่อนจะตื่นนอนตามปกติ Melatonin จะหายไปจากระบบหรือไม่สามารถตรวจสอบได้ในช่วงเวลา กลางวัน โดยจะเริ่มพบอีกครั้งในช่วงเริ่มจะค่ำ (Dim-Light Melatonin Onset, DLMO) ซึ่งจะอยู่ ประมาณ 3 ทุ่ม สามารถทำการวัดได้ในเลือดและน้ำลาย อีกทั้งสามารถพบสารการเผาผลาญ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

พลังงานได้ในปัสสาวะตอนเช้า ซึ่งทั้ง DLMO และ Midpoint จะแสดงออกจากฮอร์โมนในเลือดและน้ำลายซึ่งทั้งสองสิ่งนี้สามารถใช้เป็นเครื่องมือในการวัดนาฬิกาชีวิตมนุษย์ได้เป็นอย่างดี แต่อย่างไรก็ตามมีงานวิจัยใหม่ที่แสดงว่า Melatonin น่าจะเป็นเครื่องมือที่สำคัญที่ใช้วัดนาฬิกาชีวิตโดย Benloucif, S. *et al*. (2005) พบว่าการใช้ Melatonin เป็นเครื่องวัด จะมีความเสถียรและมีความสัมพันธ์อย่างมากกับการนอน อีกทั้งยังพบว่าการลดลงของระดับ Melatonin สามารถวัดได้และมีความเสถียรมากกว่าการสังเคราะห์ Melatonin อีกหนึ่งวิธีที่ใช้ในการวัด Melatonin คือ การวิเคราะห์ลำดับเบสในตัวอย่างของปัสสาวะในตอนเช้า พบว่ามีสารที่หลั่งออกมาคือ 6-Sulphatoxymelatonin (aMT6S) ได้ใช้วิธีนี้ไปศึกษาและยืนยันผลของนาฬิกาชีวิตของวัยรุ่น

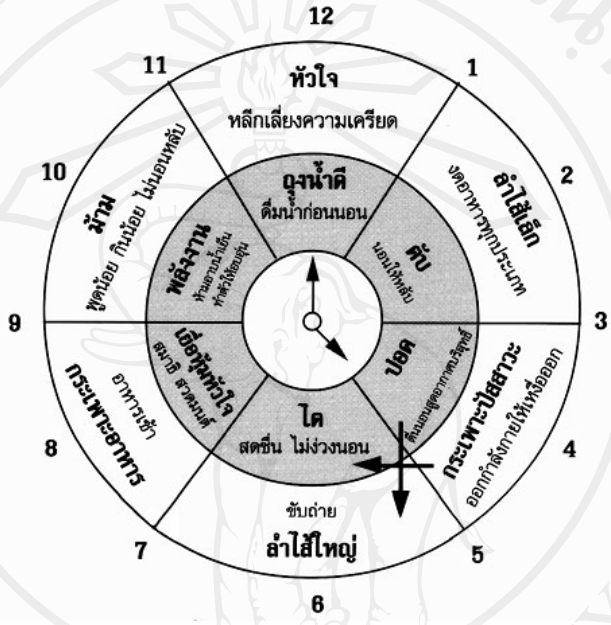
Circadian Rhythm Disorders โดยทั่วไปคำว่า Circadian Rhythm นั้นหมายถึงวงจรของรอบอะไรก็ตามที่เกิดขึ้นในหนึ่งวัน เช่น วงจรการนอนและการตื่นของคนเราจัดอยู่ใน Circadian Rhythm อย่างหนึ่ง ปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของ Circadian Rhythm คือ Biological Clock ซึ่งเปรียบเสมือนนาฬิกาในร่างกายมนุษย์ที่จะคอยบอกเวลาว่าเมื่อไหร่เราควรจะหลับและเมื่อไหร่ถึงเวลาตื่น โดยนาฬิกาเรือนนี้อยู่ที่ Suprachiasmatic Nucleus (SCN) บริเวณ Hypothalamus โดยแสงสว่างจะเป็นปัจจัยที่สำคัญ ทำให้นาฬิกาเรือนนี้เดินได้ 24 ชั่วโมงในหนึ่งรอบ หากนาฬิกาเรือนนี้ทำงานผิดปกติไปหรือมีสถานการณ์ที่ทำให้นาฬิกาเรือนนี้เดินไม่ปกติ จะส่งผลให้เกิดความผิดปกติของ Circadian Rhythm Circadian Rhythm Disorders ซึ่งอาการที่พบได้บ่อย ได้แก่ นอนช้าผิดปกติ (Delayed Sleep Phase Syndrome (DSPS)), นอนเร็วผิดปรกติ (Advanced Sleep Phase Syndrome, (ASPS)), กะการทำงานและการเข้านอนและตื่นนอนไม่เป็นเวลา (Irregular Sleep-Wake Patterns) สิ่งเหล่านี้จะส่งผลขัดแย้งระหว่างความต้องการนอนและสถานการณ์แวดล้อม (Sukying, C.*et al*, 2003)

ร่างกายเรามีนาฬิกาชีวิตดังเช่นรูป 2.9 ซึ่งจะบอกว่าเวลาใดควรตื่นเวลาใดควรนอน เวลาไหนที่อวัยวะของร่างกายของเรา ต้องทำงานหรือพักผ่อน โดยมีความสัมพันธ์กับแสงและความมืด นอกจากจะคุมเรื่องเวลาหลับนอนนาฬิกาชีวิตยังคุม อุณหภูมิของร่างกาย ฮอร์โมนของร่างกาย ชีพขจร คนปกติจะง่วงนอนก่อนเที่ยงคืนจนถึง 6 นาฬิกาและตื่นในตอนเช้าและจะมาง่วงอีกครั้งตอนบ่าย ดังนั้นคนทำงานเป็นกะยากที่จะฝืนธรรมชาติทำให้ผู้ที่ทำงานเป็นกะนอนไม่หลับและมีปัญหานอนไม่พอเมื่อคุณนอนไม่พอจะเกิดผลเสียหลายประการคือ ความคิดและการเคลื่อนไหวจะช้าลง มี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ความผิดพลาดจากความคิดและการกระทำ ความจำเสื่อมลง เกิดอุบัติเหตุได้บ่อย โกรธง่าย เครียด และมีโรคซึมเศร้าได้บ่อย นอกจากนั้นผู้ที่ทำงานเป็นกะจะมีโรคกระเพาะอาหาร ประจำเดือนผิดปกติ ไข้หวัด และโรคอ้วนมากกว่าคนที่ทำงานปกติ

(ที่มา http://www.siamhealth.net/public_html/Disease/neuro/insomnia/shift.htm)



รูป 2.9 นาฬิกาชีวิต

ที่มา http://www.firefara.org/safetyhealthy.html

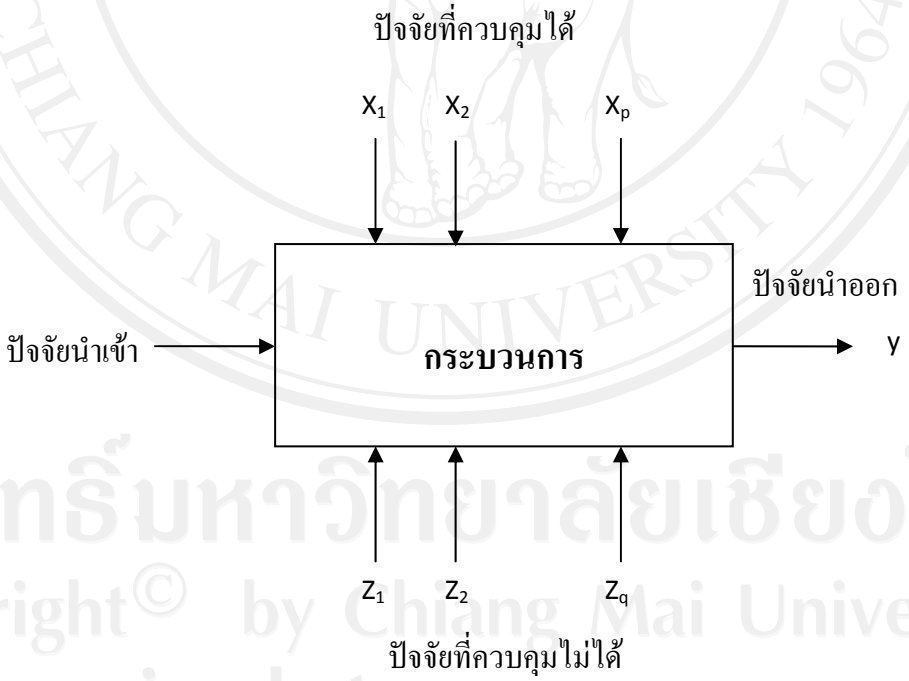
2.6 การออกแบบการทดลองและการวิเคราะห์ผลทางสถิติ

