

การออกแบบและสร้างระบบไฮดรอลิกส์สำหรับยกเตียงช่วยนั่ง Designed system of hydraulic by X-lift joints for wheelchair

สรารุณ สิริเกษมสุข*, กฤติพงษ์ วิริยะโรจนาวุฒิ และอดิสร ภูถาวร

มหาวิทยาลัยปทุมธานี 140 ม.4 ถ.ติวานนท์-ปทุมธานี ต.บ้านกลาง อ.เมือง จ.ปทุมธานี 12000
*ติดต่อ: sirikasemsuk@gmail.com, เบอร์โทรศัพท์ 0-2975-6999 ต่อ 161, โทรสาร 0-2979-6728

บทคัดย่อ

ในการดูแลผู้ป่วยที่ไม่สามารถช่วยเหลือตนเองได้นั้น จำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนอิริยาบถของผู้ป่วยเพื่อป้องกันการเกิดภาวะโรคแทรกซ้อน การเคลื่อนย้ายผู้ป่วยจากเตียงสู่เก้าอี้ และจากเก้าอี้สู่เตียง เป็นวิธีการป้องกันได้อีกทาง โดยในงานวิจัยนี้ได้ออกแบบเตียงช่วยนั่งที่สามารถปรับรูปแบบเพื่อให้เข้ากับเตียงของผู้ป่วย หรือเก้าอี้ของผู้ป่วย ที่ระดับความสูงนั้นๆ เพื่อเพิ่มความสะดวกให้แก่ผู้ดูแลผู้ป่วยในการเคลื่อนย้าย พร้อมปรับอิริยาบถให้ถูกต้องหลักทางสรีรวิทยา ซึ่งระบบเดิมเป็นแบบมอเตอร์ไฟฟ้าที่ขับเคลื่อน X-lift ระบบดังกล่าวหากก้าน X-lift มีแรงเสียดทานตามข้อต่อมากจำเป็นต้องใช้มอเตอร์ที่มีกำลังสูง และโครงสร้างที่มีความแข็งแรงมากเพื่อไม่ให้เสียรูป จึงได้เปลี่ยนมาเป็นระบบไฮดรอลิกส์ ที่มีกำลังในการยกวัตถุได้ดี โดยได้ออกแบบระบบไฮดรอลิกส์ ซึ่งมีกระบอกไฮดรอลิกส์ในการขับเคลื่อน X-lift เพื่อใช้ในการปรับระดับความสูง และรองรับความสูงของเตียงผู้ป่วยที่ 80 เซนติเมตร กับเก้าอี้ที่ให้ผู้ป่วยนั่งที่ความสูงต่ำสุด 45 เซนติเมตร โดยน้ำหนักของผู้ป่วยไม่เกิน 150 กิโลกรัม และเป็นการผ่อนแรงผู้ดูแลผู้ป่วยในการเคลื่อนย้ายผู้ป่วยที่ไม่สามารถช่วยเหลือตัวเองได้

คำหลัก: รถเข็นผู้ป่วย, ไฮดรอลิกส์, ผู้ป่วย

Abstract

To care for patients who cannot help themselves then. Require modification of the patient's posture to prevent the occurrence of complications. Moving patients from bed to chair. And from chair to bed. As a way to prevent another. In this research, one can design wheelchair can be adjusted to height match of the patient's bed or chair. For added convenience to patients' mobility. And the poses were of Ergonomics principle. The old system is an electric motor that drives the system if the system X-lift lever frictions by X-lift joints are required with high power motor. And the structure is very strong to prevent deformation. Has switched to a system of hydraulic devices. That has the capacity to lift a good by design, hydraulic devices. The hydraulic cylinder devices in the drive system used in the X-lift height adjustment. And accommodate the height of patient beds to 80 cm with a chair to the patient sits at a minimum height of 45 cm by the patient's weight not exceeding 150 kilogram and it is labor caregivers to move patients with cannot help themselves.

Keywords: wheelchair, hydraulic, patients.

