

# Felhasználói kézikönyv – Kiegészítés

## A PAV+ opció

### Bevezetés

A 840 lélegeztetőgépekhez kialakított Proportional Assist™\* Ventilation Plus (PAV™\*+) szoftveropció tartalmaz egy új spontán légzéstípust (PA), újabb monitorozási lehetőséget biztosít, és javítja a grafikus kijelzést.

A részlegesen támogatott (PA) légzéstípus az alábbiakban különbözik a nyomástámogatott (PS) légzéstípustól:

- a PS légzéstípus célértéke az orvos által beállított, állandó nyomás az Y-csőben, és a beteg belégzési munkájának egy előre nem látható hányadát helyettesíti
- a PA légzéstípus célértéke egy specifikus, de változtatható nyomásérték az Y-csőben, és a beteg belégzési munkájának az orvos által beállított százalékát helyettesíti.

A PA a belégzés erősítőjeként működik, és az erősítés mértéke a % *Support* (Támogatás %-a) beállítással állítható. A PAV+ szoftver folyamatosan ellenőrzi a beteg pillanatnyi belégzési áramlását és pillanatnyi tüdőterefogatát, amelyek a beteg belégzési erőfeszítésének indikátorai. Ezek a jelek, együttesen a beteg kompliancia értékének és ellenállásának folyamatos becslésével, lehetővé teszik, hogy a szoftver kiszámítsa az Y-csőben levő nyomás pillanatnyi értékét, amely támogatja a beteg belégzőizmait a % *Support* beállításban kiválasztott szintnek megfelelően.

A PAV+ szoftver védelmet nyújt az inkompatibilis beállítások, így például a kis ideális testsúly (IBW) és a nagy légút párosítása ellen.

A Proportional Assist és a PAV a University of Manitoba, Kanada bejegyzett védjegyei. Licencengedély alapján használhatók.

## Alkalmazhatóság

A PAV™\*+ alkalmazása spontán lélegezni képes felnőtt betegeknél javallott, akik esetében a lélegeztetőgép ideális testsúlyra (IBW) vonatkozó beállítása legalább 25 kg. A betegeket endotrachealis (ET) vagy tracheostomiás (Trach) csővel kell intubálni, amelyek belső átmérője (I.D.) 6-10 mm. A betegeknak ép légzési reflexszel és stabil, fenntartható belégzési hajtóerővel kell rendelkezniük.

---

### Figyelmeztetés

- A PAV+ nem használható noninvazív lélegeztetés alkalmazása esetén.
- A légzőkörben és az endotrachealis tubus mandzsettája környékén nem lehet szivárgás. A szivárgások a légzéstámogatás eltúlzottságát és a beteg rossz közérzetét okozhatják.

---

## Áttekintés

A belégzés aktusához arra van szükség, hogy a beteg belégzést végző izmai létrehozzanak egy nyomásgrádienszt a száj és az alveolusok között, mely elégséges a légzési gáz beszívásához és a tüdő felfújásához. E nyomásgrádiens egy része a gáznak a mesterséges légutakon, valamint a beteg légútjain történő áthaladása következtében elvész, más része a tüdő és a mellkas felfújására fordítódik. A nyomás szétoszlásának valamennyi eleme egy mérhető sajátsággal jellemezhető: a mesterséges, illetve természetes légutak ellenállásával, valamint a tüdő és a mellkas kompliancia (vagy reciprok kapacitás) értékével.

A PAV+ szoftver az Y-csőben alkalmazandó pillanatnyi nyomásérték kiszámításához figyelembe veszi a mesterséges

légút ellenállását, a beteg légúti ellenállását, a pillanatnyi belégzési áramlást és tüdőterefogatot, valamint a % *Support* beállítást. A PAV™\*+ szoftver random becslést végez a beteg ellenállására és komplianciájára vonatkozóan, körülbelül 4-10 lélegzetvételenként. A szoftver 5 ezredmásodpercenként (ms) elvégzi az Y-cső becsült átáramlásán alapuló tüdőátáramlás, valamint az Y-cső becsült átáramlásának integrálértékén alapuló tüdőterefogat becslését.

A belégzés támogatása akkor kezdődik el, amikor a beteg belégzőizmai által generált áramlás az Y-csőben megjelenik. Ha a beteg belégzése megszűnik, a támogatás is megszűnik. Ha a belégzési áramlás elkezdődött, a PAV+ szoftver minden 5 ezredmásodpercben ellenőrzi a pillanatnyi áramlást és terefogatot, és olyan nyomást alkalmaz, amely ellensúlyozza egy – a % *Support* beállítás által meghatározott – hányadát a mesterséges és természetes légutak ellenállása és a tüdő-mellkasi kompliancia révén szétoszlott nyomásvesztésnek.

Mivel a PAV+ algoritmus a PA légzéstípus kiválasztásakor nem ismeri a beteg mechanizmusát, a szoftver egy indításkori rutin lefuttatása révén jut a kezdeti adatokhoz. Indításkor a PAV+ szoftver lead négy egymást követő PA légzést, amelyek mindegyike tartalmaz egy belégzésvégi manővert, amely a beteg ellenállásának és komplianciájának becslését eredményezi. Az első légvétel leadásához a mesterséges légút számított ellenállását, valamint a beteg ellenállásának és komplianciájának IBW-n alapuló konzervatív becslését alkalmazzák.

A következő három PA légvétel mindegyike átlagolja a lépcsőzetesen csökkentett fiziológiás értékeket az előző légvételtől származó, becsült ellenállás és kompliancia értékekkel, a korábbi becsléseket minden következő légvétellel egyre kevésbé súlyozva, ami az ellenállás és compliance értékek megbízhatóbb becslését eredményezi. Az ötödik PA légvétel (az első nem-indító légvétel) a legutolsó becslést és az orvos által

beállított % *Support* beállítást figyelembe véve kerül leadásra. Amint az indítás befejeződött, a PAV™\*+ szoftver random módon egy manőver-légzést alkalmaz a legutolsó manőver-légzést követő 4-10 lélegeztetésenként, hogy a beteg ellenállását és komplianciáját újraértékelje. Az új értékeket minden esetben a régebbiekkel átlagolja.

A PAV+ opció grafikusán megjeleníti a beteg tüdőnyomásának (intrinzik PEEP), komplianciájának, ellenállásának, valamint a teljes ellenállásnak, a teljes belégzési munkának, a beteg belégzési munkájának, a belégzési rugalmas munkának (a tüdőmellkasi munka indikátora) és a belégzési ellenállási munkának a becsült értékeit.

A % *Support* beállítás minimális értéke 5% (a belégzési munka 5%-át a lélegeztetőgép, 95%-át a beteg teljesíti), maximális értéke 95% (a belégzési munka 95%-át a lélegeztetőgép, 5%-át a beteg teljesíti), 5%-os fokozatonként állítható.

A PAV+ opció riasztási határértékeket, biztonsági ellenőrzéseket és logikai ellenőrzéseket is tartalmaz, amelyek elvetik a beteg rezisztenciájára és komplianciájára vonatkozó nem fiziológias értékeket és a nem megfelelő adatokat.

A helyes kompliancia-kiegyenlítés és a spirometria fenntartása, valamint az optimális lélegeztetés érdekében a párástípusát és a térfogatot be lehet állítani az SST (rövid önellenőrzés) futtatása után.

---

### **Figyelmeztetés**

Biztosítsa, hogy ne legyenek jelentős szivárgások a légzőkörben, vagy az endotrachealis tubus mandzsettája környékén. A nagy mértékű szivárgások befolyásolhatják a PAV+ opció teljesítményét, valamint az ellenállás (R) és a reciprok kapacitás (E) becsülésének pontosságát.

**MEGJEGYZÉS:**

Az optimális teljesítmény érdekében ne használjon szilikon légzőköröket a PAV<sup>TM\*</sup>+ opció mellett: a szilikon légzőkör elasztikus viselkedése a kilégzés kezdetén nyomás-áramlás ingadozásokat okozhat, amelyek a beteg ellenállásának alulbecslését eredményezik.