2.6.1 การออกแบบการทดลอง (Douglas, C.M., 2005)

การออกแบบการทดลอง (Design of Experiment, DOE) เป็นเทคนิคทางสถิติชั้นสูงที่ใช้ในการปรับค่าสภาวะของกระบวนการให้เป็นไปตามสภาพที่ต้องการ ซึ่งข้อแตกต่างอย่างเห็นได้ชัดระหว่างวิธีการโดยทั่วไปกับเทคนิคของการออกแบบการทดลอง คือ วิธีการโดยทั่วไปมักเป็นการออกแบบการทดลองแบบลองผิดลองถูก หรือใช้การทดลองแบบปรับตั้งค่ากระบวนการทีละค่า (One-Factor-at–a-Time) เช่น ถ้าต้องการปรับตั้งค่าของอุณหภูมิในการอบชิ้นงาน เวลาที่ใช้ในการอบ และส่วนผสมของชิ้นงานปริมาณเท่าไรที่จะส่งผลให้ได้ชิ้นงานที่มีคุณภาพสูงและไม่เกิดของ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เสีย โดยแนวทางที่นิยมใช้กันทั่วไป คือ การทดลองปรับตั้งในส่วนของอุณหภูมิที่ใช้ในการอบก่อน (ค่าของเวลาที่ใช้ในในการอบคงที่กับอัตราส่วนผสม) เมื่อทดลองจนได้ค่าของอุณหภูมิที่ต้องการแล้วจึงค่อยไปปรับตั้งเรื่องเวลา(ค่าของอุณหภูมิคงที่กับอัตราส่วนในการผสม) จากนั้นสุดท้ายจึงไปทำการปรับตั้งเรื่องของอัตราส่วนผสมที่เหมาะสม (โดยที่ค่าของอุณหภูมิคงที่กับเวลา) และอาจทำซ้ำวงจรนี้ไปเรื่อยๆเพื่อที่จะหาจุดที่ดีที่สุดของกระบวนการ ซึ่งลักษณะนี้เรียกว่าการทดลองแบบ One-Factor-at–a-Time นั้นเอง โดยทั่วไปแล้วการออกแบบการทดลองแบบ One-Factor-at–a-Time จะให้ผลตอบสนองที่ต้องการช้ามาก อีกทั้งยังสิ้นเปลืองทรัพยากรในการวิเคราะห์ รวมทั้งต้องเก็บข้อมูลจำนวนมากและยังไม่เหมาะสมกับกระบวนการที่มีผลของอันตรกิริยา (Interaction Effect) ระหว่างตัวแปรของกระบวนการนั้นๆ ตามปกติแล้วการทดลองจะถูกนำมาใช้เพื่อการศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพในการทำงานของกระบวนการและระบบ ซึ่งทั้งกระบวนการและระบบ สามารถแทนที่ด้วยแบบจำลองตามรูป 2.10



รูป 2.10 แบบจำลองทั่วไปของกระบวนการ

(ที่มา: Douglas, C.M., 2005)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กระบวนการคือ การรวมเอาคนงาน เครื่องจักร วิธีการ และทรัพยากรอื่นๆ เข้าด้วยกัน เพื่อเปลี่ยนปัจจัยนำเข้า (เช่น วัตถุดิบ) ไปสู่ปัจจัยนำออกที่มีผลตอบออกมาในรูปแบบหนึ่งหรือมากกว่า ซึ่งสามารถเห็นได้ ตัวแปรกระบวนการบางชนิด x_1, x_2, ...,x_p เป็นตัวแปรที่สามารถควบคุมได้ในขณะที่ตัวแปรบางตัว z_1, z_2,……z_p เป็นตัวแปรที่ไม่สามารถควบคุมได้ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการทดลองอาจเกี่ยวข้องกับ

1) การหาปัจจัยที่มีอิทธิพลมากที่สุดต่อผลตอบ y

2) การหาวิธีการตั้งค่า x ที่มีผลต่อค่าผลตอบ y เพื่อทำให้ค่า y ได้ตามค่าที่ต้องการ

3) การหาวิธีการตั้งค่า x ที่มีผลต่อค่าผลตอบ y เพื่อทำให้ค่า y น้อยที่สุด

4) การหาวิธีการตั้งค่า x ที่มีผลต่อค่าผลตอบ y เพื่อผลของตัวแปรที่ไม่สามารถควบคุมได้ z_1, z_2,……z_p มีผลกระทบน้อยที่สุด

โดยจุดประสงค์ของการออกแบบการทดลองเพื่อ

1. บ่งชี้ว่าปัจจัยใด (X) มีผลกระทบต่อผลตอบในกระบวนการ (Y)

2. สร้างแบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง ผลตอบ และปัจจัยที่ศึกษา โดยรวมเฉพาะปัจจัยที่มีผลอย่างมีนัยสำคัญ

2.6.2 ตัวแบบทางสถิติ (Statistical Model) (Douglas, C.M., 2005)

ผลของการออกแบบเชิงแฟกทอเรียล 2 ปัจจัยอาจจะขยายไปสู่กรณีทั่วไปได้ในกรณีที่ปัจจัย A มีจำนวนระดับเท่ากับ a ปัจจัย B มีจำนวนระดับเท่ากับ b ปัจจัย C มีจำนวนระดับเท่ากับ c ต่อไปเช่นนี้เรื่อยๆ และทั้งหมดนี้ถูกจัดให้อยู่ในลักษณะของการทดลองเชิงแฟกทอเรียล ซึ่งมีจำนวนข้อมูลที่ได้ทั้งหมดในการทดลองเท่ากับ abc…n และจะต้องมีเรพลิเคตอย่างน้อย 2 เรพลิเคต ($n \geq 2$) เพื่อที่จะทำให้สามารถหาค่าผลรวมกำลังสองที่เกิดจากความผิดพลาดได้ ถ้าอันตรกิริยาที่เป็นไปได้ทั้งหมดถูกนำเข้าไปพิจารณาในแบบจำลอง

ถ้าปัจจัยในการทดลองทั้งหมดเป็นค่าตายตัว สามารถที่จะคิดสูตรและทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับผลหลักและอันตรกิริยาได้โดยง่าย สำหรับแบบจำลองแบบผลตายตัว ตัวทดสอบเชิงสถิติสำหรับผลหลักและอันตรกิริยาสามารถหาได้โดยสร้างค่ากำลังสองเฉลี่ยของสิ่งนั้นขึ้น แล้วหารด้วยค่ากำลังสองเฉลี่ยของความผิดพลาด (เหมือนกับกรณีของ 2 ปัจจัย) และการทดสอบสมมติฐานจะ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ใช้ F-Test แบบทดสอบปลายด้านบนหนึ่งด้าน (Upper-Trial, One-Trial Test) จำนวนระดับขั้นความเสรีสำหรับผลหลักของปัจจัยใดๆ มีค่าเท่ากับจำนวนระดับของปัจจัยนั้นลบด้วย 1 และจำนวนระดับขั้นความเสรีของอันตรกิริยามีค่าเท่ากับผลคูณของระดับชั้นความเสรีของส่วนของประกอบของอันตรกิริยานั้นๆ

ตัวอย่างเช่น พิจารณาแบบจำลองการวิเคราะห์ความแปรปรวน 3 ปัจจัย

$$y_{ijkl} = \mu + \tau_i + \beta_j + \gamma_k + (\tau\beta)_{ij} + (\tau\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\tau\beta\gamma)_{ijk} + \varepsilon_{ijkl} \begin{cases} i = 1,2,\dots,a \\ j = 1,2,\dots,b \\ k = 1,2,\dots,c \\ l = 1,2,\dots,n \end{cases} \quad (2.1)$$

