เลขที่อนุสิทธิบัตร 22326

อสป/200 - ข

# อนุสิทธิบัตร

อาศัยอำนาจตามความในพระราชบัญญัติสิทธิบัตร พ.ศ. 2522
ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติสิทธิบัตร ( ฉบับที่ 3 ) พ.ศ. 2542
อธิบดีกรมทรัพย์สินทางปัญญาออกอนุสิทธิบัตรฉบับนี้ให้แก่

## มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

สำหรับการประดิษฐ์ตามรายละเอียดการประดิษฐ์ ข้อถือสิทธิ และรูปเขียน (ถ้ามี) ดังที่ปรากฏในอนุสิทธิบัตรนี้

| | |
|---|---|
| เลขที่คำขอ | 2203001422 |
| วันขอรับอนุสิทธิบัตร | 7 มิถุนายน 2565 |
| ผู้ประดิษฐ์ | **นายบรรยงค์ รุ่งเรืองด้วยบุญ และคณะ** |
| ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์ | **อุปกรณ์ฝึกการทำงานของแขนแบบฝึกแขนสองข้างผ่านกลไกสะท้อนแบบสมมาตร** |

ให้ผู้ทรงอนุสิทธิบัตรนี้มีสิทธิและหน้าที่ตามกฎหมายว่าด้วยสิทธิบัตรทุกประการ

ออกให้ ณ วันที่ 25 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2566

หมดอายุ ณ วันที่ 6 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2571

(นายกิตติวัฒน์ ปัจฉิมนันท์)
รองอธิบดีกรมทรัพย์สินทางปัญญา ปฏิบัติราชการแทน
อธิบดีกรมทรัพย์สินทางปัญญา
ผู้ออกอนุสิทธิบัตร

พนักงานเจ้าหน้าที่

หมายเหตุ
1. ผู้ทรงอนุสิทธิบัตรต้องชำระค่าธรรมเนียมรายปีเริ่มตั้งแต่ปีที่ 5 ของอายุอนุสิทธิบัตร มิฉะนั้น อนุสิทธิบัตรนี้จะสิ้นอายุ
2. ผู้ทรงอนุสิทธิบัตรจะขอชำระค่าธรรมเนียมรายปีล่วงหน้าโดยชำระทั้งหมดในคราวเดียวได้
3. ภายใน 90 วันก่อนวันสิ้นอายุอนุสิทธิบัตร ผู้ทรงอนุสิทธิบัตรมีสิทธิขอต่ออายุอนุสิทธิบัตรได้ 2 คราว มีกำหนดคราวละ 2 ปี โดยยื่นคำขอต่ออายุ ต่อพนักงานเจ้าหน้าที่
4. การอนุญาตให้ใช้สิทธิตามอนุสิทธิบัตรและการโอนอนุสิทธิบัตรต้องทำเป็นหนังสือและจดทะเบียนต่อพนักงานเจ้าหน้าที่

Ref.256601064277666

## รายละเอียดการประดิษฐ์

ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์

อุปกรณ์ฝึกการทำงานของแขนแบบฝึกแขนสองข้าง ผ่านกลไกสะท้อนแบบสมมาตร

สาขาวิทยาการที่เกี่ยวข้องกับการประดิษฐ์

วิศวกรรมเครื่องกลในส่วนที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ฝึกการทำงานของแขนแบบฝึกแขนสองข้าง ผ่านกลไกสะท้อนแบบสมมาตร

ลักษณะและความมุ่งหมายของการประดิษฐ์

อุปกรณ์ฝึกการทำงานของแขนแบบฝึกแขนสองข้าง ผ่านกลไกสะท้อนแบบสมมาตร เป็นอุปกรณ์ฟื้นฟูรยางค์ส่วนบน ที่ขยับเคลื่อนไหวไปพร้อมกันแบบสมมาตร ด้วยการใช้แขนข้างแข็งแรงในการช่วยแขนข้างอ่อนแรงขยับเคลื่อนไหว และมีเซนเซอร์ตรวจวัดแรงการเคลื่อนไหวอยู่บริเวณมือจับทั้ง 2 ข้าง เพื่อแสดงถึงการออกแรงของแขนแต่ละข้าง และแสดงการเปรียบเทียบการออกแรงของแขนทั้ง 2 ข้าง เพื่อเป็น feedback กลับไปยังผู้ป่วยและนักกายภาพบำบัด กระตุ้นให้มีการออกแรงและเคลื่อนไหวตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ เครื่องฝึกการทำงานของแขนแบบฝึกแขนสองข้าง ผ่านกลไกสะท้อนแบบสมมาตร ตามการประดิษฐ์นี้ ประกอบด้วยอุปกรณ์ 3 ส่วนหลักๆ คือ โครงสร้างกลไกข้อต่อ 8 ก้านเชื่อมโยง ระบบเซ็นเซอร์ตรวจจับการออกแรง และระบบประมวลผลและแสดงผล โครงสร้างกลไกข้อต่อ 8 ก้านเชื่อมโยงยึดติดกับเสาทั้ง 2 ของโครงฐาน สำหรับสร้างพิสัยการเคลื่อนที่ในทิศทางยกแขนขึ้นและกดแขนลง โดยที่ปลายก้านจะเชื่อมติดกับก้อนมวลบนและล่าง เพื่อให้น้ำหนักที่ตำแหน่งมือจับมีน้ำหนักที่เบาขึ้น เกิดเป็นกลไกการชดเชยแรงโน้มถ่วง (Counter weight balance) และสามารถเพิ่มแรงในการเคลื่อนไหว ด้วยการปรับจุดยึดของลวดสลิงที่ต่อกับสปริง สำหรับปลายกลไกข้อต่อ 8 ก้านอีกด้านหนึ่งจะเชื่อมต่อกับโครงสร้างกลไกการสะท้อนแรงแบบสมมาตรทั้งสองข้าง เป็นกลไกที่มีรางสไลด์และมีสายพานสำหรับเชื่อมโยงการเคลื่อนไหวหรือส่งผ่านแรงกันอย่างสมมาตรของการเคลื่อนไหวของมือจับทั้ง 2 ข้าง ข้างซ้ายและขวาที่มีการยึดติดกับเซ็นเซอร์ตรวจจับการออกแรง-ระบบประมวลผลตรวจจับการออกแรงแขนทั้ง 2 ข้าง สร้างโดยการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เขียนโปรแกรมในการแปลงสัญญาณที่รับได้จากเซ็นเซอร์ตรวจจับการออกแรง ขณะทำการเคลื่อนไหว เป็นค่าสัญญาณ และแสดงออกมาในรูปแบบจอแสดงผล 2 ส่วน คือส่วนหน้าจอแสดงผลของผู้ป่วยและหน้าจอแสดงผลของนักกายภาพบำบัด จุดเด่นของหน้าจอแสดงผลผู้ป่วย คือสามารถแสดงผลการออกแรงได้แบบทันทีขณะทำการฝึก (Real time) โดยมีไฟแสดงระดับเปอร์เซ็นต์การออกแรงขณะทำการเคลื่อนไหว เพื่อเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้ป่วยออกแรงมากขึ้นขณะทำการฝึก และยังมีระบบการบันทึกข้อมูลเพื่อวิเคราะห์พัฒนาการและปรับเปลี่ยนโปรแกรมที่เหมาะสมในการฝึก อุปกรณ์ฝึกการทำงานของแขนแบบฝึกแขนสองข้าง ผ่านกลไกสะท้อนแบบสมมาตร) ตามการประดิษฐ์นี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อแก้ไขปัญหาการฝึกแขนในปัจจุบัน ภายหลังจากการเกิดโรค

อุปกรณ์ฝึกการทำงานของแขนแบบฝึกแขนสองข้าง ผ่านกลไกสะท้อนแบบสมมาตร ออกแบบมาเพื่อพัฒนาอุปกรณ์กายภาพบำบัดรยางค์แขน ด้วยกลไกข้อต่อ 8 ก้านเชื่อมโยง ที่มีระบบพยุงน้ำหนักแขนด้วยระบบ เคาน์เตอร์เวทบาลานซ์ (counter weight balance) และขยับเคลื่อนไหวด้วยการใช้แขนข้างที่



นายสุวัจชัย บุญอารี

แข็งแรงช่วยแขนข้างอ่อนแรงเคลื่อนไหว ในลักษณะพร้อมกันทั้งสองข้าง (bilateral training) สำหรับผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง โดยคำนึงต้นทุนและมาตรฐานอุปกรณ์การแพทย์

ภูมิหลังของศิลปะหรือวิทยาการที่เกี่ยวข้อง

ปัจจุบันได้มีการฟื้นฟูด้วยการใช้หุ่นยนต์ (robot assisted) หรือเทคโนโลยีต่างๆเข้ามาช่วยเหลือ จะมีทั้งรูปแบบของข้างเดียว (unilateral), แบบสองข้าง (bilateral), ส่วนของต้นแขน (proximal arm), และส่วนของปลายแขน (distal arm training) ซึ่งเหล่านี้ถูกสร้างเพื่อมุ่งเน้นไปที่การกระตุ้นให้เกิดการเคลื่อนไหวหรือการฝึกที่มีความถี่ (high repetition of movements) และจำนวนครั้งที่มากขึ้น (high frequency) ภายใต้การดูแลของนักกายภาพบำบัดและนักกิจกรรมบำบัดน้อยที่สุด อาจแบ่งเป็นอุปกรณ์ที่เป็นโครงภายนอกหรือแบบเอ็กโซสเกเลตัน (exoskeleton) ซึ่งมีลักษณะการออกแบบที่มีชิ้นส่วนและข้อต่อจำนวนหลายชิ้นเพื่อให้ทำงานคล้ายกับแขนผู้ป่วย เพื่อทำการติดตั้งเข้ากับแขนผู้ป่วยเพื่อบังคับให้แขนเคลื่อนที่ตามท่าทางการกายภาพบำบัด แต่เนื่องด้วยหุ่นยนต์หรืออุปกรณ์เหล่านี้มีข้อจำกัดเรื่องของระนาบพิสัยการเคลื่อนที่ที่จำกัด ชิ้นส่วนที่ต้องสามารถปรับให้เข้ากับแขนของผู้ป่วยที่แต่ละคนมีขนาดแขนที่แตกต่างกัน มีมอเตอร์ที่ทำให้ทั้งหมดเหล่านี้ที่กล่าวมาทำให้กระบวนการออกแบบและผลิตมีความซับซ้อน อีกทั้งการติดตั้งเข้ากับแขนของผู้ป่วยนั้นยากและมีความคลาดเคลื่อนสูง เวลาใช้งานกับผู้ป่วยในขณะที่ยึดติดกับแขนของผู้ป่วยทำให้เทอะทะและดูอันตรายหากมีการทำงานผิดพลาด

อุปกรณ์กายภาพบำบัด จุดปลายแขน (end-effector) สำหรับอุปกรณ์ที่เป็นที่นิยมสำหรับการฝึกในโรงพยาบาลใหญ่หลายแห่ง เช่น หุ่นยนต์ช่วยฝึกที่ใช้ระบบมอเตอร์ ซึ่งอุปกรณ์เหล่านี้จะมีข้อดีในเรื่องของการมีมอเตอร์เป็นตัวช่วยในการออกแรง สามารถปรับโหมดตามความสามารถของผู้ป่วยได้ อีกทั้งยังสามารถปรับระดับการใช้งานได้ ดังเช่น เลขที่คำขอสิทธิบัตร : 1601007913 แต่ยังไม่มีระบบเซ็นเซอร์ตรวจจับการออกแรงและการเคลื่อนที่ นำข้อมูลต่างๆมาวิเคราะห์พัฒนาการได้ โดยอุปกรณ์เหล่านี้ยังพบข้อจำกัดอยู่ เช่น ในเรื่องของกระบวนการสร้างที่ต้องใช้มอเตอร์ในการเป็นต้นกำลัง เรื่องของการทำกายภาพที่เป็นแบบแขนเดียวซึ่งจะมีข้อด้อยในการพัฒนากล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว ที่จะฝึกได้จากอุปกรณ์กายภาพแบบ 2 แขนเท่านั้น ก็ตามปัจจุบันยังไม่มีอุปกรณ์ฝึกแขนใดที่เป็นอุปกรณ์ฝึกการทำงานของแขนแบบฝึกแขนสองข้าง ที่มีกลไกการส่งผ่านแรงแบบสมมาตร ที่นำแขนอีกข้างมาช่วยในการออกแรงอีกทั้งมีเซ็นเซอร์ตรวจจับการออกแรงทุกทิศทาง

ดังนั้น หากมีอุปกรณ์ฝึกการทำงานของแขนแบบฝึกแขนสองข้างที่มีกลไกต่อโยงทำหน้าที่ในการเชื่อมโยงระหว่างแขน 2 ข้าง ส่งผ่านแรงจากข้างหนึ่งสู่อีกข้าง พร้อมมีเซนเซอร์ตรวจวัดแรงการเคลื่อนไหวเพื่อบอกถึงการออกแรงของข้างอ่อนแรงเพื่อเป็น feedback และยังมีกลไกข้อต่อ 8 ก้านเชื่อมโยง เพื่อเกิดเป็นระบบ counter weight balance ในการพยุงน้ำหนักแขนในขณะฝึก ก็จะทำให้การฟื้นฟูในแง่ผู้ป่วยที่มีอาการอ่อนแรงของกล้ามเนื้อแขนข้างใดข้างหนึ่ง (กำลังกล้ามเนื้อ มากกว่าเกรด 0) ผู้ป่วยจะสามารถใช้แรงจากแขนข้างที่แข็งแรงกว่าในการนำและช่วยเหลือข้างที่อ่อนแรงในการขยับเคลื่อนไหวไปพร้อมกันแบบสมมาตร (Power assist) โดยมีระบบตรวจจับการออกแรงของแขนทั้งสองข้างว่า แขนข้างอ่อนแรงมีการออกแรงเพื่อขยับเคลื่อนไหวร่วมด้วยหรือไม่ แต่ละข้างแตกต่างกันอย่างไร มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร



นายสุวัจชัย บุญอารี

และแสดงผลออกมาแบบทันทีทันใด เพื่อเป็นภาพสะท้อนในการกระตุ้นการออกแรงและการเคลื่อนไหว ขณะนั้น ในทำนองเดียวกัน ผู้ที่มีอาการอ่อนแรงของแขนข้างใดข้างหนึ่งที่มี กำลังกล้ามเนื้อเกรด 0 นั้น อุปกรณ์สามารถช่วยในการขยับเคลื่อนไหวโดยใช้แรงจากแขนข้างที่แข็งแรงกว่าในการนำและช่วยเหลือข้างที่อ่อนแรงในการขยับเคลื่อนไหวไปพร้อมกันแบบสมมาตร (Passive) อีกทั้งอุปกรณ์สามารถเพิ่มแรงในการเคลื่อนไหวด้วยการปรับจุดยึดของลวดสลิงที่ต่อกับสปริง เพิ่มความยากในการฝึกได้ หรือในแง่การฟื้นฟูในกลุ่มผู้สูงอายุ ผู้สูงอายุจะสามารถควบคุมการเคลื่อนไหวได้เอง โดยการเคลื่อนไหวมีความครอบคลุมทั้ง 3 ระนาบที่สัมพันธ์กับชีวิตประจำวัน สามารถฝึกการประสานสัมพันธ์การเคลื่อนไหวของแขน 2 ข้าง สามารถปรับน้ำหนัก พร้อมจอแสดงผลค่าแรงที่ใช้ในการขยับเคลื่อนไหว ซึ่งอุปกรณ์สามารถใช้สำหรับการทำกายภาพบำบัดที่โรงพยาบาล ศูนย์ฟื้นฟูในชุมชนและเอกชน รวมถึงคลินิกกายภาพบำบัดได้

<u>คำอธิบายรูปเขียนโดยย่อ</u>

รูปที่ 1 แสดงส่วนประกอบของอุปกรณ์ฝึกการทำงานของแขนแบบฝึกแขนสองข้าง ผ่านกลไกสะท้อนแบบสมมาตร เมื่อมีผู้ใช้งาน

รูปที่ 2 แสดงส่วนประกอบของอุปกรณ์ฝึกการทำงานของแขนแบบฝึกแขนสองข้าง ผ่านกลไกสะท้อนแบบสมมาตร เมื่อไม่มีผู้ใช้งาน

รูปที่ 3 แสดงส่วนประกอบของอุปกรณ์ฝึกการทำงานของแขนแบบฝึกแขนสองข้าง ในส่วนของโครงสร้างกลไกข้อต่อ 8 ก้านเชื่อมโยง

รูปที่ 4 แสดงภาพเซ็นเซอร์ตรวจจับแรงของอุปกรณ์ฝึกการทำงานของแขนแบบฝึกแขนสองข้าง

รูปที่ 5 แสดงภาพเซ็นเซอร์ตรวจจับการออกแรง

รูปที่ 6 แสดงภาพหน้าจอหลักของการแสดงผลของอุปกรณ์ฝึกการทำงานของแขนแบบฝึกแขนสองข้าง

รูปที่ 7 แสดงแผนภูมิการทำงานของอุปกรณ์ฝึกการทำงานของแขนแบบฝึกแขนสองข้าง

<u>การเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์</u>

ตามรูปที่ 1-7 แสดงลักษณะ ส่วนประกอบต่างๆ และแผนภูมิการทำงานของอุปกรณ์ฝึกการทำงานของแขนแบบฝึกแขนสองข้างที่มีกลไกสะท้อนแบบสมมาตร ตามการประดิษฐ์นี้ เป็นอุปกรณ์ที่ประดิษฐ์เพื่อช่วยเหลือผู้ที่มีอาการอ่อนแรงของแขนข้างใดข้างหนึ่ง ไปจนถึงผู้สูงอายุที่มีความเสื่อมถอยลงของร่างกาย เพื่อเพิ่มช่วงมุมการเคลื่อนไหวของรยางค์แขน เพิ่มกำลังกล้ามเนื้อ เพิ่มความสามารถในการประสานสัมพันธ์การเคลื่อนไหวของรยางค์แขน เพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัว และทำให้ร่างกายสามารถกลับมาใช้งานได้เหมือนเดิมมากที่สุด ซึ่งตัวอุปกรณ์ถูกออกแบบ ให้มีส่วนช่วยพยุงน้ำหนักแขนด้วยระบบระบบชดเชยน้ำหนักด้วยการสมดุลมวล (counter weight balance) ทำให้สามารถใช้งานได้ง่ายขึ้น และสามารถเพิ่มแรงในการเคลื่อนไหว ด้วยการปรับจุดยึดของลวดสลิงที่ต่อกับสปริงได้ และจากกลไกการส่งผ่านแรงจากแขนข้างหนึ่งสู่แขนอีกข้าง พร้อมด้วยการเคลื่อนไหวได้ 3 ระนาบ เทียบได้กับการเคลื่อนไหวปกติ และทำให้ร่างกายสามารถกลับมาใช้งานได้เหมือนเดิมมากที่สุด



