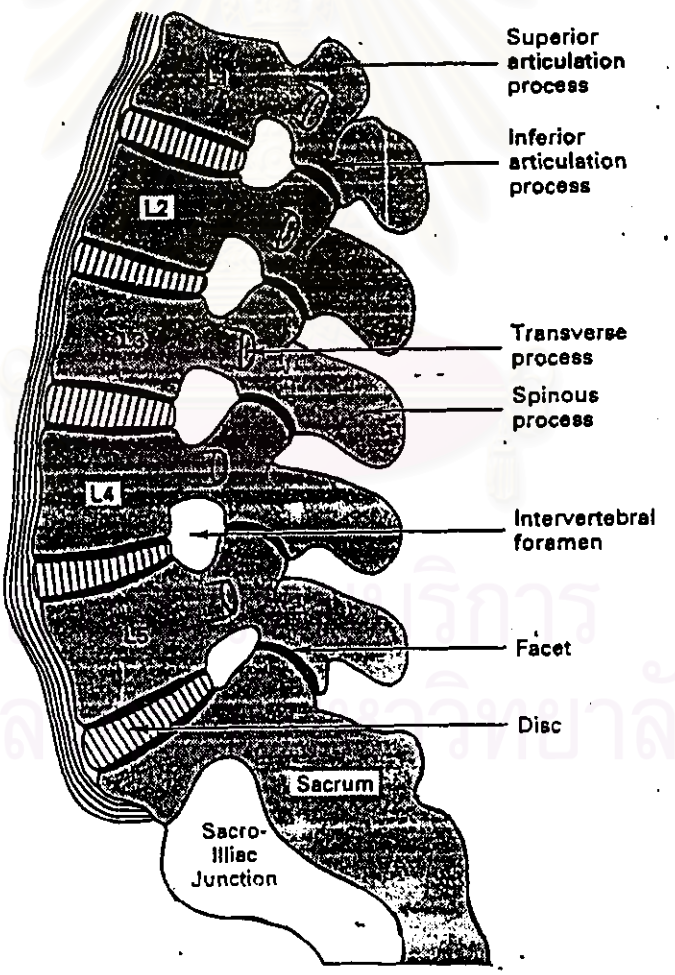
บทที่ 2

ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การบาดเจ็บบริเวณหลังส่วนล่าง (Low Back Pain ,LBP) เป็นปัญหาสำคัญที่พบมากในโรงงานอุตสาหกรรม จากการวิจัยพบว่าการบาดเจ็บบริเวณหลังส่วนล่างส่วนใหญ่ มักเกิดจากการที่คนงานทำการยก หรือเคลื่อนย้ายวัสดุเกินกำลังความสามารถของร่างกาย (Physical capacities) ของตนเอง อันจะก่อให้เกิดอันตรายต่อบริเวณหลังในส่วนของหมอนรองกระดูกที่รับกระดูกสันหลังส่วนบั้นเอวที่ 5 ต่อกับกระดูกสันหลังส่วนก้นกบที่ 1 (L5/S1 disc) (Ayoub,1982) ซึ่งภาพด้านข้างของกระดูกสันหลังบริเวณบั้นเอว แสดงได้ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แสดงภาพด้านข้างของกระดูกสันหลังบริเวณบั้นเอว : ที่มา Kroemer (1994)

ปัจจัยที่มีผลต่อการบาดเจ็บและความสามารถในการเคลื่อนย้ายวัสดุ

มีคำกล่าวว่า "ในชั่วชีวิตหนึ่งของคนทุกคนจะมีโอกาส 8 ใน 10 ที่จะได้รับความทุกข์ทรมานจากการบาดเจ็บบริเวณหลังส่วนล่างในช่วงระยะเวลาหนึ่ง" (Kroemer,1994 อ้างจาก Snook, 1988) ซึ่งการบาดเจ็บนั้นอาจเกิดขึ้นได้โดยไม่มีอาการเจ็บป่วยร่วมด้วย

ในอดีตนักวิจัยหลายคนได้ทำการศึกษาเพื่อรวบรวมปัจจัยที่มีผลต่อการบาดเจ็บบริเวณหลังส่วนล่างและความสามารถในการเคลื่อนย้ายวัสดุ อาทิเช่น

Ayoub *et al.* (1980) ได้แบ่งปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการเคลื่อนย้ายวัสดุด้วยมือ เป็น 3 ปัจจัย คือ

1. ปัจจัยอันเนื่องมาจากตัวคนงานเอง ได้แก่
   - ปัจจัยทางกายภาพ เช่น อายุ, เพศ, สัดส่วนร่างกาย, ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และความสมบูรณ์ของร่างกาย
   - ปัจจัยทางสรีรวิทยา เช่น พลังงานสำหรับใช้ในการทำงานของกล้ามเนื้อจากกระบวนการแอโรบิคและอะแนโรบิค, ความทนทาน (Endurance)
   - ปัจจัยทางจิตวิทยา เช่น ทัศนคติต่องานที่ทำ, ความพึงพอใจในงาน
   - การฝึกอบรมและประสบการณ์
2. ปัจจัยที่เกี่ยวกับงานและสถานที่ทำงาน ได้แก่
   - ภาระงาน เช่น น้ำหนัก, ขนาด และรูปร่างของวัสดุที่ยก
   - สถานที่ทำงาน
   - จังหวะการทำงาน
   - ความซับซ้อนของงาน
3. ปัจจัยอันเนื่องมาจากสภาพแวดล้อม ได้แก่
   - ภาระความร้อน (Heat Load)
   - เสียงดัง
   - ความสั่นสะเทือน
   - พื้นผิวการทำงาน

Anderson (1981) ได้แบ่งปัจจัยที่ก่อให้เกิดการบาดเจ็บบริเวณหลังส่วนล่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

1. ปัจจัยที่เกี่ยวกับงานและสถานที่ทำงาน

- งานที่มีน้ำหนัก
- ท่าทางในการทำงานที่มีลักษณะสถิต (Static)
- ความถี่ที่ต้องงอตัว หรือเอี้ยวตัวในขณะทำงาน
- การยก และเคลื่อนไหวของร่างกาย
- ลักษณะงานที่ซ้ำซาก
- ความสั่นสะเทือนในสถานประกอบการ

2. ปัจจัยอันเนื่องมาจากตัวของคนงานเอง
- อายุและเพศ
- สัดส่วนร่างกาย
- ท่าทางในการทำงาน
- ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความสมบูรณ์ของร่างกาย
- การเคลื่อนไหวของกระดูกสันหลัง
- ปัญหาด้านจิตใจ
- ปัญหาด้านสังคม
- ปัจจัยทางด้าน Radiographic

National Institute for Occupational Safety and Health, NIOSH (1981) ได้รวบรวมผลงานวิจัยของนักวิจัยหลายคนที่กล่าวถึงปัจจัยเสี่ยงที่เกิดจากตัวคนงานเอง ดังนี้

- เพศ Laubach (1976) กล่าวว่า เพศหญิงจะยกน้ำหนักได้น้อยกว่าเพศชาย เนื่องจากโดยเฉลี่ยผู้หญิงจะมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อประมาณ 64 % ของความแข็งแรงเฉลี่ยของผู้ชาย

- อายุ งานวิจัยหลายงานชี้ให้เห็นว่า อันตรายร้ายแรงที่เกิดขึ้นกับหลังส่วนล่างมักเกิดกับผู้มีอายุระหว่าง 30-50 ปี (Herndon, 1972 ; Kosiah *et al.* ,1968 ; Magora และTaustein, 1969)

