

การออกแบบชุดกลไกของเตียงผู้ป่วยเพื่อป้องกันแผลกดทับแบบจุด Mechanism Design of Functional Bed for Protection Pressure Sores

สราวุฒิ สิริเกษมสุข*, ณัฐชานันท์ อังศุเศรณี และ ชาติชาย ลีลาสิริวิไล

มหาวิทยาลัยปทุมธานี 140 ม.4 ถ.ติวานนท์ ต.บ้านกลาง อ.เมือง จ.ปทุมธานี 12000

*ติดต่อ: Sirikasemsuk@gmail.com, เบอร์โทรศัพท์ 0-2975-6999 ต่อ 161, โทรสาร 0-2979-672

บทคัดย่อ

จากผลงานวิจัยที่ได้พบทวนวรรณกรรม เกี่ยวกับการออกแบบเตียงเพื่อช่วยเหลือผู้ป่วยที่ไม่สามารถช่วยตัวเองได้ ทั้งแบบมัลติฟังก์ชัน หรือแบบเฉพาะด้าน พบว่าเตียงที่ออกแบบนั้น เมื่อมีการใช้งานไปเรื่อยๆ ก็จะพบปัญหาของการยุบตัวของวัสดุรองรับของเตียง ซึ่งการแก้ไขหรือซ่อมบำรุงนั้นทำได้ยาก เนื่องจากการเปลี่ยนวัสดุแบบทั้งชิ้น แต่หากว่าเปลี่ยนเป็นแบบเฉพาะจุดแล้วจะช่วยให้การดูแลรักษา หรือเปลี่ยนอะไหล่ นั้นทำได้ง่ายขึ้น โดยงานวิจัยนี้เป็นการออกแบบกลไกเตียงที่รวมหลักการของไถ้เตียง และหลักการของเตียงลม รวมถึงการปรับอิริยาบถท่านอนตะแคง มาเป็นกลไกของเตียงแบบจุดโดยอาศัยการกระจายน้ำหนักของคนในตำแหน่งต่างๆ เพื่อปรับสภาพพื้นของเตียงให้รองรับแนวกระดูกได้ โดยกำหนดน้ำหนักทดลองของผู้ป่วยไม่เกิน 100 กิโลกรัม และตำแหน่งจุดรองรับทั้งเตียง 100 จุด ตลอดทั้งเตียง โดยแต่ละจุดนั้นจะรับแรงกดไม่เกิน 20 กิโลกรัม ส่วนการปรับระดับและกลไกเตียงลมนั้นจะอาศัยก้านกระทุ้งในการปรับระดับความสูงของเตียงในแต่ละส่วน โดยการปรับกลไก ต้องไม่ทำให้เกิดการหนีบผิวหนังของคนไข้ ผลที่คาดว่าจะได้รับคือผู้ป่วยที่นอนที่เตียงนี้ จะเหมือนได้ใช้ฟังก์ชันเตียงที่มี 2 ไถ้เตียงลม และการพลิกตัวตะแคงตัวได้

คำหลัก: การออกแบบชุดกลไก; ผู้ป่วย; เตียงผู้ป่วย; แผลกดทับ

Abstract

From literature reviews about the designs of patient beds to help patients who cannot help themselves, both multi-function and specific function beds, it was found that after using the beds for some time there was a collapsing problem of the seating material and bed. The repair or maintenance are difficult because the whole set of material has to be changed. However, if the material can be changed only at a specific point instead of the whole set, the maintenance or material replacement will be much easier. This research is to design the bed mechanism which incorporates the principles of the trigger and the principle of air bed. Furthermore, the adjustment of the side-way sleeping style is taken to form the bed mechanism and the body weight distribution in various positions is applied to the bed to support the bone ridges given that the weight of the trial patient is up to 100 kilogram. The number of supporting points throughout the bed is 100 points. Each point is able to support the load up to 20 kilogram. The adjustment of height and air bed mechanism relies on push rods to adjust the height of the bed in each section. When adjusting, the mechanism must not cause the clamping of the patient's skin. The expected result is that the patient who sleeps on this bed will have the function bed with two triggers, air bed, and body adjustability.

Keywords: Mechanism design; Patient; Patient bed; Pressure sore

BME-11

1. บทนำ

ในการดูแลผู้ป่วยที่ต้องนอนเตียงเป็นเวลานาน ต้องคำนึงถึงการป้องกันแผลกดทับที่จะเกิดขึ้นในตัวผู้ป่วย โดยทั่วไปจะใช้ที่นอนลม และการพลิกตัวคนไข้วัดกัน โดยการพลิกตัวนั้นจะกระทำทุกๆ 2 ชั่วโมงหรือน้อยกว่านั้น โดยทั่วไปจะพบปัญหาจากผู้ป่วยในเวลากลางคืน หรือปัญหาจากความเหนื่อยล้าของผู้ดูแล รวมถึงการชำระล้างของที่นอนลม ทำให้การดูแลผู้ป่วยทำได้ไม่ดีเท่าที่ควร ซึ่งจะเป็นการดีถ้าหากมีการนำเทคโนโลยีเรื่องเตียงที่สามารถทำงานเป็นเตียงลม และการพลิกตัวคนไข้ได้ จากการศึกษารองเตียงที่ช่วยป้องกันแผลกดทับนั้น ได้พบว่าหากประยุกต์กลไกทางหลักกลศาสตร์ และศาสตร์ของเออร์گونอมิกส์ มาประยุกต์ในการออกแบบเตียงแบบมัลติฟังก์ชัน โดยกลไกสามารถปรับระดับความสูงแบบไถร์ของเตียงได้ สามารถปรับความสูงแบบสลับความสูงแบบกลไกเตียงลมได้ และสามารถปรับรูปแบบของเตียงให้อยู่ในท่าทางของการนอนกึ่งตะแคงตัวเองทั้งซ้าย และขวาได้

