

เครื่องช่วยหายใจชนิดควบคุมด้วยแรงดัน



ส่วนประกอบต่างๆที่สำคัญของเครื่องช่วยหายใจ Bird

1. Gas Inlet ขั้วต่อสำหรับต่อเข้ากับแหล่งจ่ายขาด
2. Ambient Compartment ห้องสำหรับอากาศภายนอก
3. Rotary Switch สวิตช์เปิดปิดก๊าซ
4. Inspiratory Flowrate ปุ่มปรับอัตราการไหลของก๊าซ
5. Expiratory Time Control ปุ่มปรับเวลาในการหายใจออก
6. Mainstream Host Connection. ขั้วต่อสำหรับต่อสายช่วยหายใจสู่ผู้ป่วย
7. Power Drive Line Connection ขั้วต่อสำหรับต่อสายการ์ดไปสู่กระบังน้ำให้ความชื้น

(Humidifier) และวาล์วหายใจออก (Expiratory valve)

8. Pressure Relief Valve วาล์วป้องกันแรงดันเกิน
9. Pressure Compartment ห้องความดันสำหรับก๊าซที่ผู้ป่วยหายใจ
10. Manometer มาตรวัดความดันในการหายใจ
11. Air Filter ไส้กรองอากาศภายนอกก่อนเข้าเครื่องช่วยหายใจ
12. Pressure Selector ก้านบังคับสำหรับตั้งความดันในการหายใจเข้า
13. Starting Effort ก้านปรับความไวในการกระตุ้นเครื่องให้ทำงานด้วยการหายใจของPt

14. Center Body ส่วนแกนกลางของตัวเครื่อง

15. Pressure/Time Cycle Selector ปุ่มควบคุมการทำงานแบบควบคุมความดันเวลาในกรณีที่ใช้ Apneustic Flow Time (ในรุ่น Mark 7 ไม่มี)

16. Apneustic Flow Time ปุ่มปรับอัตราการไหลของก๊าซหลังหายใจเข้าเสร็จแล้ว(ในรุ่น Mark 7 ไม่มี)

17. Expiratory Power Line ขั้วต่อสำหรับสายช่วยหายใจออก

หลักการการทำงานของเครื่องช่วยหายใจเบิร์ต

ก๊าซออกซิเจนเข้ามาทาง Gas Line แล้วผ่านเข้ามาทาง Expiratory Termination Cartridge ซึ่งเปิดอยู่ แล้วผ่านมาทางสาย #30 ผ่านเข้าสู่ Sensing Servoing Venturi จะทำให้ความดันในท่อ Sensing Servoing Venturi ที่ต่อไปยังด้านหลังของ Master Diaphragm มีค่าเป็นลบ ซึ่ง Master Diaphragm จะถูกดูดมาด้านขวาทำให้ Sequencing Switch เคลื่อนมายังตำแหน่งเปิด ก๊าซจึงไหลผ่าน Sequencing Switch ได้และแยกออกเป็น 3 ทางดังนี้

1. ไหลผ่าน Nebulizer Pressure Rise Orifice (สาย #1) เพื่อไปปิด Exhalation valve ในขณะช่วงที่หายใจเข้า
2. ไหลผ่าน Inspiration flow rate control Orifice (สาย #4) ซึ่งมีที่บัคขณะเป็น Needle valve สามารถปรับและควบคุมอัตราการไหลได้ตามที่ต้องการ แล้วผ่านหัว Jet ของ Master venturi เพื่อทำให้เกิดแรงดันลมขึ้น จึงเกิดแรงดูดในอากาศจากภายนอกให้ผ่าน Air filter เข้ามาทาง Entrainment port filter socket เข้ามาผสมกับออกซิเจนจากหัว Jet อากาศที่ผสมจะดันให้ Distal venturi gate ซึ่งมีลักษณะเป็นวาล์วสปริงให้เปิด ก๊าซจึงไหลเข้าไปใน Pressure compartment ผ่านเข้าสู่ผู้ป่วยทางสายช่วยหายใจ ซึ่งต่ออยู่ที่ Breathing circuit outlet port
3. ไหลผ่าน Expiratory termination reset valve(สาย #3) ซึ่งเป็น Check valve เพื่อให้ก๊าซไหลผ่านได้ทางเดียว ผ่าน Expiratory termination cartridge เพื่อให้มีแรงดันไปปิดวาล์ว เพื่อปิดการไหลของก๊าซที่ไหลเข้าไปที่ Sensing servoing venturi และจะมีก๊าซบางส่วนไหลผ่านไป Expiratory time control valve บ้างเล็กน้อยหรือไม่ผ่านเลย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการทำงานของปั๊มในช่วงการหายใจเข้า

ในระหว่างการหายใจเข้าความดันใน Pressure compartment ก็จะเริ่มสูงขึ้น ซึ่งสามารถดูได้จาก Manometer ได้จนกระทั่งสูงเท่าระดับความดันที่ตั้งไว้ความดันที่สูงขึ้นจะพยายามดันให้ Master Diaphragm

เคลื่อนที่เข้ามาหาทางซ้ายและเมื่อแรงดันที่ไดอะแฟรมมากกว่าแรงดูดของ Pressure Clutch, Master Diaphragm ก็จะเคลื่อนที่มาจากซ้ายสุดพร้อมดึง Spindle มาทางซ้ายด้วยทำให้ Sequencing Switch มาอยู่ในตำแหน่งปิดในขณะเดียวกัน Sensitivity clutch ก็จะดูแผ่นเหล็กไว้ด้วยทำให้จังหวะของการหายใจเข้าวสันสุดช่วงการหายใจออก

ความดันของก๊าซที่ถูกเก็บไว้ในส่วนของ expiratory time control (สาย#2 และ สาย #3) ความดันจะค่อยๆค่อยๆลดลงเนื่องจากการปรับ Control Expiratory time คือถ้าหมุนทวนเข็มนาฬิกาหลายๆจะทำให้ความดันลดลงอย่างรวดเร็วความดันที่มาปิด Expiratory termination cartridge น้อยลงทำให้วาล์วเปิดข้อความใดที่เข้ามาทาง gas inlet ซึ่งมีความดันสูงกว่าและก๊าซจากเข้า มาทาง expiratory termination cartridge เข้าสู่ Sensing servoing venturi ซึ่งเป็น Jet มาดึง Master Diaphragm มาทางด้านขวาทำให้มีความดันใน Pressure compartment เริ่มสูงขึ้นอีกซึ่งจะสิ้นสุดช่วงการหายใจออกและเริ่มต้นช่วงการหายใจเข้าอีกครั้ง

หน้าที่ของปั๊มควบคุมเครื่องช่วยหายใจบีร์ด

1) Pressure selector (12)0

ก้านบังคับความดันในการหายใจเข้าใช้กำหนดตั้งความดัน โดยปกติของผู้ใหญ่จะประมาณ 20 เซนติเมตรน้ำ หรือในกรณีผู้ป่วยมีปัญหาทางด้าน Airway resistance สูงต้องเพิ่มความดันให้สูงขึ้น

วิธีการปรับตั้งความดัน

- เลื่อนการบังคับตามความดันมาที่เลข 20(ความดันจะเท่า 20 เซนติเมตรน้ำ)
- เรื่องการบังคับตั้งความดันมาทางด้านหน้าเครื่อง(ความดันจะน้อยกว่า 20 เซนติเมตรน้ำ)
- เรื่องการบังคับตั้งความดันวันเข็มนาฬิกาทางด้านหลังเครื่อง(ความดันจะมากกว่า 20 เซนติเมตรน้ำ)

2) Inspiratory Flowate

ปั๊มปรับอัตราการไหลของแก๊สในช่วงหายใจเข้าคือถ้ามีการไหลของแก๊สในช่วงหายใจเข้ามาก(หมุนปุ่มทวนเข็มนาฬิกา) แก๊สจะเข้าไปเต็มปอดผู้ป่วยได้เร็ว(เวลาในการหายใจเข้าจะเร็ว) ในทางตรงกันข้ามการไหลของแก๊สในช่วงหายใจเข้าน้อย(หมุนปุ่มตามเข็มนาฬิกา) แก๊สจะเข้าไปสู่ปอดของผู้ป่วยจะใช้เวลาานกว่าจะเต็มปอด(เวลาในการหายใจเข้านาน)

3) Expiratory time control

ปั๊มปรับเวลาในการหายใจออกให้มีระยะยาวหรือสั้นโดยทั่วไปแล้วช่วงของการหายใจออกจะนานเป็นสองเท่าของการหายใจเข้าหรือ I:E ratio 1:2

วิธีการปรับตั้งปุ่ม Expiratory time control

- หมุนตามเข็มนาฬิกาเวลาของการหายใจออกจะนานหรือช้า
- หมุนทวนเข็มนาฬิกาเวลาของการหายใจออกจะสั้นหรือเร็ว
- หมุนตามเข็มนาฬิกาจนสุดเวลาของการหายใจออกจะนานจะมากคือเครื่องช่วยหายใจจะไม่ทำงาน

ผลจากการปรับให้เวลาของการหายใจออกให้ช้าหรือเร็วจะทำให้ Respiratory rate เปลี่ยนแปลงคือถ้า หมุนปุ่มนี้ทวนเข็มนาฬิกาจะทำให้ Respiratory rate มากขึ้น ในทางตรงกันข้ามถ้าหมุดกลุ่มนี้ตามเข็มนาฬิกาจะทำให้ Respiratory rate ลดลง

4) Starting Effort(13)

การปรับความไวในการกระตุ้นให้เครื่องทำงานด้วยแรงในการหายใจของผู้ป่วย Inspiratory effort คือ แรงพยายามในการหายใจเข้าของผู้ป่วยมีหน่วยเป็นความดันลบเช่น -1 เซนติเมตรน้ำ -2 เซนติเมตรน้ำ

- ค่า -1 เซนติเมตรน้ำหมายความว่าผู้ป่วยต้องใช้แรงในการหายใจเข้า -1 เซนติเมตรน้ำถึงจะกระตุ้นให้เครื่องทำงานได้เป็นต้น

- ค่า Inspiratory effort ยิ่งเข้าใกล้ค่าความเป็นบวกเท่าไร(เป็น -0.5 เซนติเมตรน้ำ) ผู้ป่วยจะหายใจเข้าแค่เล็กน้อยก็สามารถที่จะกระตุ้นให้เครื่องทำงานได้แต่ถ้าค่า Inspiratory effort ไกลจากค่าบวกมากเท่าไร (เช่น -2,3 เซนติเมตรน้ำ)ผู้ป่วยต้องพยายามออกแรงมากๆถึงจะกระตุ้นในเครื่องทำงานได้

วิธีการปรับ Starting Effort

- เลื่อนก้านบังคับ Starting effort มาที่เลข 20 จะมีค่า Inspiratory effort ของผู้ป่วยเท่ากับ -2 เซนติเมตรน้ำ

- เลื่อนก้านบังคับ Starting effort เลยมายังเลข 20 ทวนเข็มนาฬิกามาทางด้านหลังของเครื่องจะมีค่า Inspiratory effort ของผู้ป่วยเข้าใกล้เลขบวก (-0.5 ถึง 2 เซนติเมตรน้ำ) ผู้ป่วยออกแรงหายใจเข้าเพียงเล็กน้อยก็สามารถกระตุ้นให้เครื่องทำงานได้แต่ในกรณีที่เลื่อนก้านบังคับ Starting effort เลยจากเลข 20 ตามเข็มนาฬิกามาทางด้านหน้าเครื่องค่า Inspiratory effort จะไกลจากค่าบวกมากขึ้น(มากกว่า 2 เซนติเมตรน้ำขึ้นไป) ผู้ป่วยจะต้องพยายามออกแรงมากจึงจะกระตุ้นให้เครื่องทำงานได้