สมมติว่า A, B และ C มีค่าตายตัว ตารางสำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงได้ดังตาราง 2.2 ค่าของ F-Test ของผลหลักและอันตรกิริยาหาได้โดยตรงจากค่ากำลังสองเฉลี่ยคาดหมายที่ได้

ตาราง 2.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับแบบจำลอง *3* ปัจจัยแบบ Fixed Effect

แหล่งความแปรปรวน	ผลรวมของค่ากำลังสอง (Adj SS)	องศาอิสระ (d.f)	ค่าเฉลี่ยของค่ายกกำลังสอง (Adj MS)	ค่าคาดหวังของค่าเฉลี่ยของค่ายกกำลังสอง (Expected Mean Squares)	ค่าเอฟ(F_0)
A	SS_A	a-1	MS_A	$\sigma^2 + \frac{bcn\sum\tau_i^2}{a-1}$	$F_0 = \frac{MS_A}{MS_E}$
B	SS_B	b-1	MS_B	$\sigma^2 + \frac{acn\sum\beta_i^2}{b-1}$	$F_0 = \frac{MS_B}{MS_E}$
C	SS_C	c-1	MS_C	$\sigma^2 + \frac{abn\sum\gamma_i^2}{c-1}$	$F_0 = \frac{MS_C}{MS_E}$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 2.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับแบบจำลอง *3* ปัจจัยแบบ Fixed Effect (ต่อ)

แหล่งความแปรปรวน	ผลรวมของค่ากำลังสอง (Adj SS)	องศาอิสระ (d.f)	ค่าเฉลี่ยของค่ายกกำลังสอง (Adj MS)	ค่าคาดหวังของค่าเฉลี่ยของค่ายกกำลังสอง (Expected Mean Squares)	ค่าเอฟ(F_0)
AB	SS_{AB}	(a-1) (b-1)	MS_{AB}	$\sigma^2+\frac{cn\sum\sum(\tau\beta)_{ij}^2}{(a-1)(b-1)}$	$F_0=\frac{MS_{AB}}{MS_E}$
AC	SS_{AC}	(a-1) (c-1)	MS_{AC}	$\sigma^2+\frac{bn\sum\sum(\tau\gamma)_{ik}^2}{(a-1)(c-1)}$	$F_0=\frac{MS_{AC}}{MS_E}$
BC	SS_{BC}	(b-1) (c-1)	MS_{BC}	$\sigma^2+\frac{an\sum\sum(\beta\gamma)_{jk}^2}{(b-1)(c-1)}$	$F_0=\frac{MS_{BC}}{MS_E}$
ABC	SS_{ABC}	(a-1) (b-1) (c-1)	MS_{ABC}	$\sigma^2+\frac{n\sum\sum\sum(\tau\beta\gamma)_{ijk}^2}{(a-1)(b-1)(c-1)}$	$F_0=\frac{MS_{ABC}}{MS_E}$
Error	SS_E	abc(n-1)	MS_E	σ^2	
Total	SS_T	abcn-1			

การคำนวณด้วยมือสำหรับค่าผลรวมทั้งหมดของกำลังสองในตาราง 2.2 มีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$SS_T=\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}\sum_{k=1}^{c}\sum_{l=1}^{n}y_{ijkl}^2-\frac{y_{...}^2}{abcn} \qquad (2.2)$$

ค่าผลรวมกำลังสองของผลหลักหาได้จากสูตรต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$SS_A = \frac{1}{bcn}\sum_{i=1}^{a} y_{i\cdots}^2 - \frac{y_{\cdots}^2}{abcn} \quad (2.3)$$

$$SS_B = \frac{1}{acn}\sum_{j=1}^{b} y_{\cdot j\cdot}^2 - \frac{y_{\cdots}^2}{abcn}$$

$$SS_C = \frac{1}{abn}\sum_{k=1}^{c} y_{\cdot\cdot k}^2 - \frac{y_{\cdots}^2}{abcn} \quad (2.4)$$

เพื่อที่จะคำนวณค่าผลรวมของกำลังสองแบบ 2 ปัจจัยของอันตรกิริยา จะต้องสร้างตารางผลรวมซึ่งประกอบด้วยเซลล์จำนวน A x B , A x C และ B x C เซลล์ขึ้นมา ซึ่งเกิดจากการยุบตารางข้อมูลเบื้องต้นให้อยู่ในรูปแบบของตารางแบบ 2 ทาง จำนวน 3 ตาราง เพื่อคำนวณค่าต่างๆ เหล่านี้ ค่าผลรวมของกำลังสองหาได้จาก

$$SS_{AB} = \frac{1}{cn}\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b} y_{ij\cdot}^2 - \frac{y_{\cdots}^2}{abcn} - SS_A - SS_B$$

$$= SS_{Subtotals(AB)} - SS_A - SS_B \quad (2.5)$$

$$SS_{AC} = \frac{1}{bn}\sum_{i=1}^{a}\sum_{k=1}^{c} \frac{y_{\cdots}^2}{abcn} - SS_A - SS_C$$

$$= SS_{Subtotals(AC)} - SS_A - SS_C \quad (2.6)$$

$$SS_{BC} = \frac{1}{an}\sum_{j=1}^{b}\sum_{k=1}^{c} y_{\cdot jk}^2 - \frac{y_{\cdots}^2}{abcn} - SS_B - SS_C$$

$$= SS_{Subtotals(BC)} - SS_B - SS_C \quad (2.7)$$

ค่าผลรวมของกำลังสองของอันตรกิริยาแบบ 3 ปัจจัย หาได้จากสูตร

$$SS_{ABC} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}\sum_{k=1}^{c} y_{ijk}^2 - \frac{y_{\cdots}^2}{abcn} - SS_A - SS_B - SS_C - SS_{AB} - SS_{AC} - SS_{BC}$$

$$= SS_{Subtotals(ABC)} - SS_A - SS_B - SS_C - SS_{AB} - SS_{AC} - SS_{BC} \quad (2.8)$$

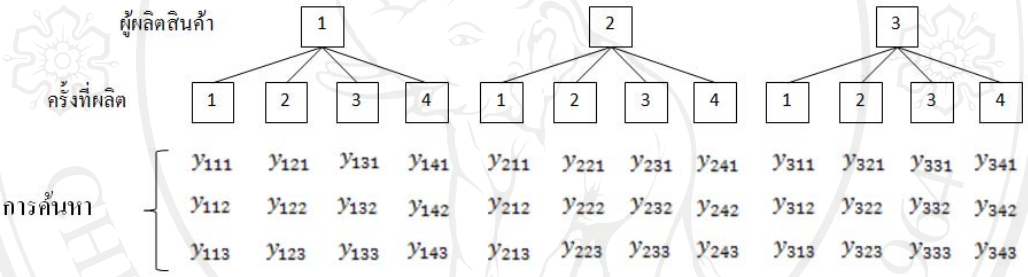
ค่าผลรวมของกำลังสองของความผิดพลาดหาได้จากการลบผลรวมของกำลังสองทั้งหมดที่เกิดจากผลหลักและอันตรกิริยาจากผลรวมทั้งหมดของกำลังสอง

$$SS_E = SS_T - SS_{Subtotals(ABC)} \quad (2.9)$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.6.3 การออกแบบ Nested แบบสองชั้น (Douglas, C.M., 2005)