**A PAV+ beállítása**

A PAV+ alkalmazásához kövesse az alábbi lépéseket a New Patient set up ablakból vagy az aktuális lélegeztetési ablakokból, az utasítás alapján. (A lélegeztetőgép beállításával kapcsolatos további információt a *840-es lélegeztetőgép kezelési útmutató és műszaki kézikönyvben*) talál.

<b>A PAV<sup>TM*</sup>+ beállítások alkalmazása:</b>	
<b>A New Patient set-up (Új beteg indítás) ablakból</b>	<b>Az aktuális lélegeztetési ablakból</b>
1. Győződjön meg arról, hogy a rövid önellenőrzés (SST) futtatása felnőtt pácienskor alkalmazása mellett történt. Amikor az SST befejeződött, a lélegeztetőgép automatikusan átvált az SST ablakról a New Patient set-up ablakra.	1. Győződjön meg arról, hogy a beteg felnőtt pácienskorral van lélegeztetve.
2. Érintse meg a New Patient set-up gombot.	2. Érintse meg a VENT SETUP (Lélegeztetőgép beállítása) gombot az alsó képernyőn.

<b>A PAV™+ beállítások alkalmazása:</b>	
<b>A New Patient set-up (Új beteg indítás) ablakból</b>	<b>Az aktuális lélegeztetési ablakból</b>
<p>3. Ellenőrizze, hogy FELNŐTT légzőkört használ, és adja meg a beteg testsúlyát, úgy, hogy az IBW gomb megérintése után a forgógombot a kívánt súlybeállítás felé fordítja.</p>	<p>3. Ugorjon az 5. lépésre.</p>
<p>4. Érintse meg a CONTINUE (Folytatás) gombot.</p>	
<p>5. Érintse meg a MODE (Üzem mód) gombot.</p>	
<p>6. A SPONT (Spontán) üzemmód kiválasztásához fordítsa el a forgógombot.</p> <p>7. Érintse meg a SPONTANEOUS TYPE (Spontán típus) gombot.</p> <p>8. A PA (részleges támogatású légzéstípus) kiválasztásához fordítsa el a forgatógombot. Vegye figyelembe, hogy a PA légzéstípus elérhetőségéhez.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• a beteg IBW-jének legalább 25 kg-nak kell lennie.</li> <li>• a cső átmérőjének legalább 6 mm-esnek kell lennie.</li> </ul> <p>9. Érintse meg a CONTINUE gombot. A SPONT és a PA alkalmazható alapértelmezett beállításai az alsó képernyő <i>Sandbox</i> területén jelennek meg.</p>	

<b>A PAV™*+ beállítások alkalmazása:</b>	
<b>A New Patient set-up (Új beteg indítás) ablakból</b>	<b>Az aktuális lélegeztetési ablakból</b>
<p>10. Érintse meg a módosítani kívánt beállításhoz tartozó gombot, és a forgógombbal állítsa be a kívánt értéket. Az ajánlott változtatások elütő színekkel kiemelve jelennek meg. Ha a PA kerül kiválasztásra, a TUBE TYPE és a TUBE I.D. gombok addig villognak, amíg meg nem érinti őket.</p> <p>A beállítás elvégzése közben ellenőrizze a következőket.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• A mesterséges légút típusa: ET (endotrachealis) vagy TRACH (tracheostomiás)</li> <li>• Csőátmérő: 6-10 mm, a használt cső méretének megfelelően</li> <li>• E<sub>SENS</sub> érték: 3 L/perc (alapértelmezett). Az E<sub>SENS</sub> ugyan 1 - 10 L/perc között állítható, de csak akkor változtassa meg, ha ezt előírják.</li> <li>• Megfelelő % <i>Support</i> szint.</li> </ul>	

<b>A PAV™+ beállítások alkalmazása:</b>	
<b>A New Patient set-up (Új beteg indítás) ablakból</b>	<b>Az aktuális lélegeztetési ablakból</b>
<p><b>MEGJEGYZÉS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• A megfelelő % <i>Support</i> szint kiválasztásakor vegye tekintetbe a következőket a kezdeti beállítás és a rákövetkező állítások során. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Várjon minimum 10-15 légvételt, hogy a betegnek az új % <i>Support</i> beállításra adott válasza stabilizálódjon, mielőtt más beállításokat megváltoztatna.</li> <li>- A magasabb támogatottsági szintek kényelmetlennek bizonyulhatnak a beteg számára, amely a nyugtalanság fokozódását eredményezheti. Legyen óvatos, ha 80%-nál magasabb % <i>Support</i> értéket választ.</li> <li>- Használja a légzési munka (WOB) grafikont, mint útmutatót. További információért: Lásd „A grafikus kijelzési funkció PAV+ opció esetén”, 26. oldal. Állítsa be úgy a % <i>Support</i> beállítást, hogy a beteg légzési munkáját (WOB<sub>PT</sub>) a „zöld” régió<b>n</b> belül tartsa. Ha a WOB<sub>PT</sub> indikátora a zöld területtől balra vagy jobbra található, a beteget a lélegeztetőgép vagy túlságosan, vagy a kívántnál kevésbé támogatja.</li> </ul> </li> <li>• Ezen tanácsok nem helyettesíthetik a klinikai gyakorlatból eredő tapasztalatokat.</li> </ul>	
<p>11. Nyomja meg az ACCEPT gombot az új beállítások érvényesítéséhez, vagy a VENT SETUP gombot a változtatások törléséhez.</p>	

A PAV+ alkalmazását követően a *PAV STARTUP* üzenet villog a felső görbe-aljképenyő jobb felső sarkában, miközben a szoftver elvégzi a beteg ellenállásának és komplianciájának kezdeti meghatározását. A légzési munka (WOB<sub>PT</sub>) és az intrinzik PEEP (PEEP<sub>I</sub>) kiszámítása és megjelenítése a *PAV STARTUP* befejeződése után történik.



---

**MEGJEGYZÉS:**

Csak a PAV™+ használja a % *Support* beállítást, melynek értéke bármely időpontban növelhető vagy csökkenthető. Ha a % *Support* beállítás csökkentésre kerül, az új beállítás a következő belézésnél lép érvénybe. Ha a % *Support* beállítás több mint 10%-kal nő, a változás minden második légzésnél, 10%-os fokozatonként lép érvénybe. Ezen átmenet során a légzési munka görbéje változásokat mutathat, amelyek addig folytatódnak, amíg az aktuális % *Support* eléri a beállított értéket, és a beteg alkalmazkodik az új % *Support* beállításhoz.

---

**Az apnoés paraméterek beállítása**

A PAV+ beállítások elfogadása után a lélegeztetőgép megjeleníti az Apnea Setup (Apnoe beállítása) ablakot. Igény szerint állítsa be az apnoés paramétereket.

**A riasztási beállítások szabályozása**

A PAV+ opció lehetővé teszi a magas spontán belézési térfogatot jelző riasztás ( $2V_{TI\ SPONT}$ ) és az alacsony spontán kilézési térfogatot jelző riasztás ( $4V_{TE\ SPONT}$ ) határértékeinek beállítását (lásd: 2. táblázat a következő helyen: 13. oldal).

---

**MEGJEGYZÉS:**

A PAV+ által megengedett légvételi változatosság miatt a  $3V_{TE\ SPONT}$  riasztás alapértelmezés szerint ki van kapcsolva, a zavaró riasztások csökkentése érdekében. A megfelelő lélegeztetés monitorozása érdekében e helyett inkább használja az  $3V_{E\ TOT}$  riasztást.


---

A riasztási beállítások beszabályozásához hajtsa végre a következő lépéseket.