การบำรุงรักษาเครื่องช่วยหายใจเบิร์ต

- ตัวเครื่องช่วยหายใจ Bird ภายนอกเช็ดล้างด้วยแอลกอฮอล์ 70% รีบอาบน้ำไปฆ่าเชื้อโรคด้วยวิธีการอบแก๊สเอทิลีนออกไซด์หรือแอนโพรลีน

*** ห้ามนำตัวเครื่องแช่น้ำยาหรือสารละลายต่างๆเป็นอันเด็ดขาด***

- สาย Breathing circuit สามารถฆ่าเชื้อโรคโดยวิธีอบแก๊สเอทิลีนออกไซด์หรือแอนิโพรลีนและวิธีแช่น้ำยาฆ่าเชื้อ เช่น Cidex, Savlon

Cidex แช่ทิ้งไว้ใน Cidex ประมาณ 1 ชั่วโมง เสร็จแล้วล้างด้วยน้ำเปล่าจนกินของ Cidex หมดไปแล้วตากให้แห้ง

Savlon แช่ทิ้งไว้ใน Savlon ประมาณ 2 ชั่วโมง เสร็จแล้วล้างด้วยน้ำเปล่าจนกินของ Savlon หมดไปแล้วตากให้แห้ง(ใช้ในอัตราส่วน 1:30)

หมายเหตุ ในการแช่น้ำยาฆ่าเชื้อควรถอดชิ้นส่วนต่างๆออกจากกันก่อนเพราะชิ้นส่วนที่เป็นแหวนยางกลมควรล้างด้วยน้ำเปล่าเพราะถ้าล้างด้วยน้ำยาบ่อยๆแหวนยางจะแข็งกระด้างทำให้ยางเสื่อม

หลังจากการใช้เครื่องทุกครั้งควรถอด Filter มาล้างทุกครั้งการล้างเอาน้ำเปล่าล้างเอาฝุ่นละอองที่เกาะติดอยู่กับเยื่อบางของ Filter ตากให้แห้ง ถ้าไม่ถอด Filter ออกมาล้างจะทำให้เปอร์เซ็นต์ออกซิเจนสูงขึ้น

การถอดประกอบและซ่อมบำรุง

ก่อนที่จะพยายามถอดประกอบเครื่อง ผู้ถอดควรจะศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับหลักการทำงานของเครื่อง รายละเอียดและลักษณะการประกอบของแต่ละชิ้นส่วน ตลอดจนคู่มือการใช้งานให้ถี่ถ้วนเสียก่อน เครื่องมือที่จำเป็นต้องใช้ในการถอดประกอบและซ่อมบำรุงเครื่องช่วยหายใจเบิร์ตมีดังนี้

- 1) P/N 031 CERAMIC BUSHING TOOL สำหรับถอดเซรามิกสวิตช์
- 2) P/N 042 LUBEWICK ครีมหล่อลื่น
- 3) P/N 631 NONPETROLEUM LUBRICANT น้ำมันหล่อลื่นชนิดไม่มีปิโตรเลียม
- 4) P/N 924 STYLET เข็มขนาดเล็ก
- 5) P/N 924 MAINSTREAM STOPPER ฝาปิดขนาด 22 mm
- 6) P/N 5497 SENSITIVITY ADJUSTMENT TOOL เครื่องมือปรับความไว
- 7) P/N 6711 TUBE REMOVAL TOOL เครื่องมือถอดสายยาง
- 8) P/N 6754 CALIBRATION REGULATOR เรกกูเรเตอร์สำหรับปรับความดัน
- 9) P/N 6855 ORIFICE ADAPTOR อะแดปเตอร์สำหรับลดขนาดรูเปิด
- 10) ALLEN WRENCH ประแจหกเหลี่ยมขนาด 3/32 และ 3/16 นิ้ว
- 11) OPEN END WRENCH ประแจปากตายขนาด 1/4 5/16 7/16 5/8 7/8 1/2 นิ้ว

12) SNAP RING PLIERS #1 คีมถ่างแหวนและคีมบีบแหวน

13) THIN BLADED SCREWDRIVER ไขควงแบนขนาดเล็ก

ถอด AMBIENT COMPARTMENT

- 1) ถอดสกรูด้านในทั้ง 2 ตัวด้วยประแจหกเหลี่ยมเบอร์ 3/16 นิ้วแล้วค่อยๆดึง Compartment ออกมาจนกระทั่ง Hand timing ROD สีแดงหลุดจากแกนแม่เหล็ก
- 2) ถอดสายวัดความดันที่ต่อมายัง Manometer ออกจาก Center body โดยใช้เครื่องมือถอดสาย P/N 6711
- 3) ถอดก้านบังคับ Sensitivity โดยใช้ประแจหกเหลี่ยม 3/32 นิ้วคลายสกรูทั้ง 2 ตัวที่ยึดอยู่กับแกนแม่เหล็กทั้งสองแห่ง
- 4) ถอดแม่เหล็กออกจาก Compartment โดยการหมุนแม่เหล็กทวนเข็มนาฬิกา
- 5) ถอดส่วนประกอบของ Air filter โดยใช้ไขควงสี่แฉก(Phillips)คลายสกรูออกเมื่อสกรูหลุดออกแล้วให้แยกชิ้นส่วนต่างๆออกทำความสะอาด

ถอด Pressure Compartment

- 1) ถอด Inspiratory power drive line โดยใช้ไขควงถี้อเบอร์ 5/16 นิ้ว
- 2) ถอดสกรูและแหวนรองโดยใช้ประแจหกเหลี่ยม 3/16 นิ้วจากนั้นดึง Pressure compartment ออก
- 3) ถอดยางรองขอบออกจาก Centerbody (P/N6813)
- 4) ถอดสกรูยึด Indicator arm โดยใช้ประแจหกเหลี่ยมเบอร์ 3/32 นิ้วจากนั้นดึง Indicator arm ออก
- 5) ถอดแม่เหล็กออกจาก Pressure compartment โดยการหมุนทวนเข็มนาฬิกา

ถอด Centerbody

- 1) ถอดสายทั้งหมดออกจากด้าน Pressure และ Ambient ของ Centerbody โดยการใช้เครื่องมือถอดสาย P/N 6711
- 2) ถอดก้านอะลูมิเนียมทั้ง 4 ตัวโดยการใช้ประแจแหวนปากตายเบอร์ 5/16 นิ้ว
- 3) หมุนคลายเกลียวของ Venturi ทวนเข็มนาฬิกาถึง Ventuuri และ Jet ออกจาก Centerbody
- 4) หมุนคลาย Sensing/Survo venture ทวนเข็มนาฬิกา
- 5) ถอด Inspiratory flowrate control โดยใช้ประแจหกเหลี่ยม 3/32 นิ้วถอดสกรูที่ล็อกบิด จากนั้นให้ใช้ประแจปากตาย 5/8 นิ้วถอด Flow rate control valve ออกจาก Centerbody

- 6) ถอด Controlled expiratory time โดยใช้ประแจหกเหลี่ยม 3/32 นิ้ว ถอดลูกบิดแล้วใช้ประแจปากตาย 1/2 นิ้วถอด Valve centerbody
- 7) สำหรับ Controlled expiratory time cartridge ไม่จำเป็นต้องถอดออกมาเพียงแต่ถอดเฉพาะอุปกรณ์ภายในเท่านั้น โดยใช้คีมบีบแหวนเบอร์ 1 ถอดแหวนล๊อคออกแล้วดึงอุปกรณ์ภายในออกมา
- 8) ถอด Hand time ROD และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องนี้
 - 8.1 ถอด Safety wire ออกก่อนจากนั้นใช้ประแจปากตาย 1/4 นิ้วถอดน็อตที่ปลายออก
 - 8.2 ถอดแผ่นเหล็กด้าน Pressure compartment ออกพร้อมกับ O-ring bumper
 - 8.3 ใช้คีมบีบแหวนถอดแหวนล๊อคไดอะแฟรม
 - 8.4 ค่อยๆ ดึง Hand time ROD, Sensing armature plate, Diaphragme ออก
- 9) ถอด Ceramic switch โดยดึงเอา Ceramic switch ออกก่อนจากนั้นใช้คีมบีบแหวนถอด แหวนล๊อค Ceramic bushing ทางด้าน Pressure compartment ออกจากนั้นใช้เครื่องมือ ถอด Bushing P/N 031 ดัน Bushing ออกโดยดันออกทาง Ambient compartment แล้วจึงถอด O-ring ทั้ง 3 ตัวที่อยู่บน Bushing ออก
- 10) ถอด Rotary valve โดยใช้ประแจหกเหลี่ยม 1/16 นิ้วถอดสกรู 2 ตัวที่ลูกบิด On/Off แล้ว ดึงลูกบิดออกจากนั้นใช้ประแจปากตาย 5/8 นิ้วถอดน็อตที่ปลายออกแล้วจึงดึงชุดสปริงและ วาล์วออกมา

การทำความสะอาดชิ้นส่วนต่างๆ

1. ชิ้นส่วนทุกชิ้นยกเว้น เกจ แม่เหล็กและสายสีเขียว ให้ทำความสะอาดโดยแช่ในน้ำยาทำความสะอาดล้างและขจัดคราบไขมันแล้วใช้ลมเป่าให้แห้ง
2. สำหรับ Ceramic switch ให้ทำความสะอาดโดยใช้ผงขัดให้ทั่วจากนั้นล้างด้วยน้ำสะอาดและเป่าด้วยลม
3. ใช้ลมเป่าทำความสะอาด Centerbody ให้ทั่ว

การประกอบเครื่อง

1. ประกอบสวิทช์ On/Off
 - 1.1 ตรวจสอบ O-ring P/N 143 บนตัววาล์วว่ามีรอยฉีกขาดหรือเสียเปลี่ยนใหม่ถ้าจำเป็น
 - 1.2 ตรวจสอบ O-ring P/N 143,274 บนตัววาล์ว(Plunger)
 - 1.3 ประกอบชิ้นส่วนต่างๆเข้าด้วยกันดังภาพ