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีที่ใช้ในการออกแบบกลไกของเตียงผู้ป่วยนั้น จะใช้ทฤษฎีของหลักเออร์گونอมิกส์ และกลไกเครื่องจักรแบบเพลลาข้อเหวี่ยง

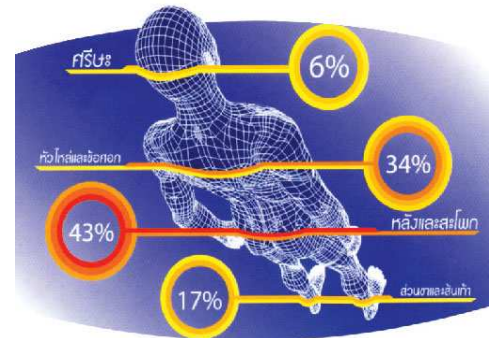
2.1 ตำแหน่งปุ่มกระดูกจากท่านอนหงาย

จากบทความของนายแพทย์สุทัศน์ ภัทรธรรม (แพทย์เวชศาสตร์ฟื้นฟู โรงพยาบาลกลาง) ที่กล่าวไว้ด้วยเรื่องของการนอนของมนุษย์กับการกระจายน้ำหนักลงสู่ร่างกายตามแรงโน้มถ่วงของโลก ซึ่งจะมีแรงกดมากที่สุดในบริเวณปุ่มกระดูก ข้อต่อและกล้ามเนื้อต่างๆ ได้แก่ กระดูกต้นคอ กระดูกต้นค่อนั้นเป็นกระดูกสันหลังท่อนบน (Cervical) กระดูกสะบักหัวไหล่ทั้ง 2 ข้าง กระดูกสันหลังช่วงหลัง (Thoracic) จะเกิดขึ้นตรงประมาณช่วงท่อนที่ 5-7 และ 11-12 ของกระดูกสันหลังช่วงหลัง กระดูกสันหลังช่วงบั้นเอว (Lumbar) กระดูกเชิงกราน กระดูกก้นกบ (Coccyx) และกระดูกตาตุ่ม

โดยในตำแหน่งทั้ง 7 จุดนั้นเป็นบริเวณของปุ่มกระดูก และเมื่อถูกกดเป็นเวลานานจะเกิดความร้อนและความชื้นเกิดขึ้นจนเป็นสาเหตุของการเกิดแผลกดทับได้

2.2 บริเวณที่อาจเกิดแผลกดทับ

ร่างกายขณะนอนหงายทั้งหมด จะกดทับลงในส่วนโขนของกระดูก จะเห็นบริเวณหลังและสะโพก เป็นส่วนที่มีความเสี่ยงที่สุดจากสถิติพบว่าเกิดการเกิดแผลกดทับบริเวณดังกล่าวมีจำนวนมากที่สุด



รูปที่ 1 บริเวณที่อาจเกิดแผลกดทับ

ท่านอนหงาย บริเวณที่เกิดคือ ท้ายทอย ไบพู หลังส่วนบน ก้นกบ ข้อศอก สันเท้า

ท่านอนคว่ำ บริเวณที่เกิดคือ ไบพูและแก้ม หน้าอกและใต้ราวนม หน้าท้อง หัวไหล่ สันกระดูก สะโพก หัวเข่า ปลายเท้า

ท่านอนตะแคง บริเวณที่เกิดคือ ศีรษะด้านข้าง หัวไหล่ กระดูกก้น ปุ่มกระดูกต้นขา ผิเย็บ หัวเข่าด้านหน้า ตาตุ่ม

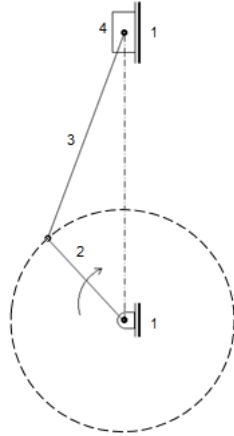
ท่านั่งนานๆ บริเวณที่เกิดคือ ก้นกบ ปุ่มกระดูกก้น หัวเข่าด้านหน้า กระดูกสะบัก เท้า ข้อเท้าด้านนอก

2.3 กลไกชิ้นส่วนเครื่องจักรแบบเพลลาข้อเหวี่ยง

(Slider-Crank Mechanism)