นายสุวัจชัย บุญอารี

อุปกรณ์ฝึกการทำงานของแขนแบบฝึกแขนสองข้าง ผ่านกลไกสะท้อนแบบสมมาตร ที่ซึ่งประกอบด้วย โครงสร้างส่วนประกอบเครื่อง โครงสร้างส่วนเซ็นเซอร์และสายไฟ โครงสร้างส่วนระบบหน้าจอแสดงผล (4) โดยที่ โครงสร้างส่วนประกอบเครื่อง ประกอบด้วยเสาโครงหลัก 2 เสา (1) ยึดกลไกข้อต่อ 8 ก้านเชื่อมโยง (5) โดยที่ปลายก้านจะเชื่อมติดกับก้อนมวลบนและล่าง (6) สามารถปรับจุดยึดของลวดสลิงที่ต่อกับสปริง (7) ได้ ทั้งนี้โครงฐาน หน้า หลัง (2) ติดตั้งเข้ากับล้อล็อค 4 ล้อ (3) ซึ่งโครงสร้างส่วนเซ็นเซอร์และสายไฟ ประกอบด้วย ก้านมือจับทั้ง 2 ข้าง ซ้ายและขวา จะมีเซ็นเซอร์ตรวจจับการออกแรง (15) ประกอบด้วย เซ็นเซอร์โหลดเซลล์ ซึ่งมีจะตัวครอบ (14) และติดตั้งบนโครงลูกเลื่อน (11) โดยโครงลูกเลื่อนจะเคลื่อนที่อยู่บนรางสไลด์ (9) ซึ่งสวมอยู่กับก้านมือจับจะมีปลอกสวมมือจับ (8) ซึ่งจะหมุนอยู่บนก้านจับ โดยมีลักษณะพิเศษคือ กลไกข้อต่อ 8 ก้านเชื่อมโยง (5) ที่ติดกับเสาโครงหลัก 2 เสา (1) ประกอบกันเป็นกลไกแบบขนาน สำหรับสร้างพิสัยการเคลื่อนที่ในทิศทางยกแขนขึ้นและกดแขนลง ปลายก้านจะเชื่อมติดกับก้อนมวลบนและล่าง (6) เพื่อให้น้ำหนักที่ตำแหน่งมือจับมีน้ำหนักที่เบาขึ้น และโครงสร้างกลไกข้อต่อ 8 ก้านเชื่อมโยง (5) มีส่วนยึดติดกับลวดสลิงที่เชื่อมต่อกับสปริง (7) ในการปรับเพื่อต้องการการออกแรงมากขึ้นในการเคลื่อนไหว ส่วนปลายก้านอีกด้านหนึ่งจะยึดติดกับรางสไลด์ (9) ติดตั้งบนโครงลูกเลื่อน (11) ติดกับก้านมือจับจะมีปลอกสวมมือจับ (8) ซึ่งจะหมุนอยู่บนก้านจับเพื่อให้การเคลื่อนไหวของมือจับไม่ติดขัด สำหรับรางสไลด์ (9) จะมีสายพาน (10) สำหรับเชื่อมโยงการเคลื่อนไหวหรือส่งผ่านแรงกันอย่างสมมาตรของการเคลื่อนไหวข้างซ้ายและขวาโดยหลักการทำงาน คือการให้แขนข้างที่ดี ช่วยแขนข้างที่อ่อนแรงเคลื่อนไหว ตามทิศทางที่ต้องการ ซึ่งแขนข้างอ่อนแรงจะออกแรงได้ดีขึ้น และทิศทางแม่นยำมากขึ้น โดยที่กลไกลส่งผ่านแรงโครงลูกเลื่อน (11) จะยึดกับสายพาน (10) คนละฝั่งแต่อยู่บนเส้นเดียวกัน ซึ่งเมื่อมีการเคลื่อนไหวข้างใดข้างหนึ่งสายพาน (10) ที่เป็นเส้นเดียวกันทั้งเส้นจะเคลื่อนที่ตามแนวที่ติดตั้งที่สไลด์ (9) ซึ่งจะทำให้โครงลูกเลื่อน (11) เคลื่อนไหวตามไปด้วย หากสายพาน (10) หมุนตามเข็มนาฬิกา โครงลูกเลื่อนจะเคลื่อนที่เข้าหากัน หากสายพานหมุนทวนเข็มนาฬิกา โครงลูกเลื่อนจะเคลื่อนที่ออกจากกัน โดยที่ในส่วนของก้านมือจับทั้ง 2 ข้าง ซ้ายและขวา (16) จะมีเซ็นเซอร์ตรวจจับการออกแรง (15) ดังรูปที่ 5 ซึ่งจะครอบด้วย ตัวครอบ (14) สามารถพิสูจน์ทิศทางและปริมาณการออกแรงของแขนทั้ง 2 ข้าง จากการตรวจจับของเซนเซอร์วัดขนาดและทิศทางของแรง เมื่อเซ็นเซอร์ตรวจจับการออกแรงได้รับสัญญาณการออกแรง จะนำสัญญาณเข้าสู่ไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์ถูกตั้งโปรแกรม ให้แปลงค่าสัญญาณทางไฟฟ้าให้เป็นปริมาณการออกแรงของผู้ป่วย แล้วส่งเข้าไปสู่ระบบแสดงผลขณะทำการฝึกผ่านหน้าจอแสดงผลผ่านจอ (4) ที่ติดตั้งอยู่บนอุปกรณ์ ที่เชื่อมต่อกับเสาด้วยขาตั้งจอ (13) สามารถระบุรายละเอียดของผู้ฝึก วันที่เวลา เลือกท่าทางในการฝึก และกำหนดค่าเปอร์เซ็นต์ของการออกแรงของแขนข้างอ่อนแรงเทียบกับการออกแรงข้างแข็งแรงได้ผ่านจอแสดงผล (4) โดยรูปแบบการแสดงผลจะแสดงผล การออกแรง ณ ขณะนั้น (real time) ของเปอร์เซ็นต์การออกแรงของแขนแต่ละข้าง และมีไฟแสดงผลระดับการออกแรงเมื่อเทียบข้างอ่อนแรงกับข้างแข็งแรง โดยรูปแบบการแสดงผลจะแสดงผลการออกแรง (4) ณ ขณะนั้น (Real time) ผ่านหน้าจอแสดงผล (4)



นายสุวัจชัย บุญอารี

อุปกรณ์ฝึกการทำงานของแขนแบบฝึกแขนสองข้าง จะมีเก้าอี้ที่สามารถปรับระดับความเหมาะสมกับผู้ฝึกได้ (12) โดยอุปกรณ์ในส่วนของที่ผู้ป่วยสัมผัสในการช่วยเคลื่อนไหว จะเป็นก้านมือจับซึ่งมีทั้ง 2 ข้าง ซ้ายและขวา ในก้านมือจับจะมีเซ็นเซอร์ (15) ตรวจจับการออกแรง ซึ่งบนเซ็นเซอร์จะมีตัวครอบ (14) และติดตั้งบนโครงลูกเลื่อน (11)

โดยโครงลูกเลื่อนจะเคลื่อนที่อยู่บนรางสไลด์ (9) เพื่อให้การเคลื่อนไหวของมือจับไม่ติดขัดนั้น ก้านมือจับจะมีปลอกสวมมือจับ (8) ซึ่งจะหมุนอยู่บนก้านจับ โดยก้านจับจะสามารถหมุนได้ เพื่อการเคลื่อนไหวของมือที่ง่ายขึ้นสำหรับรางสไลด์จะมีสายพาน (10) เชื่อมโยงการเคลื่อนไหวหรือส่งผ่านแรงกันอย่างสมมาตรของการเคลื่อนไหวข้างซ้ายและขวา เมื่อเซ็นเซอร์ตรวจจับการออกแรงได้รับสัญญาณการออกแรง จะนำสัญญาณเข้าสู่ไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์ถูกตั้งโปรแกรมให้แปลงค่าสัญญาณทางไฟฟ้าให้เป็นปริมาณการออกแรงของผู้ป่วย แล้วส่งเข้าไปสู่ระบบแสดงผลขณะทำการฝึกผ่านหน้าจอที่ติดตั้งอยู่บนอุปกรณ์ โดยหลักการทำงานของอุปกรณ์ คือการให้แขนข้างที่ดี ช่วยแขนข้างที่อ่อนแรงเคลื่อนไหว ตามทิศทางที่นักกายภาพบำบัดต้องการ ซึ่งแขนข้างอ่อนแรงจะออกแรงได้ดีขึ้น และทิศทางแม่นยำมากขึ้น โดยจะสามารถพิสูจน์ทิศทางและปริมาณการออกแรงของแขนทั้ง 2 ข้าง จากการตรวจจับของเซนเซอร์วัดขนาดและทิศทางของแรง ที่ติดอยู่ด้านล่างของก้านจับ นักกายภาพบำบัดจะสามารถรู้พฤติกรรมการของการออกแรงของแขนข้างอ่อนแรงเทียบข้างแข็งแรงได้ ผ่านจอแสดงผล

โครงฐานทำหน้าที่ในการยึดชิ้นส่วนต่างๆของอุปกรณ์ ซึ่งมีส่วนของหน้าจอแสดงผล (4) เชื่อมต่อกับกลไกปรับระดับหน้าจอแสดงผล (13) โดยยึดเข้ากับเสาโครงหลัก เสาโครงหลักยึดติดกับโครงฐาน (2) ซึ่งโครงหลักถูกติดตั้งเข้ากับล้อ เพื่อใช้ในการเคลื่อนย้ายได้ง่าย และสามารถยึดติดอยู่กับที่ได้ ด้วยล้อล็อคทั้ง 4 ล้อ (3) โดยเครื่องจะมีเสาทั้ง 2 (1) ซึ่งจะทำหน้าที่ในการยึดกลไกข้อต่อ 8 ก้านเชื่อมโยง (5) สำหรับสร้างพิสัยการเคลื่อนที่ในทิศทางยกแขนขึ้นและกดแขนลง โดยที่ปลายก้านจะเชื่อมติดกับก้อนมวลบนและล่าง เพื่อให้น้ำหนักที่ตำแหน่งมือจับมีน้ำหนักที่เบาขึ้น (6) หากแต่ต้องการใช้แรงมากขึ้นในการเคลื่อนไหวก็สามารถปรับจุดยึดของลวดสลิงที่ต่อกับสปริงได้ (7)