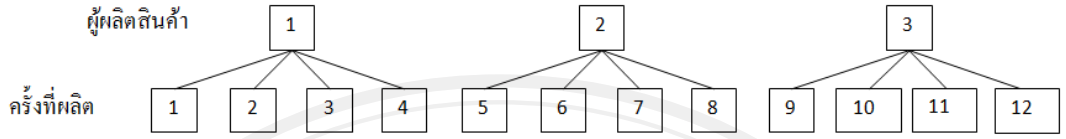
ในการทดลองแบบหลายปัจจัยบางประเภท ระดับของปัจจัยหนึ่ง (เช่น ปัจจัย B) คล้ายแต่ไม่เหมือนกันที่แต่ละระดับของอีกปัจจัยหนึ่ง (เช่น ปัจจัย A) การออกแบบเช่นนี้เรียกว่า การออกแบบ Nested หรือการออกแบบ Hierarchical ซึ่งระดับของปัจจัย B ถูกซ้อนทับ (Nested) อยู่ภายใต้ระดับของปัจจัย A ตัวอย่างเช่น บริษัทหนึ่งมีการสั่งซื้อวัตถุดิบจากผู้ขายหลายราย บริษัทต้องการที่จะตรวจสอบดูว่าวัตถุดิบของผู้ขายแต่ละรายมีความบริสุทธิ์เท่ากันหรือไม่ ทางบริษัทจึงได้นำเอาวัตถุดิบ 4 รุ่นจากผู้ขายแต่ละรายมาทำการตรวจสอบ และเลือกตัวอย่าง 3 ตัวอย่างจากแต่ละรุ่นมาทำการตรวจการทดลองเช่นนี้ แสดงในรูป 2.11



รูป 2.11 การออกแบบ Nested แบบสองชั้น

การออกแบบเช่นนี้คือ การออกแบบ Nested แบบสองชั้นที่มีรุ่นของวัตถุดิบถูกซ้อนทับอยู่ภายใต้ผู้ขาย สาเหตุที่ไม่จัดว่าการทดลองนี้เป็นการทดลองเชิงแฟกทอเรียล เพราะหากเป็นการทดลองเชิงแฟคทรอเรียล จะต้องพบว่ารุ่นที่ 1 ของวัตถุดิบจากผู้ขายแต่ละรายจะต้องเหมือนกัน รุ่นที่ 2 ของวัตถุดิบจากผู้ขายแต่ละรายต้องเหมือนกัน เป็นเช่นนี้เรื่อยไป ซึ่งจะเห็นว่าสิ่งที่กล่าวมานี้เป็นไปไม่ได้ เนื่องจากว่าวัตถุดิบแต่ละรุ่นของผู้ขายแต่ละรายจะมีลักษณะเฉพาะของมันอยู่นั่นคือ รุ่นที่ 1 ของผู้ขายรายที่ 1 จะไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับรุ่นที่ 1 ของผู้ขายรายอื่นๆ รุ่นที่ 2 ของผู้ขายรายที่ 1 จะไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับรุ่นที่ 2 ของผู้ขายรายอื่นๆ เป็นเช่นนี้เรื่อยๆ ไป เพื่อที่จะเน้นว่ารุ่นของผู้ขายแต่ละรายแตกต่างกัน อาจจะต้องให้ตัวเลขกับรุ่นที่ 1, 2, 3 และ 4 แทนรุ่นจากผู้ขายรายที่ 1 รุ่นที่ 5, 6, 7 และ 8 จากผู้ขายรายที่ 2 และรุ่นที่ 9, 10, 11 และ 12 จากผู้ขายรายที่ 3 ดังแสดงในรูป 2.12

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป 2.12 อีกรูปแบบหนึ่งของการออกแบบ Nested แบบสองชั้น

บางครั้งอาจจะไม่แน่ใจว่าปัจจัยที่กำลังสนใจนั้นเป็นแบบ Crossed ในการทดลองเชิงแฟกทอเรียลหรือเป็นแบบ Nested หรือไม่ ถ้าหากสามารถให้ตัวเลขกับระดับต่างๆ ของปัจจัยได้อาจจะกล่าวว่าปัจจัยนั้นเป็นแบบ Nested (ตามรูป 2.12)

แบบจำลองทางสถิติสำหรับการออกแบบ Nested แบบสองชั้นคือ

$$y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_{j(i)} + \varepsilon_{i(j)k} \quad \begin{cases} i = 1,2,\ldots a \\ j = 1,2,\ldots b \\ k = 1,2,\ldots n \end{cases} \tag{2.10}$$

กล่าวคือ ปัจจัย A ประกอบด้วย a ระดับ ปัจจัย B ประกอบด้วย b ระดับ ถูกซ้อนทับอยู่ภายใต้ระดับแต่ละระดับของปัจจัย A และการทดลองมี n เรพลิเคต j(i) แสดงว่าระดับ j ของปัจจัย B ถูกซ้อนทับอยู่ภายใต้ระดับที่ i ของปัจจัย A และสามารถสังเกตเห็นว่า เรพลิเคตนั้นถูกซ้อนทับอยู่ภายใต้การรวมกันของปัจจัย A และ B ดังนั้น ตัวห้อย (ij)k จึงถูกนำมาใช้แทนพจน์ความผิดพลาด การออกแบบที่กล่าวมานี้เรียกว่า การออกแบบ Nested แบบได้ดุล (Balanced Nested Design) เพราะว่าจำนวนระดับของ B ภายใต้แต่ละระดับของ A เท่ากัน และจำนวนแรพลิเคตมีค่าเท่ากัน เนื่องจากว่าทุกๆ ระดับของปัจจัย B ไม่ได้ปรากฏกับระดับทุกๆ ระดับของปัจจัย A ดังนั้น จะไม่มีอันตรกิริยาระหว่าง A และ B เกิดขึ้น

สามารถเขียนผลรวมแก้ไขแล้วทั้งหมดกำลังสองได้คือ

$$\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}\sum_{k=1}^{n}(y_{ijk} - \bar{y})^2 = \sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}\sum_{k=1}^{n}\left[\begin{matrix}(\bar{y}_{i..} - \bar{y}_{...}) + (\bar{y}_{ij.} - \bar{y}_{i..}) \\ +(y_{ijk} - \bar{y}_{ij.})\end{matrix}\right]^2 \tag{2.11}$$

เมื่อกระจายด้านขวามือของสมการ 2.6 ออกจะได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}\sum_{k=1}^{n}(y_{ijk}-\bar{y})^2 = bn\sum_{i=1}^{a}(\bar{y}_{i..}-\bar{y}_{...})^2 + n\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}(\bar{y}_{ij.}-\bar{y}_{i..})^2 + \sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}\sum_{k=1}^{n}(y_{ijk}-\bar{y}_{ij.})^2$$

(2.12)

เพราะว่าพจน์ผลคูณไขว้ (Cross-Product) มีค่าเท่ากับ 0 สมการ 2.7 แสดงให้เห็นว่าผลรวมทั้งหมดของกำลังสอง สามารถที่จะแบ่งผลรวมของกำลังสองของปัจจัย A, ผลรวมของกำลังสองของปัจจัย B ภายใต้ระดับของปัจจัย A, และผลรวมของกำลังสองเนื่องจากความผิดพลาด ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้ คือ

$$SS_T = SS_A + SS_{B(A)} + SS_E \qquad (2.13)$$

2.6.4 การทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของประชากร 2 กลุ่มสัมพันธ์ (Paired Sample t-test)

ในการทดสอบข้อมูลแต่ละคู่ควรจะใช้ชิ้นงานทดสอบชิ้นเดียวกันและสภาพแวดล้อมอื่นๆ ที่เหมือนกัน อาทิ อุณหภูมิห้อง สภาพเครื่อง เป็นต้น เพราะจะสามารถทำให้สรุปถึงความแตกต่างของสิ่งที่ต้องการจะศึกษาได้อย่างแท้จริง ซึ่งทางสถิติจะเรียกการทดสอบแบบนี้ว่า “การกันออกไปหรือการบล็อก (Blocking)” โดยในที่นี้ บล็อค จะหมายถึง ชิ้นงานที่ทำทดสอบ และเรียกการทดสอบแบบนี้ว่า “การทดสอบด้วย t แบบคู่ (Paired-t Test)”