- สัดส่วนร่างกาย น้ำหนักตัวและความสูงเป็นตัวแปรที่มีผลต่ออันตรายที่จะเกิดจากการยก เนื่องจากน้ำหนักตัวเกี่ยวข้องกับอัตราการใช้พลังงานในกระบวนการเมแทบอลิซึมในขณะทำงาน (Kamon Belding, 1971; Garg *et al.*,1978) คนที่มีน้ำหนักตัวมากจะมีอัตราการใช้พลังงานสูงกว่า และแข็งแรงกว่าคนที่มีน้ำหนักตัวน้อย ซึ่งจะช่วยในการสมดุลน้ำหนักที่มีขนาดใหญ่ขณะทำการยกของ Tauber (1970) ชี้ให้เห็นว่า คนตัวสูงจะเกิดการบาดเจ็บบริเวณหลังส่วนล่างได้มากกว่าคนตัวเตี้ยพิจารณาจากโมเมนต์ที่เกิดขึ้น อย่างไรก็ตาม ยังไม่สามารถ

รับรองความเชื่อนี้ได้ว่าคนอ้วนหรือผอม สูงหรือเตี้ย ที่จะมีความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บบริเวณหลังส่วนล่างสูงกว่ากันอย่างมีมีนัยสำคัญ

- เทคนิคการยก งานวิจัยจำนวนมากที่กล่าวว่า ความชำนาญของแต่ละบุคคล หรือเทคนิคการยกจะมีส่วนช่วยทำให้การบาดเจ็บเกิดขึ้นได้น้อยลง

- ทัศนคติ (attitude) ต่องานที่ทำ

- การฝึกอบรม

- ความแข็งแรงของแต่ละบุคคล

Buckle *et al.* (1992) แสดงให้เห็นถึงตัวแปรหรือปัจจัยที่ต้องพิจารณาในการเคลื่อนย้ายวัสดุด้วยมือ เพื่อให้การทำงานเกิดความปลอดภัย ดังต่อไปนี้ คือ

1. ลักษณะของงาน ได้แก่
    - ตำแหน่งของวัสดุ
    - ความถี่
    - ระยะเวลาการทำงาน ,รอบเวลาการทำงาน และเวลาพัก
    - ความแม่นยำของงานที่ต้องทำ
    - ชนิดของกิจกรรม
    - ความเร็ว และความเร่ง
    - การจัดกะงาน และการหมุนงาน (Job rotation)
2. สภาพแวดล้อม
    - ขนาดและผังสถานที่ทำงาน
    - ลักษณะของพื้นผิวการทำงาน เช่น เป็นขั้นบันได, เป็นทางลาดชัน เป็นต้น
    - อุณหภูมิ และความชื้น
    - แสงสว่าง และการมองเห็น
    - เสียง
    - การเคลื่อนไหว
    - ความสะอาด และความสกปรกของสถานที่ทำงาน
3. วัสดุที่ใช้เคลื่อนย้าย
    - น้ำหนัก
    - ขนาด และรูปร่าง
    - จุดศูนย์ถ่วงของวัตถุ
    - ความเป็นอันตรายทางกายภาพ และทางเคมีของวัสดุ

4. ตัวบุคคล หรือผู้ทำการเคลื่อนย้ายวัสดุ

- เพศ และอายุ
- ความแข็งแรง และความทนทานของบุคคล
- สุขภาพ และสภาพร่างกาย
- การเคลื่อนไหว
- การรับรู้
- ทักษะ ความชำนาญ
- ขนาดสัดส่วนร่างกาย
- การปรับตัว
- การใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล

แนวทางในการป้องกันปัญหาการบาดเจ็บที่เกิดจากการเคลื่อนย้ายวัสดุด้วยมือส่วนใหญ่จะใช้การประยุกต์หลักทางการยศาสตร์ ซึ่งจะพิจารณาปัจจัยเสี่ยงในงานประกอบด้วย

การประเมินปัจจัยเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อ

ในปัจจุบันการศึกษาถึงแนวทางในการลดการบาดเจ็บดังกล่าว มีแนวโน้มที่จะใช้การนิยามความเสี่ยงจากการเคลื่อนย้ายวัสดุด้วยมือ, การประเมิน (Assessment) และการควบคุมความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นมากกว่าการไปจำกัดน้ำหนักที่ยกหรือการสอนวิธีการยกของที่ถูกต้อง อย่างไรก็ตาม แนวทางใหม่ดังกล่าว ก็ยังขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพในการประเมินความเสี่ยงว่าจะเป็นที่น่าเชื่อถือ หรือยอมรับได้หรือไม่ (Straker, 1996)

Ayoub (1977) ได้เสนอวิธีการในการหาขีดความสามารถในการยกของคนงาน เพื่อเป็นแนวทางป้องกันมิให้คนงานทำงานเกินขีดความสามารถของตนจนเกิดอันตรายเป็น 3 แนวทาง คือ

1. เกณฑ์การประเมินโดยใช้ผลตอบสนองทางสรีรวิทยา (Physiological Approach)
2. เกณฑ์การประเมินโดยใช้หลักชีวกลศาสตร์ (Biomechanical Approach)
3. เกณฑ์การประเมินโดยใช้หลักจิตฟิสิกส์ (Psychophysical Approach)

Guo *et al.* (1996) ได้แบ่งการประเมินปัจจัยเสี่ยงทางการยศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อ เป็น 2 กลุ่ม คือ

1. การประเมินความเสี่ยงเชิงมหภาค (Macro-risk assessment) แบ่งเป็น 3 ส่วนได้แก่

1.1 รายละเอียดการทำงาน

- ประวัติ
- งานและรายละเอียดของงาน
- เครื่องมือ/อุปกรณ์ และวัสดุที่ใช้
- ระยะเวลาและความถี่ในการทำงาน

1.2 แบบสอบถาม

- การเคลื่อนย้ายวัสดุด้วยมือ
- การทำงานของมือ
- ท่าทางในการทำงาน
- อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล
- สภาพแวดล้อม

1.3 ดัชนีความเครียดสัมพัทธ์ (Relative Stress Index ,RSI)

ได้จากการคำนวณโดยพิจารณาตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน เช่น ภาระงาน, การทำซ้ำ, ระยะเวลาทำงาน, ระยะทาง ซึ่งค่า RSI ที่ได้จะอยู่ระหว่าง 0-10 เมื่อ '0' หมายถึง อันตราย/ไม่ปลอดภัย/ไม่มีผลิตภาพ (Unproductive) และ '10' หมายถึง ไม่เป็นอันตราย/ปลอดภัย/ มีผลิตภาพ

2. การประเมินความเสี่ยงเชิงจุลภาค (Micro-risk assessment) แบ่งเป็น 4 ส่วน ได้แก่

2.1 การประเมินผลตอบสนองทางสรีรวิทยา

- อัตราการเต้นของหัวใจ
- อุณหภูมิร่างกาย
- ความดันโลหิต
- อัตราการใช้ออกซิเจน
- อัตราการใช้พลังงาน
- ระดับเอนไซม์
- ผลเอกซเรย์
- ผลตอบสนองทางประสาทวิทยา
- ระดับฮอร์โมน

2.2 การประเมินทางจิตฟิสิกส์

- ขีดจำกัดความอดทน (Tolerance limits)

- การรับรู้ความเสี่ยง (Risk perception)

2.3 การประเมินทางชีวกลศาสตร์

- แรง
- โมเมนต์
- ค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ (Electromyography,EMG)

2.4 การประเมินทางระบาดวิทยา

- อัตราการเกิดอุบัติเหตุ
- เวลาสูญเสีย
- เงินทดแทนที่จ่ายให้คนงาน
- ค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาล
- การสูญเสียการจ้างงาน
- อัตราการเข้า-ออกของคนงาน

ในงานวิจัยนี้จะหาขีดความสามารถในการเคลื่อนย้ายวัสดุของคนงานโดยใช้เกณฑ์การประเมินโดยใช้หลักจิตฟิสิกส์ ดังนั้นจะขอกล่าวถึงเกณฑ์การประเมินอีก 2 แนวทางพอสังเขปดังนี้

<u>เกณฑ์การประเมินโดยใช้ผลตอบสนองทางสรีรวิทยา</u>

NIOSH, 1981 สรุปว่า อัตราการใช้ออกซิเจนของกล้ามเนื้อ, อัตราการใช้พลังงานในกระบวนการเมแทบอลิซึม และอัตราการเต้นของหัวใจเป็นตัววัดผลตอบสนองทางสรีรวิทยาที่นิยมใช้กันมากในการวิเคราะห์ระดับความหนักของงานสูงสุดที่สามารถทำได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่มีความล้าสะสม ซึ่งควรนำมาพิจารณาและนำไปปฏิบัติในงานอุตสาหกรรมทุกวันนี้

1. อัตราการใช้ออกซิเจนของกล้ามเนื้อ ($\dot{V}O_2$) ในการพิจารณาถึงน้ำหนักที่ยอมรับได้ในการยกหรือเคลื่อนย้ายวัสดุจะใช้การเปรียบเทียบอัตราการใช้ออกซิเจนของกล้ามเนื้อขณะทำงานนั้น กับอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด ($\dot{V}O_2max$) ซึ่งขีดจำกัดบนของการทำงานที่ไม่ทำให้เกิดความล้าควรเป็น หนึ่งในสาม หรือประมาณ 33% ของ $\dot{V}O_2max$ (Bink, 1964)

2. อัตราการใช้พลังงานในกระบวนการเมแทบอลิซึม เพื่อความปลอดภัยในการทำงานขีดจำกัดของพลังงานที่ใช้ควรเป็น 4,300 กิโลคาลอรี่ต่อวัน สำหรับการทำงาน 8 ชั่วโมง (ตริฉัตร, 2538 อ้างจาก Legmann, 1958) ซึ่งเมื่อเทียบกับอัตราการใช้ออกซิเจนแล้วคิดเป็น

ประมาณ 20% ของ $\dot{V}O_2max$ ของผู้ชายในช่วงอายุ 20-30 ปี (ตริฉัตร, 2538 อ้างจาก Muller, 1962)

3. อัตราการเต้นของหัวใจ เป็นผลตอบสนองทางสรีรวิทยาที่มีความไวต่อผลกระทบของสิ่งแวดล้อม เช่น ความร้อน, ความชื้น มากกว่าการใช้อัตราการใช้ออกซิเจนของกล้ามเนื้อเป็นเกณฑ์

เกณฑ์การประเมินโดยใช้หลักชีวกลศาสตร์

เป็นการพิจารณาเปรียบเทียบภาระงานที่กระทำบนกระดูกสันหลัง กับเกณฑ์ขีดจำกัดสูงสุดที่ยอมรับได้ (MAL) โดยใช้วิธีทางชีวกลศาสตร์มาเป็นเครื่องมือช่วยให้ทราบว่าลักษณะงานที่ทำนั้นเกินค่า MAL หรือไม่ เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขและปรับปรุงสภาพการทำงานให้เกิดความปลอดภัยมากที่สุด แม้ว่าวิธีการประเมินจะได้มีการพัฒนาการคำนวณในสภาวะสถิต (Static) ซึ่งให้ผลของแรงที่กระทำต่อกล้ามเนื้อและกระดูกต่ำกว่าความเป็นจริง มาเป็นการคำนวณแรงในสภาวะพลวัต (Dynamics) ซึ่งให้ค่าใกล้เคียงกับสภาพการทำงานจริงแต่การใช้เกณฑ์การประเมินทางชีวกลศาสตร์ก็ยังไม่เป็นที่แพร่หลายในการนำไปศึกษาในสถานที่ทำงานจริงเนื่องจากข้อกำหนดด้านเวลาและเครื่องมือ (ตริฉัตร, 2538)

เกณฑ์ทางชีวกลศาสตร์ที่ใช้ในการกำหนดขีดจำกัดที่ยอมรับได้ในการยกของส่วนใหญ่จะกำหนดเป็นแรงกดที่กระทำต่อกระดูกสันหลัง ซึ่งวิธีหนึ่งที่ใช้ในการศึกษาแรงกดดังกล่าว คือ การนำเอากระดูกสันหลังของผู้ตายที่ได้รับการตรวจสอบจากแพทย์แล้วว่าไม่มีการแตกร้าวหรือรอยชำรุดและได้เก็บรักษาภายใต้อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จากนั้นนำกระดูกสันหลังมาทดสอบความสามารถสูงสุดในการรับแรงกดโดยการเพิ่มภาระงานให้กับชิ้นส่วนกระดูกจนกระดูกเกิดการเสียรูป โดยในการทดลองจะควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ที่ 100 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ซึ่งมีสภาพใกล้เคียงกับภายในร่างกายมนุษย์ ค่าภาระงานสุดท้ายที่อ่านได้นี้จะเป็นค่า Compressive Strength ของกระดูกสันหลัง จากแนวคิดดังกล่าวนี้ ค่า Compressive Strength จึงเป็นค่าสูงสุดที่กระดูกสันหลังจะทนได้ เมื่อมีภาระงานมากระทำ ได้มีนักวิจัยหลายคนทำการทดลองและสร้างความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Compressive Strength กับลักษณะเฉพาะของบุคคล เป็นฟังก์ชันของอายุ, เพศ, น้ำหนักร่างกาย และค่าจำเพาะของกระดูกสันหลังแต่ละชิ้น (Spinal component: SC)

ในการป้องกันอันตรายที่จะเกิดจากการที่กระดูกสันหลังได้รับแรงกดที่มากเกินไปนั้น นักวิจัยหลายคนจึงได้เสนอค่าภาระงานสูงสุดที่กระทำต่อกระดูกสันหลังในระดับที่สามารถยอมรับได้ (MAL) ซึ่ง Eie (1966) พบว่า ค่า MAL จะอยู่ในช่วงร้อยละ 33 ถึงร้อยละ 93 ของค่า Compressive Strength โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 60 ในขณะที่ Yogonandan *et al.* (1989) พบว่า ค่า MAL ของคนปกติมีค่าประมาณร้อยละ 83 ของ Compressive Strength จากนั้น Genaidy (1993) ทำการทดลองพบว่า ค่า MAL ควรอยู่ประมาณร้อยละ 64 ซึ่งใกล้เคียงกับ Eie สรุปไว้

ตารางที่ 2.1 แสดงสมการประมาณค่า CS ที่นักวิจัยคนอื่นได้กำหนดไว้ (อ้างจากตริฉัตร,2538)

นักวิจัย	สมการประมาณค่า CS (นิวตัน) จากกระดูกสันหลังที่ได้จากศพ
Sonoda *et al.* (1962)	CS = 6421.3 + (374.3*SC[#])
Guzulov *et al.* (1966)	CS = 6218.1 + (783.0*SC)
Hutton *et al.* (1979)	CS = 8567.4 - (72.0*อายุ) - (3276.9*เพศ[*]) + (374.0*SC)
Messerer (1980)	CS = 1908.3 + (299.7*SC)
Hutton & Adams (1982)	CS = 18512-(29.3*อายุ)-(3215.5*เพศ)+(539.9*SC)+(97.0*น้ำหนักร่างกาย)
Adams & Hutton (1982)	CS = -7308.4 - (69.8*อายุ) - (140.7*เพศ) + (280.2*SC) + (42.4*น้ำหนักร่างกาย)
Hansson *et al.* (1987)	CS = -13557.0 - (63.1*อายุ) - (454.4*เพศ) + (404.2*SC) + (54.5*น้ำหนักร่างกาย)
Brinkmann *et al.* (1988)	CS = -2894.9 - (64.8*อายุ) - (1018*เพศ) + (284.7*SC)
Biggemann (1988)	CS = 5719.6 - (53.1*อายุ) - (1722.1*เพศ) + (312.1*SC)
Jager & Luttmann (1992)	CS = (10.53 - 0.975*(อายุ/10)) x 10^3 สำหรับเพศชาย
	CS = (7.03 - 0.591*(อายุ/10)) x 10^3 สำหรับเพศหญิง
Genaidy *et al.* (1993)	CS = 7222.41-(1047.71*ช่วงอายุ[**])-(1279.18*เพศ)+(56.73*เปอร์เซ็นต์ไขมันของประชากร)

หมายเหตุ

\# ค่า SC ของกระดูกแต่ละชิ้น : C1=2 C2=2 C3=3 C4=4 C5=5 C7=7 T1=8 T3=10 T4=11 T5=5 T6=6 T7=7 T8=8 T9=9 T10=10 T12=12 L1=13 L2=14 L4=16 T12/L1=43 L1/L2=44 L2/L3=45 L3/L4=47 L4/L5=47 L5/S1=48

* เพศ : เพศชาย และเพศหญิง มีตัวเลขเชิงคุณภาพเป็น 1 และ 2 ตามลำดับ

** ช่วงอายุ 20-29, 30-39,40-49 และมากกว่า 50 ปี มีค่าตัวเลขเชิงคุณภาพเป็น 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ

เกณฑ์การประเมินโดยใช้หลักจิตฟิสิกส์ (Psychophysics)

จิตฟิสิกส์ (Psychophysics) เป็นสาขาหนึ่งของจิตวิทยา เป็นการศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้าทางกายภาพและการตอบสนองของร่างกายต่อสิ่งเร้า Steven (1960) ได้แสดงให้เห็นว่า ความแรงของการตอบสนองมีความสัมพันธ์โดยตรงต่อสิ่งเร้าที่มากระทบ โดยมีความสัมพันธ์แบบฟังก์ชันกำลัง ดังนี้

$$S = kI^{n}$$

โดยที่ S คือ ความแรงของการตอบสนอง

I คือ ระดับความเข้มของสิ่งเร้า

k คือ ค่าคงที่

n คือ ค่าความชันของฟังก์ชันกำลังในกราฟ Log-Log Scale ซึ่ง Steven (1967) ได้เสนอว่าสำหรับงานยกของ n ควรจะเท่ากับ 1.45 (อ้างจาก Ayoub,1980)

วิธีการทางจิตฟิสิกส์อยู่บนพื้นฐานความเชื่อที่ว่ามนุษย์สามารถรู้สึกและอินติเกรตฟังก์ชันของความเครียด (Stress) ที่เกิดกับทุกส่วนของร่างกายได้ และมนุษย์มีความสามารถที่จะประเมินและตัดสินระดับความเครียดที่เขายอมรับได้และเหมาะสมกับสภาพของตน (Kroemer, 1994)

หลักการของการใช้จิตฟิสิกส์ในการกำหนดค่า MAW คือ การทดลองให้ผู้ถูกทดสอบทำการยกหรือเคลื่อนย้ายวัสดุที่น้ำหนักต่างๆ และสามารถปรับน้ำหนักได้โดยไม่รู้น้ำหนักที่แท้จริง เพื่อให้ผู้ถูกทดสอบเลือกน้ำหนักมากที่สุดที่เขาพึงพอใจ และคาดหมายว่าหากทำการยกหรือเคลื่อนย้ายของที่น้ำหนักนั้นตลอดกะการทำงานจะสามารถทำการยกหรือเคลื่อนย้ายได้โดยไม่ก่อให้เกิดความเครียด (Strain) ภาวะไม่สบาย เหนื่อยหอบ หรืออุณหภูมิร่างกายสูงเกินขนาด (Snook, Irvine, Bass, 1970) โดยจะต้องใช้เวลาในการฝึกหัดการยกหรือเคลื่อนย้ายวัสดุ เพื่อให้ผู้ถูกทดสอบเรียนรู้หลักและวิธีการที่ถูกต้อง

Ayoub *et al.* (1980) พิจารณาใช้เกณฑ์การประเมิน 3 อย่าง คือเกณฑ์การประเมินทางชีวกลศาสตร์, จิตฟิสิกส์ และผลตอบสนองทางสรีรวิทยา ในการหา MAW ในงานยกของขึ้น

เพื่อเปรียบเทียบ MAW ที่ได้จากทั้ง 3 เกณฑ์ เพื่อเสนอเป็นข้อแนะนำในการยกของอย่างปลอดภัย โดยต้องพิจารณาถึงประสิทธิภาพในการทำงานและการบาดเจ็บที่จะเกิดกับระบบกล้ามเนื้อโดยเฉพาะบริเวณหลังส่วนล่างร่วมด้วย ในงานวิจัยได้แยกลักษณะของงานยกเป็นสอง กลุ่มคือ งานยกที่มีการยกซ้ำต่อเนื่องตลอด และงานยกเป็นครั้งคราวไม่ต่อเนื่องตลอด ซึ่งในการหา MAW ของงานยกทั้งสองกลุ่มจะใช้เกณฑ์ต่างกันคือ ในงานยกซ้ำต่อเนื่องจะใช้เกณฑ์ทางจิตฟิสิกส์และผลตอบสนองทางสรีรวิทยา (ในงานวิจัยนี้ใช้อัตราการใช้พลังงานในกระบวนการเมแทบอลิซึม) ส่วนงานยกเป็นครั้งคราวจะใช้เกณฑ์ทางจิตฟิสิกส์และชีวกลศาสตร์ ผลการทดลองที่ได้พบว่า ถ้าเป็นงานยกเป็นครั้งคราว MAW ที่ได้จากแนวทางจิตฟิสิกส์จะน้อยกว่าแนวทางชีวกลศาสตร์ และถ้าเป็นงานยกซ้ำต่อเนื่องกันพบว่า MAW จากแนวทางจิตฟิสิกส์ที่ความถี่การยกต่ำจะมีค่าน้อยกว่าจากแนวทางผลตอบสนองทางสรีรวิทยา แต่ที่ความถี่การยกสูง MAW จากแนวทางจิตฟิสิกส์จะมากกว่าแนวทางผลตอบสนองทางสรีรวิทยา จากผลที่ได้ตั้งข้อสังเกตได้ว่า ในการเสนอแนะแนวทางการยกของให้ปลอดภัยนั้นแนวทางผลตอบสนองทางสรีรวิทยาจะเสนอให้เพิ่มน้ำหนักให้มากเท่าที่เป็นไปได้ เพื่อลดความถี่ในการยกในขณะที่แนวทางจิตฟิสิกส์และชีวกลศาสตร์จะเสนอให้น้ำหนักยกของน้อยแต่เพิ่มความถี่ให้สูงขึ้น ซึ่งมีความขัดแย้งกัน

Karwowski (1984) ได้ทำการศึกษาการประยุกต์ใช้ทฤษฎี Fuzzy Set ในการทดสอบสมมติฐานและสรุปได้ว่า การพิจารณารวมแนวทางชีวกลศาสตร์เข้ากับแนวทางสรีรวิทยาในการทำงาน จะเป็นการรวมผลกระทบของลักษณะที่แตกต่างกันที่มีต่อบุคคล และบุคคลจะตอบสนองต่อผลกระทบนี้ออกมาในรูปของการตอบสนองเชิงจิตฟิสิกส์

Karwowski (1984) ทำการศึกษาความสามารถของคนในการแยกความแตกต่างของระดับความหนักของภาระงานในการยกของขึ้น โดยใช้นักศึกษาชาย 12 คน ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการให้เรียงน้ำหนักของกล่อง จำนวน 28 ลำดับงาน (จากน้อยไปมาก หรือจากมากไปน้อย) ที่มีน้ำหนักในช่วง 2.3 ถึง 29.1 กิโลกรัม โดยในแต่ละลำดับงานจะประกอบด้วยกล่องที่บรรจุน้ำหนัก 5 กล่องซึ่งแต่ละกล่องจะมีความแตกต่างของน้ำหนัก (load differential) เท่าๆกัน เป็น 0.45, 0.91, 1.6 หรือ 3.63 กิโลกรัม (ต้องทดลองทั้งหมด) ตัวแปรอิสระที่พิจารณาคือ ความแตกต่างของน้ำหนัก โดยมี จำนวนครั้งที่เรียงกล่องตามน้ำหนักผิด, ระดับความเชื่อมั่นของผู้ถูกทดสอบในการเรียงน้ำหนักกล่องได้ถูกต้อง และระดับความเชื่อมั่นในการอธิบายความหนักเบาของกล่องแต่ละกล่องเป็นตัวแปรตาม ผลการทดลองได้ว่าถ้าความแตกต่างของน้ำหนัก

ยิ่งน้อยโอกาสที่จะเรียงน้ำหนักผิดก็ยิ่งมาก ซึ่งชี้ให้เห็นว่า การหาน้ำหนักสูงสุดที่ยอมรับได้ในการยกจะเชื่อถือได้ก็ต่อเมื่อผู้ถูกทดสอบใช้น้ำหนักที่ทำการปรับแต่ละครั้งอย่างน้อยที่สุด 1.8 กิโลกรัม ในการเพิ่มเข้าหรือเอาออก

Taboun & Dutta (1984) ใช้เกณฑ์การประเมินผลตอบสนองทางสรีรวิทยา และเกณฑ์การประเมินโดยใช้วิธีจิตฟิสิกส์ ในการเปรียบเทียบกิจกรรมการยกของขึ้น-ลง และการเดินถือของ ของงานผสม และงานเดี่ยวของกิจกรรมทั้งสามข้างต้น ซึ่งในการประเมินโดยใช้ผลตอบสนองทางสรีรวิทยาจะพิจารณา อัตราการเต้นของหัวใจ และอัตราการใช้ออกซิเจนของกล้ามเนื้อ ($\dot{V}O_2$) ส่วนเกณฑ์การประเมินโดยใช้หลักจิตฟิสิกส์พิจารณาค่า MAW ผลจากการทดลองพบว่า อัตราการเต้นของหัวใจ และ $\dot{V}O_2$ ของงานผสมจะมีค่าสูงกว่าเมื่อแยกพิจารณาเป็นงานเดี่ยว ส่วนค่า MAW ของงานผสมจะมีค่าน้อยกว่า MAW ของงานเดี่ยว

Jiang & Smith (1985) ทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบค่า MAW และอัตราการเต้นของหัวใจ ของงานเคลื่อนย้ายวัสดุที่ประกอบด้วยกิจกรรม การยกของขึ้น-ลง และการเดินถือของ ในนักศึกษาชาย 12 คน โดยพิจารณาในลักษณะงานผสมและงานเดี่ยว ได้ข้อสรุปว่า MAW ของงานผสมจะน้อยกว่างานเดี่ยว ซึ่งพบว่าค่า MAW ที่ใกล้เคียงกันที่สุดของงานผสมและงานเดี่ยวจะมีค่าแตกต่างกันระหว่างร้อยละ 0.3-26 และอัตราการเต้นของหัวใจในงานเดี่ยวจะมีค่าน้อยกว่าในงานผสมถึงแม้จะยกน้ำหนักได้มากกว่า

Ciriello *et al.* (1990) ได้ทำการศึกษาเพิ่มเติมจากงานวิจัยของ Taboun & Dutta (1984) และ Jiang & Smith (1985) เนื่องจากพิจารณาเห็นว่างานวิจัยทั้งสองทำการเปรียบเทียบค่า MAW ของงานผสมและงานเดี่ยวที่ความถี่เดียวกัน ซึ่งจะเห็นว่าในรอบการทำงานหนึ่งๆ งานผสมจะมีเวลาพักน้อยกว่างานเดี่ยว ดังนั้นจึงทำการทดลองเปรียบเทียบค่า MAW ที่ความถี่การทำงานเดียวกันและที่สัดส่วนเวลาทำงาน-พักที่ใกล้เคียงกัน โดยในการทดลองเป็นการเคลื่อนย้ายวัสดุด้วยมือเป็นเวลาต่อเนื่องกัน 4 ชั่วโมง ที่ความถี่การทำงาน 4.3 ครั้งต่อนาที หรือต่ำกว่านี้ ใช้ผู้ถูกทดสอบเป็นหญิง 12 คน และชาย 10 คน ซึ่งเป็นคนงานที่ทำงานในโรงงานอุตสาหกรรม การทดลองประกอบด้วยงาน ยกของขึ้น, ยกของลง, ผลัก, ดึง และเดินถือ ใช้วิธีจิตฟิสิกส์ในการประเมินค่า MAW และMAF ร่วมกับการวัดอัตราการเต้นของหัวใจ, อัตราการใช้ออกซิเจน และกำลังในภาวะสถิตและพลวัตควบคู่ไปด้วย ผลการทดลองพบว่า น้ำหนักสูงสุดที่ผู้ถูกทดสอบเลือกหลังทำการทดลองไปได้ 40 นาที กับน้ำหนักสูงสุดที่เลือกหลังทดลองต่อเนื่อง 4 ชั่วโมงให้ผลไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ผู้ถูกทดสอบมีอัตราการใช้ออกซิเจนเฉลี่ย 28% ของ $\dot{V}O_2max$ และ MAW ของงานเดี่ยวที่เป็นการยกขึ้น และยกลงให้ผลไม่ต่างกับงานผสม แต่ค่า

MAWของงานเดี่ยวที่เป็นการเดินถือของให้ค่าที่ต่างกับงานผสม จากผลการทดลอง Ciriello และคณะ สรุปว่า การประเมินค่าความเสี่ยงในงานผสมสามารถทำได้โดยพิจารณาขีดจำกัดของงานเดี่ยวที่เป็นส่วนประกอบ โดยเลือกใช้ค่า MAW ที่เป็นค่าวิกฤติ หรือต่ำที่สุด

จากการศึกษาผลกระทบของระยะเวลาการทำงานต่อ MAW และ MAF นั้น Ciriello (1990) พบว่าแนวทางจิตฟิสิกส์มีความเหมาะสมในการพิจารณา MAW และ MAF สำหรับงานที่มีความถี่ของการยกน้อยกว่าหรือเท่ากับ 4.3 ครั้งต่อนาที Karwowski และ Yates (1990) ก็ทำการศึกษาในทำนองเดียวกันและสรุปว่า แนวทางจิตฟิสิกส์ไม่ควรนำมาใช้ในการกำหนดน้ำหนักมาตรฐานในงานยกที่มีความถี่มากกว่า 6 ครั้งต่อนาที ซึ่งข้อสรุปนี้สนับสนุนผลการทดลองของ Asfour (1980) ที่กล่าวว่า ที่ความถี่การยกสูงๆ (มากกว่า 6 ครั้งต่อนาที) เมื่อทำการทดลองโดยใช้แนวทางจิตฟิสิกส์ ผู้ถูกทดสอบแต่ละคนมีแนวโน้มที่จะยกน้ำหนักได้มากกว่าที่ประมาณไว้ (Overestimate) ถ้าระยะเวลาการทดสอบน้อยกว่า 1 ชั่วโมง

Fernandez, Ayoub & Smith (1991) ทำการศึกษาผลกระทบของเวลาต่อความสามารถในการยก ของแต่ละบุคคลตามแนวทางจิตฟิสิกส์ ในการทดลองใช้นักศึกษาชาย 12 คน โดยขั้นต้นให้ทุกคนยกของจากพื้นถึงระดับข้อนิ้วมือและปรับหาน้ำหนักสูงสุดที่ยอมรับได้ ภายในเวลา 25 นาที ที่ความถี่ 2 ครั้งต่อนาที และ 8 ครั้งต่อนาที เพื่อเป็นน้ำหนักเริ่มต้นในการทดลองขั้นต่อไป จากนั้นจะให้ทำการยกของต่อเนื่องกันเป็นระยะเวลา 8 ชั่วโมง (พัก 15 นาที ที่ชั่วโมงที่ 2 ,พัก 30 นาทีเพื่อรับประทานอาหารที่ชั่วโมงที่ 4 และพักอีก 15 นาที ที่ชั่วโมงที่ 6) โดยแบ่งการทดลองเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่ 1 ให้ผู้ถูกทดสอบทุกคนทำการยกของด้วยน้ำหนักที่ทำไว้ตอนต้น ต่อเนื่องกัน 8 ชั่วโมง ที่ความถี่ 2 และ 8 ครั้งต่อนาที โดยอนุญาตให้ทุกคนสามารถปรับน้ำหนักใหม่ได้ตลอดและจะชั่งน้ำหนักของที่ยกทุก 1 ชั่วโมง รวมถึงวัดค่าอัตราการใช้ออกซิเจนและอัตราการเต้นของหัวใจด้วย ส่วนที่ 2 ให้ผู้ถูกทดสอบทำการทดลองเช่นเดียวกับส่วนที่ 1 แต่ไม่อนุญาตให้มีการปรับน้ำหนักใหม่ หากทว่าผู้ถูกทดสอบสามารถหยุดทำการยกของได้หากไม่สามารถทนยกต่อไปให้ครบ 8 ชั่วโมง หรือมีอัตราการเต้นของหัวใจสูงกว่า 150 ครั้งต่อนาที ผลการทดลองพบว่า ในการทดลองยกต่อเนื่องกัน 8 ชั่วโมงโดยให้ปรับน้ำหนักได้ ผู้ถูกทดสอบจะยกน้ำหนักได้เฉลี่ยร้อยละ 85.4 ของน้ำหนักเริ่มต้น ในขณะที่ถ้าให้ยกโดยไม่ให้ปรับน้ำหนัก ที่ความถี่ 2 ครั้งต่อนาทียกได้ตลอดทั้ง 12 คน แต่ที่ความถี่ 8 ครั้งต่อนาที มีผู้ถูกทดสอบเพียง 3 คน ที่สามารถยกได้ครบ 8 ชั่วโมง จากผลการทดลองชี้ให้เห็นว่า แนวทางจิตฟิสิกส์ใช้ได้ดีกับการวัดความสามารถในการยกของที่ช่วงความถี่ต่ำ และจะให้ค่าที่สูงเกินไปในช่วงความถี่สูง

Snook & Ciriello (1991) ศึกษาหาค่า MAW และ MAF โดยวิธีจิตฟิสิกส์ ร่วมกับการวัดค่าอัตราการใช้ออกซิเจน และอัตราการเต้นของหัวใจ สำหรับการยกของขึ้น-ลง, การผลัก, การลาก และการเดินถือ เพิ่มเติมจากงานวิจัยเก่าที่ทำไว้ตั้งแต่ปี 1967-1983 ในคนงานชายและหญิงจากโรงงานอุตสาหกรรม โดยทำเป็นตารางพิจารณาค่า MAW และ MAF ที่เปอร์เซ็นไตล์ที่ 10, 25, 75 และ 90 ของประชากรภาคอุตสาหกรรม ซึ่งในการทดลองมีปัจจัยที่พิจารณา คือ ความถี่การทำงาน, ระยะทาง, ความสูง, ระยะเวลาทำงาน-พัก, ขนาดกล่องและมือจับ, ระยะที่ยกของออกห่างจากลำตัว และงานผสม ผลจากการทดลองพบว่าค่า MAW และ MAF จะลดลงเมื่อความถี่ในการทำงาน, ระยะทาง, ความสูง และขนาดของกล่องเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะที่ความถี่สูงๆ ส่วนระยะเวลาทำงาน-พัก ซึ่งทดลองเปรียบเทียบการทำงาน 2 แบบ คือ ทำงาน 40 นาที-พัก 10 นาที กับ ทำงาน 100 นาที-พัก 20 นาที ในระยะเวลา 4 ชั่วโมง พบว่าให้ค่า MAW และ MAF ไม่ต่างกัน สำหรับการทดลองที่พิจารณางานผสมที่ประกอบด้วยกิจกรรมการยกของขึ้น-ลง และการเดินถือ พบว่า MAW ของกิจกรรมการยกของขึ้น-ลง ทั้งที่เป็นงานผสมและงานเดี่ยวไม่ต่างกัน แต่ MAW จากกิจกรรมการเดินถือในงานเดี่ยวจะสูงกว่างานผสม และอัตราการเต้นของหัวใจในงานผสมจะสูงกว่าในงานเดี่ยว จึงสรุปว่าการพิจารณาเกณฑ์น้ำหนักสูงสุดที่ยอมรับได้ของงานผสมสามารถพิจารณาจากงานเดี่ยวที่ให้ค่าวิกฤติ ในที่นี้คือ พิจารณาจากกิจกรรมการยกขึ้น และยกลง

Straker, Stewenson & Twomey (1996) ทำการศึกษาเปรียบเทียบค่าความเสี่ยงที่ประเมินได้ของงานผสมและงานเดี่ยวในกิจกรรมการเคลื่อนย้ายวัสดุด้วยมือ ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรม การยกขึ้น-ลง, การดึง, การเดินถือ และการผลัก โดยตัววัดที่ใช้ในการประเมินความเสี่ยงนี้คือค่า MAW ปัจจัยที่ใช้ในการทดลองมี 4 ปัจจัย คือ ชนิดของงาน (งานผสม, งานเดี่ยว), ความถี่ (1 ครั้ง/นาที, 3 ครั้ง/นาที สำหรับงานผสม และ 3 ครั้ง/นาที, 6 ครั้ง/นาที สำหรับงานเดี่ยว), ความสูง (ระดับพื้น, ระดับข้อนิ้วมือ, ระดับไหล่) และ เพศ (ชาย, หญิง) โดยผู้ถูกทดสอบเป็นนักศึกษาชาย 9 คน หญิง 9 คน จะทำการทดลองหา MAW ด้วยวิธีจิตฟิสิกส์ โดยทำการเคลื่อนย้ายกล่องที่มีมือจับ จากนั้นนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบค่า MAW ที่ได้จากงานผสมและงานเดี่ยวที่เป็นงานย่อย พบว่า มีค่าแตกต่างกัน จึงสรุปว่าในการใช้ MAW ของงานเดี่ยวเพื่อประเมินค่าความเสี่ยงที่เกิดจากงานผสมไม่สามารถยอมรับได้ แม้ว่าค่า MAW ของงานผสมที่ประมาณได้จากงานเดี่ยวโดยใช้สมการที่คำนวณจากวิธี Stepwise Regression จะมีค่า R^2 ประมาณ 0.8

Shoaf (1997) ศึกษาเพื่อพัฒนาสมการทางคณิตศาสตร์ในการคำนวณขีดความสามารถในกิจกรรมการเคลื่อนย้ายวัสดุด้วยมือ ได้แก่ การยกลง, การผลัก, การดึง และการเดินถือ เพื่อเป็นแนวทางป้องกันการบาดเจ็บบริเวณหลังส่วนล่าง ซึ่งในการทดลองจะใช้ 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนแรกจะใช้ข้อมูลทางจิตฟิสิกส์ในการสร้างสมการเบื้องต้น ขั้นที่สองจะทำการทดลองวิเคราะห์ผลทางชีวกลศาสตร์เพื่อปรับปรุงค่าขีดจำกัดที่ได้จากขั้นที่หนึ่ง และขั้นตอนสุดท้ายจะใช้ผลตอบสนองทางสรีรวิทยาในการปรับปรุงสมการให้สมบูรณ์ขึ้น ในการพัฒนาสมการทางคณิตศาสตร์ดังกล่าวจะพิจารณาปัจจัยลักษณะของงาน ได้แก่ ระยะทาง, ความสูง, ความถี่, ระยะเวลาในการทำงาน และปัจจัยด้านคน ได้แก่ อายุ, น้ำหนักตัว, MAW ของประชากรภาคอุตสาหกรรมในเปอร์เซ็นไตล์ต่างๆ เมื่อนำผลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับงานวิจัยอื่นๆ ที่ใช้แนวทางจิตฟิสิกส์ในการพิจารณากิจกรรมดังกล่าวข้างต้น พบว่าค่า MAW ในการเคลื่อนย้ายวัสดุที่ได้จะมีค่าน้อยกว่า แต่ผลที่ได้สนับสนุนผลการทดลองของ Karwowski (1983) ที่กล่าวว่า การพิจารณารวมแนวทางชีวกลศาสตร์เข้ากับแนวทางสรีรวิทยาในการทำงาน จะเป็นการรวมผลกระทบของลักษณะที่แตกต่างกันที่มีต่อบุคคล และบุคคลจะตอบสนองต่อผลกระทบนี้ออกมาในรูปของการตอบสนองเชิงจิตฟิสิกส์

เนื่องจากมีปัจจัยหลายอย่างที่เกี่ยวข้องกับการบาดเจ็บบริเวณหลังส่วนล่างและความสามารถในการเคลื่อนย้ายวัสดุของแต่ละคน ดังที่กล่าวถึงแล้วในตอนต้น ในการพิจารณาน้ำหนักสูงสุดที่ยอมรับได้จึงมักเลือกพิจารณาบางปัจจัย และพยายามควบคุมปัจจัยอื่นๆที่เหลือ

ในงานวิจัยนี้ให้ผู้ถูกทดสอบยกกล่องที่มีและไม่มีมือจับด้วยท่าทางที่ผู้ถูกทดสอบพึงพอใจ ดังนั้นจึงจะกล่าวถึงงานวิจัยบางงานที่เกี่ยวกับมือจับและท่าทางการยกประกอบด้วย

<u>งานวิจัยเกี่ยวกับท่าทางการทำงาน</u>

พวงแก้ว (2530) กล่าวถึงเทคนิคการยก 2 วิธี คือ การยกน้ำหนักในท่าหลังตรงเข่างอ (Squat) และการยกน้ำหนักในท่าก้มหลังเข่าตึง (Stoop) ว่าท่าหลังตรงเข่างอจะได้เปรียบเชิงกลมากกว่าอีกวิธีหนึ่งโดยวิธีการยกแบบหลังตรง จะมีขั้นตอนดังนี้

1. ก้าวชิดกับวัตถุที่ต้องการยก ขาทั้งสองข้างแยกออกห่างกันเล็กน้อย ย่อเข่า หลังตรงคล้ายกับการนั่งยองๆ เกร็งกล้ามเนื้อหลังและหน้าท้อง
2. จับวัตถุที่ต้องการยก แล้วใช้กล้ามเนื้อขาเหยียดเข่าให้ตรง
3. ตั้งลำตัวให้ตรงโดยการเหยียดกล้ามเนื้อข้อสะโพกและหน้าขา

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การยกน้ำหนักที่ถูกต้อง กระดูกเชิงกรานจะต้องเอียงทำมุมกับข้อสะโพก สันหลังต้องถูกยืดให้ตรงและแข็งเหนือเชิงกราน ส่วนบนของลำตัวงอและเหยียดตรง โดยอาศัยกล้ามเนื้อข้อสะโพก กระดูกสันหลังเป็นเพียงส่วนค้ำจุนไม่ให้ได้รับอันตรายเท่านั้น ท่าหลังตรงจะยกน้ำหนักได้มากกว่าหลังงอ

กระดูกสันหลังจะทำงานคล้ายกับคานงัด ซึ่งไม่เหมาะสำหรับที่จะยกน้ำหนัก เพราะยอดแหลมของกระดูกสันหลัง (บริเวณหลังส่วนล่าง) ที่ทำหน้าที่เป็นคานออกแรงยกนั้นจะสั้นมากเมื่อเทียบกับความยาวทั้งหมดของสันหลังที่ทำหน้าที่เป็นคานออกแรงต้าน ทำให้มีการเสียเปรียบเชิงกลมากถ้าก้มหลังยกของ ในขณะที่ถ้าลำตัวตั้งตรงเราจะสามารถยกน้ำหนักได้มากและเกิดแรงกดกับหมอนรองกระดูกสันหลังปล้องที่ 5 น้อย ถ้าเรายิ่งก้มตัวมากถึง 90 องศา แรงกดที่เกิดกับหมอนรองกระดูกสันหลังดังกล่าวก็ยิ่งเพิ่มมากขึ้น เช่น ถ้ายกน้ำหนัก 100 กิโลกรัม แรงกดที่เพิ่มขึ้นจะเป็น 1,100 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ซึ่งทำให้หมอนรองกระดูกสันหลังมีการฉีกขาดได้

Anderson & Chaffin (1986) ได้ทำการศึกษาเทคนิคการยกของ 5 วิธี โดยใช้การประเมินตามแนวทางชีวกลศาสตร์ในภาวะงานสถิต ของการยกของขึ้นในระนาบหน้า-หลัง (sagittal- plane) การทดลองจะวิเคราะห์ภาระงาน 2 แบบ คือ การยกของที่มีลักษณะหนักทึบ (compact load) และการยกของที่มีขนาดใหญ่-หลวม (bulky load) ทำการยกจากระดับพื้นถึงระดับเอว ใช้น้ำหนัก 44, 222 และ 400 นิวตัน ตัวแปรที่วัดเพื่อใช้พิจารณาเปรียบเทียบคือ แรงกดที่เกิดกับหมอนรองกระดูกระหว่าง L5/S1, ผลที่เกิดกับหลังส่วนล่าง และกำลัง (strength) ของ ไหล่, หมอนรองกระดูกระหว่าง L5/S1, สะโพก และหัวเข่าที่ต้องใช้ในการออกแรงยก โดยในการออกแบบการทดลอง หรือเทคนิคการยกนั้น Anderson & Chaffin ได้พิจารณาจากหลักความปลอดภัยของวิธีการยก 4 อย่าง คือ ตำแหน่งการวางเท้า, ลักษณะของหัวเข่า (งอ หรือเหยียดตึง), ลักษณะของหลัง (โค้งงอ หรือ ราบตรง) และตำแหน่งของมือบนวัตถุที่ยก สำหรับเทคนิค หรือท่าทางการยกที่เลือกมาทำการวิเคราะห์ 5 วิธี ได้แก่

1. ท่าทางการยกแบบ Stoop มีลักษณะดังนี้ วางเท้าขนานกัน, เข่าตึง (straight), หลังงอ (curved) ท่าทางการยกแสดงได้ดังรูปที่ 2.2

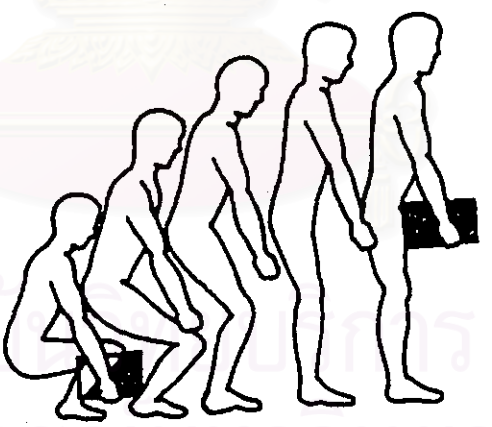
2. ท่าทางการยกแบบ Squat parallel/flat มีลักษณะดังนี้ วางเท้าขนานกัน, เข่างอ (bent), หลังตรง (flat) ท่าทางการยกแสดงได้ดังรูปที่ 2.3

3. ท่าทางการยกแบบ Squat parallel/curved มีลักษณะดังนี้ วางเท้าขนานกัน, เข่างอ, หลังงอ

4. ท่าทางการยกแบบ Squat straddle/flat มีลักษณะดังนี้ วางเท้าเยื้องกัน (เท้าข้างหนึ่งอยู่ข้างวัตถุ อีกข้างหนึ่งอยู่หลังวัตถุ วัตถุจะอยู่ระหว่างเข่าทั้งสอง), เข่างอ, หลังตรง

5. ท่าทางการยกแบบ Squat straddle/curved มีลักษณะดังนี้ วางเท้าเยื้องกัน, เข่างอ, หลังงอ

รูปที่ 2.2 ท่าทางการยกแบบ Stoop



รูปที่ 2.3 ท่าทางการยกแบบ Squat parallel/flat

จากผลการทดลองได้ข้อสรุปว่า วิธีการยกของด้วยท่าทางแบบ Squat แบบวางเท้าเยื้องกันและหลังตรงเป็นวิธีที่ดีที่สุดที่ทำให้ความเครียด (strain) ที่เกิดกับเอ็นบริเวณหลังส่วนล่าง, แรงกดที่เกิดกับหมอนรองกระดูกระหว่าง L5/S1 และกำลังที่กล้ามเนื้อส่วนต่างๆต้องใช้ในการ

ยกมีค่าต่ำสุด ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของนักวิจัยหลายคนที่กล่าวว่าการยกด้วยวิธี Squat จะได้เปรียบการยกด้วยวิธี Stoop ด้วยเหตุผล 3 ประการ คือ

1. ท่าทางการยกแบบ Squat จะใช้ขาเป็นอวัยวะส่วนที่รับน้ำหนัก ซึ่งกล้ามเนื้อขามีความแข็งแรงกว่ากล้ามเนื้อหลังที่ใช้ในท่าทางการยกแบบ Stoop ทำให้สามารถยกน้ำหนักได้มากกว่า

2. ท่าทางการยกแบบ Squat วัตถุหรือภาระงานที่ยกจะอยู่ชิดลำตัว ซึ่งช่วยลดโมเมนต์ของแขน

3. ท่าทางการยกแบบ Squat ทำให้เส้นเอ็นบริเวณหลังส่วนล่างได้รับความเครียดต่ำกว่า ท่าทางการยกแบบ Stoop

(Anderson & Chaffin อ้างจาก Amussen *et al.*,1965; Adam & Hutton,1982; Edgar, 1979; Leskinen *et al.*,1983; Bendix & Zid, 1983; Troup *et al.*, 1983)

Anderson & Chaffin พบข้อสังเกตที่น่าสนใจ คือการใช้ท่าทางการยกแบบ Stoop ในการยกของขนาดใหญ่-หลวม ไม่ใช่วิธีที่ดีที่สุดเมื่อเทียบกับวิธีอื่น ซึ่งขัดแย้งกับงานวิจัยของ Park & Chaffin (1974) และ Troup *et al.* (1983) ที่กล่าวว่า ท่าทางการยกแบบ Stoop เหมาะกับการยกวัสดุที่มีขนาดกว้างมากๆเมื่อวางอยู่ระหว่างเข่าทั้งสองข้างเพราะโมเมนต์ที่เกิดกับหลังจะต่ำสุด ซึ่งAnderson & Chaffin อธิบายว่าเนื่องจาก ในการทดลองนี้เทียบการยกแบบ Stoop กับการยกแบบ Squat ที่มีลักษณะการวางเท้าแบบเยื้องกันร่วมด้วย ในขณะที่งานวิจัยในอดีตเทียบลักษณะการวางเท้าขนานเหมือนกันทั้งคู่ ซึ่งข้อได้เปรียบของการวางเท้าเยื้องกันคือวัตถุจะอยู่ระหว่างหัวเข่าทั้งสองข้างทำให้สามารถยกของชิดลำตัวได้มากขึ้น

<u>งานวิจัยเกี่ยวกับมือจับ</u>

Garg (1980) ได้ทดลองหาผลของรูปร่างภาชนะบรรจุ, ขนาด และมือจับ (Handle) ที่มีต่อค่า MAW ในการยกของขึ้นโต๊ะของนักศึกษาชาย 10 คน ที่ผ่านการฝึกอบรมเรื่องการยกของมาแล้วโดยใช้วิธีทางจิตฟิสิกส์ ซึ่งในการทดลองพิจารณารูปร่างภาชนะที่เป็นกล่องที่มีและไม่มีมือจับ 6 ขนาด ความสูง 25 เซนติเมตรและมี ความกว้าง (ซ.ม.) x ความยาว (ซ.ม.) เป็น 38x51, 51x38, 51x51, 51x64, 64x51 และ64x64 กับถุงบรรจุไปรษณียภัณฑ์ 3 ขนาด ที่มีความยาว (ซ.ม.) x เส้นผ่านศูนย์กลาง (ซ.ม.) เป็น 46x51, 89x56 และ 91x71 ผลจากการทดลองพบว่าจะได้ MAW สูงสุดเมื่อยกด้วยกล่องที่มีมือจับขนาด 38x51 และ 51x38 และ MAW จะมีค่าต่ำสุดเมื่อยกด้วยกล่องที่ไม่มีมือจับขนาด 64x64 เมื่อพิจารณา MAW สูงสุดในแต่

ละรูปแบบการยกพบว่า การยกของด้วยกล่องที่มีมือจับจะมากกว่า การยกของด้วยถุงไปรษณียภัณฑ์ และการยกของด้วยกล่องที่ไม่มีมือจับ ตามลำดับ

NIOSH (1981) ได้แนะนำลักษณะของมือจับที่ดี ควรมีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 2.5 - 3.8 เซนติเมตร กว้าง 11.0 - 12.0 เซนติเมตร และมีลักษณะเป็นทรงกระบอก (Cylindrical) จะดีกว่าทำให้เข้ากับรูปร่างของมือ เนื่องจากแต่ละคนมีสัดส่วนของมือแตกต่างกัน

Snook & Ciriello (1991) ทำการทดลองกิจกรรมการยกของขึ้นเพื่อพิจารณาผลของมือจับ และระยะที่ยกของออกห่างจากลำตัวกับ ที่มีต่อ MAW ที่ผู้ถูกทดสอบทำได้ พบว่าค่า MAW ของการยกกล่องที่ไม่มีมือจับชิดลำตัวจะลดลงประมาณร้อยละ 15 เมื่อเทียบกับการยกกล่องที่มีมือจับ และการยกของออกห่างลำตัวสุดแขนเอื้อมจะให้ค่า MAW ที่ลดลงประมาณร้อยละ 50 เมื่อเทียบกับการยกของชิดลำตัว

Weimer (1995) กล่าวอ้างถึงงานวิจัยของ Freivald (1987a) ว่ามือจับที่ดี ควรมีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 2.5 - 5.0 เซนติเมตร และลักษณะพื้นผิวของมือจับไม่ควรจะลื่น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย