

مقایسه‌ی مدهای تنفس مکانیکی SIMV و PRVC بر همودینامیک و اکسیژناسیون بیماران مورد مراقبت‌های ویژه COVID-19 بستری در بخش مراقبت‌های ویژه

سعید اکبری^۱، محمدرضا حبیب‌زاده^۲، امیر شفا^۳

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: در بیماران مبتلا به COVID-19 به دلیل رخداد نارسایی تنفسی، نیاز به استفاده از ونتیلیسیون مکانیکی جهت حفظ جان و بهبود شرایط بالینی بیماران بستری در بخش مراقبت‌های ویژه رایج شده است. در این مطالعه، مدهای تنفس مکانیکی (Synchronized intermittent mandatory ventilation) SIMV و PRVC (Pressure regulated volume control) بر همودینامیک و اکسیژناسیون بیماران مورد COVID-19 بستری در بخش مراقبت‌های ویژه مقایسه و مورد تحلیل قرار گرفته است.

روش‌ها: در این مطالعه که به روش Time series انجام شد، بیماران مورد COVID-19 بودند که از اول دی‌ماه ۱۳۹۹ تا اواخر خردادماه ۱۴۰۰ به دلیل نارسایی تنفسی در بخش مراقبت‌های ویژه مراکز آموزشی-درمانی الزهرا(س) بستری شده و تحت درمان با ونتیلیسیون مکانیکی بودند. در یکی از ۲ گروه با یکی از مدالیته‌های PRVC، SIMV تحت ونتیلیسیون مکانیکی قرار گرفتند. بیماران تحت ویزیت‌های دوره‌ای قرار می‌گرفتند و تا ۴۸ ساعت پس از اینتوباسیون، پیگیری می‌شدند.

یافته‌ها: نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که پایداری پارامترهای همودینامیک و اکسیژناسیون در مد PRVC نسبت به مد SIMV بیش‌تر است در حالی که عوارض مد تنفس مکانیکی SIMV در مقایسه با مد PRVC مقادیر بیشتری را نشان می‌دهد.

نتیجه‌گیری: پارامترهای همودینامیک در بیماران کووید-۱۹ دچار علائم شدید تنفسی که در بخش مراقبت‌های ویژه بستری شده بودند و تحت تهویه مکانیکی با مد PRVC قرار داشتند، در مقایسه با گروه SIMV پایدارتر بود. توزیع فراوانی عوارض تهویه مکانیکی در گروه SIMV به طور معنی‌داری بالاتر از گروه PRVC قرار داشت.

واژگان کلیدی: تنفس مصنوعی؛ تنفس با فشار مثبت؛ فشار مثبت پیوسته مسیر جریان هوا؛ همودینامیک؛ COVID-19

ارجاع: اکبری سعید، حبیب‌زاده محمدرضا، شفا امیر. مقایسه‌ی مدهای تنفس مکانیکی SIMV و PRVC بر همودینامیک و اکسیژناسیون بیماران

مورد COVID-19 بستری در بخش مراقبت‌های ویژه. مجله دانشکده پزشکی اصفهان ۱۴۰۳؛ ۴۲ (۷۵۶): ۸۴-۹۲

مقدمه

دستگاه تنفسی تحتانی می‌شود. تقریباً ۸۱ درصد از بیمارانی که به کووید-۱۹ مبتلا می‌شوند، علائم خفیف از خود نشان داده و در ۱۴ درصد از موارد، فرد مبتلا علائم شدیدی را از خود نشان می‌دهد. در ۵ درصد از موارد، وضعیت بیمار به سمت وخامت پیش رفته که با نارسایی تنفسی، شوک عفونی و نارسایی در سایر ارگان‌های بدن همراه است (۲). تاکنون طیف گسترده‌ای از علائم بالینی در افراد آلوده به این ویروس دیده شده است. علائم خفیف سیستم تنفسی فوقانی، تب، سرفه، خستگی، درد عضلانی، درد مفاصل و دیسترس

کرونا ویروس‌ها خانواده‌ی بزرگی از ویروس‌ها هستند که در انسان عمدتاً به عنوان عوامل ایجادکننده‌ی عفونت‌های دستگاه تنفسی اعم از سرماخوردگی تا بیماری‌های جدی‌تر تنفسی مانند ذات‌الریه، برونشیت و سندرم دیسترس حاد تنفسی شناخته می‌شوند (۱). کرونا ویروس COVID-19 به طور فزاینده‌ای در دستگاه تنفسی فوقانی تکثیر می‌شوند. با این حال، به سلول‌های واقع در دستگاه تنفسی تحتانی نیز گرایش داشته و با تکثیر در این نواحی منجر به بروز ضایعه در

۱- دستیار فوق تخصص ICU، گروه بیهوشی و مراقبت‌های ویژه، دانشکده‌ی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

۲- استادیار، گروه بیهوشی و مراقبت‌های ویژه، دانشکده‌ی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

۳- دانشیار، گروه بیهوشی و مراقبت‌های ویژه، دانشکده‌ی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

نویسنده‌ی مسؤول: سعید اکبری؛ دستیار فوق تخصص ICU، گروه بیهوشی و مراقبت‌های ویژه، دانشکده‌ی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
Email: saeedakbari90@gmail.com

PRVC باعث بهبود سریع‌تر بیماران، کاهش مدت بستری در ICU، عوارض جانبی کمتر و همچنین اکتسابه کردن بیماران تحت درمان با این مدالیت به راحتی انجام شده و نرخ مرگ و میر کمتری نیز داشته‌اند (۱۳). نتایج آن‌ها با مطالعه‌ی Chang و همکاران از کشور چین همخوانی داشت (۱۱).

Aghadavoudi و همکاران، مطالعه‌ای مشابه برای مقایسه‌ی مدالیت‌های PRVC و SIMV منتشر نمودند. مطالعه روی ۱۰۰ بیمار مورد ترومای سر انجام گرفت. نتیجه‌ی مطالعه حاکی از آن بود که بیماران تحت درمان با مدالیت PRVC وضعیت اکسیژناسیون بهتر و همودینامیک پایدارتری داشتند (۱۳).