2. ประกอบ Ceramic switch
 - 2.1 เปลี่ยน O-ring P/N 193 ใหม่หมดทั้ง 3 ชั้น
 - 2.2 ใช้น้ำสะอาดทาที่ O-ring เพียงเล็กน้อยแล้วใส่ Bushing เข้าไปที่ Centerbody โดยใช้เครื่องมือ P/N 031 ดันเข้าไป
 - 2.3 ใส่แหวนสปริงล๊อค Bushing ให้เข้าที่แล้วจึงใส่ Ceramic spindle โดยให้ปาด้านยาวอยู่ทางด้าน Pressure compartment
3. ประกอบ Hand timer ROD และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง
 - 3.1 ให้อ้อย Washer P/N 135, Sensitivity armature P/N 327, Diaphragm P/N 714, และ Spacer bumper P/N 124 เข้าไปในแกน Shaft ของ Time ROD
 - 3.2 ค่อยใส่ Shaft เข้าไปใน Ceramic spindle จากทางด้าน Ambient compartment
 - 3.3 ใส่ Pressure Amature plare P/N 327 แล้วค่อยๆ ชันน็อตให้แน่นจากนั้นจึงใส่ Safety wire
 - 3.4 ใส่แหวนล๊อค Diaphragm ให้แน่น
4. ประกอบ Controlled expiratory time cartridge
 - 4.1 ตรวจสอบ O-ring ทุกชั้นและเปลี่ยนใหม่ถ้าเห็นว่าเสียหรือสึกหรอ
 - 4.2 ตรวจสอบ Poppet และ Diaphragm ต่างๆว่าอยู่ในสภาพดีหรือไม่ ถ้าชำรุดให้เปลี่ยนใหม่
 - 4.3 ประกอบเข้าด้วยกันตามภาพ
5. ประกอบ Controlled expiratory time valve
 - 5.1 ตรวจสอบ O-ring ต่างๆ P/N 138,114,7849 ว่าอยู่ในสภาพดีหรือไม่ เปลี่ยนใหม่ถ้าจำเป็น
 - 5.2 หยดน้ำมันหล่อลื่น P/N 631 ลงที่ O-ring 138 บนตัววาล์ว
 - 5.3 ใส่ Cam washer P/N 4021, Cam stop P/N 4020 และขันน็อตเข้ากับตัววาล์วจากนั้นจึงขันเข้า Centerbody
6. ประกอบ Inspiratory flowrate valve
 - 6.1 ตรวจสอบ O-ring ต่างๆ P/N 274,139 เปลี่ยนใหม่ถ้าจำเป็น แล้วขัน Flow rate valve adapter P/N 6811 เข้ากับ Centerbody
 - 6.2 ตรวจสอบ O-ring ต่างๆ P/N 114,7849,138 ที่ตั้งวาล์วเปลี่ยนใหม่ถ้าจำเป็นแล้วขัน Valve เข้ากับ Adapter P/N 6811

- 6.3 หยอดน้ำมันหล่อลื่น P/N 631 บน O-ring P/N 138 ประกอบ Cam washer 4021 และ Cam stop แล้วขันให้เข้าที่
7. ใช้มือขัน Sensing/Servo Venturi ให้เข้าที่
8. ประกอบ Master Venturi
 - 8.1 ตรวจสอบว่าหัว Jet มีอะไรอุดตันแล้วขัน Jet cage เข้า Venturi body
 - 8.2 ทาน้ำมันหล่อลื่น P/N 631 ที่ O-ring P/N 141 ให้ทั่ว ห้ามหล่อลื่น O-ring P/N 140
 - 8.3 ตรวจสอบ Gate spring และ Gate shaft ให้อยู่ในสภาพเรียบร้อยแล้วจึงประกอบให้เข้าที่
9. ประกอบสายยึด Compartment
10. ประกอบ Pressure Compartment
 - 10.1 ตรวจสอบ O-ring 138 ซึ่งอยู่ที่แกนแม่เหล็ก เปลี่ยนใหม่ถ้าจำเป็นแล้วหล่อลื่นด้วย P/N 631
 - 10.2 ประกอบแกนแม่เหล็กเข้ามาโดยหมุนตามเข็มนาฬิกา ตัดก้านบังคับให้เข้าที่แล้วขันให้แน่นด้วยประแจหกเหลี่ยม 3/32 นิ้ว
 - 10.3 ใส่ Pressure Compartment seal แล้วทำให้ทั่วด้วย Lubewick P/N 042
 - 10.4 ประกอบ Pressure Compartment ให้เข้าที่แล้วขันน็อตให้แน่น
11. ประกอบ Ambient Compartment
 - 11.1 ประกอบแม่เหล็กและก้านบังคับให้เข้าที่
 - 11.2 ประกอบ Manometer และสายวัดความดัน
 - 11.3 ค่อยๆใส่ Ambient compartment เข้ามาโดยให้ Hand timer ROD ร้อยเข้าไปใน รูที่แกนแท่งแม่เหล็ก แล้วจึงขันน็อตให้แน่นจากนั้นประกอบ Air Filter

การปรับแต่งเครื่องให้ทำงานอย่างถูกต้อง(Calibration)

1. เตรียมการ Calibration ดังนี้
 - 1.1 ถอดเครื่องออกจากแหล่งจ่ายก๊าซ
 - 1.2 ใส่ Calibration regulator P/N 6754 เข้าระหว่างตัวเครื่องและแหล่งจ่ายก๊าซ
 - 1.3 เปิดแหล่งจ่ายก๊าซแล้วปรับ regulator ให้ได้ความดัน 50 ปอนด์/ตารางนิ้ว
 - 1.4 ต่อสายช่วยหายใจเข้ากับเครื่องทางด้าน Pressure compartment
 - 1.5 ถอด Pressure relief valve P/N 4230 ออกแล้วใส่ Stopper P/N 916 แทน

2. การ Calibrate เกยวัดความดัน

- 2.1 ใช้ไขควงแบนเล็กแกะฝาปิด Manometer ออก
- 2.2 ใช้ไขควงปรับสกรูที่มาตรวัดให้ได้ศูนย์
- 2.3 ใช้นิ้วมือเคาะที่เกยวัดเบาๆเพื่อตรวจดูว่าเข็มยังขี้อยู่ที่ศูนย์
- 2.4 ปิดฝาเข้าที่เดิมแล้วตรวจดูว่าเข็มยังคงขี้อยู่ที่ศูนย์หรือไม่