รูปที่ 6 แสดงการใช้งานอุปกรณ์ส่วนของการแสดงผลจะมีการแสดงผลผ่านจอ (4) ที่เชื่อมต่อกับเสาด้วยขาตั้งจอ (13) สามารถระบุรายละเอียดของผู้ฝึก วันที่ เวลา เลือกท่าทางในการฝึก (17) กำหนดแขนข้างอ่อนแรง(18) และกำหนดค่าเปอร์เซ็นต์ของการออกแรงของแขนข้างอ่อนแรงเทียบกับการออกแรงข้างแข็งแรง (19) จากนั้นจะมีการแสดงผลของเปอร์เซ็นต์การออกแรงของแขนแต่ละข้าง และมีไฟแสดงผลระดับการออกแรง (20) โดยรูปแบบการแสดงผล จะแสดงผล การออกแรง ณ ขณะนั้น (Real time) เพื่อเป็นการแสดงผลกลับไปยังผู้ป่วย (Feedback) กระตุ้นให้ผู้ป่วยออกแรงให้ได้ตามเป้าหมายสูงสุดที่มีการกำหนดไว้ และหน้าจอยังมีการแสดงเวลาที่ใช้ในการฝึก ค่าเปอร์เซ็นต์การออกแรง (22) รวมถึงจำนวนครั้งในการฝึก (23) และการแสดงไฟแจ้งเตือนเมื่อผู้ป่วยมีอาการเกร็งเกิดขึ้นขณะเคลื่อนไหว (24) สำหรับหน้าจอมีปุ่มกดสำหรับ การเริ่ม การหยุด และบันทึก (21) ซึ่งสามารถบันทึกผลการฝึกในแต่ละวัน เพื่อนำมาวิเคราะห์และปรับเปลี่ยนการฝึกให้เหมาะสมกับผู้ป่วย ณ ขณะนั้นได้



นายสุวัจชัย บุญอารี

รูปที่ 7 แสดงแผนภูมิการทำงานของอุปกรณ์ฝึกการทำงานของแขนแบบฝึกแขนสองข้าง เมื่อจับที่มือจับทั้งสองข้างและทำการขยับเคลื่อนไหว จะเกิดการรับสัญญาณจากเซ็นเซอร์ตรวจจับการออกแรง (Loadcell sensor) ที่ถูกติดตั้งบริเวณด้านล่างก้านจับ เพื่อทดสอบสัญญาณก่อนการเคลื่อนไหว ก่อนเริ่มการฝึกให้มีการกำหนดค่าข้อมูลผู้ใช้งาน วันที่ เวลา เลือกท่าทางในการฝึก (17) จากนั้นกำหนดแขนข้างอ่อนแรง(18) ซึ่งเป็นการเลือกเซ็นเซอร์ซ้ายหรือขวาเป็นข้างอ่อนแรง จากนั้นกำหนดค่าเปอร์เซ็นต์ของการออกแรงของแขนข้างอ่อนแรงเทียบกับการออกแรงข้างแข็งแรง (19) เมื่อผู้ใช้งานพร้อมให้กดปุ่มเริ่ม (21) และทำการขยับเคลื่อนไหวตามท่าทางการฝึก เมื่อมีการเคลื่อนไหวเซ็นเซอร์ตรวจจับการออกแรง (Loadcell sensor) จะส่งสัญญาณไปที่ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ จะทำการนำสัญญาณที่ได้มาแสดงค่าแรงของการออกแรง ซึ่งเป็นค่าการออกแรงของแขนข้างอ่อนแรงเทียบกับค่าแรงของแขนข้างปกติ จากนั้นโปรแกรมจะตรวจสอบว่าการออกแรงของแขนข้างอ่อนแรงเป็นกี่เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับการออกแรงข้างปกติ และแสดงผลเป็นสัญญาณไฟตามเงื่อนไขที่ได้มีการกำหนดไว้ คือ แขนข้างอ่อนแรงมีการออกแรงเมื่อเทียบข้างปกติอยู่ระหว่าง 25% ถึง 100% ตามลำดับ ไฟจะแสดงผลตามการออกแรง (20) หากไม่เป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนดไฟแสดงผลจะไม่แสดง จากนั้นจะมีนับจำนวนครั้งในการฝึก (23) นอกจากนี้จะมีไฟแจ้งเตือนอาการเกร็งติดของข้างอ่อนแรง (24) เมื่อค่าแรงของแขนข้างอ่อนแรงและค่าแรงของแขนข้างปกติมีทิศทางเดียวกัน สามารถกดหยุด เมื่อเสร็จสิ้น และกดบันทึก (21) ซึ่งสามารถบันทึกผลการฝึกในแต่ละวัน เพื่อนำมาวิเคราะห์และปรับเปลี่ยนการฝึกให้เหมาะสมกับผู้ป่วย ณ ขณะนั้นได้

<u>วิธีการในการประดิษฐ์ที่ดีที่สุด</u>

ได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อการเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์



นายสุวัจชัย บุญอารี

**ข้อถือสิทธิ**

1. อุปกรณ์ฝึกการทำงานของแขนแบบฝึกแขนสองข้าง ผ่านกลไกสะท้อนแบบสมมาตร ประกอบด้วย โครงสร้างส่วนประกอบเครื่อง โครงสร้างส่วนเซ็นเซอร์และสายไฟ โครงสร้างส่วนระบบและหน้าจอแสดงผล (4) โดยที่โครงสร้างส่วนประกอบเครื่อง ประกอบด้วยเสาโครงหลัก 2 เสา (1) ยึดกลไกข้อต่อ 8 ก้านเชื่อมโยง (5) โดยที่ปลายก้านเชื่อมโยงดังกล่าวเชื่อมติดกับก้อนมวลบนและล่าง (6) ที่สามารถปรับจุดยึดของลวดสลิงที่ต่อกับสปริง (7) ได้

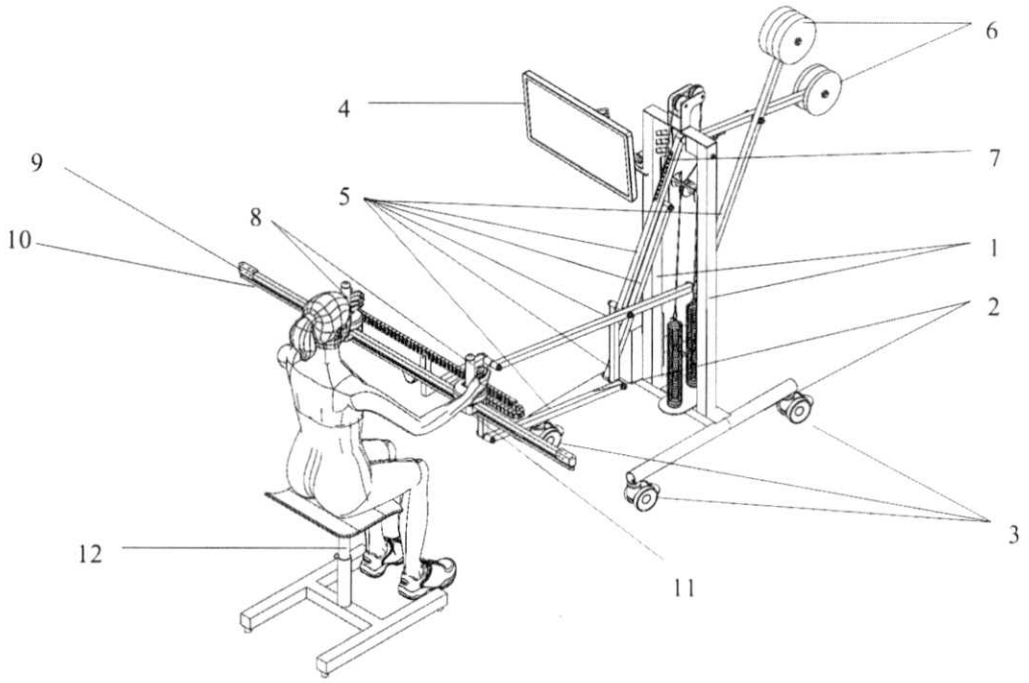
โครงฐานหน้า-หลัง (2) ติดตั้งเข้ากับล้อล็อค 4 ล้อ (3) ซึ่งโครงสร้างส่วนเซ็นเซอร์และสายไฟประกอบด้วย ก้านมือจับทั้ง 2 ข้าง ซ้ายและขวา(16) มีเซ็นเซอร์โหลดเซลล์ตรวจจับการออกแรง (15) ซึ่งมีตัวครอบ (14) และติดตั้งบนโครงลูกเลื่อน (11) โดยโครงลูกเลื่อนจะเคลื่อนที่อยู่บนรางสไลด์ (9) ซึ่งสวมอยู่กับก้านมือจับจะมีปลอกสวมมือจับ (8) ซึ่งหมุนอยู่บนก้านจับ

**โดยมีลักษณะพิเศษคือ**

กลไกข้อต่อ 8 ก้านเชื่อมโยง (5) ที่ติดกับเสาโครงหลัก 2 เสา (1) ประกอบกันเป็นกลไกแบบขนาน สำหรับสร้างพิสัยการเคลื่อนที่ในทิศทางยกแขนขึ้นและกดแขนลง ปลายก้านเชื่อมติดกับก้อนมวลบนและล่าง (6) เพื่อให้น้ำหนักที่ตำแหน่งมือจับมีน้ำหนักที่เบาขึ้น และโครงสร้างกลไกข้อต่อ 8 ก้านเชื่อมโยง (5) มีส่วนยึดติดกับลวดสลิงที่เชื่อมต่อกับสปริง (7) ในการปรับเพื่อต้องการเพิ่มน้ำหนักของโครงสร้างกลไกข้อต่อ 8 ก้านเชื่อมโยง (5) ส่วนปลายก้านอีกด้านหนึ่งยึดติดกับรางสไลด์ (9) ติดตั้งบนโครงลูกเลื่อน (11) ติดกับก้านมือจับมีปลอกสวมมือจับ (8) ซึ่งหมุนอยู่บนก้านจับเพื่อให้การเคลื่อนไหวของมือจับไม่ติดขัด สำหรับรางสไลด์ (9) มีสายพาน(10) สำหรับเชื่อมโยงการเคลื่อนไหวหรือส่งผ่านแรงกันอย่างสมมาตรของการเคลื่อนไหวข้างซ้ายและขวาผ่านการทำงานของสายพาน (10) โดยที่ในส่วนของก้านมือจับทั้ง 2 ข้าง ซ้ายและขวา (16) มีเซ็นเซอร์ตรวจจับการออกแรง (15) ครอบด้วยตัวครอบ (14) สามารถพิสูจน์ทิศทางและปริมาณการออกแรงของแขนทั้ง 2 ข้าง จากการตรวจจับของเซนเซอร์วัดขนาดและทิศทางของแรง เมื่อเซ็นเซอร์ตรวจจับการออกแรงได้รับสัญญาณการออกแรง จะนำสัญญาณเข้าสู่ไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์ถูกตั้งโปรแกรม ให้แปลงค่าสัญญาณทางไฟฟ้าให้เป็นปริมาณการออกแรงของผู้ป่วย แล้วส่งเข้าไปสู่ระบบแสดงผลขณะทำการฝึกผ่านหน้าจอแสดงผลผ่านจอ (4) ที่ติดตั้งอยู่บนอุปกรณ์ ที่เชื่อมต่อกับเสาด้วยขาตั้งจอ (13) สามารถระบุรายละเอียดของผู้ฝึก วันที่ เวลา เลือกท่าทางในการฝึก และกำหนดค่าเปอร์เซ็นต์ของการออกแรงของแขนข้างอ่อนแรงเทียบกับการออกแรงข้างแข็งแรงได้ผ่านจอแสดงผล (4) โดยรูปแบบการแสดงผลจะแสดงผล การออกแรง ณ ขณะนั้น (real time) ของเปอร์เซ็นต์การออกแรงของแขนแต่ละข้าง และมีไฟแสดงผลระดับการออกแรงเมื่อเทียบข้างอ่อนแรงกับข้างแข็งแรง โดยรูปแบบการแสดงผลจะแสดงผลการออกแรง (4) ณ ขณะนั้น (Real time) ผ่านหน้าจอแสดงผล (4)