กลไกชนิดนี้นิยมใช้กับเครื่องยนต์เป็นอย่างมาก เป็นกลไกที่มีการเคลื่อนที่ 2 รูปแบบคือการเคลื่อนที่แบบเชิงมุม และเชิงเส้น โดยเป็นหนึ่งในกลไก 4 ชิ้นส่วนเครื่องจักรกล โดยชิ้นส่วนที่ 1 เป็นฐาน ชิ้นส่วนที่ 2 เป็นเพลลาข้อเหวี่ยง ชิ้นส่วนที่ 3 เป็นก้านสูบ ชิ้นส่วนที่ 4 เป็นลูกสูบ ดังรูปที่ 2 ซึ่งในการประยุกต์กับเตียงนั้น จะออกแบบให้ชิ้นส่วนที่ 2 นั้นเคลื่อนที่แบบซ้ำ และให้ชิ้นที่ 3 เป็นก้านกระทุ้ง มีหน้าที่ในการดันพื้นของเตียงขึ้นขณะที่มีการปรับระดับความสูง

BME-11



รูปที่ 2 กลไกชิ้นส่วนเครื่องจักรแบบเพลาคือเหวี่ยง

2.4 ความเค้นดัดในคาน

ชิ้นส่วนของเตียงบางตำแหน่งจะรับแรงในแนวตั้งลักษณะเช่นเดียวกับคานทั่วไป ฉะนั้นจึงใช้ความเค้นดัดเป็นข้อจำกัดในการออกแบบความเค้นดัดสูงสุดจะเกิดที่ผิวนอกสุดของคาน ณ ตำแหน่งที่โมเมนต์ดัด (bending moment) มีค่าสูงสุด ซึ่งคำนวณได้จากสมการความเค้นดัดดังสมการที่ (1)

$$\sigma_b = \frac{Mc}{I} \quad (1)$$

โดยที่ M คือโมเมนต์ดัด (N.mm)

c คือ ระยะจากแกนสะเทิน (mm)

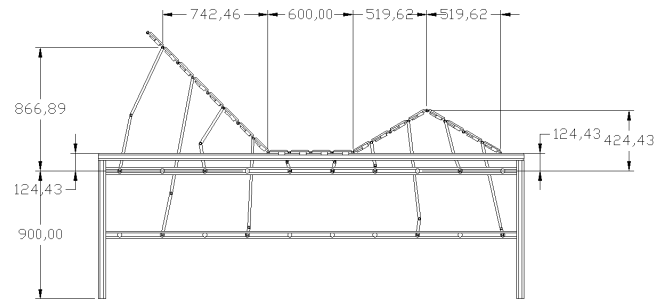
I คือ โมเมนต์ความเฉื่อย (mm^4)

3. การคำนวณและการออกแบบ

ในส่วนของการออกแบบเตียงนั้นมีปัจจัยในหลายส่วน เพื่อให้การใช้งานเป็นไปตามที่ออกแบบไว้ โดยแบ่งส่วนการออกแบบไว้ดังนี้

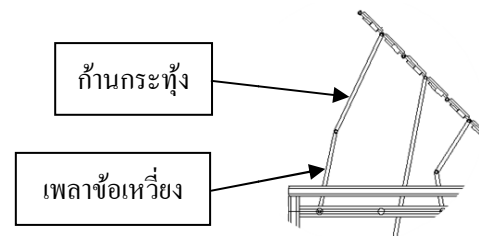
3.1 การออกแบบกลไกการปรับความสูงของเตียง

กลไกของเตียงที่ออกแบบไว้นั้น สามารถปรับความสูงของโครงเตียงให้อยู่ในท่ากึ่งนั่ง โดยทำมุมระหว่างพนักพิงกับพื้นรองนั่งที่ 135 องศา เพื่อเข้ารูปแบบของมุมกระดูก และปรับช่วงขาให้กับท่าชันเข่า โดยที่กลไกการปรับความสูงนั้น จะใช้หลักการของกลไกเพลาคือเหวี่ยง โดยส่วนที่รองอยู่ใต้พื้นของเตียงนั้นเป็นก้านกระทุ้ง และตัวขับเคลื่อนสูงในระดับต่างๆ จะขับเคลื่อนโดยเพลาคือเหวี่ยง ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 แสดงกลไกการปรับความสูงของเตียง

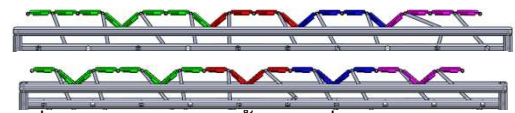
จากรูปที่ 3 ส่วนที่ติดอยู่กับโครงเตียงเป็นเพลาคือเหวี่ยง และส่วนที่ติดกับพื้นเตียงเป็นก้านกระทุ้ง ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 แสดงตำแหน่งของกลไกปรับความสูงของเตียง

3.2 การออกแบบกลไกเลียนแบบระบบเตียงลม

ในส่วนกลไกเลียนแบบเตียงลมนั้น จะการกำหนดมุมองศาของเพลาคือเหวี่ยงเพื่อควบคุมกลไกการปรับระดับความสูง ให้สูงขึ้น 10 เซนติเมตร ตลอดทั้งแถว โดยกลไกจะเปลี่ยนตำแหน่งพื้นรองไปเรื่อยๆ เพื่อเปลี่ยนตำแหน่งแรงกด ดังรูปที่ 5