3. Inspiratory Flowrate

- 3.1 ถอดลูกบิดออกด้วยประแจหกเหลี่ยม 3/32 นิ้ว
- 3.2 ใช้ประแจปากตายปรับตำแหน่ง Cam stop มาที่ 5 นาฬิกา
- 3.3 หมุน Valve stem ตามเข็มนาฬิกาจนสุดแล้วใช้ดินสอดำทำเครื่องหมายบนวาล์วที่ทิศ 12 นาฬิกา
- 3.4 หมุน Valve stem ทวนเข็มนาฬิกาจนรอยดินสอดำทำเครื่องหมายขี้อยู่ที่ทิศ 9 นาฬิกา
- 3.5 ทา Lubewick ที่ O-ring ซึ่งอยู่ที่ Retention cap แล้วค่อยๆใส่ลูกบิดลงไปให้เครื่องหมายอยู่ที่ Cam stop พอดี
- 3.6 ใส่ Orifice adapter P/N 6855 ที่สายช่วยหายใจและเลื่อนก้านบังคับตั้งความดันมาที่ปลายสุดของ Medium range
- 3.7 เปิดเครื่องให้เครื่องช่วยหายใจทำงานจะมีก๊าซไหลผ่าน Orifice adapter และความดันที่เกยวัดควรจะมีค่าประมาณ 18-24 เซนติเมตรน้ำ และเมื่อหมุน Inspiratory-flowrate ทวนเข็มนาฬิกาจนสุดค่าความดันควรจะมีมากกว่า 34 เซนติเมตรน้ำ

4. Inspiratory power drive line

- 4.1 ถอด Orifice adapter ออกจากชุดช่วยหายใจ
- 4.2 ถอด Inspiratory power drive line ออกจากเครื่องต่อสายใหม่ให้ผ่านเกยวัดความดัน P/N 6758
- 4.3 เปิดเครื่องให้ทำงาน ค่าความดันที่วัดได้ควรอยู่ในช่วง 2-25 ปอนด์/ตารางนิ้วเสร็จแล้วให้ถอดเกยออกและต่อสายแบบเดิม

5. ปรับตั้งความดัน

- 5.1 หมุนปุ่ม Inspiratory flow rate control ตามเข็มนาฬิกาจนสุด
- 5.2 ต่อ Test lung P/N 409 เข้ากับสายช่วยหายใจ
- 5.3 คลายสกรูที่ยึดก้านบังคับสำหรับตั้งความดันออกเล็กน้อย
- 5.4 ใช้นิ้วมือดัน Hand timer ROD ให้เครื่องทำงานหมุนปรับแม่เหล็กจนกระทั่งเครื่องหยุดทำงานที่

ความดัน 20 เซนติเมตรน้ำ

5.5 เลื่อนก้านบังคับมาที่ตำแหน่ง 20 เซนติเมตรน้ำแล้วไขสกรูให้แน่น

5.6 เปิดเครื่องให้ทำงานอีกครั้งแล้วตรวจดูให้แน่ใจว่าเครื่องหยุดทำงานเมื่อความดันถึง 20 เซนติเมตรน้ำ

ถ้าเครื่องไม่หยุดทำงานจะต้องปรับใหม่จนกว่าจะได้ค่าคงที่ถูกต้อง

6. Starting Effort

6.1 ถอด Testing lung ออกจาก Breathing circuit แล้วต่อด้วย Mouthpiece เข้าแทน

6.2 คลายสกรูที่นืดก้านบังคับตั้ง Sensitivity ออก

6.3 ปรับแม่เหล็กทางด้าน Ambient compartment จนกระทั่งเครื่องเริ่มทำงานที่แรงดัน -2 เซนติเมตรน้ำโดยดูจากเกย์

6.4 เลื่อนก้านบังคับมาไว้ที่ตำแหน่ง 20 แล้วไขสกรูให้แน่น

6.5 ตรวจสอบให้แน่ใจอีกครั้งว่าเครื่องเริ่มทำงานที่ -2 เซนติเมตรน้ำ

7. Ceramic Switch 'Chatter Test'

7.1 ปรับตั้งระบบควบคุมต่างๆดังนี้

- Pressure Selector ทวนเข็มนาฬิกาจนสุด
- Sensitivity Selector ทวนเข็มนาฬิกาจนสุด
- Controlled Expiratory Time ตามเข็มนาฬิกาจนสุด
- Inspiratory Flowrate ทวนเข็มนาฬิกาจนสุด
- Rotary Switch 'ON'
- ใช้มือดัน Hand Time ROD

7.2 เครื่องควรจะเดิน Chatter สลับไปมาด้วยจังหวะสม่ำเสมอ ถ้าไม่ได้แสดงว่า Ceramic Switch สกปรกให้ถอดมาทำความสะอาด

8. Controlled Expiratory Time

8.1 ต่อ Testing lung เข้ากับสายช่วยหายใจถอดลูกบิด Controlled Expiratory Time ออก

8.2 ปรับตั้งปุ่มควบคุมต่างๆดังนี้

- Controlled Expiratory Time ตามเข็มนาฬิกาจนสุด
- Inspiratory Flowrate ตามเข็มนาฬิกาจนสุด
- Pressure Selector ที่ 20 เซนติเมตรน้ำ

- Sensitivity ที่ตำแหน่ง 20

8.3 เครื่องควรหยุดทำงานเกินกว่า 3 นาที

8.4 ตั้ง Cam Stop มาที่ตำแหน่ง 9 นาฬิกา

8.5 หมุน Controlled Expiratory Time Stem ทวนเข็มนาฬิกาจนได้เวลาที่เครื่องหยุดทำงานที่ 3 วินาที โดยนับจากเวลาที่ Exhalation valve เปิดจนถึงปิด

8.6 ค่อยๆ ใส่ปั๊มปรับเข้าไปให้ตำแหน่งเครื่องหมายอยู่ที่ 12 นาฬิกาแล้วไขสกรูให้แน่น