นายสุวัจชัย บุญอารี

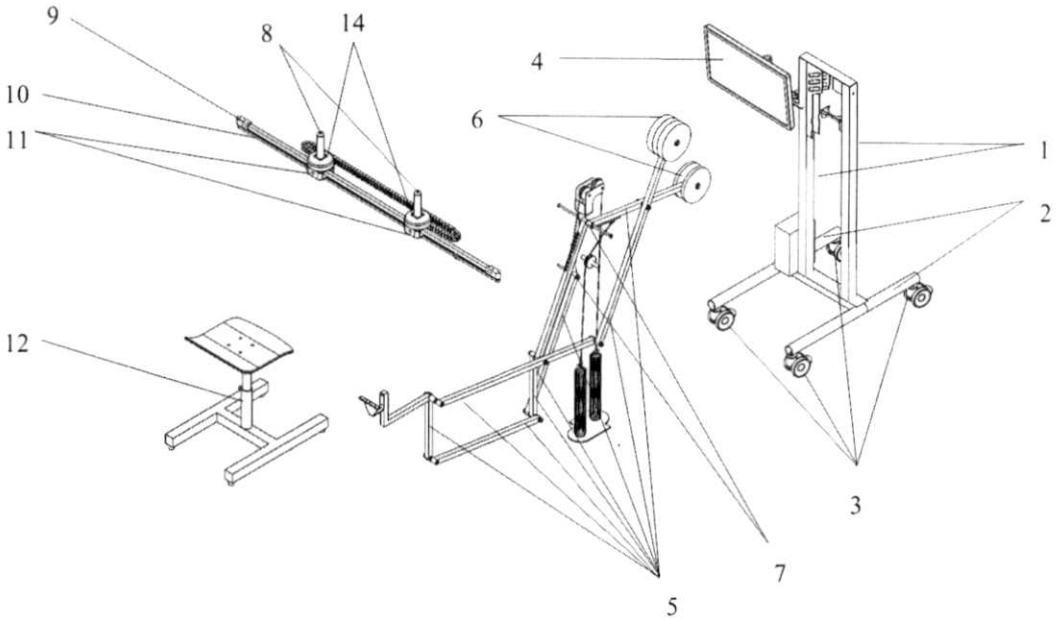



รูปที่ 1

20230202



นายสุวัจชัย บุญอารี

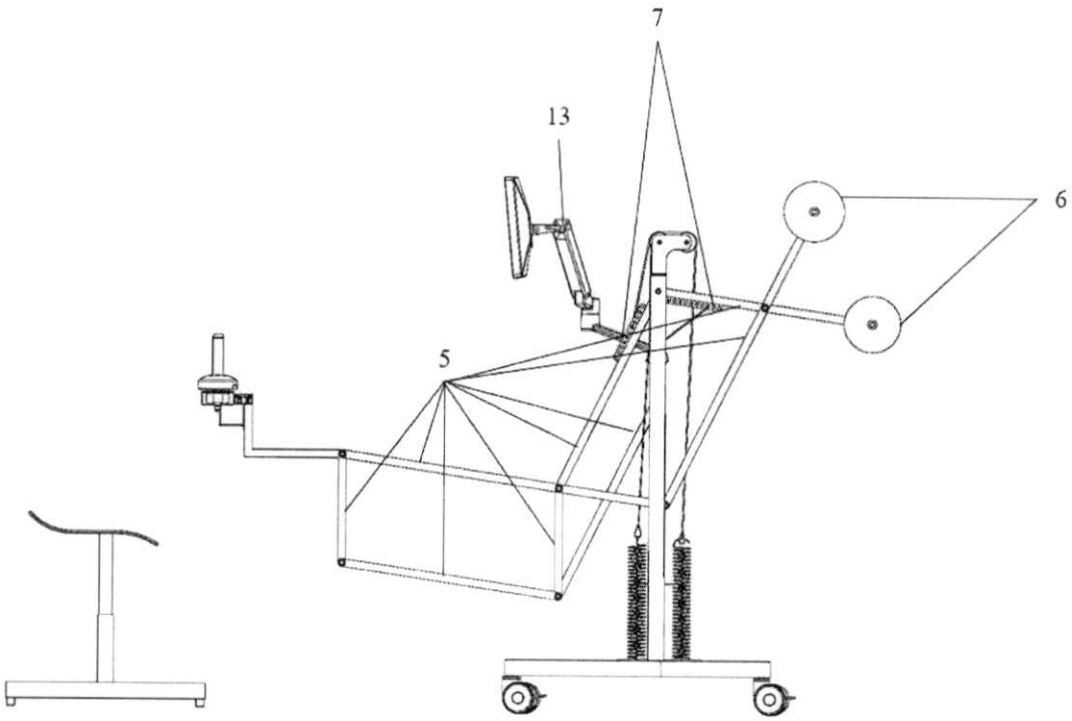



รูปที่ 2

22326



นายสุวัจชัย บุญอารี

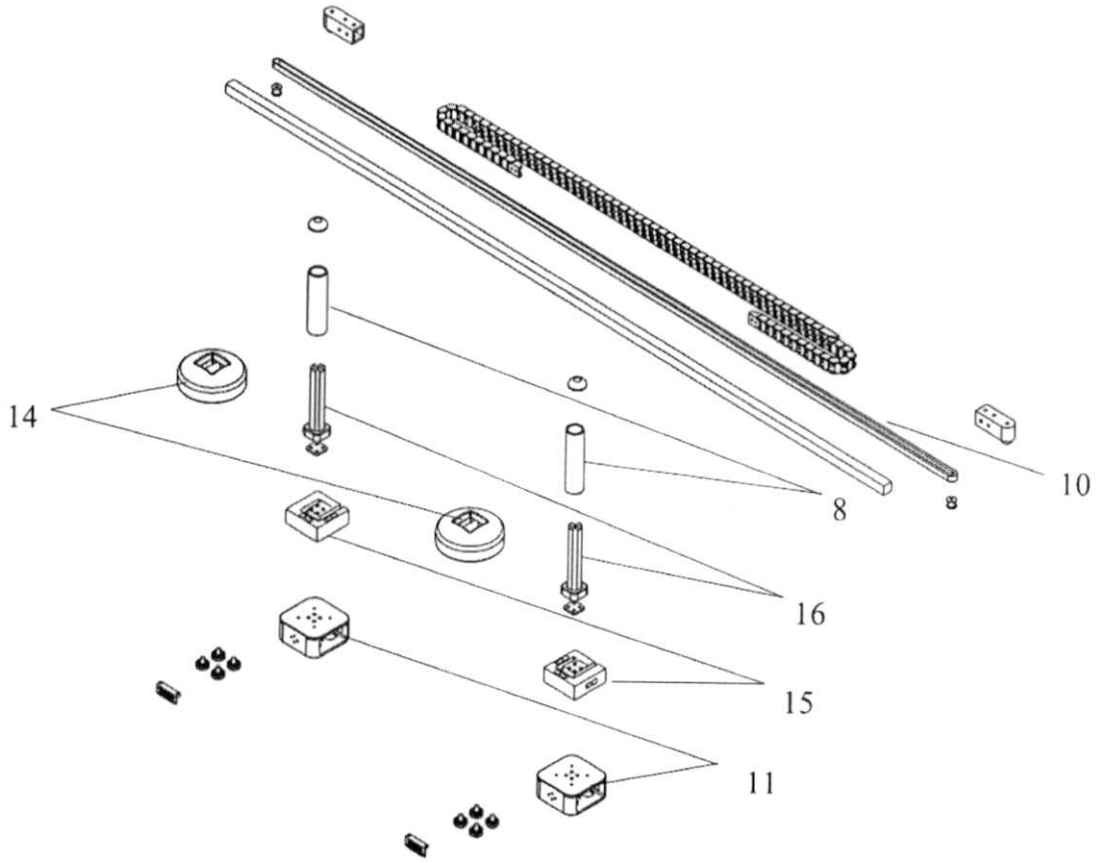



รูปที่ 3

22326



นายสุวัจชัย บุญอารี

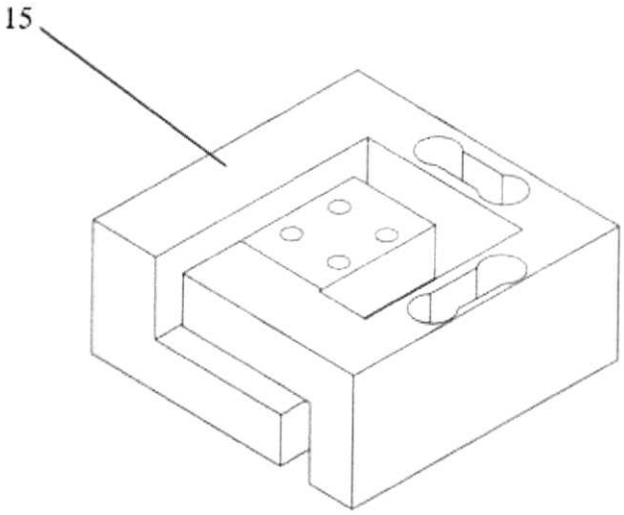



รูปที่ 4

22326



นายสุวัจชัย บุญอารี

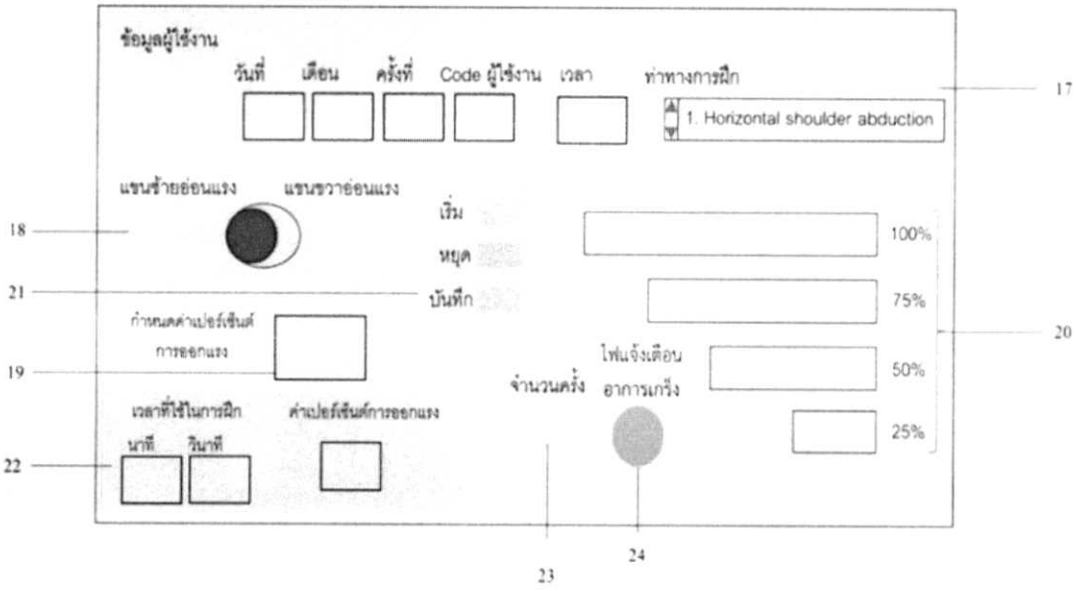



รูปที่ 5

20232



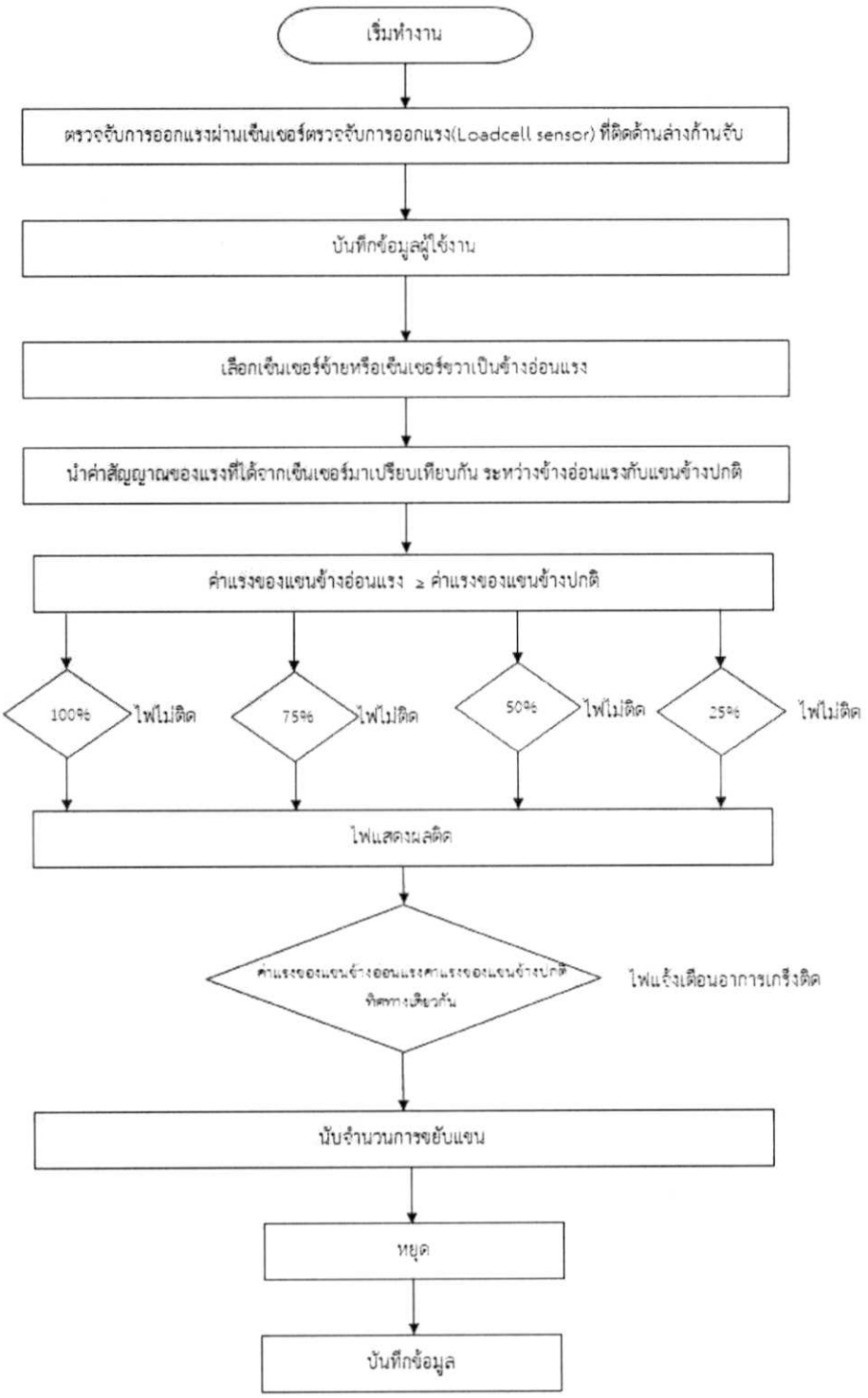
นายสุวัจชัย บุญอารี




รูปที่ 6



นายสุวัจชัย บุญอารี




รูปที่ 7



นายสุวัจชัย บุญอารี

## บทสรุปการประดิษฐ์

อุปกรณ์ฝึกการทำงานของแขนแบบฝึกแขนสองข้าง ผ่านกลไกสะท้อนแบบสมมาตร ที่ซึ่งประกอบด้วย 4 ส่วนหลัก โครงสร้างส่วนประกอบเครื่อง เซ็นเซอร์ ระบบประมวลผล และระบบหน้าจอแสดงผล