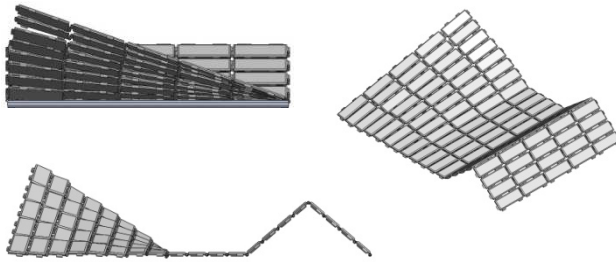


รูปที่ 5 แสดงกลไกของพื้นเตียงที่เลียนแบบเตียงลม

3.3 การออกแบบกลไกเพื่อปรับท่าผู้ป่วยให้พลิกตะแคง

ในการออกแบบกลไกการพลิกตะแคงนั้น หากมองในมุมมองจากหัวเตียงจะพบว่าพื้นเตียงที่ออกแบบไว้มีแผ่นเตียงที่ต่อกันทั้งหมด 5 แผ่น โดยในการปรับท่าเพื่อรับการพลิกตะแคงสามารถปรับได้ดังรูปที่ 6

BME-11



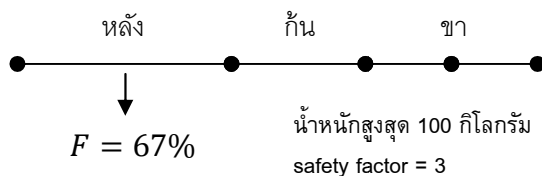
รูปที่ 6 แสดงรูปแบบของพื้นเตียงสำหรับการพลิกตะแคง

ในการพลิกตะแคงนั้น จะมีหลักการคล้ายกับการใช้หมอนหนุนในการดันหลังไว้ เพื่อให้ผู้ป่วยอยู่ในท่าตะแคง โดยทำการปรับระดับความสูงของหมอนเตียงด้านที่ต้องการพลิกตัวให้ต่ำลง จากท่ากึ่งนั่ง ซึ่งในกลไกของเพลลาข้อเหวี่ยงนั้นสามารถเคลื่อนที่ได้เพียงระนาบเดียวแต่ถ้าเพิ่มเติมกลไกที่สามารถให้เพลลาข้อเหวี่ยงนั้นสามารถเคลื่อนที่ในระนาบที่ 2 ได้ กลไกการพลิกตัวก็จะสามารถใช้งานได้ โดยกลไกที่เพิ่มเติมนั้น จะใช้คัปปลิงเพื่อให้เพลลาข้อเหวี่ยงสามารถอยู่ในตำแหน่งเอียงศูนย์ได้ และช่วยให้กลไกสามารถทำงานเป็นกลไกการพลิกตัวได้

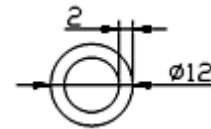
ต่อไปจะเป็นการคำนวณความแข็งแรงของวัสดุโครงสร้างเตียง

3.4 การคำนวณหาความแข็งแรงของวัสดุที่ทำก้านกระทง

จากหลักการของเออร์กอนอมีกส์พบว่าน้ำหนักส่วนหลังจะคิดเป็น 67% ของมวลกาย ถ้ากำหนดน้ำหนักของผู้ป่วยเป็นไม่เกิน 100 กิโลกรัม และในการทดลองนั้นจะเผื่อแรงกระทง และแรงกดของผู้ช่วยเพิ่มเข้าไป โดยการกำหนดค่าแฟกเตอร์ความปลอดภัยเท่ากับ 3 จะได้แรงกดบริเวณหลังเป็น



จะได้แรงที่ส่วนหลังกดลงมา 201 กิโลกรัม และในส่วนที่หลังสัมผัสจะมีก้านกระทงรองรับทั้งหมด 16 ก้าน เท่ากับว่าแต่ละก้านจะรับแรงกดลงมาเท่ากับ 12.5 กิโลกรัม เพื่อความสะดวกในการคำนวณจึงปัดเศษขึ้นเป็น 13 กิโลกรัม ส่วนก้านกระทงที่รับแรงที่ออกแบบไว้เป็นท่อเหล็ก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 มิลลิเมตร หนา 2 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 7



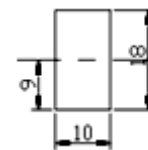
รูปที่ 7 พื้นที่หน้าตัด ก้านกระทง

ซึ่งจากเงื่อนไขทั้งหมดสามารถหาค่าความแข็งแรงได้ดังนี้

ซึ่งงานรับน้ำหนัก 13 kg หรือ $F = 127.53 \text{ N}$

$$\begin{aligned} \text{พื้นที่รับแรง} &= \frac{\pi D^2}{4} - \frac{\pi d^2}{4} \\ &= \frac{\pi 12^2}{4} - \frac{\pi 8^2}{4} \\ &= 62.83 \text{ mm}^2 \\ \sigma &= \frac{F}{A} = \frac{127.53}{62.83} \\ &= 2.02 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