1. Érintse meg az ALARM SETUP (Riasztások beállítása) gombot az alsó képernyőn, az aktuális riasztási beállítások megjelenítéséhez. Az oszlopok jobb oldalán lévő gombok a riasztási határértékeket mutatják.
2. Nyomja meg a módosítani kívánt határértékhez tartozó gombot.
3. A forgógomb elforgatásával állítsa be a riasztási határértéket. Az ajánlott változtatások kiemelve jelennek meg. A módosítások elfogadása előtt több határértéket is megváltoztathat.
4. Nyomja meg az ACCEPT gombot a változtatások érvényesítéséhez, vagy az ALARM SETUP gombot a változtatások törléséhez.

## **A csőtípus, a csőátmérő és a párasító típusának beállítása**

A cső és a párasító új beállításainak kiválasztásához hajtsa végre a következő lépéseket, anélkül, hogy a VENT SETUP ablakhoz visszatérne.

1. Érintse meg az OTHER SCREENS (Másik képernyő) gombot , majd érintse meg a MORE SETTINGS (További beállítások) gombot.
2. Érintse meg a változtatni kívánt beállítás gombját (Humidification Type, Tube I.D. vagy Tube Type).

Nem HME párasítási típus esetén érintse meg a Humidifier Volume (Párasító térfogata) gombot, majd a forgatógomb elfordításával jelölje ki a párasító (üres) térfogatát.

3. Nyomja meg az ACCEPT gombot a változtatások érvényesítéséhez, vagy az OTHERS SCREENS gombot a változtatások törléséhez.

---

**MEGJEGYZÉS:**

Bár a PAV™\*+ opció lehetővé teszi a párásítási típus és a párásító térfogata változtatását anélkül, hogy a rövid önellenőrzést újra lefuttatná, a PA légvételek és a spirometriás mérések pontossága nem biztosított, hacsak le nem futtatja az SST-t a használni kívánt légzőkörrel. Az orvosok számára erősen ajánlott a rövid önellenőrzés lefuttatása a páciens lélegeztetésére tervezett összeállításban.

---

**PAV+ lélegeztetőgép beállítások**

1. táblázat összefoglalja azokat a lélegeztetőgép-beállításokat, amelyek alkalmazhatók a PAV+ opcióhoz.

**1. táblázat. PAV™\*+ beállítások**

Beállítás	Funkció	Tartomány, új beteg értéke, felbontás
% Support	Beállítja a lélegeztetőgép által biztosított PAV+ támogatás mértékét. A 95%-os beállítás azt jelenti, hogy a lélegeztetőgép a belézési munka 95%-át, míg a beteg mindössze 5%-át teljesíti.	Tartomány: 5-95% Új beteg: 50% Felbontás: 5%

**1. táblázat. PAV™\*+ beállítások (folytatás)**

Expiratory sensitivity (Kilégzési érzékenység) (E <sub>SENS</sub> )	Beállítja az áramlást, amelynél a lélegeztetőgép belégzésről kilégzésre vált PA légvételek esetében.	Tartomány: 1-10 l/perc Új beteg: 3 l/perc Felbontás: 1 l/perc
Humidifier volume (kivéve HME kiválasztása esetén)	Beállítja a használt párasító kamra üres térfogatát.	Tartomány: 100-1000 ml Új beteg: 480 mL (alapértelmezett) Felbontás: 10 ml
Tube type	Kiválasztja az endotrachealis (ET) vagy tracheostomiás (Trach) csőtípust.	Tartomány: Trach vagy ET Új beteg: ET
Tube I.D.	Kiválasztja a cső belső átmérőjét az IBW-n alapuló ajánlott méretek tartományából. (6. táblázat a 24. oldal oldal alján feltünteteti az IBW tartományokat és a megfelelő csőátmérő-tartományokat.) Az ajánlott tartományok használata nem kötelező. Lásd „Belső csőátmérők”, 24. oldal.	Tartomány: 6-10 mm Új beteg: Az IBW alapján Felbontás: 0,5 mm
Trigger type (Triggerelés típusa)	Meghatározza a belégzések észlelésének módját.	Tartomány: Áramlás vagy nyomás Új beteg: Áramlás

## PAV™\*+ riasztási beállítások

A2. táblázat összefoglalja azokat a riasztási beállításokat, amelyek a PAV+ opció aktivitása esetén elérhetők.

**2. táblázat. Riasztási beállítások**

Beállítás	Funkció	Tartomány, felbontás, pontosság
Magas spontán belégzési térfogat határértéke (2V <sub>TI SPONT</sub> )	Beállítja a belégzési térfogat felső határát, amelynél a lélegeztetőgép megszakítja a belégzést, és kilélegeztetésre vált. Csak részleges támogatásos (PA) vagy csőkompenzációs (TC) spontán légzéstípusoknál alkalmazható. A javasolt érték kevesebb, mint 20 ml x IBW érték.	Tartomány: 35-6000 ml (5 ml/kg x IBW-től 45,7 ml/kg x IBW-ig) Új beteg: 15 ml/kg x IBW Felbontás: 1 ml 35 és 99 ml között 5 ml 100 és 395 ml között 10 ml 400 és 6000 ml között
Alacsony spontán kilégzési térfogat határértéke (4V <sub>TE SPONT</sub> )	A spontán kilégzési térfogat alsó riasztási küszöbértékét állítja be.	Tartomány: 1-2500 ml Új beteg: OFF Felbontás: 1 ml 1 és 100 ml között; 5 ml 100 és 400 ml között; 10 ml 400 és 2500 ml között

## Monitorozott adatok

3. táblázat ismerteti a PAV<sup>TM</sup>\*+ opcióval kapcsolatos monitorozott adatokat.

**3. táblázat. PAV<sup>TM</sup>\*+ monitorozott adatok**

Adatok	Funkció	Tartomány, felbontás, pontosság
$C_{PAV}$ (PAV-alapú tüdőkompliancia) *	<p>A tüdőterfogatnak a beteg légúti nyomásának változásához képest bekövetkezett változása, zéró áramlás mellett mérve, egy PAV+ platómanőver során becsülve.</p> <p>PA választása esetén a lélegeztetőgép megjeleníti a pácienskompliancia aktuális szűrt értékét, és valamennyi becslés sikeres végrehajtása esetén frissíti a kijelzőt. Az érték a More Patient Data és a Waveforms képernyőkön kerül kijelzésre.</p>	<p>Tartomány: 2,5-200 ml/cmH<sub>2</sub>O</p> <p>Felbontás: 0,1 ml/cmH<sub>2</sub>O a &lt; 10 ml/cmH<sub>2</sub>O értékek esetén 1 ml/cmH<sub>2</sub>O a ≥ 10 ml/cmH<sub>2</sub>O értékek esetén</p> <p>Pontosság: ± (1 + az aktuális 20%-a) ml/cmH<sub>2</sub>O</p>

\* Ha a  $C_{PAV}$ ,  $E_{PAV}$ ,  $R_{PAV}$  vagy az  $R_{TOT}$  becsült értékei túllépik a várható (IBW-n alapuló) határértékeket, az értékek zárójelben vannak, ami arra utal, hogy megkérdőjelezhetők. Ha a becsült érték meghaladja az abszolút határértékét, a határérték zárójelben villog.