โครงสร้างส่วนประกอบเครื่อง ทำหน้าที่สร้างกลไกการเคลื่อนไหวของระบบการชดเชยน้ำหนักขณะเคลื่อนไหว สามารถสร้างกลไกการเคลื่อนไหวแบบสมมาตร ส่งแรงข้างซ้ายและขวาขณะทำการเคลื่อนไหวในทุกทิศทาง ผ่านเซ็นเซอร์ที่ก้านมือจับทั้ง 2 ข้าง ซ้ายและขวา สามารถวัดขนาดและทิศทางของการออกแรงของแขนทั้ง 2 ข้าง ได้อย่างอิสระในทุกทิศทาง จากนั้นประมวลผลให้แปลงค่าสัญญาณทางไฟฟ้าของสัญญาณการออกแรง ให้เป็นปริมาณการออกแรงของผู้ป่วย แล้วส่งเข้าไปสู่ระบบแสดงผลเปอร์เซ็นต์การออกแรงของแขนแต่ละข้าง โดยที่สามารถกำหนดค่าเปอร์เซ็นต์ของการออกแรงของแขนข้างอ่อนแรงเทียบกับการออกแรงข้างแข็งแรงได้ ในรูปแบบการแสดงผลการออกแรง ณ ขณะนั้น (Real time) เพื่อเป็นการแสดงผลกลับไปยังผู้ป่วย (Feedback) กระตุ้นให้ผู้ป่วยออกแรงให้ได้ตามเป้าหมายสูงสุดที่มีการกำหนดไว้

NO NO SCAN



นายสุวัจชัย บุญอารี