ส่วนการคำนวณหาความเค้นดัดนั้น กำหนดให้พื้นที่หน้าตัดมีขนาดดังรูปที่ 8 และใช้วัสดุ AISI 1015 steel ความเค้นของวัสดุเท่ากับ 325 N/mm^2



รูปที่ 8 พื้นที่หน้าตัด บริเวณที่รับความเค้นดัดของเพลลาข้อเหวี่ยง

ความเค้นดัด

$$\begin{aligned} \sigma_b &= \frac{Mc}{I} \\ M &= W \cdot L \\ &= (13 \times 9.81) \times 400 \\ &= 51012 \text{ N.mm} \\ I &= \frac{bh^3}{12} \\ &= \frac{10 \times 18^3}{12} = 4860 \text{ mm}^4 \\ c &= \frac{h}{2} = \frac{18}{2} = 9 \text{ mm} \\ \sigma_b &= \frac{51012 \times 9}{4860} \\ &= 94.47 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

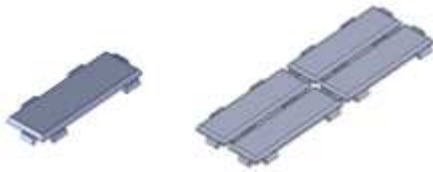
จากการคำนวณพบว่าที่น้ำหนักผู้ป่วย 100 กิโลกรัม แฟกเตอร์ความปลอดภัยเท่ากับ 3 ก้านที่รับช่วงหลัง

BME-11

ทั้งหมด 16 ก้าน ทำให้ความเค้นของแต่ละก้านกระทุ้งมีค่าความเค้นอัดเท่ากับ 2.02 N/mm^2 และที่เพลาช้อเหวี่ยงมีค่าความเค้นดัดเท่ากับ 94.47 N/mm^2 ซึ่งค่าความเค้นทั้ง 2 ส่วนนั้น มีค่าน้อยกว่าค่าความเค้นของ AISI 1015 steel ที่ 325 N/mm^2 จึงสามารถใช้งานวัสดุดังกล่าวได้โดยไม่เกิดความเสียหายของกลไกที่ออกแบบไว้

3.5 การออกแบบพื้นเตียง

ในส่วนของพื้นเตียงนั้น โดยทั่วไปจะเป็นวัสดุผิวหยาบและยึดหยุ่น แต่เมื่อใช้ร่วมกับที่นอนลมแล้ว จุดสัมผัสจะเป็นที่นอนลมอย่างเดียวยังไม่ได้ใช้งานในส่วนของเตียงเลย แต่หากเป็นเตียงที่ถูกออกแบบให้มีกลไกแบบเตียงลมในตัวเอง พบว่าเมื่อใช้งานไประยะหนึ่ง วัสดุยึดหยุ่นที่ทำเตียงจะเกิดการยุบตัว ดังนั้นในส่วนพื้นเตียงจึงได้ออกแบบเป็นวัสดุแข็ง ที่ยึดผิวด้วยวัสดุหยาบไม่หนา และสามารถผูกติดกันได้ ดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 แสดงวัสดุพื้นของเตียง

จากรูปพื้นเตียงที่ถูกออกแบบมามีขนาด 15×40 เซนติเมตรต่อ 1 ชิ้น และจะสามารถต่อกันจนเป็นพื้นเตียงได้โดยใช้ทั้งหมด 100 ชิ้น จนเป็นเตียงที่นอน ขนาด 2×3 เมตร และสามารถที่จะปรับรูปแบบได้ตามก้านกระทุ้ง เพื่อปรับรูปแบบของเตียงให้มีลักษณะต่างๆ ตามต้องการได้

4. ผลการทดลอง

จากที่ได้ออกแบบเตียงแล้วนำมาสู่การทดลองการปรับรูปแบบต่างๆ ของเตียงให้สามารถใช้กลไกของการปรับไกร์เตียงในท่านั่ง กลไกของเตียงลม และกลไกของการพลิกตะแคงได้ โดยการระบุจากรูปแบบของพื้นเตียงและทำการหาขนาดความยาวของก้านกระทุ้ง และขนาดความยาวของเพลาช้อเหวี่ยง เพื่อรองรับรูปแบบต่างๆ ได้ขนาด โดยความยาวของเพลาช้อเหวี่ยงนั้นจะต้องไม่ชนกับเพลาช้อเหวี่ยงที่อยู่ด้านข้าง ซึ่งได้ออกแบบเพลาช้อเหวี่ยงไว้ 2 ระดับ คืออยู่ในตำแหน่ง บน L1 และล่าง L2 ซึ่งสามารถสรุปความยาวได้ดังรูปที่ 10