8.7 ตรวจสอบเวลาหยุดทำงานประมาณ 3 วินาที ให้แน่ใจอีกครั้ง

8.8 หมุนปั๊มทวนเข็มนาฬิกาจนสุดแล้วตรวจสอบเวลาหายใจออกควรจะได้ในช่วง 0.5-1.0 วินาที

9. Pressure Relief valve

9.1 ถอด Stopper ออกจาก Pressure compartment แล้วใส่ Pressure Relief valve เข้าไปแทน

9.2 ถอด Test lung ออกจากสายช่วยหายใจและหมุนก้านบังคับความดันตามเข็มนาฬิกาจนหยุด

9.3 เปิดเครื่องให้ทำงาน ใช้มืออุดที่ปลายสายช่วยหายใจเพื่อให้ Pressure ขึ้น 1/4 นิ้ว ปรับค่าความดันที่

ต้องการ Relief ออกตามต้องการ

ส่วนประกอบต่างๆและ Part Number

P/N 02575 Exhalation

Item	Part No.	Description
1	00172	Cap**
2	00188	Spring**
3	02576	Body
4	02577U	Insert
5	02578	Valve
6	02581	Cartridge Assembly
7	08580	Diaphragm Valve Stem

P/N 00158 microNebulize

Item	Part No.	Description
1	05041	Barrel**
2	05586	O-ring**
3	00915	Capillary**
4	05042	Housing**
5	00939	Red Stopper**
6	00916	22mm Stopper**
7	00924	Stylet**

สิ่งที่ควรรู้เกี่ยวกับ การปรับตั้งเครื่องช่วยหายใจเบิร์ต

1. Volume
2. Peak Inspiratory Pressure
3. Flow Rate
4. I:E Ratio
5. Respiratory Rate
6. Percent Oxygen
7. Sensitivity
8. Inspiratory Time
9. Expiratory Time

Volume

Volume ในที่นี้ก็คือ Tidal volume ปกติเราจะให้กับผู้ป่วยประมาณ 10 ml/kg ในผู้ใหญ่ซึ่งก็จะได้ประมาณ 500 ml/kg ในกรณีผู้ป่วยที่มีน้ำหนัก 50 กิโลกรัมในการใช้งานเราจะต้องใช้ Wright Respirometer ทำการวัดค่า Tidal volume ในที่นี้ขอแนะนำให้มีการใช้วัด Minute volume หาได้จาก Tidal volume คูณด้วย Respiratory rate

ตัวอย่าง ผู้ป่วยน้ำหนักตัว 60 kg ให้ Breathrate 14 ครั้ง คำนวณหา Minute volume

$$\text{Tidal volume} = 10 \times 60 = 600 \text{ ml/kg}$$

$$\text{minute volume} = \text{Tidal volume} \times \text{Breathrate}$$

$$= 600 \times 14$$

$$= 8400 \text{ ml}$$

$$= 8.4 \text{ litres}$$

Peak Inspiratory Pressure

Peak Inspiratory Pressure คือในการใช้งานเรามักจะตั้ง Pressure ให้กับผู้ป่วยก่อนหลังจากนั้นจะต้องวัดค่า Tidal volume ให้ได้ตามที่ต้องการคหหา Pressure และค่า Tidal volume จะมีความสัมพันธ์ แบบตามกัน คือถ้าตั้ง Pressure สูง Tidal volume ก็สูงตามด้วย

ตัวอย่าง สมมุติว่าผู้ป่วยมีน้ำหนักตัว 60 กิโลกรัมให้ความดันกับผู้ป่วย 20 เซนติเมตรน้ำเมื่อลองใช้ Wright Respirometer วัดค่าได้ประมาณ 500 ml ลองปรับตั้งให้ได้ค่า Tidal volume ตามที่ต้องการ

จะเห็นว่าผู้ป่วยมีน้ำหนัก 60 กิโลกรัมซึ่งจะต้อง Tidal volume 600 ml แต่ในขณะที่ตั้ง Pressure ที่ 20 เซนติเมตรน้ำอ่านค่า Tidal volume ได้ 500 ml เราจะต้องปรับตั้ง Pressure ให้สูงขึ้นเพื่อให้ได้ค่า Tidal volume สูงขึ้นด้วย ใช้ Wright Respirometer ต่อเข้ากับ Exhalation valve แล้วอ่านค่า Tidal volume ปรับ Pressure selector จนอ่านค่าจาก Wright Respirometer ได้เท่ากับ 600 ml

Flow Rate

Flow Rate คือ จำนวนแก๊สที่ผ่านเข้าไปยังผู้ป่วยในช่วงของการหายใจเข้า แก๊สที่ไหลผ่านเข้าไปนี้จะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับการปรับ Flow Rate ที่ตัวเครื่อง ในการใช้ Flow Rate เราจะปรับตั้งเท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับ การปรับให้ได้ I : E Ratio ตามที่ต้องการ ในการปรับ Flow Rate มากน้อยแตกต่างกัน จะก่อให้เกิดผลเสีย

ตัวอย่าง ถ้าตั้ง flow Rate สูงมากๆ อัตราส่วน I:E จะเปลี่ยนไปดังนี้ อัตราส่วนของ I จะสั้นลงอย่างมาก แต่อัตราส่วนของ E จะยาวมาก เช่น 1:3 , 1:4 ถ้าตั้ง Flow Rate ต่ำมาก อัตราส่วน I :E จะเปลี่ยนไปดังนี้ อัตราส่วนของ I จะยาวอย่างมาก แต่อัตราส่วนของ E จะสั้นลง เช่น 2:1 หรือ 3:1