DRC-2022

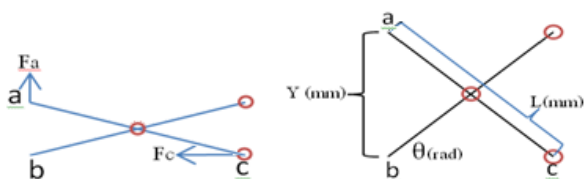
1. บทนำ

ในการดูแลผู้ป่วยที่ไม่สามารถช่วยเหลือตนเองนั้น จำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนอิริยาบถจากเตียงสู่เก้าอี้ และจากเก้าอี้สู่เตียง โดยปกติจะใช้การอุ้มผู้ป่วย ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้ผู้ดูแลอย่างน้อย 2 คน แต่จะดีกว่าหากมีการประยุกต์ใช้อุปกรณ์ หรือกลไกที่ช่วยให้ผู้ป่วยเคลื่อนย้ายจากเตียงมาสู่เก้าอี้ ทำให้เกิดแนวคิดที่ใช้เตียงที่สามารถปรับเป็นเก้าอี้ มารับผู้ป่วยจากเตียงหลัก แล้วปรับมาเป็นเก้าอี้ ส่วนระบบการปรับความสูงนั้น จากงานวิจัยเดิมที่ได้มีการออกแบบและสร้างเตียงช่วยนั่งโดยใช้ระบบมอเตอร์ไฟฟ้าเป็นกลไกยกเตียง ซึ่งขับเคลื่อนด้วย X-Lift 2 ตำแหน่ง แต่พบปัญหาคือ กำลังมอเตอร์สูงแต่ไม่เพียงพอ เนื่องจากแรงเสียดทานจากจุดหมุนต่างๆ ของ X-Lift อีกทั้งยังพบปัญหาจากการรอบการหมุนของมอเตอร์ที่ไม่เท่ากัน ทำให้ใช้งานปรับระดับความสูงแล้วระนาบของเบาะไม่ได้ระดับ ซึ่งในงานนี้จึงได้เปลี่ยนมาใช้ระบบไฮดรอลิกส์ช่วยในการยกเพราะสามารถยกของ หรือวัตถุที่มีน้ำหนักมากได้ ดังนั้นหากนำระบบไฮดรอลิกส์มาประยุกต์แทนระบบมอเตอร์ไฟฟ้าเพื่อขับเคลื่อน X-Lift จะสามารถออกแรงในการยกน้ำหนักได้มากกว่า และสามารถใช้เป็นตัวขับเคลื่อนเพียงตัวเดียวได้ เพื่อป้องกันปัญหาเรื่องเบาะไม่ได้ระดับ

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 สมการหาระยะความสูง

กลไกการยกแบบไขว้ (X-Lift) ระยะของความสูงจะขึ้นอยู่กับความยาวของก้านยกและจำนวนชั้นของกลไก



รูปที่ 1 กลไกการยกแบบไขว้ (X-Lift)

ซึ่งสามารถหาความสูงของกลไกได้จากสมการนี้

$$y = nL \sin \theta \quad (1)$$

$$F_c = \frac{F_a \cos \theta}{\sin \theta} = \frac{F_a}{\tan \theta} \quad (2)$$

$$F_c = F_a \sqrt{\left(\frac{nL}{y}\right)^2 - 1} \quad (3)$$

โดยที่ y คือ ความสูงของกลไกการยก (mm)

n คือ จำนวนชั้นของกลไกการยก

L คือ ความยาวของก้านยก (mm)

θ คือ มุมของกลไกการยก (rad)

F_a คือ น้ำหนักที่ต้องการยก (N)

F_c คือ แรงที่ใช้ในการยก (N)

2.2 ความเค้นดัดในคาน

ชิ้นส่วนของเตียงบางตำแหน่งจะรับแรงในแนวตั้งลักษณะเช่นเดียวกับคานทวิจุด ฉะนั้นจึงใช้ความเค้นดัด เป็นข้อจำกัดในการออกแบบความเค้นดัดสูงสุดจะเกิดที่ผิวนอกสุดของคาน ณ ตำแหน่งที่โมเมนต์ (bending moment) ดัดมีค่าสูงสุด ซึ่งคำนวณได้จากสมการความเค้นดัดดังสมการที่ (1)

$$\sigma_b = \frac{Mc}{I} \quad (4)$$

โดยที่ M คือ โมเมนต์ดัด (N.mm)

c คือ ระยะจากแกนสะเทิน (mm)