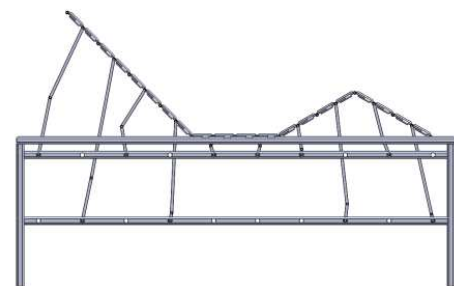
รูปที่ 10 แสดงตำแหน่งต่างๆ ของเตียง

จากรูปที่ 10 เพื่อให้กลไกการหมุนของเพลาช้อเหวี่ยง สามารถหมุนให้ได้ประสิทธิภาพมากที่สุด จึงได้แบ่งส่วนจุดหมุนของเพลาช้อเหวี่ยงเป็น 2 แกว ซึ่งหากมองจากด้านข้างเตียงนั้น เพลาช้อเหวี่ยงจะอยู่ในตำแหน่งแบบสลับกันในแถว L1 และ L2 โดยตำแหน่งทั้ง 2 นั้นมีระยะห่างกัน 450 มิลลิเมตร ซึ่งความยาวของเพลาช้อเหวี่ยงและก้านกระทุ้งนั้นมีรายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงตำแหน่งและความยาวของเพลาช้อเหวี่ยงและก้านกระทุ้ง

จุดที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ความยาวก้านกระทุ้ง	525	852	295	629	65	65	163	690	254	620
ความยาวช้อเหวี่ยง	400	228	170	54	65	65	38	115	120	45
L1	/		/		/	/	/		/	
L2		/		/				/		/

จากความยาวที่ได้ ทำการปรับพื้นของเตียงให้อยู่ในรูปแบบที่ต้องการในการปรับระดับความสูงตามแบบของไกร์เตียง จะต้องสาของก้านกระทุ้ง และเพลาช้อเหวี่ยงดังรูปที่ 11



รูปที่ 11 แสดงองศาของกลไกการปรับความสูง

จากรูปที่ 11 เมื่อปรับเตียงให้อยู่ในท่ากึ่งนั่ง กลไกของเพลาช้อเหวี่ยง และก้านกระทุ้งที่ออกแบบไว้นั้น จะมีมุมมองจากวัดจากระนาบของเตียงได้ดังตารางที่ 2

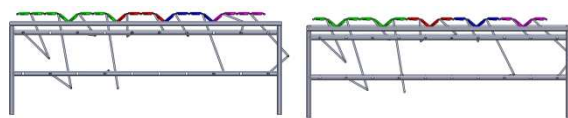
BME-11

ตารางที่ 2 แสดงองศาของก้านกระทุ้ง และเพลาช้อเหวี่ยง
เมื่อปรับพื้นเตียงให้อยู่ในท่ากึ่งหนึ่ง

จุดที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
องศา ก้านกระทุ้ง	75	99	57	84	109	109	89	96	104	103
องศา ช้อเหวี่ยง	79	78	99	78	75	75	99	89	111	103

จากตารางที่ 2 พบว่าสามารถปรับความสูงของพื้นเตียงโดยการหมุนเพลาช้อเหวี่ยง และองศา ก้านกระทุ้งตามตารางได้

ในส่วนของกลไกเลียนแบบเตียงลมนั้นสามารถทำเป็น 2 แบบได้ซึ่งจะเป็นการสลับไปมาระหว่างแบบที่ 1 และแบบที่ 2 โดยมีองศาของก้านกระทุ้ง และเพลาช้อเหวี่ยงดังรูปที่ 12



รูปที่ 12 แสดงองศาของกลไกเตียงลมทั้ง 2 แบบ

จากรูปที่ 12 สามารถสรุปมุมมององศาของก้านกระทุ้ง และเพลาช้อเหวี่ยงได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงองศาต่างๆ ของระบบกลไกเลียนแบบเตียงลม

จุดที่		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	องศา ก้าน	112	100	127	99	91	119	120	110	158	132
	กระทุ้ง										
	องศา ช้อ	45	34	9	48	38	9	65	176	73	139
	เหวี่ยง										
2	องศา ก้าน	114	107	127	130	93	138	119	117	133	137
	กระทุ้ง										
	องศา ช้อ	43	29	9	174	38	139	92	160	157	128
	เหวี่ยง										

จากการทดลองทั้งหมดนี้ ก้านความยาวที่ออกแบบไว้ สามารถปรับพื้นเตียงให้มีรูปแบบตามที่ต้องการได้ ทั้งการปรับระดับความสูง การใช้เป็นกลไกเตียงลม การปรับพลิกตะแคงผู้ป่วย

ตำแหน่งจุดต่างๆ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ระยะสูงสุดของกลไก	1375	1079.5	914.23	682.34	580	580	651.4	804.4	824.4	665.4

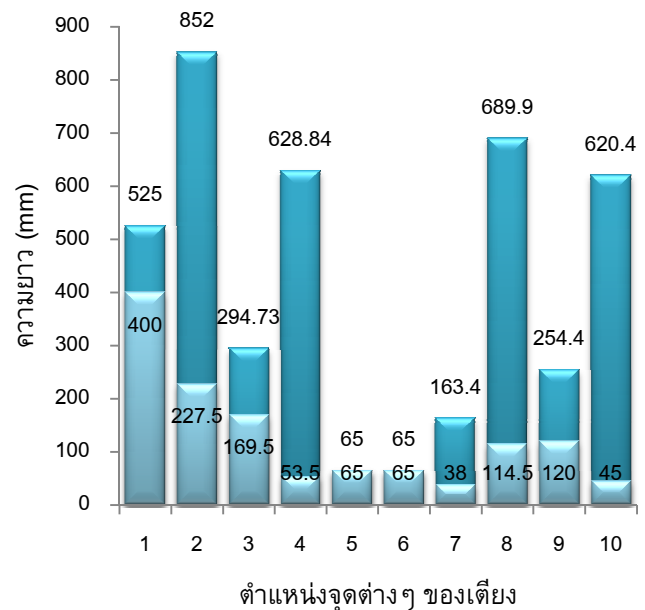
จากตารางที่ 4 ความสูงของกลไกสามารถสรุปเป็นกราฟได้ดังรูปที่ 14

5. สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองนั้นสามารถสรุปได้ว่าเพลาช้อเหวี่ยง และก้านกระทุ้งมีความยาว ที่สามารถปรับมุมมององศาเพื่อให้พื้นเตียงสามารถปรับรูปแบบได้ตามที่ต้องการ โดยที่ความยาวของเพลาช้อเหวี่ยง และก้านกระทุ้งสามารถสรุปได้ดังกราฟรูปที่ 13

กราฟแสดงความยาว



■ ความยาวก้านกระทุ้ง ■ ความยาวช้อเหวี่ยง

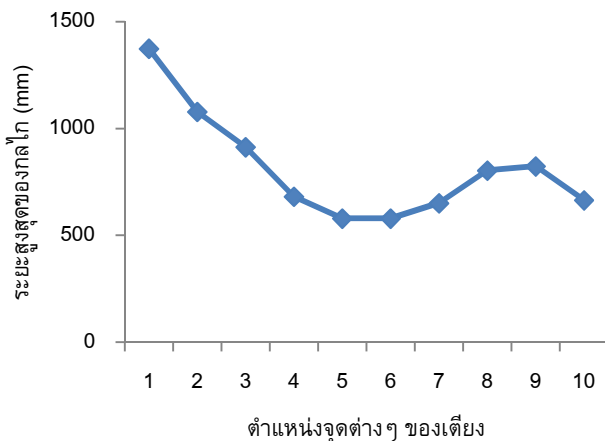
รูปที่ 13 แสดงกราฟสรุปความยาวของเพลาช้อเหวี่ยงและก้านกระทุ้ง

จากกราฟที่ 13 เมื่อนำมาพิจารณารวมกับตำแหน่งของ L1 กับ L2 ที่ตำแหน่งสูงสุด สามารถสรุปเป็นระยะที่กลไกสามารถเคลื่อนที่ได้ระยะที่สูงสุด โดยอ้างอิงระยะที่ตำแหน่ง L2 ได้ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ระยะสูงสุดของกลไกเตียง

ตำแหน่งจุดต่างๆ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ระยะสูงสุดของกลไก	1375	1079.5	914.23	682.34	580	580	651.4	804.4	824.4	665.4

BME-11



รูปที่ 14 แสดงกราฟสรุปความสูงของกลไก

จากกราฟที่ 14 พบว่าระยะสูงสุดของกลไก สามารถปรับเป็นเท่ากันได้ง่ายเหมือนกัน

จากกลไกเตียงที่ออกแบบไว้ ในแต่ละแบบสามารถใช้กลไกเลียนแบบเตียงลมมารวมได้ในทุกรูปแบบ และกลไกการขับเคลื่อนของเฟืองที่ออกแบบไว้ จะใช้การขับเคลื่อนอิสระจากกันทุกตัว ซึ่งที่ออกแบบไว้จะใช้มอเตอร์เป็นตัวขับเคลื่อนเฟืองข้อเหวี่ยง

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ในการปรับรูปแบบต่างๆ ของเตียงนั้น ถ้าหากมีก้านกระทุ้งในแต่ละพื้นที่ของพื้นเตียงยิ่งมีความถี่มาก การปรับรูปแบบต่างๆ ก็จะมีละเอียดมาก โดยเฉพาะการปรับรูปแบบให้มีลักษณะแบบเตียงลม ซึ่งจากรูปแบบการปรับเตียงแบบไถ่เตียง เพื่อให้ผู้ป่วยอยู่ในท่ากึ่งนั่ง การเสริมกลไกแบบเตียงลม จะช่วยปรับอิริยาบถของคนไข้ และลดภาวะของแรงกดทับเฉพาะจุดได้เป็นอย่างดี

5.2.2 การใช้งานแบบปรับไถ่เพื่อให้ผู้ป่วยอยู่ในท่ากึ่งนั่ง หากรวมกลไกการพลิกตัว และเตียงลมเข้าด้วยกัน จะเป็นการใช้งานสำหรับการดูแลผู้ป่วยที่ดีที่สุด

5.2.3 ในการออกแบบพื้นเตียงที่เป็นแผ่นหลายๆ แผ่นนั้น ควรติดตั้งวัสดุรองที่มีความนิ่มไม่มากเช่นแผ่นยางพารา เป็นต้น ซึ่งในกรณีการใช้งานเป็นเวลานานนั้น อาจเกิดการยุบตัวของวัสดุรอง ซึ่งสามารถสลับกับชั้นอื่นๆ ที่ได้รับแรงกดได้ เป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายให้กับครอบครัวของคนไข้