หมายเหตุ ปกติเราจะไม่ปรับตั้ง Flow Rate จนได้ค่า 2:1 หรือ 3:1

I:E Ratio

I:E Ratio คือ อัตราส่วนการหายใจเข้า ต่ออัตราส่วนการหายใจออก ซึ่งโดยทั่วไปมีค่า 1:2 I:E Ratio นี้จะต้องปรับให้เหมาะสมดังที่ได้กล่าวแล้ว จากหัวข้อเรื่อง Flow Rate ซึ่งก็ได้มาจากการปรับปุ่ม Flow Rate และปุ่ม Expiratory Time

Respiratory Rate

Respiratory Rate คือ อัตราการหายใจมีค่าปกติเป็น 12- 16 ครั้งต่อนาที ซึ่งค่านี้จะต้องปรับการตั้งค่า Respiratory Rate เพิ่มขึ้นหรือลดลง นี้จะก่อให้เกิดผลต่อผู้ป่วยโดยตรง ในการใช้เครื่องหายใจแบบ control การปรับ Expiratory Rate สูงหรือต่ำ จะทำได้ง่าย เพราะส่วนใหญ่ผู้ป่วยยังอยู่ในภาวะที่หายใจเองไม่ได้ แต่ในกรณีที่ใช้เครื่องแบบ Assist เราปรับตั้งค่า Respiratory Rate ได้ค่อนข้างลำบาก ทั้งนี้เนื่องจากผู้ป่วยหายใจได้เอง การเปลี่ยนแปลง Respiratory Rate จะทำให้การทำงานของเครื่องกับผู้ป่วยไม่สัมพันธ์กัน

ตัวอย่าง ในกรณีที่ใช้ Assist แล้วต้องการลด Respiratory Rate ลง วิธีที่ดีคือ ควรให้ยากับผู้ป่วยแต่ทั้งนี้จะต้องรายงานให้แพทย์ที่ทำการรักษาทราบด้วย

หมายเหตุ การที่จะลด Respiratory Rate โดยการปรับ Sensitivity ให้ผู้ป่วยกระตุ้นให้เครื่องทำงานได้ยากก็เป็นอีกวิธีหนึ่ง แต่ผลที่ได้ไม่ค่อยดีนักและต้องระมัดระวังเฝ้าผู้ป่วยอย่างใกล้ชิด

Percent Oxygen

Percent Oxygen คือ จำนวนเปอร์เซ็นต์ออกซิเจนที่ผู้ป่วยได้รับขณะใช้เครื่องหายใจ เช่น $FO_2 = 0.5$ ก็มีค่าเปอร์เซ็นต์ออกซิเจนเท่ากับ 50 เปอร์เซ็นต์ ปกติที่ใช้เครื่องหายใจเปิด เมื่อต่อเครื่องในสภาวะปกติ คือ Filter จะได้ค่าเปอร์เซ็นต์ออกซิเจนเท่ากับ 40% แต่ในขณะที่ใช้จริง ค่านี้อาจเพิ่มได้ 40 – 60% ทั้งนี้เนื่องจากอากาศที่ผ่านเข้าทาง Filter บางครั้งผ่านได้มากน้อยแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปรับตั้ง Flow Rate ถ้าตั้ง flow Rate สูงๆ อากาศที่ผ่านเข้าทาง Filter จะถูกดูดเข้ามาได้มาก ทำให้อากาศเข้ามาผสมกับออกซิเจนได้มาก จึงทำให้เปอร์เซ็นต์น้อยลง แต่ในทางกลับกันถ้าตั้ง Flow Rate ต่ำอากาศที่ผ่านเข้ามาทาง Filter มีฝุ่นละอองเข้ามาเกาะอยู่มาก จึงเป็นผลทำให้อากาศผ่านเข้ามาผสมได้น้อยทำให้เปอร์เซ็นต์ออกซิเจนสูงขึ้น

Inspiratory time

Inspiratory time คือเวลาของการหายใจเข้า โดยที่เวลาของการหายใจเข้าจะเปลี่ยนแปลงได้เนื่องจากการปรับป้อน Flow rate ในกรณีที่ป้อน flow rate มากๆ ได้เวลาของการหายใจเข้าน้อยลงนั่นเอง และในทางกลับกันถ้าป้อน Flow rate ต่ำตามเวลาของการหายใจเข้าก็จะนานหรือซ้ำค่าปกติของเวลาการหายใจเข้าอยู่ในช่วงไม่เกิน 2 วินาที

Expiratory time

Expiratory time คือเวลาของการหายใจออกเปลี่ยนแปลงได้โดยการปรับป้อน expiratory time control เวลาของการหายใจออกก็ต้องปรับตั้งให้สัมพันธ์กับเวลาหายใจเข้าและ I:E Ratio ค่าปกติของเวลาการหายใจออกอยู่ในช่วงไม่เกิน 4 วินาที

Sensitivity

Sensitivity คือความหมายที่ผู้ป่วยสามารถกระตุ้นให้เครื่องทำงานเองได้มีหน่วยเป็นความดันลบเช่น -1 เซนติเมตรน้ำมีค่าปกติอยู่ในช่วง -0.5 ถึง -2 เซนติเมตรน้ำค่า sensitivity มีอีกชื่อเรียกว่า Inspiratory starting effort ก็คือแรงพยายามในการเริ่มหายใจเข้าในที่นี้ขอใช้ความหมายนี้แทนความหมายที่ผู้ป่วยสามารถกระตุ้นเครื่องโดยที่แรงพยายามในการเริ่มหายใจเข้าเท่ากับ -0.5 ก็คือผู้ป่วยออกแรงกระตุ้นเพียงเล็กน้อยก็สามารถกระตุ้นให้เครื่องทำงานได้ง่ายแต่แรงพยายามในการเริ่มหายใจเข้าเท่ากับ -2 ผู้ป่วยจะต้องออกแรงกระตุ้นมากขึ้นถึงจะสามารถกระตุ้นให้เครื่องทำงานได้