**3. táblázat. PAV™\*+ monitorozott adatok (folytatás)**

Adatok	Funkció	Tartomány, felbontás, pontosság
$E_{PAV}$ (PAV-alapú reciprok tűdőkcapacitás) *	Az $E_{PAV}$ a PAV-alapú tűdőkcompliance inverzeként kerül kiszámításra. Lásd a fenti $C_{PAV}$ funkciókat.	Tartomány: 5-400 cmH <sub>2</sub> O/l Felbontás: 0,1 cmH <sub>2</sub> O/l a < 10 cmH <sub>2</sub> O/l értékek esetén 1 cmH <sub>2</sub> O/l a ≥ 10 cmH <sub>2</sub> O/l értékek esetén Pontosság: ± (1 + az aktuális 20%-a) cmH <sub>2</sub> O/l
PEEP <sub>I</sub> (INTRINZIK POZITÍV KILÉGZÉSVÉGI NYOMÁS) (intrinzik PEEP)	A PEEP fölötti becsült pozitív nyomás, amely a tűdőben marad a kilégzés végén. PA választása esetén a lélegeztetőgép megjeleníti az intrinzik PEEP aktuális becsült értékét, mielőtt a PAV+ beállítása befejeződött, és valamennyi becslés sikeres végrehajtása esetén frissíti a kijelzőt. Az érték a More Patient Data és a Waveforms képernyőkön kerül kijelzésre.	Tartomány: 0 és 130 cmH <sub>2</sub> O között Felbontás: 0,1 cmH <sub>2</sub> O a < 10 cmH <sub>2</sub> O értékek esetén 1 cmH <sub>2</sub> O ha az érték ≥ 10 cmH <sub>2</sub> O Pontosság: nem alkalmazható

\* Ha a  $C_{PAV}$ ,  $E_{PAV}$ ,  $R_{PAV}$  vagy az  $R_{TOT}$  becsült értékei túllépik a várható (IBW-n alapuló) határértékeket, az értékek zárójelben vannak, ami arra utal, hogy megkérdőjelezhetők. Ha a becsült érték meghaladja az abszolút határértékét, a határérték zárójelben villog.

**3. táblázat. PAV™\*+ monitorozott adatok (folytatás)**

Adatok	Funkció	Tartomány, felbontás, pontosság
$R_{PAV}$ (PAV-alapú beteg ellenállás) *	<p>A becsült teljes ellenállás (<math>R_{TOT}</math>) és a mesterséges légút ellenállása közötti különbség.</p> <p>PA választása esetén a lélegeztetőgép megjeleníti a páciens ellenállásának aktuális szűrt értékét, és valamennyi becslés sikeres végrehajtása esetén frissíti a kijelzőt. Az érték a More Patient Data és a Waveforms képernyőkön kerül kijelzésre.</p>	<p>Tartomány: 0-20 cmH<sub>2</sub>O//s</p> <p>Felbontás:                      0,1 cmH<sub>2</sub>O//s a &lt; 10 cmH<sub>2</sub>O//s értékeknél                      1 cmH<sub>2</sub>O//s a ≥ 10 cmH<sub>2</sub>O//s értékeknél</p> <p>Pontosság: nem alkalmazható</p>
$R_{TOT}$ (becsült teljes ellenállás)*	<p>A nyomás/áramlás becsült hányada a beteg légutak és a légzőrendszer együttesében a kilégzési csúcstartásnál.</p> <p>PA választása esetén a lélegeztetőgép megjeleníti a teljes ellenállás aktuális szűrt értékét, és valamennyi becslés sikeres végrehajtása esetén frissíti a kijelzőt. Az érték a More Patient Data képernyőn kerül kijelzésre.</p>	<p>Tartomány: 1,0-20 cmH<sub>2</sub>O//s</p> <p>Felbontás:                      0,1 cmH<sub>2</sub>O//s a &lt; 10 cmH<sub>2</sub>O//s értékeknél                      1 cmH<sub>2</sub>O//s a ≥ 10 cmH<sub>2</sub>O//s értékeknél</p> <p>Pontosság: ± (3 + az aktuális ellenállás 20%-a) cmH<sub>2</sub>O//s 5 és 80 cmH<sub>2</sub>O//s értékek között, ha az <math>R_{PAV}</math> &lt; 60 cmH<sub>2</sub>O//s</p>

\* Ha a  $C_{PAV}$ ,  $E_{PAV}$ ,  $R_{PAV}$  vagy az  $R_{TOT}$  becsült értékei túllépi a várható (IBW-n alapuló) határértékeket, az értékek zárójelben vannak, ami arra utal, hogy megkérdőjelezhetők. Ha a becsült érték meghaladja az abszolút határértékét, a határérték zárójelben villog.



**3. táblázat. PAV™\*+ monitorozott adatok (folytatás)**

Adatok	Funkció	Tartomány, felbontás, pontosság
$V_{TI\ SPONT}$ (Spontán belégzési térfogat)	Megjeleníti a belégzési térfogat BTPS értékét. A következő kilégzési fázis kezdetekor frissül.	Tartomány: 0-6000 ml Felbontás: 1 ml 0 és 6000 ml között Pontosság: Ha a $T_I \geq 200$ ms és $< 600$ ms, $\pm (10 + a$ mért értékből $10\% * 600 \text{ ms}/T_I \text{ ms})$ ml; különben $\pm (10 + a$ mért érték $10\%-a)$ ml
$f/V_T/\text{kg}$ [Normalizált gyors és felületes légzési index (RSBI)]	A légzésszám normalizált frakciójának és a belélegzett térfogat mért értékeinek arányát jelzi a More Patient Data képernyőn. Csak PA légvételeknél áll rendelkezésre. Az $f/V_T$ normalizálása a minimálisra csökkenti az RSBI variációját, amely az IBW-nek köszönhetően változó $V_T$ variációjának a következménye.	Tartomány: 0-24 1/min-l/kg Felbontás: 0,1, ha az $f/V_T/\text{kg} < 10$ ; 1, ha az $f/V_T/\text{kg} \geq 10$ Pontosság: nem alkalmazható

\* Ha a  $C_{PAV}$ ,  $E_{PAV}$ ,  $R_{PAV}$  vagy az  $R_{TOT}$  becslült értékei túllépik a várható (IBW-n alapuló) határértékeket, az értékek zárójelben vannak, ami arra utal, hogy megkérdőjelezhetők. Ha a becslült érték meghaladja az abszolút határértékét, a határérték zárójelben villog.

A 4. táblázat ismerteti az IBW-alapú abszolút határértékeket a PAV+ option által monitorozott adatokra vonatkozóan.

**4. táblázat. A PAV™\*+ monitorozott adatokra vonatkozó abszolút határértékek**

<b>IBW (kg/lb)</b>	<b>R<sub>PAV</sub> (cmH<sub>2</sub>O/l/s)</b>	<b>C<sub>PAV</sub> (ml/cmH<sub>2</sub>O)</b>	<b>E<sub>PAV</sub> (cmH<sub>2</sub>O/l)</b>
25 / 55,1	0-50	2,5-29	34-400
35 / 77,1	0-44	3,5-41	24-286
45 / 99,1	0-31	4,5-52	19-222
55 / 121,1	0-24	5,5-64	16-182
65 / 143,2	0-20	6,4-75	13-156
75 / 165,2	0-18	7,4-87	11-135
85 / 187,2	0-17	8,4-98	10-119
95 / 209,3	0-16	9,4-110	9,1-106
105 / 231,3	0-15	10-121	8,3-100
115 / 253,3	0-15	11-133	7,5-91
125 / 275,3	0-14	12-144	6,9-83
135 / 297,4	0-14	13-156	6,4-77
145 / 319,4	0-14	14-167	6,0-71
150 / 330,4	0-14	15-173	5,8-67

## Riasztások

A 5. táblázat ismerteti a PAV™\*+ opcióval kapcsolatos riasztásokat.

5. táblázat. PAV™\*+ riasztások

Alapüzenet	Prioritás	Értelmező üzenet	Hibaelhárítási javaslat	Megjegyzések
IP <sub>PEAK</sub>	Alacsony	Utolsó légvétel ≥ beállított határérték.	Ellenőrizze a pácienskört és az ET tubust.	A belégzési nyomás felső határértékének túllépése: ha a becsült légúti nyomás ≥ beállított 2P <sub>PEAK</sub> . Ennek észlelésekor a gép lerövidíti az aktuális légvételt, ha még nincs kilégzés. Lehetséges alárendelt riasztások: V <sub>E TOT</sub> , I <sub>fTOT</sub> . Teendő: Ellenőrizze a páciens állapotát. Ellenőrizze, hogy nem ereszt-e a rendszer, valamint a csőtípus és a csőátmérő beállításait. Fontolja meg a % Support beállítás csökkentését, vagy a 2P <sub>PEAK</sub> beállítás növelését.
	Közepes	Utolsó 3 légvétel ≥ beállított határérték.		
	Magas	Utolsó 4 vagy annál több légvétel ≥ beállított határérték.		

5. táblázat. PAV™\*+ risztsók (folytatás)

Alapüzenet	Prioritás	Értelmező üzenet	Hibaelhárítási javaslat	Megjegyzések
IP <sub>VENT</sub>	Alacsony	1 légvétel ≥ határérték.	Ellenőrizze a pácienskört és az ET tubust.	<p>A belégzési nyomás ≥ 100 cmH<sub>2</sub>O. A gép lerövidíti az aktuális légvételt, ha még nincs kilégzés. Ez a riasztás a PAV+ aktivitása esetén nem valószínű.</p> <p>Lehetséges alárendelt riasztások: 3V<sub>E TOT</sub>, If<sub>TOT</sub></p> <p>Teendő:</p> <p>Ellenőrizze, nem nyugtalan-e a beteg. A nyugtalan lélegzés a magas % Support beállítással kombinálva túlzott légzéstámogatást eredményezhet.</p> <p>Fontolja meg a % Support beállítás csökkentését.</p>
	Közepes	2 légvétel ≥ határérték.		
	Magas	3 vagy annál több légvétel ≥ határérték.		

5. táblázat. PAV™\*+ risztások (folytatás)

Alapüzenet	Prioritás	Értelmező üzenet	Hibaelhárítási javaslat	Megjegyzések
PAV STARTUP TOO LONG	Alacsony	A PAV indítása nem fejeződött be $\geq 45$ másodpercig.	Ellenőrizze, hogy nem ereszt-e a rendszer, nem felületes-e a légzés, valamint a $1V_{TI\ SPONT}$ , $1P_{PEAK}$ beállításokat.	A PAV+ nem tudja elvégezni az ellenállás és a kompliancia kezdeti érvényes értékeinek becslését. Lehetséges alárendelt riasztások: $3V_{TE\ SPONT}$ , $3V_{E\ TOT}$ , $1f_{TOT}$ . Teendő: Ellenőrizze a beteget (lehet, hogy a beteg belégzési ideje túl rövid az ellenállás és a kompliancia becsléséhez). Ellenőrizze, hogy a párasító típusa és üres térfogata megfelelően lett-e kiválasztva.
	Közepes	A PAV indítása nem fejeződött be $\geq 90$ másodpercig.		
	Magas	A PAV indítása nem fejeződött be $\geq 120$ másodpercig.		

**5. táblázat. PAV™\*+ risztások (folytatás)**

Alapüzenet	Prioritás	Értelmező üzenet	Hibaelhárítási javaslat	Megjegyzések
PAV R & C NOT ASSESSED	Alacsony	Az R és/vagy a C értéke $\geq 15$ perc.	Ellenőrizze, hogy nem ereszt-e a rendszer, nem felületes-e a légzés, valamint a csőátmérő, a $1V_{TI\ SPONT}$ és a $1P_{PEAK}$ beállításokat.	Az indítás sikerült, de a későbbi becslések sikertelenek voltak. Teendő: Ellenőrizze a beteget (lehet, hogy a beteg belégzési ideje túl rövid az ellenállás és a kompliancia becsléséhez). Ellenőrizze, hogy a párasító típusa és üres térfogata megfelelően lett-e kiválasztva.
	Közepes	Az R és/vagy a C értéke $\geq 30$ perc.		

5. táblázat. PAV™\*+ risztások (folytatás)

Alapüzenet	Prioritás	Értelmező üzenet	Hibaelhárítási javaslat	Megjegyzések
I <sub>V<sub>TI</sub></sub> SPONT	Alacsony	Utolsó spontán légvétel ≥ beállított határérték.	Ellenőrizze, hogy nem ereszt-e a rendszer, valamint a csőtípus, a csőátmérő és a % Support beállításokat, és a beteg esetleges nyugtalanságát.	Magas belégzési térfogat. A leadott belégzési térfogat ≥ belégzési határérték. A gép megkezdte a kilégzést. Lehetséges alárendelt riasztások: I <sub>fTOT</sub>  Teendő: Ellenőrizze, hogy nem nyugtalan-e a beteg, ami az R <sub>PAV</sub> és a C <sub>PAV</sub> téves kiszámítását okozhatja. Fontolja meg a % Support beállítás csökkentését. Ellenőrizze a 2V <sub>TI</sub> értékét.
	Közepes	Utolsó 3 spontán légvétel ≥ beállított határérték.		
	Magas	Utolsó 4 vagy annál több spontán légvétel ≥ beállított határérték.		

## Belső csőátmérők

Az 6. táblázat ismerteti az ideális testsúlyértékeket és az ezeknek megfelelő becsült belső csőátmérőket. Ha olyan belső átmérőt választ, amely nem illeszkedik az IBW-tartományba, meg kell nyomnia az OK gombot, annak igazolására, hogy figyelmen kívül kívánja hagyni a becsült tartományt.

**6. táblázat. IBW és csőátmérő tartományok**

IBW (kg)	IBW (font)	ET/Trach csőátmérő (mm) (alacsony)	ET/Trach csőátmérő (mm) (magas)
25-27	54-60	6,0	6,5
28-35	61-77	6,0	7,0
36	78-79	6,0	7,5
37-42	80-93	6,5	7,5
43-49	94-108	6,5	8,0
50	109-117	7,0	8,0
55	118-130	7,0	8,5
60	131-132	7,0	9,0
65	133-152	7,5	9,0
70	153-154	7,5	9,5
75	155-174	8,0	9,5
80-100	175-231	8,0	10,0
110-135	232-296	8,5	10,0
140-150	297-330	9,0	10,0



## 6. táblázat. IBW és csőátmérő (folytatás) tartományok

IBW (kg)	IBW (font)	ET/Trach csőátmérő (mm) (alacsony)	ET/Trach csőátmérő (mm) (magas)
<b>MEGJEGYZÉS:</b>			
<p>Ügyeljen arra, hogy a megfelelő nagyságú mesterséges légúti átmérő legyen megadva. Mivel a PAV™*+ gyorsítja az áramlást, a valós csőátmérőnél kisebb érték bevitele esetén az áramlásalapú nyomástámogatás túlzott lehet, és a % <i>Support</i> magas értékein átmeneti áramlás-megszaladáshoz vezethet. Ugyanígy, a valószínűleg nagyobb csőátmérő megadása a szükségesnél kisebb légzéstámogatást eredményez. A PAV+ szoftver ellenőrzi az ideális testsúlyra és a mesterséges légútra vonatkozó beállításokat. Ha a beállítások különböznek a fenti tartományoktól, meg kell erősítenie, hogy a beállítások megfelelőek. Az aktuális csőátmérő megerősítése vagy kijavítása csökkenti annak a valószínűségét, hogy a PAV+ a szükségesnél nagyobb vagy kisebb légzéstámogatást nyújt.</p>			

## A lélegeztetőgép beállításai/irányelvek

### Figyelmeztetés

A PAV+ optimális teljesítménye érdekében fontos a betegnél használatos eszközöknek megfelelő párasítótípus, csőtípus és csőátmérő kiválasztása.

A belégzés alatt az Y-csőben keletkező nyomás pillanatnyi értéke a beteg erőfeszítésének, a % *Support* beállításnak, a csőtípusnak és a csőméretnek, a beteg ellenállásának és reciprok kapacitásának, valamint a mért pillanatnyi gázáramlásnak és tüdőterefogatnak a függvénye. Állítsa be a  $2P_{PEAK}$  értéket úgy,

hogy biztonságos rendszernyomást biztosítson, amely felett a légvétel lerövidítése és a riasztás megfelelő.

---

**MEGJEGYZÉS:**

A PAV™\*+ beépített magasnyomás-kiegyenlítő (1P<sub>COMP</sub>) határértékkel rendelkezik, amely a 2P<sub>PEAK</sub> beállítás mínusz 5 cmH<sub>2</sub>O vagy a 35 cmH<sub>2</sub>O értékek közül a kisebb. Ha a belégzési nyomás az Y-csőben (P<sup>i</sup><sub>wye</sub>) eléri a 1P<sub>COMP</sub> határértéket, a belégzés lerövidül, és a lélegeztetőgép belélegeztetésről kilélegeztetésre vált. További részleteket a következő helyen talál: 35. oldal.

---

**Előírt teljesítmény**

A PAV+ opciót használva a teljesítmény ± 0,5 joules/liter (a belégzés alatti előírt munka 75%-os támogatottságnál). A lélegeztetés terminusaival a munka a következőképpen fejezhető ki:

$$Work [Joules / L] = \frac{0.098 \left[ \frac{Joules}{cmH_2O * L} \right] * \int Pressure_t [cmH_2O] * Flow_t \left[ \frac{L}{s} \right] * dt [s]}{\int Flow_t \left[ \frac{L}{s} \right] * dt [s]}$$

**A grafikus kijelzési funkció PAV+ opció esetén**

A PAV+ opció aktivitása esetén (SPONT módban, ha a spontán légvétel típusa PA), automatikusan megjelenik egy légzési munka (WOB) grafikon (1. ábra, 29. oldal), amelyen a következők láthatók:

- a légzési munka becslései normál, szubnormális és normális feletti értékekre vonatkoztatva, ezen belül:
  - a beteg becsült légzési munkája (joule/l) a belégzés során (WOB<sub>PT</sub>) és

- a beteg és a lélegeztetőgép teljes becsült légzési munkája (joule/l) a belégzés során ( $WOB_{TOT}$ ).
- egy indikátor, amely a rendszer reciprok kapacitásának (E) és ellenállásának (R) ellensúlyozására fordított hányadát mutatja a beteg belégzési munkájának.

A grafikus képernyő további információi a következők:

- a tüdőnyomás becsült értékének „árnykövetése”, amely a rendszernyomás görbéjére helyezett árnyékolt területként jelenik meg.
- PAV-alapú betegadat-becslések, ezek között a beteg ellenállása ( $R_{PAV}$ ), a tüdőkompliancia ( $C_{PAV}$ ) és az intrinzik PEEP ( $PEEP_I$ ).

---

#### **MEGJEGYZÉS:**

A tüdőnyomást és a beteg légzési munkáját ábrázoló görbék *nem* valós mérések, hanem szűrt, modell alapú becslésekből erednek.

---

A WOB görbe csak SPONT módban és PA légzéstípus kiválasztása esetén érhető el, és megjelenik egy Plot 2 legördülő menü. Az árnykövetés engedélyezhető vagy letiltható a görbe kiválasztásakor vagy a kijelző megmerevedése után.

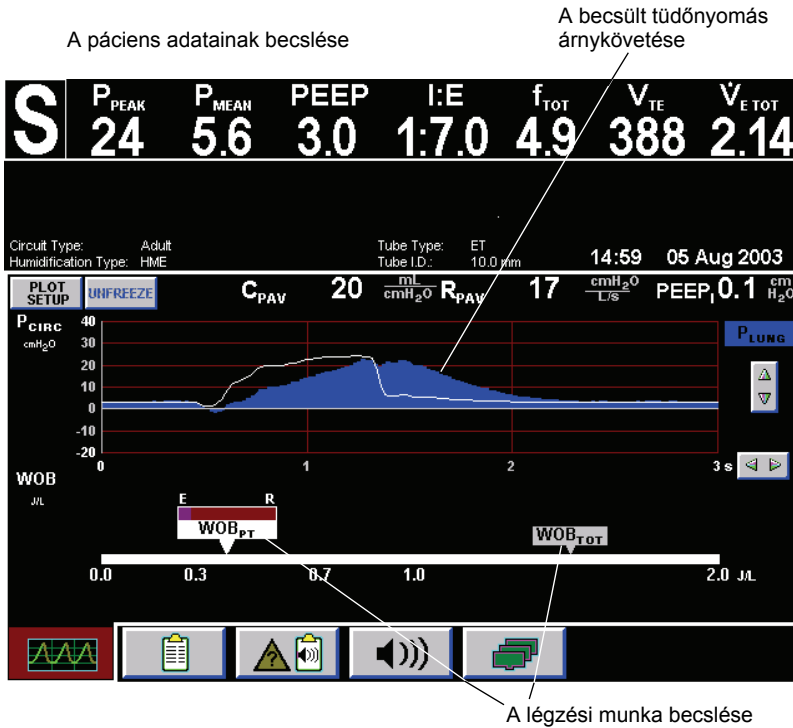
A befagyasztás nem befolyásolja a WOB görbét, de eltárolja az árnykövetést. A befagyasztás után engedélyezheti vagy letilthatja az árnykövetést, majd újra megjelenítheti a befagyott görbét, árnykövetéssel vagy anélkül.

## WOB kifejezések és meghatározások

A következő táblázat az összes, a légzési munkához (WOB) kapcsolódó meghatározást és leírást tartalmazza.

**7. táblázat: Légzési munkához kapcsolódó meghatározások**

<b>WOB (Légzési munka) kifejezés</b>	<b>Meghatározás</b>	<b>Leírás</b>
WOB <sub>TOTAL</sub>	Összes belégzési munka	A belégzési munkához szükséges a tüdő felfújása, amit vagy a beteg végez el spontán belégzés közben, vagy pedig egy ventilátor passzív módon felfújja a légutakat, illetve az asszisztált belégzést a beteg és a ventilátor együttesen végzik el
WOB <sub>PATIENT</sub>	Beteg belégzési munkája	A WOB <sub>TOTAL</sub> beteg által elvégzett része
WOB <sub>PATIENT ELASTIC</sub>	Belégzési rugalmas munka	A WOB <sub>PATIENT</sub> része, ami hozzájárult
WOB <sub>PATIENT RESISTIVE</sub>	Belégzési ellenállási munka	A WOB <sub>PATIENT</sub> azon része, ami a gáznak a gáz útjában lévő ellenállási elemek ellen való légzési munka



1. ábra. A grafikus kijelzési funkció PAV™+ opció esetén

## Műszaki leírás

PAV+ opció választása esetén a lélegeztetőgép belégzés-erősítőként működik, részlegesen támogatva a belégzést végző izmok ( $P_{MUS}$ ) nyomásgeneráló képességét.

A belégzést végző izmok ( $P_{MUS}$ ) létrehoznak egy nyomásgrádiens, amely a levegőt a légutakon át a rugalmas tüdőbe vezeti, és az alábbi mozgásegyenlettel írható le:

$$P_{MUS} = V_L \cdot R + V_L \cdot E_{LUNG-THORAX} \quad (1. \text{ egyenlet})$$

ahol:

$V_L$  = az ellenállási tényezőkön át a tüdőbe vezető áramlás

$R$  = ellenállási tényezők (mesterséges és természetes légutak)

$V_L$  = a tüdő átfúvási térfogata

$E_{LUNG-THORAX}$  = a tüdő és a mellkas reciprok kapacitása ( $1/C_{LUNG-THORAX}$ )

Ha a PAV+ szoftvernek a beteg rezisztenciájára és reciprok kapacitására ( $R_{PAV}$  és  $E_{PAV}$ ) vonatkozó becslései stabilak, ez az egyenlet a következőképpen írható át:

$$P_{MUS}^i = V_L^i \cdot R_{airway}^i + V_L^i \cdot K_1 + V_L^i \cdot K_2 \quad (2. \text{ egyenlet})$$

ahol:

$i$  jelzi a a nyomás, az áramlás vagy a légúti ellenállás pillanatnyi értékét (felismerve, hogy az  $R_{airway}^i$  az áramlás függvénye)

$K_1$  és  $K_2$  = a viszonylag állandó  $R_{PAV}$  és  $E_{PAV}$  értékek.

A  $P_{MUS}^i$  így minden pillanatnyi intervallumban megbecsülhető volt (minden 5 ms-ban a 840-es lélegeztetőgép esetén), ha a  $V_L^i$ ,  $R_{légút}^i$  és  $V_L^i$  értékek is ismertek voltak. Bármely belégzés során a  $P_{MUS}$  értéket kitevő egyedi nyomástényezők kifejezhetők a következőképpen:

$$P_{MUS} = P_{FLOW}^{ARTIFICIAL AIRWAY} + P_{FLOW}^{PATIENT} + P_{VOLUME}^{PATIENT} \quad (3. \text{ egyenlet})$$

A 2. és a 3. egyenlet adja a struktúrát a PAV<sup>TM\*</sup>+ működésének magyarázatához. Az orvos beviszi a használatban lévő mesterséges légút típusára és méretére vonatkozó adatokat, és az információ segítségével a szoftver elvégzi a mesterséges légút ellenállásának becslését, bármely tüdőátáramlás esetén.

A kiválasztott belégzések végén egy speciális szüneteltetési manővert alkalmazva biztosítható a szoftver számára szükséges információ a beteg ellenállásának ( $R_{PAV}$ ) és komplianciájának ( $C_{PAV}$ , amely átalakítható reciprok kapacitássá,  $E_{PAV}$ ) becsléséhez. A szünet végét követően azonnal a szoftver szimultán értékeket kap a  $P_{LUNG}$ ,  $P_{wye}$  és a  $V_E$  adatokra vonatkozóan, amelyek alapján elvégzi az  $R_{TOT}$  becslését a becsült áramlás esetében.

Minden nyers adat logikai ellenőrzésnek van alávétve, és az  $R_{PAV}$  és a  $C_{PAV}$  becsült értékei további fiziológiai ellenőrzésen mennek keresztül. Ha a logikai vagy a fiziológiai ellenőrzések bármelyike sikertelen, az az  $R_{PAV}$  és a  $C_{PAV}$  becsült értékeinek elvetését vonja maga után. A  $C_{PAV}$  elvetésekor az  $R_{PAV}$  is elvetésre kerül.

A lélegeztetéshez szükség van az  $R_{PAV}$  és a  $C_{PAV}$  érvényes becsléseire, amelyek folyamatosan frissülnek a régebbi adatok új adatokkal való átlagolásának következtében. Ez az átlagolási folyamat tompítja az adatokat, és megakadályozza a lélegeztetés hirtelen változásait. Ha az  $R_{PAV}$  és a  $C_{PAV}$  új értékei elvetésre kerülnek, az érvényes új adatok megszerzéséig az előző értékek maradnak érvényben. A PAV+ szoftver ellenőrzi a frissítési műveletet, és fokozatosan súlyosbodó riasztásokat generál, ha a régi adatok nem frissülnek.

A PAV<sup>TM\*</sup>+ random módon egy manőver-légzést alkalmaz a legutolsó manőver-légzést követő 4-10 lélegzetvételenként. A manőver-légzés egy normál PA belégzés, belégzésvégi szünettel. Mivel az izomműködés az idegi stimulust 300

ezredmásodperc késleltetéssel követi, a beteg légzőközpontja nem észleli a szünetet. A manőver-légzések random módon kerülnek leadásra, így előfordulásuk nem megjósolható.

A PA légvétel az Y-cső áramlásának észlelésével kezdődik. A 840-es lélegeztetőgép minta- és kontrollciklusa 5 ms (az  $i$  értéke a 2. egyenletben), amely elég sűrű ahhoz, hogy a beteg belégzésének alapvetően állandó követését biztosítsa. A szoftver minden  $i$ -edik intervallumban azonosítja a pillanatnyi tüdőátáramlást ( $V_L^i$ , amelyet gátol a mesterséges és a természetes légutak ellenállása), és integrálja az áramlást, hogy megbecsülje a pillanatnyi tüdőterefogatot ( $V_L^i$ , amelyet gátol a tüdő és a mellkas rugalmas visszalökődése).

A pillanatnyi tüdőátáramlás és tüdőterefogat értékeit felhasználva, a PAV™\*+ szoftver kiszámítja a 2. egyenlet valamennyi nyomásösszetevőjét, amely megadja a  $P_{MUS}$  értékét valamennyi  $i$  intervallum esetében.

A % *Support* beállítás megadja az ellenálláson és a rugalmasságon alapuló nyomás mennyiségét, amely az egyes  $i$  intervallumokban az Y-csőben alkalmazandó. A 2. egyenlet, úgy átírva, hogy magában foglalja a % *Support* beállítást:

$$P_{wye}^i = S (V_L^i * R_{airway}^i) + S (V_L^i * K_1) + S (V_L^i * K_2) \quad (4. \text{ egyenlet})$$

ahol:

a  $P_{wye}^i$  = a lélegeztetőgép által generált nyomás, válaszképpen a tüdőátáramlás és a tüdőterefogat pillanatnyi értékeire. Ez az érték a három egyedi nyomástényező (zárójelben) összege a 4. egyenletben.

$S$  = % *Support* beállítás/100 (0,05-0,95 tartományban).

A levegőt a beteg tüdejébe vezető nyomásgradiens a  $P_{wye}^i$  és a beteg belégzési erőfeszítéseinek összege, ezért:

$$\Delta P_{GRADIENT}^i = P_{wye}^i + P_{mus}^i \quad (5. \text{ egyenlet})$$



## Védelem a vészhelyzetek ellen

A PAV™\*+ szoftvert úgy tervezték, hogy a tüdő felfújódásának a veszélye a lehető legkisebb legyen. A tüdőfelfújódás veszélye akkor áll fenn, ha a szoftver túlértékeli a beteg aktuális ellenállását, vagy alulbecsüli az aktuális tüdő-mellkasi komplianciát (azaz túlbecsüli az aktuális reciprok kapacitást). Ha a szoftver nem képes érvényes  $R_{PAV}$  és  $C_{PAV}$  becsléseket generálni, the PAV+ opció nem tud elindulni. Ha az indítást követően az  $R_{PAV}$  és a  $C_{PAV}$  értékek nem tudnak érvényes új adatokkal frissülni, az előző adatok egyre kevésbé megbízhatók.

A PAV+ stabilitása elsősorban a valós reciprok tüdőkapacitás [ $E_L$ (valós)] és a valós tüdőterfogat [ $V_L$ (valós)] közötti kapcsolat függvénye. Bár a  $P_{wye}^i$  (ellenállás) is szerepet játszik ebben, jelen fejtegetés az elasztikus tényezőre összpontosít.

A tüdő és a mellkas valós állapotát valamennyi tüdőterfogatnál kifejezi a következő egyenlet:

$$P_{L\text{ recoil}}^i = V_L^i(\text{valós}) * E_L(\text{valós})$$

Tüdfújódás nem fordul elő, amíg a  $P_{wye}^i$ (rugalmas) <  $P_{L\text{ recoil}}^i$ , ami megfelel a következőnek:

$$S [V_L^i(\text{becsült}) * K_2] < V_L^i(\text{valós}) * E_L(\text{valós})$$

ahol:

$$K_2 = E_{PAV} \text{ (lásd a 2. és 4. egyenletet)}$$

Amíg az  $E_{PAV}$  (becsült) =  $E_{PAV}$  (valós) és a  $V_L^i$  (becsült) =  $V_L^i$  (valós), addig a  $P_{L\text{ recoil}}^i > P_{wye}^i$ , még a % *Support* magas értékeinél is (pl. 85% és 95% között).

Ez azt jelenti, hogy ha a mellkasnál és a tüdőnél alkalmazott nyomás/liter érték soha nem nagyobb, mint az  $E_L$  (valós), a tüdőterfogat összeesik, ha az Y-cső átáramlása megszűnik. Ameddig az  $E_{PAV}$  (becsült) ≤  $E_L$  (valós), a  $V_L^i$  (becsült) ≤  $V_L^i$  (valós) és az  $R_{PAV}$  (becsült) ≤  $R_L$  (valós), a  $P_{MUS}$  a  $P_{wye}^i$  szabályozója.

Tüdőfelfújódás akkor fordulhatna elő, ha a becsült  $E_{PAV}$  nagyobb lenne, mint az  $E_L$  valódi értéke. Magas % *Support* beállításnál a  $P_{wye}^i$  (rugalmas) meghaladhatná a  $P_{L\ recoil}^i$  értékét, önmagát generáló áramlást okozva ezzel az Y-csőben, amely másfelől a tüdő önmagát generáló felfújódását okozná. Részben ez az oka annak, hogy a % *Support* beállítás 95%-ra van limitálva.

Hasonlóképpen, ha a becsült  $R_{PAV}$ , egy magas % *Support* beállításnál meghaladná a valós  $R_L$  értéket, a  $P_{wye}^i$  (ellenállás) meghaladhatná a mesterséges és természetes légutakban a nyomás szétoszlásának kompenzálásához szükséges értéket, és így a tüdő korai felfújódását eredményezné. Ahogy azonban a belégzés első harmada után csökken az áramlás, a felfújó hatás nagy valószínűséggel eltűnne.

A PAV™\*+ szoftver a következő stratégiákat alkalmazza a tüdőfelfújódás lehetőségének csökkentése céljából:

- A % *Support* beállítás 95%-ra van limitálva.
- A nyers  $R_{PAV}$  és  $C_{PAV}$  adatok logikai ellenőrzésnek vannak alávétve, továbbá ellenőrzésre kerül, hogy a becsült mechanikus értékek beférnek-e az IBW-alapú fiziológiai határértékek közé. Ezek az ellenőrzések csökkentik a beteg ellenállása túlbecslésének vagy komplianciájának alábecslésének lehetőségét, amely potenciálisan felfújódáshoz vezethet.
- A belégzési térfogat felső korlátja ( $2V_{TI\ SPONT}$ ) abszolút határértéket szab a tüdőátáramlás egészére (beleértve a szivárgást), amely egyenlő a tüdőtérfogattal. Ha a  $V_{TI}$  értéke eléri a határt, a lélegeztetőgép megszakítja a belégzést, és azonnal kilélegeztetésre vált.

- A  $2V_{TI\ SPONT}$  beállítás felső határt szab a  $P_{wye}^i$  érték  $P_{PATIENT}^{VOLUME}$  komponensére (lásd a 3. és a 4. egyenletet). A PAV+ szoftver minden új belégzés kezdetén kiszámít egy értéket a  $P_{PATIENT}^{VOLUME}$ -re vonatkozóan, amint az alábbiakban következik:

$$P_{wye}^* \text{ (rugalmas küszöbérték)} = 0,75 (2V_{TI\ SPONT} * E_{PAV})$$

ahol a  $P_{wye}^*$  az egyedüli érték a  $P_{wye}^i$  rugalmas küszöbértékére, amely a tüdőt a  $2V_{TI\ SPONT}$  75%-ának megfelelő kitágulásra készíti. Ha a  $P_{wye}^i$  (rugalmas) =  $P_{wye}^*$  (rugalmas küszöbérték), a szoftver abbahagyja a  $P_{wye}^i$  (rugalmas) emelését. Ez azt jelenti, hogy a tüdőterefogat bármely további növelését a betegnek kell végrehajtania, ami előmozdítani látszik a belégzési erőfeszítés befejezését és a belégzés lerövidítésének elkerülését, amely annak lenne köszönhető, hogy a tüdőterefogat eléri a  $1V_{TI\ SPONT}$  határértékét.

- A belégzési nyomás felső határértéke ( $2P_{PEAK}$ ) valamennyi légvételre vonatkozik, és ezt használja a PAV+ szoftver a magasnyomás-kiegyenlítő feltételek észlelésére ( $1P_{COMP}$ ):

$$1P_{COMP} = 2P_{PEAK} - 5 \text{ cmH}_2\text{O} \text{ vagy } 35 \text{ cmH}_2\text{O}, \text{ amelyik kevesebb}$$

Ha a kezelő által állítható  $2P_{PEAK}$  határérték beáll, a lélegeztetőgép megszakítja a belégzést, és azonnal kilélegeztetésre vált. Ha a  $P_{wye}^i$  (az Y-cső nyomásának célértéke, amely a 4. egyenletben került kiszámításra) 500 ezredmásodpercen keresztül megegyezik a  $1P_{COMP}$  értékkel, a belégzés lerövidül, és elkezdődik a kilégzés. Továbbá, ha a  $P_{wye}^i = 1P_{COMP}$ , a  $P_{wye}^i$  értéke limitálva van a  $1P_{COMP}$  értékére. Bár ez befagyasztja a  $P_{wye}^i$  értékét, a beteg tevékenysége, például a köhögés révén a  $P_{wye}^i$  elérheti a  $2P_{PEAK}$  értékét, ami a belégzés végét eredményezi.

A  $P_{wye}^i$  gyors emelkedése a  $1P_{COMP}$  határértékre valószínűleg a belégzés első harmadában fordulna elő, és csak abban az esetben, ha az  $R_{PAV}$  értéke túl lett becsülve, és a % *Support* 85% feletti beállítású. A  $1P_{COMP}$  állapot véd az  $R_{PAV}$  túlértékeléséből adódó felfújódás ellen.

- A % *Support* 5-95% tartományban, 5%-os fokozatonként állítható. A támogatási szint csökkentése csökkenti a felfújódás veszélyét. Egy jelentős csökkentés az elégtelen támogatottság érzését okozhatja, mely esetben a beteg további belégzési munkát végez, vagy a támogatottsági szint növelését igényli.

Egy jelentős emelkedés hullámozást okozhat a  $P_{wye}$  lélegeztetőgép által generált értékében, amelynek következtében a  $P_{wye}^i$  elérheti a  $2P_{COMP}$  értékét, és ennek átmeneti beteg-lélegeztetőgép diszharmonia lehet a következménye. Hogy ennek a lehetőségét minimalizálja, a PAV+ szoftver minden második légvételnél 10%-osra limitálja a támogatás valós növelését, amíg az új beállítás érvényesül.

- A spirometria aktív marad a PAV+ működésekor.  $A2V_{TI SPONT}$  elég magasra állítható ahhoz, hogy megengedje a sóhajtásokat, míg az  $4V_{E TOT}$  és a  $2V_{E TOT}$  értékek aktívak maradnak, hogy a légzési perctérfogat változásait kimutassák.

Mivel a PAV<sup>TM\*</sup>+ nem működhet az  $R_{PAV}$  és a  $C_{PAV}$  érvényes becslései nélkül, és mivel a PAV+ indításakor ezek az értékek ismeretlenek, a szoftver egy indítási rutin (Lásd „Áttekintés”, 2. oldal) alkalmazásával, négy manőver-légzés során szerzi meg a szükséges adatokat; ezek a légzések belégzésvégi szünettel járnak, amely nyers adatokat szolgáltat az  $R_{PAV}$  és a  $C_{PAV}$  érvényes értékeinek becsléséhez. Ha a négy kezdeti légvétel bármelyike során bármelyik érték érvénytelen, a szoftver

beütemez egy helyettesítő manőver-légzést a következő légvételnél.

Ha egy 45 másodperces intervallum során nincs érvényes  $R_{PAV}$  és  $C_{PAV}$  becslés, alacsony prioritású riasztás lép érvénybe. Ha ez az állapot 90 másodpercig fennáll, a riasztás közepes prioritásúvá válik. Ha ez az állapot 120 másodpercig fennáll, a riasztás magas prioritásúvá válik. A  $3V_{E\ TOT}$  és az  $I_{f\ TOT}$  riasztások ugyancsak összefüggnek ezzel az állapottal.

Hasonlóképpen, ha az  $R_{PAV}$  és a  $C_{PAV}$  egy sikeres PAV+ indítást követően nem frissíthető érvényes értékekkel, alacsony prioritású riasztás lép érvénybe, ha ez az állapot 15 percen keresztül fennáll. Ha az értékek továbbra sem frissíthetők érvényes értékekkel, a riasztás közepes prioritásúvá válik.