5.2.4 จากการพลิกตัวผู้ป่วยไปมา จะทำให้ตัวผู้ป่วยเคลื่อนที่ลงมาปลายเตียง ซึ่งต้องคอยตรวจสอบผู้ป่วยอยู่เรื่อยๆ และเคลื่อนตำแหน่งผู้ป่วยให้อยู่ในตำแหน่งที่สามารถใช้งานเตียงได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ซึ่งหากสามารถออกแบบกลไกของเตียงให้สามารถเคลื่อนย้ายตำแหน่งผู้ป่วยบนเตียงได้ด้วย จะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้งานเตียงแบบมัลติฟังก์ชันได้อย่างเต็มที่

5.2.5 ในการใช้งานของเตียงแบบมัลติฟังก์ชัน ไม่ว่าระบบจะดีเพียงใด จำเป็นต้องมีผู้ดูแลอย่างใกล้ชิดเสมอ เพราะเตียงแบบมัลติฟังก์ชันนั้น เป็นเพียงแค่เครื่องมือที่ช่วยทุ่นแรงเท่านั้น

5.2.6 หากมีการติดตั้งเซนเซอร์ที่บริเวณผิวสัมผัสบนเตียง สามารถสร้างเป็นโปรแกรมตรวจสอบตำแหน่งของผู้ป่วย และถ้ามีกลไกการเคลื่อนย้ายตำแหน่งได้จะเป็นการออกแบบเตียงแบบมัลติฟังก์ชันที่ครบวงจรได้

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยปทุมธานี ที่ให้ความกรุณาในการทำงานวิจัยชิ้นนี้ และขอขอบคุณคณาจารย์สาขาวิศวกรรมเครื่องกลที่ให้คำแนะนำที่ดีจนงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] Shih-Wei Peng and Feng-Li Lian, (2007). **Design of Multi-functional Bed for Bedridden Patient**, IEEE , 2007
- [2] Shih-Wei Peng, Feng-Li Lian, and Li-Chen Fu. (2009). **Development of Multi-Functional Robotic Test-Bed for Post-Surgical Healthcare Room**, IEEE 11th International Conference on Rehabilitation Robotics Kyoto International Conference Center, Japan, June 23-26, 2009, pp. 608-613.
- [3] 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.

BME-11

[4] 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

[5] Shih-Wei Peng, Feng-Li Lian and Li-Chen Fu. (2010). **Mechanism Design and Mechatronic Control of a Multifunctional Test Bed for Bed-ridden Healthcare**, IEEE/ASME TRANSACTIONS ON MECHATRONICS, VOL. 15, NO. 2, APRIL 2010, pp. 234-241.

[6] Kap-Ho Seo, Tae-Yong Choi, Changmok Oh. **Development of a robotic system for the bed-ridden**. Mechatronics 21 Contents lists available at ScienceDirect (2011) P227-238

[7] Ranjana K. Mehta, Leanna M. Horton, Michael J. Agnew, Maury A. Nussbaum, **Ergonomic evaluation of hospital bed design features during patient handling tasks**, International Journal of Industrial Ergonomics 41 (2011) P647-652

[8] Siva Soonthornkiti and Petch Jearanaisilawong, **Design of Anti-Bedsore Hospital Bed**. TSME Journal of Research and Applications in Mechanical Engineering (JRAME).. Vol.1 No.4

[9] นาย ฐาปนกรณ์ สุจริตอภิรักษ์ (2548). รายงานการวิจัย เรื่อง โครงการออกแบบเตียงนอนเพื่อสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุให้กับ บริษัท โมเดอร์นฟาร์มกรุ๊ป จำกัด (มหาชน), วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาศิลปอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

[10] น.ต. สุทธิ ศรีบุรพา (2540). **เออร์گونอมิกส์วิศวกรรมมนุษย์ปัจจัย**, กรุงเทพฯ: บมจ. ซีเอ็ดยูเคชั่น

[11] ขวลิต อยู่ภักดี (2520). **กลศาสตร์เครื่องจักร**, กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

[12] บรรเลง ศรีนิล และสมนึก วัฒนศรีกุล .ตารางคู่มืองานโลหะ, กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

[13] บริษัท Nature Foam (2553). **การเกิดแผลกดทับ และการดูแลรักษา**, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา <http://www.naturefoam.com/index.php?lay=show&ac=article&Id=319253>, เข้าดูเมื่อวันที่ 20/04/2555.

[14] สราวุธ สิริเกษมสุข และชาติชาย ลีลาสิริวิไล. **การออกแบบเตียงช่วยนั่งสำหรับผู้ป่วยที่ช่วยเหลือตัวเองไม่ได้**. (2555). การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 26, ตุลาคม 2555 จังหวัดเชียงราย

[15] สราวุธ สิริเกษมสุข, กฤติพงษ์ วิริยะโรจนาวุฒิ และอดิสร ภูถาวร. **การออกแบบและสร้างระบบไฮดรอลิกส์สำหรับยกเตียงช่วยนั่ง**. (2556). การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 27, ตุลาคม 2556 จังหวัดชลบุรี

[16] **เรื่องการดูแลผู้ป่วย**.

<http://www.bhumibolhospital.rtaf.mi.th> สืบค้นวันที่ 1 ตุลาคม 2556