COVID-19 به تازگی شناخته شده و تجربه و علم پزشکان در رابطه با این ویروس کم می‌باشد. همچنین ویروس توانایی زیادی در ایجاد نارسایی تنفسی در بیماران دارد، در نتیجه لازم است جهت حفظ جان بیمار از ونتیلاسیون مکانیکی استفاده کرد. در شرایط کنونی لازم است تا مطالعاتی در رابطه با تأثیر مدالیت‌های تنفس مکانیکی بر روند بیماری و بهبود این بیماران انجام شود تا متخصصین بیهوشی بتوانند با توجه به شرایط بیمار، بهترین مدالیت‌های تنفس مکانیکی را برای وی انتخاب کنند. با این وجود در هیچ یک از تحقیقات اخیر، پارامترهای همودینامیک اعم از سطح اشباع اکسیژن خون، فشارخون سیستولیک، دیاستولیک، فشار متوسط شریانی، اکسیژناسیون بیماران دچار COVID-19 بستری در بخش مراقبت‌های ویژه پس از اعمال مدهای تنفس مکانیکی SIMV و PRVC مورد بررسی و مقایسه قرار نگرفته‌اند. بنابراین برآن شدیم تا با مقایسه‌ی مدل‌های تنفس مکانیکی SIMV و PRVC بر همودینامیک و اکسیژناسیون بیماران مورد COVID-19 بستری در بخش مراقبت‌های ویژه به متخصصین بیهوشی کمک کنیم تا بتوانند بهترین انتخاب در مدالیت‌های تهویه مکانیکی برای بیماران مورد COVID-19 که دچار نارسایی تنفسی شده‌اند را داشته باشند.

روش‌ها

این یک مطالعه‌ی Time series می‌باشد که در طی آن، مدل‌های تنفس مکانیکی SIMV حجمی و PRVC و وضعیت همودینامیک و اکسیژناسیون بیماران مورد COVID-19 بستری در بخش مراقبت‌های ویژه، مورد ارزیابی و مقایسه قرار گرفت. جامعه‌ی آماری شامل کلیه‌ی بیماران مورد COVID-19 بودند که از اول دی‌ماه ۱۳۹۹ تا اواخر خردادماه ۱۴۰۰ هجری شمسی به دلیل نارسایی تنفسی در بخش مراقبت‌های ویژه مراکز آموزشی-درمانی الزهرا(س) بستری شده و تحت درمان با ونتیلاسیون مکانیکی بودند. تعداد ۷۴ نفر در بازه‌ی سنی ۱۸ سال به بالا به روش نمونه‌گیری

تنفسی شدید و مرگ به عنوان علائم رایج و تأیید شده‌ی بالینی ناشی از بیماری‌زایی این ویروس گزارش شده است (۳-۵). از طرفی کاربرد تداخلات تهاجمی مثل تهویه مکانیکی-درمان جایگزینی کلیوی و کاتترهای ورید مرکزی در واحد مراقب‌های ویژه امری عادی است. بیمارانی که علائم شدید تنفسی ناشی از کوید-۱۹ را نشان داده و به سمت نارسایی تنفسی می‌روند باید ایتوبه شده و تحت درمان با ونتیلاسیون مکانیکی (Mandatory ventilation) قرار بگیرند. MV نقش بسیار مهمی در ادامه‌ی حیات و بهبود این بیماران دارد. ونتیلاسیون مکانیکی، فرایندی پیچیده حاصل تعامل بین فشار، جریان، حجم هوا و زمان می‌باشد.

تهویه مکانیکی، یک درمان نجات دهنده برای بیماران بدحال مبتلا به نارسایی تنفسی است. هدف اصلی آن، حفظ تهویه آلئولولی کافی و محتوای اکسیژن خون شریانی، جلوگیری از اسیدوز تنفسی و هیپوکسی است (۶). به عبارتی پرکاربردترین تکنیک حمایت از زندگی کوتاه مدت در سراسر جهان است و روزانه برای طیف متنوعی از بیماری‌ها می‌شود (۷). امروزه استفاده از دستگاه تهویه مکانیکی اثر ویژه‌ای بر روی درمان بیماران بستری در بخش مراقبت‌های ویژه داشته است (۸).

کنترل حجم تنظیم شده با فشار (Pressure regulated volume control) PRVC یک حالت تهویه است که در آن ونتیلاسیون تلاش می‌کند با تنظیم فشار، حجم مشخصی از هوا را به بیمار برساند و در صورتی که که لازم باشد برای حفظ حجم مشخص شده، فشار را افزایش می‌دهد. این حالت تهویه معمولاً به عنوان حالت تهویه اولیه در بسیاری از بخش‌های مراقبت‌های ویژه استفاده می‌شود (۹).

مد (Synchronized intermittent mandatory ventilation) SIMV نخستین بار در سال ۱۹۷۰ معرفی شد. این حالت یکی از متداول‌ترین مدهای تهویه مورد استفاده در ICU است (۱)، که به بیمار اجازه می‌دهد تا تنفس خود به خودی به همراه تنفس‌های اجباری ماشین در یک فرایند هماهنگ را داشته باشد (۱۰). از این مدالیت به طور گسترده برای بیماران با سطوح مختلف نارسایی تنفسی استفاده بخصوص در درمان نارسایی تنفسی ناشی از COPD استفاده می‌شود. این مدالیت می‌تواند تأثیر زیادی در بهبود هایپوکسمی، هایپرکاپنه و تصحیح اسیدوز تنفسی داشته باشد (۱۱)؛ اما اگر این مدالیت به تنهایی و بدون کنترل فشار در بیماران مسن و با عفونت تنفسی به کار رود، می‌تواند منجر به باروترومای ناشی از افزایش مقاومت راه‌های هوایی شود (۱۲).

Aghadavoudi و همکاران، مطالعه‌ای جهت مقایسه‌ی مدالیت‌های PRVC و SIMV منتشر نمودند. مطالعه بر روی ۳۰ بیمار مبتلا به COPD انجام گرفت و نتیجه بدین صورت بود که مدالیت‌های

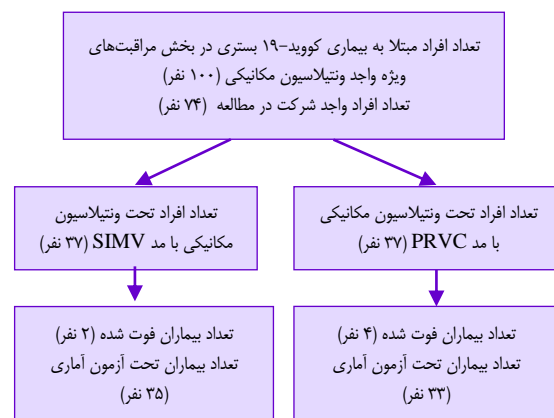
۵- کسر تنفسی Fio2 بر اساس $SPO_2 \geq 88$ ساچو ریشن اکسیژن خون محیطی مساوی یا بالاتر از عدد ۸۸ درصد در هر دو مد تنظیم می‌شود،
۶- زمان دم بین ۱ تا ۱/۵ ثانیه.

معیارهای تشخیص نارسایی تنفسی تیپ یک (Hypoxemic respiratory failure) در جدول ۱، ذکر شده است.

جدول ۱. معیارهای تشخیصی نارسایی تنفسی تیپ یک

تعداد تنفس در دقیقه	>۳۵/ min
SPO ₂	Pao ₂ <۶۰ mmHg
مقدار نرمال PCO ₂	PCO ₂ <۵۰ mmHg

بیماران، تحت ویزیت‌های دوره‌ای قرار گرفته و تا ۴۸ ساعت پس از ایتنوباسیون مورد پیگیری بودند. سدیشن بیماران در بخش مراقبت‌های ویژه با ۲ میلی‌گرم میدازولام وریدی و ۲ میلی‌گرم مورفین وریدی و سپس تکرار دوزهای گفته شده به صورت PRN بود. تصمیم به تجویز سدیشن بر حسب بی‌قراری بیماران و بر اساس معیار ریچموند بوده است. اطلاعات مورد نیاز مطالعه به هنگام ورود بیمار، پیگیری‌ها و ویزیت‌های دوره‌ای، وارد چک‌لیست مربوط به مطالعه شده و تا زمان ترخیص بیمار از بخش، کامل می‌شدند (جدول ۲). در پایان مطالعه، داده‌های جمع‌آوری شده بین دو گروه مقایسه گردیدند. داده‌های کمی به صورت میانگین و انحراف معیار و داده‌های کیفی به صورت درصد در جداول گزارش شده است. جهت مقایسه و بررسی داده‌ها بین گروه‌ها از آزمون‌های آماری T-test، Chi-square، Repeated measures of ANOVA و ANCOVA استفاده شد. کلیه داده‌های به دست آمده توسط نرم افزار SPSS نسخه ۲۴ (version 24, IBM Corporation, Armonk, NY) و در سطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۵ مورد تحلیل قرار گرفت (شکل ۱).



شکل ۱. دیاگرام ورود و پیگیری بیماران شرکت‌کننده در مطالعه

آسان و در دسترس انتخاب شده و در یکی از ۲ گروه مورد مطالعه قرار گرفتند (۳۷ نفر در هر گروه). تعداد حجم نمونه با در نظر گرفتن مقادیر مربوط به مقایسه ضربان قلب در زمان جدا شدن از ونتیلاتور، برآورد گردید:

$$(\beta = 0.2, \mu_1 = 87.9, \mu_2 = 83.4, \delta_1 = 4.3, \delta_2 = 6.7)$$

$$N = \frac{(Z_1 - \frac{\alpha}{2} + Z_1 - \beta)^2 (\delta_1^2 + \delta_2^2)}{(\mu_1 - \mu_2)^2} = 37 \quad \text{for each group} \quad (1)$$

معیارهای ورود به این مطالعه عبارت بودند از: تشخیص نارسایی تنفسی (تیپ ۱) ناشی از بیماری COVID-19، شدت درگیری ریوی کمتر از ۵۰ درصد و معیارهای عدم ورود، داشتن آریتمی قلبی، نارسایی قلبی شدید، انفارکتوس حاد قلبی، سابقه‌ی بیماری ریوی: COPD، آسم شدید، ILD، نارسایی کلیه، آمفیژم، پنوموراکس، مرحله‌ی آخر سرطان (End stage)، ضعف سیستم ایمنی بود. فوت بیماران در ۲۴ ساعت اول وصل به ونتیلاتور و بیمارانی که نیاز به تغییر مد داشتند، جزء معیارهای خروج از مطالعه بود.

پژوهشگر پس از کسب مجوز از کمیته‌ی اخلاق در پژوهش دانشگاه (IR.MUI.MED.REC.1401.122) و کسب رضایت آگاهانه از بیماران، ولی یا سرپرست قانونی آن‌ها، جهت ورود به مطالعه با حضور در بخش ویژه، نمونه‌گیری را آغاز نموده است. بیمارانی که به دلیل دیسترس تنفسی شدید ناشی از COVID-19 به بخش مراقبت‌های ویژه منتقل می‌شدند، در آنجا تحت مشاهده‌ی نزدیک قرار گرفته و در صورت بروز نارسایی تنفسی (تیپ ۱) و داشتن سایر معیارهای مورد نظر (از جمله اینکه همه‌ی بیماران ایتنوبه بوده باشند)، همچنین، وارد مطالعه شدند (تمامی بیماران قبل از ورود به مطالعه در شرایط مد A/C حجمی قرار داشتند و با توجه به تعداد دستگاه‌های مشابه (منظور یک برند خاص) و بر اساس قرعه‌کشی بیماران (تعداد ۳۷ برگه مد PRVC و تعداد ۳۷ برگه SIMV) به دستگاه تهویه‌ی مصنوعی وصل می‌شدند) و در یکی از گروه‌های مطالعه قرار گرفته و بر اساس نوع گروه، با یکی از مدل‌های PRVC، SIMV، تحت ونتیلاسیون مکانیکی قرار گرفتند.

پارامترهای دستگاه تهویه‌ی مصنوعی: ۱- حجم جاری ۸ سی‌سی

به ازای وزن بدن بر اساس کیلوگرم ۸cc/kg در هر دو مد،

۲- فشار حمایتی PS در مد SIMV بر اساس حجم برگشتی که باید ۵ سی‌سی به ازای هر کیلوگرم وزن بدن باشد ۵cc/kg فشار کنترل در مد PRVC حدود ۴۰ در نظر گرفته شد،

۳- فشار مثبت انتهای بازدمی ۶ سانتی‌متر اب $PEEP = 6 \text{ cm h}_2\text{o}$

در هر دو مد،

۴- تعداد تنفس در دقیقه $RR = 12$ در هر دو مد،

جدول ۲. چک‌لیست اطلاعات بیمار

اطلاعات بیمار	
هر یک ساعت طی ۶ ساعت اول و سپس ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از اینتوباسیون	O ₂ sat بیمار
قبل از وصل به دستگاه و هر یک ساعت طی ۶ ساعت اول و سپس ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از اینتوباسیون	فشار سیستولیک بیمار
قبل از وصل به دستگاه و هر یک ساعت طی ۶ ساعت اول و سپس ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از اینتوباسیون	فشار دیاستولیک بیمار
قبل از وصل به دستگاه و هر یک ساعت طی ۶ ساعت اول و سپس ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از اینتوباسیون	MAP بیمار
قبل از وصل به دستگاه و هر یک ساعت طی ۶ ساعت اول و سپس ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از اینتوباسیون	HR بیمار
۲ میلی گرم میدازولام و ۲ میلی گرم مورفین به صورت وریدی	دوز داروهای آرام‌بخش مورد استفاده
۶، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از وصل بیمار به دستگاه	اسکور آرام‌بخشی بر اساس معیار ریچموند
۶، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از اینتوباسیون	محاسبه‌ی RSBI بیمار
۶، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از وصل بیمار به دستگاه	محاسبه‌ی نسبت PaO ₂ /FiO ₂
شوک سیتیک	عوارض تهویه‌ی مکانیکی
هماتم	
UTI	
پنوموتوراکس	
آریتمی قلبی	
قبل از اینتوباسیون و سپس ۶، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از اینتوباسیون	پارامترهای گاز خون شریانی (PH، PCO ₂ ، PO ₂ ، SO ₂ ، HCO ₃)
مد PRVC، ۱۰ روز و مد SIMV، ۱۴ روز	مدت زمان نیاز به تهویه‌ی مکانیکی
پس از جداسازی بیمار از دستگاه (Reintubation)	نیاز به اینتوباسیون مجدد
۲۴ ساعت اول وصل به ونتیلاتور	مرگ و میر

فشارخون دیاستولیک ($P = 0/005$) و فشار متوسط شریانی ($P = 0/002$) به طور معنی‌داری در گروه درمانی PRVC پایدارتر بود؛ اما تعداد ضربان قلب، اختلاف معنی‌داری بین دو گروه نشان نداد ($P = 0/48$). از طرفی اسکور آرام‌بخشی بر حسب معیار ریچموند ($P < 0/001$)، RSBI ($P = 0/29$) و نسبت PaO₂/FiO₂ ($P = 0/26$) نیز اختلاف معنی‌داری بین دو گروه نداشتند. از طرف دیگر، دفعات مصرف آرام‌بخش ($P = 0/79$) و مدت تهویه‌ی مکانیکی ($P = 0/29$) بین دو گروه معنی‌دار نبود (جدول ۵).

یافته‌ها

در این مطالعه، ۳۷ بیمار تحت تهویه‌ی کمکی در مد PRVC (گروه یک) و ۳۷ بیمار تحت تهویه‌ی کمکی در مد SIMV (گروه دو) مورد مطالعه قرار گرفتند. نتایج نشان داد دو گروه از نظر خصوصیات دموگرافیکی همچون سن ($P = 0/31$)، شاخص توده‌ی بدنی ($P = 0/24$) و جنسیت ($P = 0/32$)، اختلاف معنی‌داری نداشتند (جدول ۳). همچنین طبق جدول ۴، پارامترهای همودینامیک اعم از سطح اشباع اکسیژن خون ($P = 0/008$)، فشارخون سیستولیک ($P = 0/003$).

جدول ۳. اطلاعات دموگرافیک نمونه

پارامترها	گروه‌ها	مدت زمان تهویه مکانیکی (روز)	میانگین ± انحراف معیار	P
سن	PRVC	۱۰	۹/۸۰۵۴۷ ± ۴۱/۷۲۹۷	۰/۳۱ (Independent sample T-test)
	SIMV	۱۴	۱۲/۴۶۸۵۲ ± ۴۴/۳۷۸۴	
شاخص توده‌ی بدنی	PRVC	۱۰	۴/۰۵۷۲۹ ± ۳۱/۱۱۸۹	۰/۲۴ (Independent sample T-test)
	SIMV	۱۴	۳/۲۳۹۹۰ ± ۳۲/۱۱۶۲	
جنسیت	PRVC	۱۰	۱۹ (۵۱/۳۶)	۰/۳۲ (Chi-square)
	SIMV	۱۴	۱۹ (۴۸/۶۴)	
مرد (درصد)	PRVC	۱۰	۱۸ (۴۸/۶۴)	۰/۳۲ (Chi-square)
	SIMV	۱۴	۱۹ (۵۱/۳۶)	

PRVC: Pressure regulated volume control; SIMV: Synchronized intermittent mandatory ventilation

جدول ۴. میانگین پارامترهای همودینامیک، اسکور آرام‌بخشی بر حسب معیار ریچموند، RSBI و $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$

P_2	P_1	در هر گروه (n=37)				پارامترها
		8 h زمان = ۴	4 h زمان = ۲	2 h زمان = ۱	h زمان = ۶	
۰/۰۰۸	۰/۸۴	۹۸/۴۳۲۴	۹۸/۱۸۹۲	۹۸/۴۰۵۴	۹۸/۳۲۴۳	PRVC میانگین
		۲/۰۰۷۴۹	۲/۵۶۹۴۶	۲/۱۴۰۳۵	۲/۳۵۷۶۶	انحراف معیار
		۹۷/۰۸۱۱	۹۷/۴۵۹۵	۹۷/۳۵۱۴	۹۷/۴۳۲۴	SIMV میانگین
		۲/۶۲۸۶۷	۲/۵۲۳۱۷	۲/۶۱۶۳۶	۲/۳۸۶۷۸	انحراف معیار
۰/۰۳	< ۰/۰۰۱	۱۲۵/۰۰۰۰	۱۲۴/۹۴۵۹	۱۲۹/۱۶۲۲	۱۲۹/۸۳۷۸	PRVC میانگین
		۵/۰۹۳۵۷	۴/۹۳۲۵۸	۱۰/۰۲۰۸۵	۹/۸۸۴۰۹	انحراف معیار
		۱۱۸/۵۴۰۵	۱۲۱/۲۱۶۲	۱۲۶/۸۹۱۹	۱۲۸/۴۰۵۴	SIMV میانگین
		۱۴/۷۹۷۸۹	۱۲/۸۲۶۰۵	۵/۸۳۴۶۸	۶/۱۶۶۴۸	انحراف معیار
۰/۰۰۵	۰/۰۰۳	۷۹/۲۷۰۳	۷۹/۴۳۲۴	۷۹/۷۸۳۸	۸۱/۹۷۳۰	PRVC میانگین
		۱۰/۳۷۲۶۴	۹/۷۸۸۱۵	۹/۷۹۸۳۴	۸/۱۸۰۲۱	انحراف معیار
		۷۴/۴۳۲۴	۷۶/۶۷۵۷	۷۷/۸۳۷۸	۶۶/۴۵۹۵	SIMV میانگین
		۵/۲۸۹۰۹	۵/۳۹۵۷۵	۶/۰۲۵۴۷	۲۹/۵۸۱۹۰	انحراف معیار
۰/۰۰۲	< ۰/۰۰۱	۱۴۱/۷۷۰۳	۱۴۱/۹۰۵۴	۱۴۴/۳۶۴۹	۱۴۶/۸۹۱۹	PRVC میانگین
		۱۱/۳۵۰۲۳	۱۱/۳۶۶۲۷	۱۳/۳۸۷۷۳	۱۱/۸۲۷۵۴	انحراف معیار
		۱۳۳/۷۰۲۷	۱۳۷/۲۸۳۸	۱۴۱/۲۸۳۸	۱۳۰/۶۶۲۲	SIMV میانگین
		۹/۸۶۸۹۰	۸/۰۵۴۱۱	۸/۰۷۳۹۱	۳۰/۶۴۵۶۱	انحراف معیار
۰/۴۸	< ۰/۰۰۱	۸۲/۸۱۰۸	۸۴/۴۳۲۴	۸۵/۵۱۳۵	۸۷/۹۷۳۰	PRVC میانگین
		۹/۲۵۵۱۴	۹/۲۰۳۰۸	۷/۶۳۹۸۹	۷/۴۹۹۲۵	انحراف معیار
		۸۱/۰۰۰۰	۸۱/۲۴۳۲	۸۵/۱۶۲۲	۸۶/۷۸۳۸	SIMV میانگین
		۱۲/۶۶۰۰۹	۱۴/۳۶۱۲۲	۱۱/۴۷۱۰۱	۱۰/۸۶۰۵۷	انحراف معیار
< ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱	۵۹/۵۱۳۵	۴۵/۸۹۱۹	۳۱/۳۵۱۴	۱۵/۸۹۱۹	PRVC میانگین
		۵/۲۵۷۹۱	۸/۱۸۸۰۱	۹/۶۵۰۰۳	۱۰/۶۸۴۳۲	انحراف معیار
		۵۰/۵۹۴۶	۳۴/۱۸۹۲	۲۳/۹۱۸۹	۱۱/۲۷۰۳	SIMV میانگین
		۱۰/۵۵۰۰۴	۹/۸۷۰۹۴	۱۵/۱۴۶۲۸	۱۱/۴۹۰۶۹	انحراف معیار
۰/۲۹	< ۰/۰۰۱	۹۵/۴۵۹۵	۱۰۳/۰۰۰۰	۱۱۴/۰۵۴۱	۱۲۰/۸۶۴۹	PRVC میانگین
		۱۲/۰۷۹۸۱	۱۰/۲۳۸۸۲	۹/۷۸۹۳۰	۹/۷۹۵۵۸	انحراف معیار
		۹۷/۷۸۳۸	۱۰۴/۹۱۸۹	۱۱۵/۵۱۳۵	۱۲۲/۹۷۳۰	SIMV میانگین
		۶/۰۱۹۱۱	۴/۸۳۸۳۸	۵/۱۱۸۷۱	۷/۴۰۳۰۳	انحراف معیار
۰/۲۶	< ۰/۰۰۱	۲۷۰/۵۶۷۶	۲۷۱/۱۳۵۱	۲۷۸/۲۹۷۳	۲۷۲/۶۴۸۶	PRVC میانگین
		۲۰/۹۲۱۲۰	۲۶/۱۹۲۸۳	۲۰/۸۰۹۸۱	۲۲/۸۷۱۸۸	انحراف معیار
		۲۷۴/۵۴۰۵	۲۷۶/۴۸۶۵	۲۸۲/۷۲۹۷	۲۷۷/۴۳۲۴	SIMV میانگین
		۱۰/۵۸۹۸۱	۱۲/۸۷۶۸۱	۱۰/۶۰۰۴۴	۱۲/۱۳۲۴۶	انحراف استاندارد

P_1 : Effect of Interaction; P_2 (Effect of intervention) based on repeated measures

$\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$: نسبت فشار اکسیژن شریان به کسر تنفسی

RSBI: نسبت تعداد تنفس خود بخودی به حجم جاری بر اساس لیتر

جدول ۵. میانگین دفعات مصرف آرام‌بخش و مدت تهویه مکانیکی (ساعت)

متغیرها	گروه‌ها	میانگین \pm انحراف معیار	P (Independent sample T-test)
دفعات مصرف آرام‌بخش	PRVC	1/14949 \pm 4/8919	0/79
	SIMV	1/46224 \pm 4/9730	
مدت تهویه مکانیکی (ساعت)	PRVC	3/22853 \pm 13/4865	0/29
	SIMV	4/34320 \pm 14/4324	

در نظر گرفتن فشار تنظیم شده، حجم مورد نظر را ارایه می‌دهد که سبب بهتر شدن تهویه و به تبع آن اکسیژناسیون و پارامترهای همودینامیک می‌گردد.

عوارض مد SIMV در مقایسه با مد PRVC بیشتر بود. به بیان دیگر، اعمال مد PRVC می‌تواند در بیماران دچار کوید ۱۹، شرایط تهویه مکانیکی را در مقایسه با مد SIMV بهبود دهد.

یافته‌های مطالعه نشان داد، پارامترهای همودینامیک اعم از سطح اشباع اکسیژن خون ($P = 0/008$)، فشارخون سیستولیک ($P < 0/003$)، دیاستولیک ($P < 0/005$) و فشار متوسط شریانی ($P < 0/002$) بیماران دچار کووید-۱۹ دچار علائم شدید تنفسی که در بخش مراقبت‌های ویژه بستری شده و تحت تهویه مکانیکی با مد PRVC قرار داشتند، در مقایسه با همین پارامترها در گروه SIMV پایدارتر بوده است.

نتایج مطالعه‌ی Ali و همکاران، حاکی از بهبود قابل توجه در گازهای خون شریانی پس از ۶ و ۴۸ ساعت تهویه در گروه PRVC بود (۱۲). در همین راستا، Singh و Lall در مطالعه‌ی خود نشان دادند که استفاده از حالت PRVC به دلیل پایداری بهتر تهویه و اکسیژن‌رسانی ممکن است نسبت به استفاده از حالت SIMV در بیماران مبتلا به آسیب مغزی تروماتیک، مطلوب‌تر باشد (۱۴).

توزیع فراوانی عوارض تهویه مکانیکی ($P = 0/04$) در گروه SIMV به طور معنی‌داری بالاتر اما تعداد افراد نیازمند به انتوباسیون ($P = 0/48$) و همچنین تعداد مرگ و میر ($P = 0/39$) بین دو گروه معنی‌دار نبود (جدول ۶).

پارامترهای ABG (Arterial blood gas test) از قبیل pH ($P < 0/001$)، PO_2 ($P < 0/001$)، PCO_2 ($P < 0/001$)، SO_2 ($P < 0/001$) اختلاف معنی‌داری بین دو گروه نشان داد، اما در خصوص HCO_3^- ($P = 0/34$) اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

بحث

این مطالعه با هدف مقایسه‌ی مدل‌های تنفس مکانیکی SIMV و PRVC بر همودینامیک و اکسیژناسیون بیماران مورد COVID-19 بستری در بخش مراقبت‌های ویژه مراکز آموزشی-درمانی الزهرا(س) که تحت درمان با ونتیلاسیون مکانیکی بودند، انجام شد. پایداری پارامترهای همودینامیک و اکسیژناسیون در مد PRVC نسبت به مد SIMV بیش‌تر بود.

با توجه به اینکه در مد PRVC از دو متغیر حجم و فشار استفاده می‌شود در جلوگیری از آسیب الویل‌ها (بیو تروما بارو تروما) مؤثرتر است از مد SIMV. در مد SIMV دستگاه بر اساس حجمی که تنظیم شده هر فشاری را وارد الوئل‌ها می‌کند ولی در مد PRVC با

جدول ۶. توزیع فراوانی عوارض تهویه مکانیکی، انتوباسیون و مرگ و میر

متغیرها	PRVC تعداد (درصد)	SIMV تعداد (درصد)	P (Chi-square)
عوارض تهویه مکانیکی	۱ (۲/۷)	۳ (۸/۱)	0/04
	۰	۱ (۲/۷)	
	۰	۳ (۸/۱)	
	۱ (۲/۷)	۲ (۵/۴)	
	۱ (۲/۷)	۱ (۲/۷)	
	۱ (۲/۷)	۷ (۱۸/۹)	
	۲ (۵/۴)	۴ (۱۰/۸)	
مرگ و میر	۱۰	۱۴	0/39
مدت زمان تهویه مکانیکی (روز)			

UTI: Urinary tract infection; VAP: Ventilator associated pneumonia

PRVC و تهویه‌ی متناوب را در نوزادان در یک مطالعه‌ی تصادفی آینده نگر مقایسه کردند و در وضعیت اکسیژن‌رسانی تفاوتی نیافتند (۱۸). فرضیه‌ی ارائه شده در این مطالعه مبنی بر اینکه اعمال مد PRVC می‌تواند در بیماران دچار کووید-۱۹، شرایط پایداری پارامترهای همودینامیک، اکسیژناسیون و تهویه‌ی مکانیکی را در مقایسه با مد SIMV بهبود دهد، تأیید می‌گردد. محدودیت‌های مطالعه‌ی حاضر عبارتند از:

۱- کمبود مقالات بین‌المللی متناسب با این موضوع جهت مقایسه و الگوبرداری.

۲- کمبود حجم نمونه با توجه شرایط ویژه‌ی بیماری کووید-۱۹.

۳- تعدادی از بیماران در سیر مطالعه فوت می‌شدند که ادامه‌ی مطالعه را با اختلال روبرو می‌نمود.

نتیجه‌گیری

بنابر نتایج به دست آمده به طور کلی می‌توان گفت اعمال مد PRVC می‌تواند شرایط تهویه‌ی مکانیکی را در مقایسه با مد SIMV بهبود دهد. استفاده از مد PRVC می‌تواند مطلوب‌تر از مد SIMV در بیماران دچار کووید-۱۹ واقع گردد چرا که مقادیر پارامترهای همودینامیک و اکسیژناسیون پایداری بهتری را نشان داد. این نتایج می‌تواند به متخصصین بیهوشی کمک کند تا انتخاب بهتری برای مدالیتی تهویه‌ی مکانیکی برای بیماران مورد کووید-۱۹ که دچار نارسایی تنفسی شده‌اند در پی داشته باشد. برای اطمینان از مزایای اعمال مد PRVC پیشنهاد می‌شود مطالعات بیشتری با اندازه‌گیری‌های دقیق‌تر در این زمینه انجام گیرد.

تشکر و قدردانی

این مقاله منتج از پایان‌نامه‌ی مقطع فوق تخصص رشته‌ی مراقبت‌های ویژه به شماره‌ی ۳۹۹۱۱۱۷ می‌باشد که در دانشگاه علوم پزشکی اصفهان تصویب گردید و با حمایت مالی معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی اصفهان به انجام رسیده است. بدین وسیله از زحمات همکاران محترم واحد مراقبت‌های ویژه بیمارستان الزهراء (س) اصفهان، تقدیر و تشکر می‌شود.

مقایسه‌ی بین مد SIMV و PRVC در سالمندان مبتلا به تشدید حاد بیماری انسدادی مزمن ریه (Chronic obstructive pulmonary disease) و نارسایی تنفسی نشان داد که استفاده از PRVC منجر به بهبود سریع آنالیز گازهای خون شریانی در مقایسه با SIMV شد (۱۳). مطالعه‌ی Mahmoud و همکاران نشان داد، مد PRVC در حین تهویه‌ی یک ریه در جراحی قفسه‌ی سینه، تأثیر مطلوبی بر پارامترهای اکسیژن‌رسانی و مدولاسیون ایمنی ایجاد کرد (۱۵).

نتایج مطالعه‌ی حاضر نشان داد، توزیع فراوانی عوارض تهویه‌ی مکانیکی ($P = 0/04$) شامل آریتمی، هماتمیس، پنوموتوراکس و شوک سپتیک در گروه SIMV، به طور معنی‌داری بالاتر از گروه PRVC بود. در این راستا نتایج مطالعه‌ی Ali و همکاران نشان داد، بروز پنوموتوراکس در گروه SIMV (۳۰ درصد) بیشتر از گروه PRVC (۰ درصد) بود (۱۲). آن‌ها بیان کردند که در گروه PRVC نسبت به گروه SIMV عوارض کمتری وجود دارد به طوری که بروز پنومونی مرتبط با ونتیلاتور در گروه یک، ۳۸/۵ درصد و در گروه دو، ۲۰ درصد بود.

برخلاف نتایج مطالعه‌ی حاضر، Sachdev و همکاران، دریافتند که بروز عوارض مربوط به تهویه مانند پنوموتوراکس یا پنومونی در گروه‌های PRVC یا SIMV متفاوت نیست (۱۶).

مطالعه‌ی Affify و همکاران، نشانگر بروز پیامدهای نامطلوب کمتر (شوگ غیرقابل برگشت، پنومونی مرتبط با ونتیلاتور، تراکتوستومی و پنوموتوراکس) در حالت PRVC بود (۱۷).

یافته‌های مطالعه‌ی ما نشان داد، پارامترهای گاز خون شریانی (ABG) از قبیل pH ($P < 0/001$)، PCO_2 ($P < 0/001$)، PO_2 ($P < 0/001$)، SO_2 ($P < 0/001$) اختلاف معنی‌داری بین دو گروه PRVC و SIMV داشت. این نتایج در توافق با یافته‌های Ali و همکاران (۱۲) بود. ایشان بیان نمودند پارامترهای ABG پس از ۶ و ۸ ساعت تهویه در گروه PRVC سریع‌تر و بهتر بهبود یافت.

Ali و همکاران به این نتیجه رسیدند که $PaCO_2$ به طور قابل توجهی پس از PRVC نسبت به SIMV کاهش یافت (۱۲). نتایج این مطالعه در تضاد با پژوهش Piotrowski و همکاران بود. آن‌ها استفاده از

References

1. Su S, Wong G, Shi W, Liu J, Lai ACK, Zhou J, et al. Epidemiology, genetic recombination, and pathogenesis of coronaviruses. Trends Microbiol 2016, 24(6):490-502.
2. Zimmermann P, Curtis N. Coronavirus infections in children including COVID-19. Pediatr Infect Dis J 2020, 39(5): 355-8.
3. CDC. 2019 Novel Coronavirus, Wuhan, China. CDC [January 26 2020]. Available from: <https://www.cdc.gov/coronaviru/ncov/about/index.html>.
4. Lai CC, Shih TP, Ko WC, Tang HJ, Hsueh PR. Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) and corona virus disease-2019 (COVID-19): The epidemic and the challenges. Int J Antimicrob Agents 2020, 55(3): 105924.
5. Ganji A, Mosayebi G, Khaki M, Ghazavi A. A review of the 2019 novel Coronavirus (Covid-19):

- Immunopathogenesis, molecular biology and clinical aspects. *J Arak Uni Med Sci* 2020; 23(1): 8-21.
6. Pearson SD, Koyner JL, Patel BK. Management of respiratory failure: ventilator management 101 and noninvasive ventilation. *Clin J Am Soc Nephrol* 2022; 17(4): 572-80.
 7. Pham T, Brochard LJ, Slutsky AS. Mechanical Ventilation: State of the Art. *Mayo Clin Proc* 2017; 92 (9): 1382-400.
 8. Alikiaii B, Abbasi S, Khatib N, Hashemi ST, Mahjobipoor H. Comparison of two modes: “pressure-regulated volume-controlled” and “adaptive support ventilation” in intensive care units’ patients [in Persian]. *J Isfahan Med Sch* 2022, 40 (667): 231-9.
 9. Singh G, Chien C, Patel S. Pressure Regulated Volume Control (PRVC): Set it and forget it? *Respir Med Case Rep* 2020, 29: 100822.
 10. Luo XY, Hu YH, Cao XY, Kang Y, Liu LP, Wang SH, et al. Acute Brain Injury and Critical Care Research Collaboration (ABC Research Collaboration). Lung-protective Ventilation in Patients with Brain Injury: A Multicenter Cross-sectional Study and Questionnaire Survey in China. *Chin Med J (Engl)*. 2016;129 (14): 1643-51.
 11. Chang S, Shi J, Fu C, Wu X, Li S. A comparison of synchronized intermittent mandatory ventilation and pressure-regulated volume control ventilation in elderly patients with acute exacerbations of COPD and respiratory failure. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* 2016; 11: 1023-9.
 12. Ali AAER, El-Wahsh RAER, Agha MAES, Tawadroos BB. Pressure regulated volume controlled ventilation versus synchronized intermittent mandatory ventilation in COPD patients suffering from acute respiratory failure. *Egypt J Chest Dis Tuberc* 2016; 65(1): 121-5.
 13. Aghadavoudi O, Alikiaii B, Sadeghi F. Comparison of respiratory and hemodynamic stability in patients with traumatic brain injury ventilated by two ventilator modes: Pressure regulated volume control versus synchronized intermittent mechanical ventilation. *Adv Biomed Res* 2016, 5: 175.
 14. Lal T, Singh V. A randomized interventional study of respiratory parameters and hemodynamic stability of two ventilator modes pressure regulated volume control versus synchronized intermittent. *Int J Sci Res* 2020; 9(8): 45-6.
 15. Mahmood K, Ammar A, Kasemy Z. Comparison between pressure-regulated volume-controlled and volume-controlled ventilation on oxygenation parameters, airway pressures, and immune modulation during thoracic surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2017; 31(5): 1760-6.
 16. Sachdev A, Chugh K, Gupta D, Agarwal S. Comparison of two ventilation modes and their clinical implications in sick children. *Indian J Crit Care Med* 2005; 9(4): 205-10.
 17. Afify EI, Shaarawy AT, Kabil AE, Taha MS. Comparison between pressure regulated volume control ventilation and synchronized intermittent mandatory ventilation in acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. *Med J Cairo Univ* 2016; 84(2): 377-83.
 18. Piotrowski A, Sobala W, Kawczynski P. Patient-initiated pressure regulated volume controlled ventilation compared with intermittent mandatory ventilation in neonates: a prospective randomized study. *Intensive Care Med* 1997; 23(9): 975-81.

Comparison of SIMV and PRVC Mechanical Breathing Modes on Hemodynamics Parameters and Oxygenation of COVID-19 Patients Hospitalized in the Intensive Care Unit

Saeed Akbari¹, Mohammad Reza Habibzadeh², Amir Shafa³

Original Article

Abstract

Background: Due to the occurrence of respiratory failure in patients with COVID-19, the need to use mechanical ventilation to save the lives of patients and improve the clinical conditions of patients hospitalized in the intensive care unit has also become common. In this study, SIMV and PRVC modes of mechanical ventilation have been compared and analyzed on hemodynamics parameters and oxygenation of COVID-19 patients hospitalized in the intensive care unit.

Methods: In this study, which was conducted using the time series method, there were patients with COVID-19, who were admitted and treated for respiratory failure in the special care department of Al-Zahra Educational-Treatment Centers from January 1, 2019, to the end of June 1400 AH. They were under mechanical ventilation in one of the two groups with one of the modalities of PRVC, SIMV. Patients underwent periodic visits and were followed up for 48 hours after intubation.

Findings: The obtained results show that the hemodynamic stability and oxygenation parameters in PRVC mode are higher than in SIMV mode, while the complications of SIMV mechanical breathing mode show higher values compared to PRVC mode.

Conclusion: Hemodynamic parameters in patients with severe respiratory symptoms with COVID-19 who were admitted to the intensive care unit and were under mechanical ventilation with PRVC mode were more stable compared to the SIMV group. The frequency distribution of complications of mechanical ventilation in the SIMV group was significantly higher than in the PRVC group.

Keywords: Artificial respiration; Positive-pressure respiration; Continuous positive airway pressure; Hemodynamics; COVID-19

Citation: Akbari S, Habibzadeh MR, Shafa A. **Comparison of SIMV and PRVC Mechanical Breathing Modes on Hemodynamics Parameters and Oxygenation of COVID-19 Patients Hospitalized in the Intensive Care Unit.** J Isfahan Med Sch 2024; 42(756): 84-92.

1- ICU Specialist Assistant, Department of Anesthesiology and Special Care, School of Medicine, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

2- Assistant Professor, Department of Anesthesiology and Special Care, School of Medicine, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

3- Associate Professor, Department of Anesthesiology and Special Care, School of Medicine, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

Corresponding Author: Saeed Akbari, ICU Specialist Assistant, Department of Anesthesiology and Special Care, School of Medicine, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran; Email: saeedakbari90@gmail.com