การทดสอบเพื่อทำการเก็บข้อมูลสำหรับกรณีนี้จะดำเนินการภายใต้การควบคุมเพื่อให้ได้ข้อมูลแต่ละคู่ เช่น ในตัวอย่างข้างบน จะดำเนินการทดสอบด้วยการควบคุมสาเหตุที่สามารถควบคุมได้ทั้งหมดแล้วจะทำการแปรเปลี่ยนเฉพาะหัวกด อย่างไรก็ตาม ในทางปฏิบัติจะมีความเป็นไปได้น้อยน้อยมากที่จะควบคุมอิทธิพลทั้งหมดได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งอิทธิพลที่มีความสำคัญไม่มากนัก (Minor effect) เช่น ค่าความแข็งที่อ่านได้แตกต่างกันอาจจะมีผลมาจากความแตกต่างที่เกิดจากชิ้นงานทดสอบมีค่าความแข็งไม่เท่ากันที่แต่ละตำแหน่งของชิ้นทดสอบ โดยอิทธิพลเหล่านี้แม้ว่าจะมีผลต่อความแตกต่างของข้อมูลน้อยมากแต่ก็ถือว่ามีผล ดังนั้นในการปฏิบัติจึงนิยมกระจายความผันแปรจากสาเหตุที่ไม่สามารถควบคุมได้ออกไปด้วยการทดสอบอย่างสุ่ม (Randomization) แล้วทำกรทดสอบซ้ำเพื่อการเฉลี่ยออกอิทธิพลจากสาเหตุที่ไม่สามารถควบคุมได้ออกไป

ในทางสถิติ จะกำหนดให้ข้อมูลที่ศึกษามีลักษณะเป็นคู่ คือ (X_1, Y_1), (X_2, Y_2),..., และ (X_n, Y_n) โดยที่ทั้ง X และ Y เป็นตัวแปรสุ่มแบบปกติที่มีค่าเฉลี่ย μ_x และ μ_y และความแปรปรวน σ_y^2

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยลำดับ ซึ่งจะหาค่าความแตกต่างของข้อมูลแต่ละคู่ คือ $D_1 = X_1 - Y_1$, $D_2 = X_2 - Y_2$,..., และ $D_n = X_n - Y_n$ ประกอบกับทฤษฎีผลรวมเชิงเส้นตรงของตัวแปรสุ่มปกติ

เมื่อ $D = X - Y$

จะได้ว่า $\mu_D = \mu_x - \mu_y$

และ $\sigma_D^2 = \sigma_x^2 + \sigma_y^2$

ถ้าหากทราบค่าของ σ_x^2 และ σ_y^2 (ไม่จำเป็นต้องมีค่าเท่ากัน) ก็จะทำให้ทราบค่าของ σ_D^2 ซึ่งจะได้ว่า D เป็นตัวแปรสุ่มแบบปกติ และ $\frac{D-(\mu_x-\mu_y)}{\sqrt{\sigma_x^2+\sigma_y^2}}$ มีการแจกแจง N (0, 1) แต่อย่างไรก็ตาม โดยปกติมักจะไม่ทราบค่า σ_x^2 , σ_y^2 จึงจำเป็นต้องประมาณค่า σ_D^2 ด้วย S_D^2 ดังนั้นในการทดสอบสมมติฐานแบบคู่ คือ

$$H_0 = \mu_D = 0$$
$$H_1 = \mu_D \neq 0$$

ภายใต้สมมติฐานที่เป็นจริง จะได้ตัวสถิติสำหรับการทดสอบว่า

$$t = \frac{\bar{D}}{S_D/\sqrt{n}} \quad \text{..... (2.14)}$$

โดย $\bar{D} = \frac{\sum_{i=1}^{n} D_i}{n}$ ..... (2.15)

และ $S_D^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n} D_i^2 - (\sum_{i=1}^{n} D_i)^2/n}{n-1}$ ..... (2.16)

ดังนั้น วิธีการตัดสินใจสำหรับการทดสอบแบบสองด้าน คือ

$$d[D] = \begin{cases} H_0: \mu_D = 0; -t\alpha_{/2|n-1} \frac{S_D}{\sqrt{n}} \leq \bar{D} \leq t\alpha_{/2|n-1} \frac{S_D}{\sqrt{n}} \\ H_1: \mu_D \neq 0; \bar{D} < -t\alpha_{/2|n-1} \frac{S_D}{\sqrt{n}}; \bar{D} > t\alpha_{/2|n-1} \frac{S_D}{\sqrt{n}} \end{cases} \quad \text{..... (2.17)}$$

ในทำนองเดียวกัน จะได้วิธีการตัดสินใจสำหรับการทดสอบแบบด้านเดียว คือ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$d[\bar{D}] - \begin{cases} H_0: \mu_D = 0; \ \bar{D} \leq t_{\alpha, n-1} \frac{s_D}{\sqrt{n}} \\ H_1: \mu_D > 0; \ \bar{D} > t_{\alpha, n-1} \frac{s_D}{\sqrt{n}} \end{cases} \quad \text{..... (2.18)}$$

และ

$$d[\bar{D}] = \begin{cases} H_0: \mu_D = 0; \ \bar{D} \leq t_{\alpha, n-1} \frac{s_D}{\sqrt{n}} \\ H_1: \mu_D < 0; \ \bar{D} < t_{\alpha, n-1} \frac{s_D}{\sqrt{n}} \end{cases} \quad \text{..... (2.19)}$$

2.7 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผลงานวิจัยในอดีตที่เกี่ยวข้อง สามารถแบ่งออกได้ 4 ส่วนหลักคือ ความล้าในงานอุตสาหกรรม, ความล้าทางสายตา, ความล้าทางจิตใจ, ระยะเวลาการทำงานและเวลาหยุดพัก และการทำงานเป็นกะ

ดังมีรายละเอียดดังนี้

2.7.1 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการศึกษาความล้าในงานอุตสาหกรรม

Rahman, M (1986) ได้ศึกษาพนักงานในโรงงานบรรจุไม้ขีดไฟเปรียบเทียบระหว่างพนักงานที่ทำงานได้น้อยและมาก พบว่าปัญหาด้านสุขภาพของพนักงานทั้ง 2 กลุ่มมีความแตกต่างกันถึง 47 เปอร์เซ็นต์ โดยพนักงานที่ทำงานได้มากต้องอาศัยความพยายามในการทำงานมากกว่าจึงหมายถึงภาวะความเค้นและความเครียดของพนักงานที่เพิ่มขึ้นด้วย นอกจากนี้ วิฑูรย์ สิมะโชคดี และ กฤษฎา ชัยกุล (2537) กล่าวถึงความเมื่อยล้าที่เกิดจากการทำงานอุตสาหกรรมว่าเป็นความเมื่อยล้าแบบเรื้อรัง ลักษณะอาการที่พบได้แก่ ปวดศีรษะบ่อย มึนและเวียนศีรษะเสมอ นอนไม่ค่อยหลับ มีจังหวะการเต้นของหัวใจผิดปกติ เบื่ออาหาร เหงื่อออกง่าย ระบบทางเดินอาหารผิดปกติ เป็นต้น และ ชัยยศ คุณานุสนธิ์ (2532) กล่าวว่า พนักงานมักจะมีความล้าเกิดขึ้นจากการทำงานไม่มากก็น้อย อัตราเกิดความล้านี้จะขึ้นกับลักษณะงานที่ทำตลอดจนสุขภาพของพนักงานเองด้วย และยังมีผลทำให้ประสิทธิภาพของงานลดลง

2.7.2 งานวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาความล้าทางสายตา

Satio,H.*et al* (1972) ศึกษาคนงานที่ทำงานในโรงงานผลิตอาหาร ที่ใช้สายตาตรวจขวดเคลื่อนที่ในสายการผลิตด้วยความเร็วค่อนข้างสูง พบว่าหลังจากเริ่มทำงานได้ไม่นาน จำนวนขวดที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ถูกปฏิเสธ (Reject) เริ่มน้อยลงกว่าปกติ เพราะคนงานเริ่มแยกความแตกต่างไม่ออก ทำการวัดโดยการใช้เครื่องมือวัดความล้าทางสายตา ปรากฏว่าชั่วโมงแรกของการทำงาน มีความล้าเกิดขึ้นกับคนงานเล็กน้อย แต่ในช่วงชั่วโมงที่สองถึงชั่วโมงที่สี่นั้น คนงานมีความล้าเกิดมากขึ้น ส่วน Yen-Hui Lin *et al* (2008) ได้อธิบายถึงผลกระทบของความล้าทางสายตาที่เกิดจากเวลาและสิ่งแวดล้อม และ การประเมินงานสำหรับการทำงาน Dynamic VDT ผลการศึกษาสรุปได้ว่า Time-Based และ Environment-Based มีอิทธิพลต่อ ความล้าทางสายตา และ การประเมินงาน ในระหว่างการทำงาน Dynamic VDT อีกทั้ง สมพร โรจน์ดำรงการ (2539) ได้เปรียบเทียบระดับความล้าทางสายตาภายใต้สภาวการณ์ควบคุมของผู้ที่ทำงานพิมพ์บนจอภาพคอมพิวเตอร์และงานตรวจสอบ และหาระยะเวลาทำงานและเวลาพักที่เหมาะสม ระดับความเครียดจากงานทั้งสองประเภทมีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน ส่วนการประเมินแบบสอบถามสรุปได้ว่า ในงานพิมพ์จะมีอาการแสบตา อาการปวดกระบอกตา มีน้ำตาไหล และกระพริบตาบ่อยครั้ง ในระดับความรุนแรงที่สูงกว่างานตรวจสอบ