I คือ โมเมนต์ความเฉื่อย (mm^4)

3. การออกแบบ

3.1 การออกแบบโครงสร้างการปรับความสูง

จากชิ้นงานเดิมที่มีระยะสำหรับ X-Lift แบบ 2 ชั้นที่ใช้ระบบมอเตอร์ไฟฟ้านั้น เมื่อทำการเปลี่ยนระบบมาเป็นระบบไฮดรอลิกส์ ซึ่งจะต้องออกแบบระยะของ X-Lift เพื่อให้ความสูงรวมนั้นสามารถใช้งานร่วมกับความสูงของเตียงผู้ป่วยที่ระยะ 80 cm และเก้าอี้ที่ระยะ 45 cm ได้ จึงพิจารณาความสูงออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

DRC-2022

ส่วนที่ 1 โครงเหล็กใต้เบาะความสูงคงที่ 30 cm

ส่วนที่ 2 X – lift ความสูงปรับได้ที่ 5 - 40 cm

ส่วนที่ 3 ล้อความสูงคงที่ 10 cm

ตารางที่ 1 ตารางสรุปการออกแบบความสูง

ส่วนที่	ระยะความสูง	ความสูงแบบ (cm)	
		ระยะสูงสุด	ระยะต่ำสุด
1	คงที่	30	
3	คงที่	10	
2	ความสูงต้องการ	40	5
	1 X	40 +	10
	ความสูงรวม	80 +	50
	ส่วนต่าง	0	5

ในการออกแบบระบบยกของเก้าอี้ช่วยนั่งความสูงที่ต้องการ 45 – 80 cm เมื่อเปลี่ยนมาใช้ระบบไฮดรอลิกส์แล้วเพื่อระยะที่ของกระบอกลไฮดรอลิกส์ พบว่าระยะในการปรับความสูงที่ได้เป็น 50 – 80 cm ซึ่งมีโอกาสที่ผู้ป่วยอาจจะนั่งแล้วขาดลอยจากพื้นอยู่ 5 cm ซึ่งเป็นค่าที่ไม่มากนัก จึงใช้ระยะความสูงนี้ในการออกแบบระบบยกของ X-Lift กับระบบไฮดรอลิกส์

3.2 การคำนวณหาค่าความแข็งแรง

เนื่องจากเตียงช่วยนั่งเดิมเป็นระบบไฟฟ้า ที่กำหนดการรับน้ำหนักสูงสุด 100 กิโลกรัม แต่เมื่อได้เปลี่ยนมาเป็นระบบไฮดรอลิกส์ที่รับน้ำหนักได้ค่อนข้างมากนั้น ปัญหาที่ต้องระวังคือเรื่องของโครงสร้างว่ารับน้ำหนักได้หรือไม่ โดยในครั้งนี้ได้กำหนดน้ำหนักสูงสุดของผู้ป่วยอยู่ที่ 150 กิโลกรัม และน้ำหนักสูงสุดที่กดอยู่ในตำแหน่งบริเวณแผ่นหลังโดยน้ำหนักเป็น 67% ของน้ำหนักตัว ซึ่งสามารถคำนวณความแข็งแรงได้ดังนี้

$$M = W \times L \quad (5)$$

$$M = (150 \times 0.67 \times 9.81) \times (465 / 2) \\ = 229222.91 \text{ N.mm}$$

$$C = 17.65 \text{ mm}$$

$$I = 8203.6 \text{ mm}^4$$

และหาความเค้นดัดได้

$$\sigma_b = \frac{MC}{I} \quad (6) \\ \sigma_b = \frac{(229222.91)(17.65)}{8203.6} \\ = 493.17 \text{ N / mm}^2$$

โครงเตียงใช้เหล็กฉาก 4 ชั้น จะได้

$$\sigma = \frac{\sigma_b}{4} \quad (7) \\ = \frac{493.17}{4} \\ = 123.29 \text{ N/mm}^2$$

โดยความเค้นของวัสดุ $\sigma = 340 \text{ N/mm}^2$ แต่เพื่อความปลอดภัยในการรับแรงกระทกรก จึงใช้ค่าความปลอดภัยที่ 2.5 จะได้

$$\sigma_d = \frac{340}{2.5} = 136 \text{ N/mm}^2$$

จะเห็นว่าความเค้นที่ได้จากการคำนวณจะเท่ากับ 123.29 N/mm^2 และความเค้นใช้งานเท่ากับ 136 N/mm^2 เมื่อเปรียบเทียบความเค้นที่ได้จากการคำนวณจะน้อยกว่าความเค้นใช้งาน ชิ้นส่วนจะไม่เกิดการเสียหายเมื่อใช้งานจริง

3.3 การออกแบบการใช้งาน

เนื่องจากเตียงช่วยนั่งเป็นระบบไฮดรอลิกส์แบบแยก เพื่ออัดน้ำมันเข้าไปในกระบอกลไฮดรอลิกส์ ด้วยความดันทำให้เกิดแรงผลักดันเป็นการยกเตียงช่วยนั่ง ดังนั้นในการใช้งานเตียงช่วยนั่งแบบระบบไฮดรอลิกส์ จะมีการติดตั้งระบบแยกไว้ด้านหลัง บริเวณล่าง เพื่อเวลาการใช้งานจะสะดวกผู้ดูแลผู้ป่วย โดยใช้เท้าเหยียบไปยังแป้นรองของระบบแยกดังรูปที่ 2 พร้อม

DRC-2022

ยกเท้าเพื่อเริ่มการแยกใหม่จนกว่าจะได้ความสูงที่ต้องการ



รูปที่ 2 การปรับความสูงของเตียงช่วยนั่ง

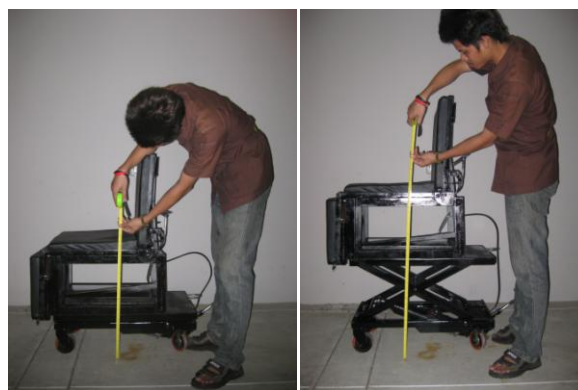
ส่วนเวลาที่ต้องการปรับระดับของเตียงช่วยนั่งลง ต้องเปิดทางน้ำมันของกระบอกไฮดรอลิกส์ให้ไหลกลับ ซึ่งได้ติดตั้งตัวเปิดปิดระบบนี้ ไว้ที่ตำแหน่งด้านใต้เบาะนั่ง ดังรูปที่ 3 เพื่อให้สามารถเอื้อมมือไปปรับก้านคันโยกโดยการดึง โดยที่ระยะการดึงคันโยกนั้นมีผลต่อความเร็วในการลง ซึ่งหากดึงสุดอาจทำให้ได้รับอันตรายได้



รูปที่ 3 คันโยกให้เตียงช่วยนั่งเคลื่อนที่ลง

4. ผลการทดลอง

ในการออกแบบระบบยกของสร้างเตียงช่วยนั่ง ด้วยระบบไฮดรอลิกส์ซึ่งจากการทดลอง และทดสอบ โดยเก็บข้อมูลที่ได้จากงานจริง เปรียบเทียบกับชิ้นงานที่ได้ออกแบบตามทฤษฎีแล้วนำค่ามาหาเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด ซึ่งการปรับความสูงนั้นสามารถปรับความสูงได้ที่ 50 ถึง 80 เซนติเมตร ดังรูปที่ 4



(ก)

(ข)

รูปที่ 4 แสดงการปรับความสูงที่ตำแหน่ง

(ก) ความสูงต่ำสุดที่ 50 เซนติเมตร

(ข) ความสูงสูงสุดที่ 80 เซนติเมตร

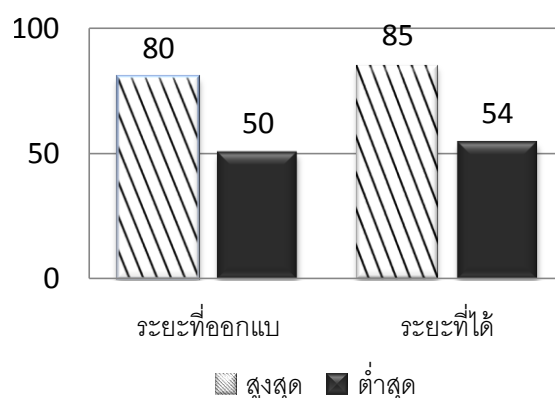
4.1 ผลทดลองการปรับระยะความสูง

ที่ความสูงต่ำสุด 50 เซนติเมตร วัดค่าจริงได้ที่ 54 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 8 % ซึ่งเป็นค่าที่ค่อนข้างน้อย

ที่ความสูงที่สูงสุด 80 เซนติเมตร วัดค่าจริงได้ 85 เซนติเมตร ซึ่งมากกว่าค่าที่ตั้งไว้

4.2 ผลทดลองเปรียบเทียบ

จากผลการทดลองการปรับความสูง สามารถสรุปค่าที่ทดลองได้ดังกราฟแผนภูมิรูปที่ 5



รูปที่ 5 แสดงกราฟเปรียบเทียบระดับความสูงที่ระยะสูงสุดและระยะต่ำสุด

DRC-2022

5. วิเคราะห์ผลการทดลอง

ในการปรับเตียงช่วยนั่งที่ระยะต่ำสุดได้ 54 เซนติเมตร ซึ่งค่าที่ตั้งไว้อยู่ที่ 50 เซนติเมตร ซึ่งไม่ได้ตามที่กำหนดไว้ เพราะด้วยเรื่องระยะของกระบอกลีโตรอลิกส์ และความหนาของเหล็กทรงก้าน X-Lift ส่วนของการปรับเตียงช่วยนั่งที่ระยะสูงสุดค่าที่ตั้งไว้อยู่ที่ระยะ 80 เซนติเมตร ซึ่งวัดออกมาจริงได้ที่ 85 เซนติเมตร ซึ่งเกินกว่าที่กำหนดไว้และยังสามารถปรับได้สูงกว่านี้อีก แต่เตียงช่วยนั่งจะเสียสมดุล โดยได้ปรับให้ระบบ X-Lift นั้นเคลื่อนที่เข้ามาในฐานเพียงแค่ 1 ใน 3 ของฐานรองโครงเตียงช่วยนั่ง

ในการปรับความสูงของเตียงช่วยนั่งจากระยะต่ำสุดที่ 54 เซนติเมตร มาเป็นความสูงที่ระยะสูง 80 เซนติเมตร จะต้องทำการแยกทั้งหมด 19 ที่ โดยแต่ละครั้งของการแยกจะได้ความสูงเฉลี่ย 1.67 เซนติเมตร

6 บทสรุปและข้อเสนอแนะ

6.1 จำนวนการแยกครั้งที่ 8 และ 9 ของกระบอกลีโตรอลิกส์ ห่างกันจนเกินไป เนื่องจากเกิดการค้างฝืดของ X-Lift ควรมีการใส่น้ำมันที่จุดหมุนเพื่อลดการฝืด

6.2 ในส่วนของตัวชิ้นงานนั้นถ้าหากผู้ป่วยเป็นคนตัวใหญ่เวลาขึ้นไปนอน สังเกตว่าเหมือนจะเกิดการไหลในระดับที่ถึงนอนกึ่งนั่งได้มีความคิดเห็นว่าจะมีการสร้างส่วนรองขาเพื่อให้ผู้ป่วยนั้นได้วางรองอีกทั้งยังเกิดความสบายและผ่อนคลายให้กับผู้ป่วยอีกด้วย

6.3 หากมีการเปลี่ยนล้อหลังให้มีขนาดใหญ่ จะทำให้การเคลื่อนย้ายเตียงช่วยนั่งสะดวกขึ้น

6.4 ในการใช้ระบบไฮดรอลิกส์จะสร้างกำลังได้มากกว่าระบบมอเตอร์ขับเคลื่อน X-Lift และตำแหน่งที่เป็นจุดหมุนของเพลายังพบความฝืดอยู่บ้าง จากการทดลองปรับระดับขึ้นลงหลายๆ ครั้ง ต้องมีการหล่อลื่นเป็นบางครั้ง

6.5 การติดตั้งระบบต้นกำลังเพียงตัวเดียวในการขับเคลื่อนกลไกเตียงปรับขึ้นลง ช่วยให้การปรับขึ้นลงรักษาระดับได้ดีกว่าติดตั้งระบบต้นกำลัง 2 จุด แต่ระบบต้นกำลังแบบตัวเดียวต้องใช้กำลัง

มากกว่าแบบ 2 จุด เป็น 2 เท่า ซึ่งไม่มีปัญหาเกี่ยวกับระบบไฮดรอลิก

6.6 เตียงช่วยนั่งถูกออกแบบมาเพื่ออำนวยความสะดวกในการปรับอิริยาบถจากท่านอนมาเป็นท่านั่งหรือท่านั่งมาเป็นท่านอน และเพื่อความปลอดภัยของเตียงช่วยนั่งได้ตั้งค่าเพื่อเรื่องแรงกระแทกไว้ที่ 2.5 ซึ่งรับได้เพียงแค่ผู้ป่วยเท่านั้น ไม่สามารถให้บุคคลอื่นขึ้นบนเตียงได้ เช่นการกายภาพ ดังนั้นหากต้องการกระทำการอื่นกับผู้ป่วยที่นอกเหนือจากการปรับท่าหรือเปลี่ยนอิริยาบถให้มากกระทำการบนเตียงผู้ป่วย ห้ามกระทำการบนเตียงช่วยนั่งเด็ดขาด

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยปทุมธานี ที่ให้ความกรุณาในการทำงานวิจัยชิ้นนี้ และขอขอบคุณคณาจารย์สาขาวิศวกรรมเครื่องกลที่ให้คำแนะนำที่ดีจนงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] Toshihiro Y, Nobuhiro N, Goro O and Taira M (2010). *Assistance System for Bedridden Patients to Reduce the Burden of Nursing Care*, paper presented in *the SI International 2010*, Chiang Mai, Thailand.
- [2] Wei Ching-Hua, and other (2010). *Hospital Bed with Auxiliary Functions of Lateral Positioning and Transferring for immobilized Patients*, paper presented in *The 33rd Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (IECON)* Nov. 5-8, 2007, Taipei, Taiwan 2010
- [3] นาย ฐาปนกรณ์ สุจริตอภิรักษ์ (2548). *รายงานการวิจัยเรื่อง โครงการออกแบบเตียงนอนเพื่อสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุให้กับ บริษัท โมเดอร์นฟาร์มกรุ๊ป จำกัด (มหาชน), วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาศิลปอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง*

DRC-2022

- [4] น.ต. สุทธิ ศรีบุรพา (2540). *เออร์กอนอมิกส์ วิศวกรรมมนุษย์ปัจจัย*, กรุงเทพฯ: บมจ. ซีเอ็ดยูเคชั่น
- [5] ชวลิต อยู่ภักดี (2520). *กลศาสตร์เครื่องจักร*, กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
- [6] บริษัท Nature Foam (2553). *การเกิดแผลกดทับ และการดูแลสุขภาพ*, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา <http://www.naturefoam.com/index.php?lay=show&ac=article&Id=319253>, เข้าดูเมื่อวันที่ 20/04/2555.
- [7] สราวุฒิ สิริเกษมสุข และชาติชาย สีลาสิริวิไล (2556). การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 26, ตุลาคม 2555 จังหวัดเชียงราย