นักศึกษามหาวิทยาลัยหัวเฉียวได้ศึกษาความเมื่อยล้าทางสายตาของพนักงานในแผนกตรวจคุณภาพชิ้นงานที่ ตรวจสอบคุณภาพของกระดาษขาว และพนักงานตรวจคุณภาพชิ้นงานที่ตรวจสอบคุณภาพกระดาษสี วิธีการปฏิบัติ คือ ใช้สายตาในการตรวจสอบหารอยตำหนิของกระดาษ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสีของกระดาษ คุณสมบัติพื้นฐานของพนักงาน ประวัติการเจ็บป่วย และประวัติการทำงานโดยใช้เครื่องมือในการทำวิจัยประกอบด้วย 1. แบบสอบถามข้อมูลทั่วไปของพนักงาน 2. เครื่องตรวจวัดความเมื่อยล้าทางสายตา 3. เครื่องตรวจวัดความเข้มของแสงสว่าง 4. แบบบันทึกการตรวจวัดความเมื่อยล้าทางสายตา สามารถสรุปได้ว่าพนักงานในแผนกตรวจคุณภาพชิ้นงานที่ตรวจสอบกระดาษขาวเกิดความเมื่อยล้าทางสายตามากกว่าพนักงานในแผนกตรวจคุณภาพชิ้นงานที่ตรวจสอบกระดาษสี (ที่มาแหล่งออนไลน์:
http://www.academic.hcu.ac.th/forum/board_posts.asp?FID=125&UID=)

สลักษณ์ กลั่นสุวรรณ (2542) ได้มีสมมติฐานจากเครื่องมือวัดค่าความล้าของสายตา หากพนักงานมีความล้าของสายตาซึ่งเป็นผลมาจากความล้าทางด้านจิตใจเกิดขึ้นค่าความถี่ซึ่งผู้ถูกทดสอบวัดได้จากเครื่องมือวัดเปรียบเทียบระหว่างช่วงก่อนที่เกิดความล้าและภายหลังเมื่อมีความล้าเกิดขึ้นจะมีค่าเปลี่ยนแปลงลดลง ทั้งจากวิธีการทดลองแบบปรับค่าความถี่เพิ่ม หรือแบบปรับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ค่าความถี่ลด ดังนั้นในการทำงานที่ก่อให้เกิดความล้าทางด้านสายตา ค่าความถี่ที่ได้จากก่อนและหลังการทำงานก็ควรที่จะมีค่าลดลงเช่นกัน

2.7.3 งานวิจัยเกี่ยวกับการประเมินความล้าทางจิตใจ

GrandJean E.และ Baschera, P. (1979) ได้ศึกษาผลของความล้าที่เกิดขึ้นจากการทำงานซ้ำซากที่มีความยาก-ง่ายต่างกัน 3 ระดับคือ งานง่าย งานยากปานกลาง และงานยาก มีวิธีในการวัด 2 ชนิดที่ใช้คือ ใช้เครื่องมือวัดค่าความถี่ในการเห็นแสงกระพริบ-หยุดนิ่ง และแบบสอบถาม พบว่างานที่ยากในระดับปานกลางน่าจะเป็นงานที่ผู้ปฏิบัติงานสามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด ทั้งงานง่ายและงานยากทำให้ค่าความถี่ในการมองเห็นแสงกะพริบ-หยุดนิ่ง (CFF) มีการเปลี่ยนแปลงลดลงอย่างมากเทียบกับในตอนเริ่มงาน ในขณะที่งานยากปานกลางทำให้ค่าความถี่ดังกล่าวมีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด

Marek, T และ Noworol, C.Z. (1986) ได้กล่าวถึง CFF ว่าเป็นค่าความถี่ที่มองเห็นการเปลี่ยนแปลงของแสงจากการกระพริบเป็นหยุดนิ่งหรือจากหยุดนิ่งเป็นกระพริบ และทำการศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของระดับความล้าทางสายตาของพนักงานป้อนข้อมูล พบว่าช่วงของ CFF จากการตอบสนองหลังการทำงาน 6 ชั่วโมง เกิดความล้าสะสมมากกว่าก่อนการทำงานและหลังการทำงาน 3 ชั่วโมง อีกทั้งมีความสัมพันธ์กับแบบสอบถาม อีกทั้ง Saito, M. *et al* (1981) ได้วัดความเพลียของตาระหว่างการทำงานของคนตรวจสอบในโรงงานอุตสาหกรรมการผลิตที่มีการใช้เครื่องจักรค่อนข้างสูง และเปรียบเทียบกับการทำงานทั่วไปของ คนทำงานด้านเสมียน โดยการศึกษาทางด้านการมองเห็น ทั้งเลนส์ตาที่อยู่ในกล้องและจุดศูนย์กลางของระบบประสาท การวัดโดย CFF เริ่มจากการลาดลงที่ละน้อยหลังจากที่มีการเริ่มต้นทำงานจนกระทั่งคุณภาพลดลง ทั้งการทำงานที่เป็นเสมียนและการทำงานตรวจสอบ

ส่วน Tetsuo, M. (1996) ประเมินค่าการวัดความล้าโดยการใช้ภาพจากกล้อง 3 มิติ ซึ่งทำให้คุณลักษณะพื้นฐานของภาพชัดเจนขึ้น ในการศึกษานี้จะใช้ค่า CFF ในการวัดการลดลงของกระบวนการ และค่าปกติในการเริ่มวัดสำหรับแต่ละการสังเกต และค่าเฉลี่ยของ CFF ซึ่งพบว่าสถิติของการดูทีวีแบบธรรมดานั้นทำให้ค่า CFF ลดลงใน 1 ชั่วโมง แต่การดูทีวีโดยมองผ่านกล้อง 3 มิตินั้นทำให้เกิดการลดลงของ CFF ภายใน 30 นาที ซึ่งพบว่าการลดลงของค่า CFF มีความสัมพันธ์กันในด้านความล้า อย่างไรก็ตามในระยะหลังนี้มีการวิจัยที่โต้แย้งความสัมพันธ์ระหว่างการลดลง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ของความถี่ CFF กับความรู้สึกล้าของผู้เข้าทดสอบกันค่อนข้างมาก GrandJean, E. (1988) กล่าวว่าไม่สามารถที่จะสรุปความสัมพันธ์ดังกล่าวเป็นจริงทุกกรณี แต่ก็ได้เสนอแนะว่าขอให้นักวิจัยตีความการลดลงของความถี่ของ CFF ไว้ว่าเป็นสัญญาณของความล้าทั่วไป

ศรีรักษ์ ศรีทองชัย (2535) ประยุกต์ใช้ทฤษฎีของฟิชซีเซตศึกษาความล้าทางด้านจิตใจที่เกิดขึ้นกับพนักงานตัดท่อและกลึงท่อ โดยการวัดความล้าทางด้านวัตถุวิสัยตรวจสอบจากค่าความถี่ในการมองเห็นแสงกะพริบ-หยุดนิ่ง (CFF) ระยะเวลาในการตอบสนอง (Reaction Time) ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมือ (Hand Grip Strength) ในส่วนของการวัดความล้าด้านจิตวิสัยตรวจสอบได้จากแบบสอบถามความรู้สึก (Bipolar Questionnaire) การเก็บข้อมูลจะเก็บในช่วงก่อนการทำงานและหลังการทำงานไปแล้ว 4 ชั่วโมงและ 8 ชั่วโมงตามลำดับ จากผลการวิเคราะห์พบว่าข้อมูลค่าความถี่ในการมองเห็นแสงกะพริบ-หยุดนิ่ง (CFF) มีความสัมพันธ์กับผลที่ได้จากแบบสอบถามความรู้สึก และสรุปผลได้ว่าขนาดของท่อมีผลกับความล้าของพนักงาน ซึ่งค่าความถี่ในการมองเห็นแสงกระพริบ-หยุดนิ่ง (CFF) ร่วมกับแบบสอบถามความรู้สึกเป็นเครื่องมือสำหรับวัดความล้าทางด้านจิตใจได้

วนิดา ชัยชโลธร (2537) ได้ทำการประเมินความล้าทางจิตใจในงานตรวจสอบ ซึ่งผลจากการศึกษาคือ วิธีกำหนดการพักและกะการทำงานมีผลกระทบต่อระดับความล้าทางจิตใจของพนักงาน สำหรับการทำงานเป็นกะนั้นพบว่า การทำงานในกะกลางคืนมีระดับความล้าสูงกว่าการทำงานในกะเช้า ส่วนการกำหนดความเร็วในการทำงานโดยใช้เครื่องจักรอุปกรณ์นั้นควรทำการทดลองแยกออกจากการทดลองนี้ เนื่องจากการเปลี่ยนทัศนคติของคนงานจากการกำหนดความเร็วด้วยตนเองมาเป็นเครื่องจักรต้องอาศัยเวลา ซึ่งการทำงานเป็นระยะเวลานานก่อให้เกิดความล้าสะสมต่อพนักงานตรวจสอบและยังลดสมรรถนะในการทำงานของกล้ามเนื้อ ส่วนการประเมินความล้านั้นพบว่า เครื่องวัดความล้าทางสายตาเป็นเกณฑ์ในการประเมินความล้าทางจิตใจที่เหมาะสมที่สุด

สลักษณ์ กลั่นสุวรรณ (2542) ได้ทำการศึกษาในโรงงานผลิตรีเลย์ ซึ่งงานที่ทำก็มีรอบการทำงานเพียงช่วงสั้นๆ และบ่อยครั้งที่พบว่าพนักงานมีอาการปวดเมื่อย จนกระทั่งเกิดความล้าขึ้น จากการทดลองส่งแบบสำรวจสุขภาพพนักงานไปยังโรงงานผลิตรีเลย์แห่งหนึ่ง พบว่ากว่าร้อยละ 90 ของพนักงานที่ตอบแบบสอบถามมีปัญหาอาการปวดเมื่อยของกล้ามเนื้อ โดยมีเครื่องมือที่ใช้ใน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การทดลองได้แก่ เครื่องมือวัดค่าความล้าทางสายตา เครื่องมือวัดค่าระยะเวลาตอบสนอง เครื่องมือวัดค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ จากการประเมินปัจจัยเสี่ยงที่มีผลต่อความล้าด้วยการประยุกต์ใช้ทฤษฎีของฟัซซีเซต พบว่าปัจจัยของลักษณะงานมีผลต่อความล้ามากที่สุด รองลงมาได้แก่ปัจจัยของ ผลผลิต ขนาดสัดส่วนร่างกาย และอายุ-ประสบการณ์ในการทำงานตามลำดับ

ตาราง 2.3 สรุปเครื่องมือที่ใช้ประเมินความล้าในงานวิจัยในอดีต

งานวิจัย	วัตถุประสงค์งานวิจัย	เครื่องมือที่ใช้ประเมินความล้า			
		แบบสอบถาม	CFF	Reaction time	อื่นๆ
GrandJean, E. and Baschera , P (1979)	ความล้าที่เกิดขึ้นจากการทำงานซ้ำซากที่มีความยาก-ง่ายต่างกัน 3 ระดับ งานชนิดใดเกิดความล้ามากที่สุด		✓		
Marek and C.Z. Noworol (1986)	การเปลี่ยนแปลงของระดับความล้าทางสายตาของพนักงานป้อนข้อมูล	✓	✓	✓	
Saito, M., Tanaka T., Oshima M (1981)	วัดความเพลียของตาระหว่างการทำงานของคนตรวจสอบในโรงงานอุตสาหกรรมการผลิตที่มีการใช้เครื่องจักรค่อนข้างสูง และเปรียบเทียบกับการทำงานทั่วไปของคนทำงานด้านเสมียน		✓		

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 2.3 สรุปเครื่องมือที่ใช้ประเมินความล้าในงานวิจัยในอดีต (ต่อ)

งานวิจัย	วัตถุประสงค์งานวิจัย	เครื่องมือที่ใช้ประเมินความล้า			
		แบบสอบถาม	CFF	Reaction time	อื่นๆ
Tetsuo Mitsuhashi (1996)	ประเมินค่าการวัดความล้า		✓		
ศรีรักษ์ ศรีทองชัย (2535)	ศึกษาความล้าทางด้านจิตใจที่เกิดขึ้นกับพนักงานตัดท่อและกลึงท่อ	✓	✓	✓	ฟัชชีเซต
วนิดา ชัยชโลธร (2537)	การประเมินความล้าทางจิตใจในงานตรวจสอบ	✓	✓	✓	ฟัชชีเซต, คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ

จากตาราง 2.4 สามารถสรุปได้ว่าความล้าทางด้านจิตใจสามารถวัดได้ด้วยเครื่องมือวัดระยะเวลาตอบสนอง, เครื่องมือวัดความถี่ในการมองเห็นแสงกระพริบ-หยุดนิ่ง และจากแบบสอบถาม สำหรับการวัดระยะเวลาตอบสนองพิจารณาได้จากระยะเวลาตอบสนองของแสง-เสียง ถ้าหากผู้ทดสอบมีความล้าเกิดขึ้น ค่าระยะเวลาตอบสนองก็จะมีค่าเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเทียบกับในเวลาปกติ ในส่วนของการวัดค่าความถี่ในการมองเห็นแสงกระพริบ-หยุดนิ่ง ถ้าหากผู้ทดสอบเกิดความล้าทางด้านจิตใจเกิดขึ้นค่าความถี่ของแสงไฟที่มองเห็นจากเรื่องมือวัดก็จะมีค่าลดลงไปจากในช่วงเวลาปกติ ส่วนค่าจากแบบสอบถามอาจได้ข้อมูลที่ไม่เป็นความจริงเท่าที่ควรเนื่องจากพนักงานหรือผู้ถูกทดสอบคิดว่ามีผลต่อหน้าที่การงาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.7.4 งานวิจัยเกี่ยวกับการศึกษารอบระยะเวลาการทำงานและเวลาหยุดพัก และการทำงานเป็นกะ

ชาติชาย อัศดรศักดิ์ (2536) รายงานว่าการประยุกต์ใช้ทฤษฎีฟัซซีเซต ศึกษาผลกระทบของงาน และกะการทำงานซึ่งมีผลต่อระดับความล้าทางด้านจิตใจของพนักงานในโรงงานผลิตเครื่องสุขภัณฑ์ในแผนกพ่นน้ำยาเคลือบ แผนกเตา และแผนกตรวจสอบคุณภาพ โดยพบว่า ลักษณะของงาน (แผนกงาน) กะการทำงาน และจำนวนผลผลิต เป็นปัจจัยที่มีผลกระทบต่อความล้าของพนักงานในอัตราสูง

Mahathevan, R (1982) รายงานว่า คนที่ทำงานเป็นกะนี้จะทำให้การดำเนินชีวิตผิดแปลกไปจากสังคมปกติ ผลจากการศึกษาในประเทศมาเลเซียพบว่าคนงานที่ทำงานเป็นกะมีปัญหาเกี่ยวกับความล้า 95.8 % ความผิดปกติของการย่อยอาหาร 92.0% และเป็นตะคริวหรือมีอาการปวดตามขาและเท้า 61.1% ซึ่งเป็นผลมาจากที่มีรอบการทำงานและการหยุดพัก (Work-Rest Cycles) ที่ไม่สม่ำเสมอ ณรงค์ชัย เต็มเจริญสุข (2535) ได้ทดสอบกับพนักงานกดขึ้นรูปโลหะ โดยพนักงานจะต้องทำงานซ้ำซากตลอดระยะเวลา ต้องเผชิญกับปัจจัยต่างๆที่ก่อให้เกิดความเครียด ส่งผลให้มีความล้าเพิ่มขึ้น ซึ่งการลดความล้าที่เกิดจากปัจจัยเหล่านี้อาจกระทำได้โดยมีกำหนดการหยุดพักระหว่างการทำงาน ผลของการวัดความล้าเชิงจิตวิสัยและวัตถุวิสัยพบว่าพนักงานมีแนวโน้มที่จะมีความล้าลดลงถ้ามีการหยุดพักระหว่างการทำงาน แต่ก็จะมีความล้าเพิ่มขึ้นถ้าทำงานในกะกลางคืนและผลิตงานชิ้นใหญ่ นอกจากนี้ยังพบ ทั้งกะกลางวันและกะกลางคืนการทำงานไม่แตกต่างกัน และการทำงานแบบ 1 ชั่วโมงพัก 5 นาที เหมาะสมที่สุด

Bosch, L.H.M และ De Lange, W.A.M. (1987) ได้ศึกษาเกี่ยวกับ สุขภาพและความล้าของพยาบาลที่ต้องทำงานเป็นกะ มีผลกระทบต่อสุขภาพของนางพยาบาลเพียงเล็กน้อย พบว่าการทำงานเป็นกะมีผลกระทบในทางลบอย่างยิ่ง และความล้าเป็นปัญหาหลักอีกอย่างหนึ่ง เพราะพวกนางพยาบาลในกะกลางคืนเหนื่อยมาก เนื่องจากมีนางพยาบาลน้อย แต่หน้าที่และปริมาณงานยังมีเกือบเท่ากับการทำงานในกะกลางวัน เช่นเดียวกับ Bohle, P.และ Tielly, A.J (1989) ซึ่งได้ศึกษาเกี่ยวกับการปรับตัวในการทำงานในกะกลางคืนของนักเรียนพยายาบาล ซึ่งพบว่าปัจจัยเกี่ยวกับ พฤติกรรมสรีรวิทยามีผลกระต่อการทำงานในกะกลางคืน แต่ปัจจัยเกี่ยวกับบุคลิกภาพไม่มีผลกระทบ ส่วน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Estryn-Behar, M. และ Bonnet, N.(2000) ได้ทำการเปรียบเทียบสภาพการทำงานในกะ เกี่ยวกับผลกระทบต่อสุขภาพภาพและทางสังคมโดยการใช้แบบสอบถาม

นอกจากนี้การทำงานในกะกลางคืนยังส่งผลกระทบต่อร่างกายในหลายด้าน เช่น Costa, G. (1996) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบในการทำงานเป็นกะและการทำงานในเวลาการคืนพบว่า อาจทำให้เกิดผลกระทบ อาทิเช่น

1) การรบกวนการเป็นปกติของ Circadian Rhythms โดยหน้าที่ Psychophysiological จะมีประสิทธิภาพเมื่อตื่นนอนนอน
2) การรบกวนการปฏิบัติงานและประสิทธิภาพการทำงานตลอด 24 ชั่วโมง อันเนื่องมาจากข้อผิดพลาดและอุบัติเหตุ
3) ความยากลำบากในการรักษาความสัมพันธ์ให้ปกติทั้งในระดับครอบครัวและสังคม ที่ส่งผลเชิงลบเกี่ยวกับการสมรส การดูแลเด็กและการติดต่อทางสังคม
4) การเสื่อมสภาพของสุขภาพเกี่ยวกับการรบกวนของการนอนหลับและนิสัยการกิน ส่งผลในระยะยาวเกี่ยวกับความผิดปกติรุนแรงขึ้นกับระบบทางเดินอาหาร (อักเสบ, กระเพาะอาหารและลำไส้ตอนต้นอักเสบ และการย่อยอาหารของกระเพาะ), ศูนย์ประสาททางจิต (เรื้อรังอ่อนเพลีย วิตกกังวลซึมเศร้า) และอาจทำให้เกิดโรคหัวใจ (ความดันโลหิตสูงโรคหัวใจขาดเลือด)

การทำงานเป็นกะและการทำงานกลางคืนอาจมีผลกระทบมากขึ้นในสุขภาพของสตรีเกี่ยวกับการทำงานของฮอร์โมนและการสืบพันธุ์โดยเฉพาะและบทบาทครอบครัว มีการประเมินว่าประมาณ 20% ของแรงงานทั้งหมดต้องออกจากงานเปลี่ยนในเวลาอันรวดเร็วเนื่องจากได้รับผลกระทบอย่างมาก อีก 80% อยู่ในระหว่างการรอเปลี่ยนงาน การปรับตัวกับงานที่ทำและความอดทนที่จะทำงานเดิม ในความเป็นจริงผลของสภาวะความเครียดนั้น อาจเกิดจากปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับบุคคล (เช่น อายุ, ลักษณะบุคลิกภาพ, สรีรวิทยา) เป็นสถานการณ์ทำงาน (เช่น โหลดทำงานกะตาราง) และสภาพสังคม (เช่น จำนวนและอายุของเด็ก ที่อยู่อาศัย การเดินทาง) เช่นเดียวกับ Boggild, H. และ Knutsson, A. (1999) ได้พบว่าการทำงานในกะกลางคืนมีความเสี่ยงต่อการเป็นโรคหัวใจและหลอดเลือดหัวใจอักเสบ ส่วน Davis, S.(2001)ได้พบว่าการทำงานในกะกลางคืน มี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ความเสี่ยงในการเป็นมะเร็งเต้านม และ Cheer, F.A.(2007) ได้พบว่ามีโอกาสเป็นโรคพาร์กินสันอีกด้วย สรุปปัจจัยที่มีผลต่อความล้าทางจิตใจในงานวิจัยในอดีตดังตารางที่ 2.5

ตาราง 2.4 สรุปปัจจัยที่มีผลต่อความล้าทางจิตใจที่พบในงานวิจัยในอดีต

งานวิจัย	วัตถุประสงค์	ปัจจัยที่มีผลต่อความล้าทางจิตใจ			
		กะการทำงาน	รอบเวลาการทำงานและเวลาหยุดพัก	ตำแหน่งในการตรวจสอบชิ้นงาน	อื่นๆ
Grandjean, E. and Baschera, P. (1979)	ศึกษาผลของความล้าที่เกิดขึ้นจากการทำงานซ้ำซากที่มีความยาก-ง่ายต่างกัน 3 ระดับ			✓	
ศรีรักษ์ ศรีทองชัย (2535)	ศึกษาความล้าทางด้านจิตใจที่เกิดขึ้นกับพนักงานตัดท่อ และกลึงท่อ	✓	✓		
วนิดา ชัยชโลธร (2537)	การประเมินความล้าทางจิตใจในงานตรวจสอบ	✓	✓		
ชาติชาย อัศดรศักดิ์ (2536)	ศึกษาผลกระทบของงาน และกะการทำงาน	✓			ลักษณะของงาน (แผนก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 2.4 สรุปปัจจัยที่มีผลต่อความล้าทางจิตใจที่พบในงานวิจัยในอดีต (ต่อ)

งานวิจัย	วัตถุประสงค์	ปัจจัยที่มีผลต่อความล้าทางจิตใจ			
		กะการทำงาน	รอบเวลาการทำงานและเวลาหยุดพัก	ตำแหน่งในการตรวจสอบชิ้นงาน	อื่นๆ
					งาน) จำนวนที่ผลิต
Mahathevan, R. (1982)			✓		
ณรงค์ชัย เต็มเจริญสุข (2535)	การลดความล้าที่เกิดจากปัจจัยต่างๆ	✓	✓		ขนาดชิ้นงาน
Bosch and Lange (1987)	สุขภาพและความล้าของพยาบาลที่ต้องทำงานเป็นกะ	✓			
Costa, G. (1996)	ผลกระทบของการทำงานเป็นกะ	✓			

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved