مجله تحقیقات دامپزشکی
دوره ۷۵، شماره ۳، ۱۳۹۹، ۳۶۵-۳۵۷
مقاله پژوهشی

توراکوسکوپی در مدل حیوانی خرگوش با هدف بافت قلب: معرفی رهیافت دوربین و مد تنفسی اپتیمال

روجا ابراهیمی[۱]، میرسپهر پدرام[۱،۲]، محمدمهدی دهقان[۱،۲]، ریحانه ایزدی[۱]، محمدرضا مخبردزفولی[۲،۳]

[۱] گروه جراحی و رادیولوژی، دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران، تهران، ایران
[۲] پژوهشکده زیست پزشکی، دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران، تهران، ایران
[۳] گروه بیماری‌های داخلی، دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران، تهران، ایران

10.22059/jvr.2018.265983.2850
تاریخ دریافت: ۶ اسفند ماه ۱۳۹۸، **تاریخ پذیرش:** ۲۰ اردیبهشت ماه ۱۳۹۹

چکیده

زمینهٔ مطالعه: توراکوسکوپی روشی کم‌تهاجم با کاربردهای تشخیصی، درمانی و تحقیقاتی در گونه‌های مختلف است، اما مطالعاتی که به استفاده از این روش در گونه‌های کوچک‌تر حیوانات پرداخته باشند کمتر به چشم می‌خورند. این مسئله می‌تواند به دلیل چالش‌ها و سختی‌های انجام موفقیت‌آمیز این روش در گونه‌های کوچک باشد.

هدف: این مطالعه به منظور بررسی عملی بودن و معرفی بهترین رهیافت برای انجام توراکوسکوپی در خرگوش با هدف بافت قلب و همچنین تأثیر پروتکل تنفسی بر میزان تلفات پس از جراحی صورت گرفت.

روش‌کار: در این مطالعه از تعداد ۲۰ سر خرگوش سفید نژاد نیوزیلندی استفاده شد. رهیافت‌هایی که برای تروکار دوربین مورد ارزیابی قرار گرفتند رهیافت پارازایفوئیدال و اینترکاستال بودند. همچنین امکان ورود تروکار دوم و بهترین مکان برای ورود آن نسبت به دوربین بررسی شد. شدت آسیب به ریه و میزان تلفات تحت دو مد تنفسی Volume-Controlled و Pressure-Controlled- بررسی شد.

نتایج: دید حاصل از رهیافت پارازایفوئید نسبت به رهیافت اینترکاستال فضایی‌تر است و همچنین برای ورود تروکار دوم تسلط بیشتری در اختیار جراح قرار می‌دهد. برای تروکار دوم فضای بین دنده‌ای ۵ و ۶ امکان مانور بیشتری برای کار روی قلب در اختیار جراح قرار می‌دهد. در استفاده از مد تنفسی PCV ریه‌ها تا انتهای جراحی سالم و بدون علائم کبدی شدن باقی مانده و استفاده از این مد با تلفات کمتر همراه است.

نتیجه‌گیری نهایی: استفاده از رهیافت پارازایفوئیدال و پروتکل تنفسی صحیح امکان کار در قفسه صدری را تحت دیدی واضح مهیا ساخته است و توراکوسکوپی در خرگوش را به مدلی عملی تبدیل می‌کند که می‌تواند در بسیاری از مطالعات تحقیقاتی قلب به کار رود.

کلمات کلیدی: توراکوسکوپی، خرگوش، قلب، Pressure-Controlled Ventilation، Volume-Controlled mechanical Ventilation

کپی‌رایت © تحقیقات دامپزشکی: دسترسی آزاد؛ کپی‌برداری، توزیع و نشر برای استفاده کامل با ذکر منبع آزاد است.

نویسنده مسئول: *میرسپهر پدرام، گروه جراحی و رادیولوژی، دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران، تهران، ایران و پژوهشکده زیست پزشکی، دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران، تهران، ایران*
پست الکترونیکی: *mpedram@ut.ac.ir*

مقدمه

در راستای تلاش به‌منظور کاهش درد و دوران نقاهت بیماران، جراحی‌های کم‌تهاجمی طی زمان تکامل پیدا کرده و کاربرد آن‌ها گسترش یافته است. طی این روش‌ها، دوربین‌های فیبرواپتیک از برشی کوچکی وارد حفره‌ای از بدن شده و دیدی کامل در اختیار جراح قرار می‌دهند. توراکوسکوپی نیز روشی کم‌تهاجم است که برای مشاهده پلورا و ارگان‌های قفسه صدری بکار می‌رود و به کمک

دوربین اندوسکوپی و ابزارهای اندوسرجری و به واسطه ایجاد برش‌های کوچک روی دیواره قفسه صدری صورت می‌گیرد (۲۱). هدف از انجام توراکوسکوپی اجتناب از آسیب وارده ناشی از جراحی معمول توراکوتومی، بدون کاهش یافتن دیدن جراح و در نتیجه توانایی تشخیص سریع و انجام درمان است (۲). توراکوسکوپ متصل به دوربین، تصویری با بزرگنمایی و شفافیت مطلوب از موضع جراحی در اختیار می‌گذارد. علاوه براین، قفسه صدری بخشی از بدن است که به منظور انجام جراحی‌های کم‌تهاجم مناسب در نظر گرفته می‌شود؛ نه تنها به علت دردناک بودن برش‌های تراکوتومی، بلکه به علت وجود فضای لازم برای کار با ابزار، به خصوص پس از اعمال تهویه‌ی یک‌طرفه مناسب در نظر گرفته می‌شود.(۲۷).

توراکوسکوپی به عنوان روشی برای تشخیص و درمان در حیوانات نیز کاربرد دارد. از جمله کاربردهای آن می‌توان به بررسی محوطه صدری و انجام لوبکتومی (۸)، درمان تومور (۱۵) تهیه بیوپسی از بافت ریه (۷)، درمان پایوتوراکس و خارج کردن جسم خارجی از قفسه صدری (۲۲)، ارزیابی علت رخداد پلورال افیوژن (۱۴)، پریکاردکتومی (۲۵) و اصلاح Right Aortic Arch اشاره کرد (۲۴). مطالعات متعددی تا به حال به مقایسه روش‌های کم تهاجم و باز در حیوانات پرداخته و موفق به اثبات اثرات مثبت مشابه انسان در استفاده از آن، همانند کاهش درد و دوران نقاهت شده‌اند (۲۵، ۱۰، ۶).

با وجود کاربردهای تشخیصی، درمانی و تحقیقاتی متعدد توراکوسکوپی در گونه‌های بزرگ‌تر حیوانات، تحقیقاتی که به استفاده از این روش در گونه‌های کوچک‌تر پرداخته باشند کمتر در مطالعات به چشم می‌خورند. این مسئله می‌تواند به دلیل کمتر در نظر گرفته شدن این گونه‌ها به عنوان حیوانات همراه و در نتیجه نیاز کمتر به انجام اقدامات تشخیصی و درمانی روی آن‌ها و یا از آن مهم‌تر چالش‌ها و سختی‌های انجام موفقیت‌آمیز این روش در گونه‌های کوچک حیوانی باشد. این در حالی است که به خصوص در انجام مطالعات تحقیقاتی، نیاز به عملی ساختن روش‌های کم تهاجم و از آن جمله توراکوسکوپی (به علت مزایای ذکر شده این روش‌ها)، در این گونه‌ها نیز احساس می‌شود. زیرا که مدل‌های حیوانی کوچک از جمله خرگوش، رت و موش دارای مزیت تکثیر آسان و قابلیت تهیه ارزان بوده و کار با آن‌ها نسبت به حیوانات بزرگ آزمایشگاهی راحت‌تر است و همچنین مطالعات انجام شده روی آنها با انتقاد کمتر سازمان‌های حمایت از حقوق حیوانات روبه‌رو است. این مزایا امکان استفاده از این حیوانات در تعداد بالا را در مطالعات مهیا می‌کند. به خصوص که امروزه روش‌های تصویربرداری تشخیصی پیشرفته نیز در این گونه‌ها در دسترس قرار گرفته‌اند (۹).

در حال حاضر توراکوسکوپی در خرگوش بیشتر به منظور تهیه مدل‌های آموزشی برای کسب مهارت جراحان در عوارض دیافراگم و قفسه صدری نوزاد صورت می‌گیرد. مدل‌هایی که تا به حال به این منظور در خرگوش تهیه شده‌اند عبارتند از: مدل امپیما پلورا و دبریمنت آن(Experimental Empyema Model) (۱۸)، انجام آناستوموز مری (۱۱)، مدل فتق دیافراگم واصلاح آن (۲۳)، بیوپسی از ریه (۱۳)، ابلازیون بولا توسط لیزر (Laser Ablation of Emphysematous Bullae) (۳) و مدل پلورودزیس ریه (Thoracoscopic Pleurodesis) (۵).

تا به حال در هیچ یک از مطالعات انجام شده در توراکوسکوپی در خرگوش، برخلاف سگ، بافت قلب مورد هدف نبوده است و در نتیجه اطلاعاتی از عملی بودن و رهیافت مناسب به منظور انجام مطالعات قلب در خرگوش توسط توراکوسکوپی در دسترس نیست.

از موارد قابل اهمیت دیگر در انجام جراحی توراکوسکوپی، فعالیت تنفسی و مطالعه آسیب احتمالی ریه‌ها در حین جراحی است. از این رو به منظور محافظت از ریه‌ها و برقراری فضای اپتیمال برای جراحی، استفاده از تهویه یک طرفه در انجام توراکوسکوپی بسیار پر کاربرد است(۱۶). از طرفی رخداد هیپوکسی آرتریال و آسیب به بافت ریه از عوارض جدی کمک گرفتن از تهویه یک طرفه هستند (۲۰، ۱۲).

در استفاده از تنفس مصنوعی همچنین می‌توان به مدهای مختلف آن، که با توجه به شرایط بیمار به منظور اکسیژن‌رسانی بهتر انتخاب می‌شوند، اشاره کرد. یکی از روش‌های کلاسه‌بندی تنفس مصنوعی، چگونگی انتقال هوا به بیمار است. به این صورت که جریان می‌تواند به صورت Volume Controlled (تحت میزان جریان ثابت) و یا Pressure Controlled (تحت فشار ثابت) به بیمار انتقال یابد (۱).

در حالت Volume-Controlled Mechanical Ventilation (VCV) متخصص بیهوشی حجم هوایی را که باید با هر تنفس به بیمار برسد، بر اساس وزن بیمار، تنظیم می‌کند و آن را به عنوان اولین فاکتور کنترل‌کننده قرار می‌دهد. در این حالت میزان جریان، متغیر مستقل بوده و Tidal Volume مستقل از تغییرات کامپلاینس ریه و مقاومت مجاری تنفسی، در میزان تنظیم شده حفظ می‌شود. در حالت VCV، فشار تنفسی متغیری وابسته

است و بنابراین در نتیجه تغییرات کامپلاینس سیستم تنفسی، مقاومت در مجاری هوایی و فعالیت عضلات تنفسی بیمار، دچار تغییر می‌شود (۴). در این مطالعه نیز، با رخداد نموتوراکس به علت ورود تروکارهای بدون دریچه، کامپلاینس ریه کاهش و در نتیجه فشار مورد نیاز جهت باد شدن ریه‌ها افزایش می‌یابد. در ثبات TV تحت سیستم VCV، ریه‌های سمت درگیر به‌تدریج دچار کلاپس می‌شود و حالتی مشابه تنفس یک طرفه / OLV Lung (One Ventilation) رخ می‌دهد.

اما در حالت Pressure-Controlled Ventilation (PCV)، متخصص بیهوشی، فشار تنفسی را متغیر اصلی و کنترل‌کننده قرار می‌دهد. در این حالت، فشار تنفسی متغیری غیروابسته است و فشار تنظیم شده مستقل از تغییرات در کامپلاینس و مقاومت تنفسی، حفظ می‌شود. در این حالت، حجم هوا، متغیری وابسته بوده و در نتیجه مقدار TV در نتیجه تغییرات در کامپلاینس سیستم تنفسی، مقاومت مجاری هوایی و فعالیت عضلات تنفسی تغییر خواهد کرد. در این حالت، ونتیلاتور به منظور رساندن فشار تنفسی به میزان تنظیم شده و حفظ آن، به صورت اتوماتیک و به سرعت میزان جریان را تغییر می‌دهد (۴).

همان‌طور که بیان شد در این مطالعه سعی شد، با در نظر گرفتن قلب به عنوان بافت هدف مورد نظر برای انجام جراحی فرضی، بهترین رهیافت به این منظور در توراکوسکوپی در مدل حیوانی خرگوش معرفی شود. همچنین در مطالعات ذکر شده، بررسی شدت آسیب ریوی حاصل از کلاپس طولانی‌مدت ریه‌ها و تأثیر آن بر شدت تلفات پس از جراحی توراکوسکوپی، مورد توجه محققین نبوده است؛ بنابراین در این مطالعه همچنین تلاش شد آسیب ریوی حاصل از کلاپس طولانی‌مدت ریه‌ها و تأثیر آن بر شدت تلفات پس از جراحی نیز تحت بررسی قرار گیرد.

مواد و روش کار

به منظور انجام این مطالعه از تعداد ۲۰ سر خرگوش سفید نژاد *نیوزیلندی* با وزن ۳۰۰±۲۵۰۰ گرم استفاده شد. به منظور تطبیق با محیط، خرگوش‌ها به مدت یک هفته در حیوانخانه، در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری و با پلیت تغذیه شدند. برای بررسی وضعیت کلی سلامت حیوانات، از تمام خرگوش‌ها قبل از جراحی خون‌گیری و آزمایش CBC انجام شد.

برای القای بیهوشی اولیه از ترکیب کتامین (۵۰ میلی‌گرم/کیلوگرم) و زایلازین (۵ میلی‌گرم/کیلوگرم) به صورت عضلانی استفاده شد. پس از القای پیش بیهوشی و تراشیدن موهای ناحیه سینه، حیوان به اتاق عمل انتقال داده شد. لوله نای به صورت کور (به علت بلند بودن کام نرم در خرگوش) و توسط فرد باتجربه کارگذاری شد و پس از اطمینان از ورود لوله به نای (با توجه به واکنش حیوان به ورود لوله به نای و همچنین مشاهده تشکیل بخار در لوله با هر باز دم)، لوله تا محل دو شاخه شدن نای (لبه استخوان اسکپولا) جلو داده شده و ثابت شد. ابقای بیهوشی، توسط بیهوشی استنشاقی و گاز ایزوفلوران صورت گرفت.

لوازم مورد استفاده در جراحی شامل مجموعه ویدئو آندوسکوپ و منبع مولد نورسرد ساخت شرکت Richard wolf آلمان همراه با لنز انعطاف‌ناپذیر با قطر ۳ میلی‌متر و زاویه رأس ۱۲ درجه، دو تروکار بدون دریچه با قطر داخلی ۳ میلی‌متر و پنس آتروماتیک مینی لاپاروسکوپی مریلند بود.

رهیافت‌هایی که برای تروکار دوربین ارزیابی شدند (با توجه به مطالعات انجام شده در سگ و خرگوش) رهیافت پارازایفوئیدال (انجام شده فقط در سگ) و اینترکاستال/ فضای بین دنده‌ای شش (انجام شده در سگ و خرگوش) بود. فاکتورهای مورد ارزیابی شامل قابلیت انجام رهیافت پارازایفوئید در مدل حیوانی خرگوش، دستیابی به دید فضایی بهتر بدون ایجاد اختلال بیش از حد از ریه‌ها و همچنین ایجاد کمترین آسیب اولیه در اثر ورود تروکار اول به صورت کور بودند. در رهیافت پارازایفوئیدال، تروکار با فاصله ۲-۳ سانتی‌متر از زایفوئید از شکم با ایجاد سوراخ در دیافراگم، وارد محوطه صدری می‌شود (تصویر ۱).

در این مطالعه همچنین امکان ورود تروکار دوم و بهترین مکان برای ورود آن نسبت به دوربین بررسی شد.

به منظور مقایسه راحت‌تر و دقیق‌تر اثرات حاصل از استفاده از مدهای تنفسی ذکر شده، خرگوش‌ها بر اساس مد تنفسی به کار رفته حین بیهوشی در دو گروه دسته‌بندی شدند.

گروه ۱ شامل ۷ خرگوش اول از ۲۰ خرگوش مورد مطالعه بودند که تا انتهای جراحی تحت سیستم تنفسی (VCV) بیهوش نگاه داشته شدند. در این حالت به ریه‌ها اجازه داده شد که تحت نوموتوراکس حاصل از ورود تروکارهای بدون دریچه، کلاپس کامل پیدا کنند تا حداکثر فضا و امکان کار در اختیار جراح قرار گیرد. در این حالت کلاپس یک طرفه ریه‌ها وضعیتی کاملاً مشابه تنفس یک طرفه را موجب می‌شود.

گروه ۲ شامل ۱۳ خرگوش دیگر که در حفظ بیهوشی، از مفهوم مد PCV کمک گرفته شد. به این صورت که در طول جراحی پس از برقراری نموتوراکس، میزان حجم جاری (Tidal Volume-

TV) لازم جهت حفظ حداقل فشار در ریه‌ها به صورت دستی تیتر شده و به این صورت از کلاپس کامل ریه‌ها در طول جراحی جلوگیری شد.

پس از اتمام جراحی، پوست و عضلات در دو لایه بسته شده، هوای قفسه صدری سمت چپ توسط اسکالپ وین و سرنگ کشیده و حیوانات از بیهوشی ریکاور شد.

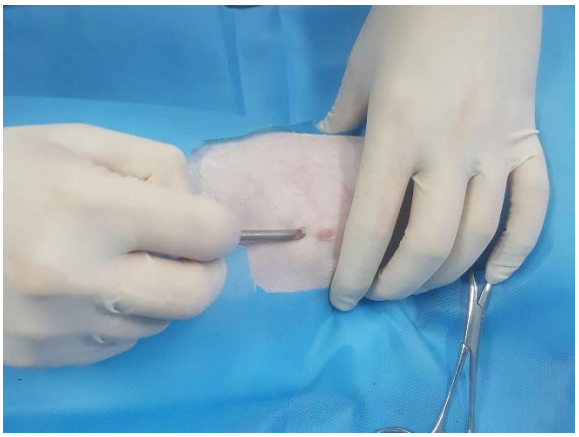
۳۰ روز پس از جراحی مرگ بدون درد برای حیوانات تحت آرام‌بخشی توسط تزریق تیوپنتال سدیم در ورید گوشی انجام شد و به منظور بررسی ماکروسکوپیک وضعیت ریه‌ها، محوطه صدری و دیافراگم، کالبدگشایی شدند.

نتایج

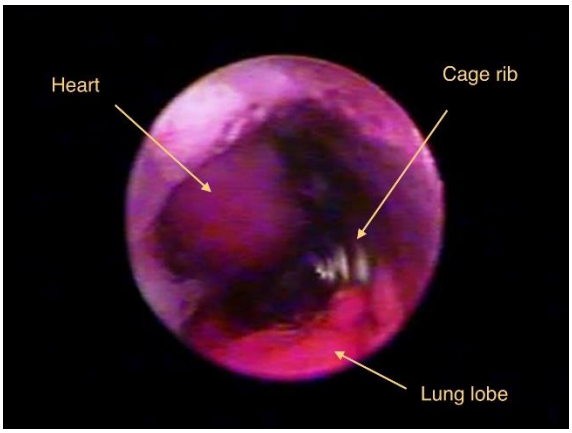
تروکار دوربین: همان‌طور که پیشتر بیان شد در این مطالعه دو رهیافت پارازایفوییدال و اینترکاستال به عنوان رهیافت‌های مورد بررسی برای وارد کردن تروکار اول یا همان تروکار دوربین، مورد ارزیابی قرار گرفتند. بر اساس مشاهده جراح، می‌توان به‌صورت توصیفی بیان کرد که دید حاصل از رهیافت پارازایفوئید نسبت به رهیافت اینترکاستال فضایی‌تر بوده است، همچنین این رهیافت برای ورود تروکار دوم تسلط بیشتری در اختیار جراح قرار می‌دهد (تصویر ۲) و به‌ویژه در صورت عدم کلاپس کامل ریه‌ها، احتمال ایجاد آسیب به ریه در هنگام ورود تروکار به صورت کور از طریق این رهیافت کمتر است. مشاهده و بررسی وضعیت ریه‌ها به کمک تغییر زاویه دوربین به راحتی از این رهیافت ممکن است. در این رهیافت، پس از پایان کار و خارج کردن تروکارها، سوراخ ایجاد شده در دیافراگم مشکلی در وضعیت تنفس و فاکتورهای وابسته به آن ایجاد نکرد و در نهایت در حیوانات به‌طور خودبخود بسته شد و نیازی به بستن آن به طریق جراحی نبود. دید حاصل از رهیافت اینترکاستال دید مستقیم و غیرفضایی بوده و در صورت عدم کلاپس کامل ریه‌ها در هنگام ورود با احتمال آسیب و اختلال دید بیشتر همراه است.

تروکار دوم: فضای بین دنده‌ای برای تروکار دوم با در نظر گرفتن بافت قلب به عنوان هدف، از دنده ۳ تا ۶ در نظر گرفته می‌شود. فضای بین دنده‌ای ۳ و ۴ بسیار به پایه قلب نزدیک بوده است و محدودیت کاری بیشتری برای جراح ایجاد می‌کند. در حالی که فضای بین دنده‌ای ۴ و ۵ و به‌ویژه ۵ و ۶ امکان مانور بیشتری برای کار روی قلب در اختیار جراح قرار می‌دهد و در عین حال پنس همچنان (بسته به نقطه مورد نظر در سطح قلب) تقریباً عمود و با کمترین زاویه قرار می‌گیرد.

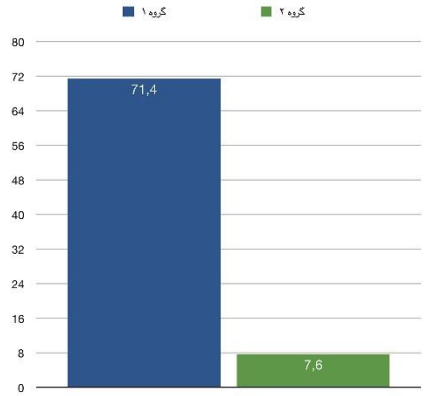
کنترل تنفسی و وضعیت ریه‌ها: در گروه ۱ (استفاده از سیستم VCV) پس از برقراری نموتوراکس و کاهش کامپلاینس ریه، به تدریج میزان Inspiratory Pressure مورد نیاز افزایش یافته و در عدم افزایش جریان ورودی با هدف افزایش فشار در ریه، ریه‌ها شروع به کلاپس می‌کنند. در این حالت در صورتی که به صورت دستی جریان ورودی (TV در دستگاه) افزایش داده نشود، ریه‌ها دچار کلاپس کامل می‌شوند و حالتی مشابه تهویه یک طرفه (OLV) ایجاد می‌شود. در این وضعیت جراح دیدی کامل و ثابت در طول جراحی در دسترس خواهد داشت. در این حالت ریه‌ها در پایان جراحی (پس از ۴۰ دقیقه) کاملاً کبدی شده و بر اساس دید توراکوسکوپ حتی در صورت افزایش فشار و رفع نموتوراکس نیز به سختی باد می‌شوند.



تصویر ۱. محل ورود تروکار دوربین از رهیافت پارازایفوئیدال.



تصویر ۲. دید فضای حاصل از تروکار دوربین از رهیافت پارازایفوئیدال.



نمودار ۱. مقایسه شدت تلفات در استفاده از دو مد تنفسی متفاوت در خرگوش‌های مطالعه. در خرگوش‌های گروه ۱ تحت مد تنفسی VCV به ریه‌ها اجازه کلاپس کامل ریه‌ها تحت نموتوراکس داده شد، ۵ خرگوش از ۷ خرگوش اول (۷۱/۴ درصد) به این صورت از بین رفتند. در حفظ بیهوشی ۱۳ خرگوش دیگر از مد تنفسی PCV استفاده شد. تنها یک خرگوش از ۱۳ خرگوش (۷/۶ درصد) بر اثر درگیری تنفسی تلف شد. میزان تلفات درگروه ۱ به صورت معنی‌دار از گروه ۲ بیشتر بود (P=۰/۰۰۴).

تنظیمات دستگاه تحت سیستمVCV عبارت است از:

PEEP: 2 سانتی متر آب ,I:E Ratio 1:2, RR 10-30 تنفس در دقیقه ,TV (۱۵-۱۰ میلی لیتر بر کیلوگرم) ,PMAX (۲۰ سانتی متر آب)

در صورت تقلید از مد تنفسی PCV و افزایش جریان ورودی پس از مشاهده شروع علایم آتلکتازی در ریه‌ها و در نتیجه حفظ Inspiratory Pressure حداقل (H20-۸-۱۰ سانتی‌متر)، ریه‌ها تا نیمی از ارتفاع دنده‌ها باد شده و تا انتهای جراحی سالم و بدون علایم کبدی شدن باقی خواهند ماند (گروه ۲). در عین حال جراح همچنان فضای کافی برای مشاهده بافت قلب و کار بر روی آن در اختیار دارد.

تنظیمات دستگاه در این حالت عبارت بودند از:

PEEP: 2 سانتی متر آب ,I:E Ratio 1:2, RR 10-30 تنفس در دقیقه ,TV (10-15میلی لیتر بر کیلو گرم) ,PMAX (۱۰ سانتی متر آب)

۶ خرگوش از ۲۰ خرگوش مورد مطالعه در طول جراحی تلف شدند. از این ۶ خرگوش ۵ خرگوش از گروه ۱ بوده و در حالتی تلف شدند که در طول جراحی به ریه‌ها اجازه کلاپس کامل تحت نموتوراکس داده شده بود. تنها یک خرگوش از ۱۳ خرگوشی که تحت تنفس با سیستم PCV قرار داشتند، گروه ۲، (به علت احتمالی خون‌ریزی از عروق اصلی) از بین رفت.

مقایسه آماری تلفات دو گروه توسط نرم افزار SPSS و آزمون آماری من ویتنی با در نظر گرفتن P<۰/۰۵ انجام شد (نمودار ۱).

حیوانات با میانگین زمان ۴۵ دقیقه از اتمام جراحی به وضعیت Sternal درآمده و از بیهوشی ریکاور شدند. هیچ یک از خرگوش‌هایی که از بیهوشی ریکاور شدند دچار تلفات نشدند.

کالبد گشایی: التیام پوست و عضلات بین‌دنده‌ای در تمام خرگوش‌ها طی ۳۰ روز به صورت کامل صورت گرفت. التیام دیافراگم در تمام خرگوش‌ها به جز یکی به طور کامل صورت گرفته بود. هرچند در ۵ خرگوش، اسکار ناحیه ورود تروکار قابل مشاهده بود و در ۳ خرگوش چسبندگی خفیف به کبد مشاهده می‌شد. در هیچ یک از خرگوش‌ها علائمی از خونریزی و چسبندگی در قفسه صدری مشاهده نشد. لوب‌های ریه سمت چپ نسبت به سمت راست به صورت نا محسوس کم‌حجم‌تر و کمی تیره‌تر بودند.

بحث

جراحی توراکوسکوپی در گونه‌های کوچک‌تر به‌ویژه در مدل حیوانی خرگوش به علت کاربردهای وسیع تحقیقاتی آن، ارزشمند است. اما چالش‌های متعددی در به انجام رساندن موفق این روش، از جمله فضای کمتر در محوطه صدری در این حیوان نسبت به گونه‌های بزرگ‌تر، مشکل بودن کارگذاری لوله نای و ایجاد تنفس یک‌طرفه در آن‌ها و به خصوص رخداد اتلکتازی در ریه‌ها در صورت باد نشدن طولانی مدت آن‌ها در جراحی‌های زمان بر و تأثیر آن بر میزان تلفات، استفاده از این مدل را محدود ساخته است. با این وجود از نظر محققین این مطالعه، معرفی دستورالعملی مشخص که شامل مقادیر دقیق تنفسی در سیستم کنترل فشار مثبت و همچنین رهیافت مناسب برای مشاهده و دستیابی به بافت هدف مورد نظر بدون آسیب شدید به ریه‌ها است، می‌تواند مدل توراکوسکوپی قلب خرگوش را نیز به سایر مدل‌های آزمایشگاهی اضافه کند. در این مطالعه نیز، همان‌طور که پیش‌بینی می‌شد عامل اصلی تلفات، آسیب غیرقابل بازگشت به ریه در زمان طولانی ۴۰ دقیقه و در نتیجه کاهش بیش از حد حجم تنفسی در حیوان بود. به‌صورتی که ۵ خرگوش از ۶ خرگوش تلف شده در گروه ۱ این مطالعه به این دلیل از بین رفتند. در مطالعات انسانی انجام شده

ذکر شده است که کلاپس طولانی‌مدت ریه‌ها در استفاده از تهویه یک طرفه می‌تواند موجب تشکیل شانت ریوی و هیپوکسی آرتریال گردد. همچنین باد شدن مجدد ریه کلاپس شده منجر به واکنش التهابی و آسیب به بافت ریه می‌شود (۱۲). مطالعات دیگر انجام شده در خرگوش نیز مشخص کرده‌اند که استفاده از تنفس یک طرفه موجب کاهش فشار اکسیژن آرتریال، کاهش اشباع هموگلوبین از اکسیژن، افزایش واکنش‌های التهابی و آسیب به بافت ریه می‌شود (۲۶، ۱۷). در مدل‌های آموزشی توراکوسکوپی در مدل حیوانی خرگوش که از تهویه یک طرفه کمک گرفته شده است، حیوانات پس از اتمام جراحی معدوم می‌شدند و در نتیجه گزارشی از وضعیت ریکاوری و میزان تلفات واقعی پس از جراحی در این حیوانات در دسترس نیست (۲۳، ۱۸، ۱۳، ۱۱). اگرچه یک مطالعه، سختی در زدن لوله نایی به صورت یک طرفه و هیپوکسی غیر قابل توجیه در حیوان را گزارش کرده است (۱۱). همچنین برقراری تهویه یک طرفه در خرگوش نیازمند استفاده از برونکوسکوپ و بر اساس برخی از مطالعات توراکوتومی است (۲۶، ۱۸، ۱۱، ۵)، در حالی که زدن لوله نایی معمول تا ابتدای محل دو شاخه شدن نای بدون برونکوسکوپ توسط فرد باتجربه قابل انجام است. با در نظر گرفتن مشکلات مذکور در برقراری تهویه یک طرفه و آسیب‌های شناخته شده ناشی از آن و به خصوص تلفات مشاهده شده در مطالعه، محققین مطالعه حاضر تصمیم گرفتند از تنفس دو طرفه با استفاده از تحت کنترل گرفتن تنفس حیوان استفاده کنند. به این صورت که با حفظ فشار تنفسی (Inspiratory Pressure) حداقل، یعنی ۸-۱۰ سانتی‌متر آب، و باد کردن ریه‌ها تا نصف ارتفاع دنده‌ها، از اتلکتازی کامل ریه جلوگیری و به‌راحتی امکان کار به جراح داده می‌شود. در این حالت جراح می‌تواند هر ۱۰ دقیقه توسط تغییر زاویه دوربین وضعیت ریه‌ها را کنترل کند و در صورت مشاهده علایم اولیه اتلکتازی فشار را برای ۲-۱ دقیقه به ۲۰-۱۵ سانتی‌متر آب افزایش دهد و پس از اطمینان از سلامت وضعیت ریه‌ها با کاهش مجدد فشار هوا در ریه تا حد ذکر شده، به جراحی ادامه دهد. همان‌طور که ذکر شد در سیستم VCV یا همان سیستم رایج و سنتی تنفس مصنوعی مکانیکی، تغییر جریان ورودی به منظور رسیدن به فشار تنفسی مورد نظر به صورت خودکار صورت نگرفته است و این حجم باید به صورت دستی از طریق افزایش حجم تنفسی (Tidal Volume) در دستگاه تأمین شود که این میزان در گروه ۱ در تناسب با وزن خرگوش‌ها برابر با مقدار ثابت ۱۵ میلی‌لیتر/کیلوگرم و درگروه ۲ از میزان ۱۵ میلی‌لیتر/کیلوگرم در ابتدای جراحی تا حد ۵۰ میلی‌لیتر/کیلوگرم پس از ورود تروکارها و ایجاد نموتوراکس تغییر می‌کرد. همان‌طور که پیشتر ذکر شد، در گروه ۲ هیچ یک از خرگوش‌هایی که از بیهوشی ریکاور شدند دچار تلفات نشدند و در کالبد گشایی هیچ کدام از خرگوش‌ها پس از ۳۰ روز آتلکتازی در لوب‌های ریه مشاهده نشد. این یافته مطالعه که نشان می‌دهد انجام جراحی توراکوسکوپی با هدف بافت قلب بدون نیاز به برقراری تهویه یک طرفه قابل انجام است با مطالعات انجام شده در اصلاح افیوژن پریکارد توسط توراکوسکوپی در سگ هم راستا است (۱۹).

مسئله مورد بررسی دیگر، محل ورود مناسب برای تروکار اول و یا همان تروکار دوربین بود که باید به‌صورت کور صورت می‌گرفت. در این مطالعه بر اساس مطالعات انجام شده در سگ و خرگوش دو رهیافت مورد ارزیابی قرار گرفت. رهیافت پارازایفوئیدال که تنها در سگ و در جراحی اصلاح افیوژن پریکارد به کار گرفته شده است (۱۹) و رهیافت بین دنده‌ای که در سگ و خرگوش و در بیشتر مطالعات برای انجام جراحی روی بافت ریه استفاده شده بود (۳،۱۳،۱۹). از دیگر کاربردهای این رهیافت در مطالعات خرگوش می‌توان به اصلاح فتق دیافراگم، آناستموز ریه و دبریمنت امپیم اشاره کرد (۲۳، ۱۸، ۱۱) که در نهایت در مطالعه حاضر، رهیافت پارازایفوئیدال به عنوال رهیافت بهتر و مطمئن‌تر تعیین گردید. برتری اول رهیافت پارازایفوئیدال نسبت به رهیافت دیگر مطمئن‌تر بودن آن در اعمال آسیب به ریه‌ها در ورود تروکار با فشار به‌صورت کور است. این مسئله از لحاظ آناتومیکی قابل توجیه است. لوب‌های ریه در حالت طبیعی تماس کمتری با دیافراگم نسبت به دیواره داخلی دنده‌ها در دو طرف دارند و بنابراین کاهش حجم ریه‌ها در کاهش تماس بافت ریه با سطح داخلی دیافراگم نسبت به دنده‌ها تأثیرگذارتر بوده و این مسئله رهیافت پارازایفوئیدال را نسبت به بین دنده‌ای رهیافت مطمئن تری می‌سازد. رهیافت بین دنده‌ای به دلیل ذکر شده در حالت عدم کلاپس کامل ریه‌ها می‌تواند با برخورد تروکار با سطح پشتی ریه، و خونریزی و تا شدن ریه به داخل همراه باشد. برتری دوم رهیافت پارازایفوئیدال، در دسترس قرار دادن دید فضایی‌تر نسبت به رهیافت دوم بود. در مطالعه انجام شده در خرگوش به منظور اصلاح بولا نیز دید حاصل از تروکار وارد شده در نزدیک‌ترین فضای بین دنده‌ای به دیافراگم «دید پانورامیک» توصیف شده است (۳). این در حالی است که دید حاصل از رهیافت بین دنده‌ای، دید مستقیم و غیرفضایی نسبت به بافت هدف است و همچنین مشاهده وضعیت ریه‌ها در این رهیافت به مراتب سخت‌تر از رهیافت اول است. در ورود از رهیافت پارازایفوئیدال، به این نکات توجه شد: ورود تروکار در زمان بازدم و کمترین حجم ممکن ریه‌ها

صورت گرفت، تروکار با فاصله‌ی حدوداً ۳-۲ سانتی‌متر از زایفوئید وارد شد تا دوربین برای کسب دید بهتر نسبت به قلب زاویه داشته باشد، تروکار به صورت صحیح در دست گرفته شده و کف دست تا اطمینان از ورود به داخل قفسه سینه پشت تروکار نگاه داشته و از خروج تروکار از کانولا در پشت دیافراگم جلوگیری شد. خروج تروکار از کانولا بدون عبور از دیافراگم یا ایجاد آسیب ناقص در آن، می‌تواند باعث شک در ورود یا عدم ورود به قفسه صدری و نیاز به تلاش مجدد، آسیب به بافت کبد و نهایتاً طولانی شدن زمان جراحی شود. نکته قابل توجه دیگر در استفاده از این رهیافت، عدم متمایل کردن نوک تروکار هنگام ورود به سمت فضای مدیاستن است. ورود به فضای مدیاستن با فشار اولیه تروکار می‌تواند باعث پاره شدن جنب مدیاستینال، خونریزی از عروق اصلی و ایجاد اختلال در ادامه جراحی شود. این مسئله در دو مورد از خرگوش‌ها رخ داده و در یکی منجر به مرگ شد.

نکته آخر، محل ورود تروکار دوم بود که با توجه به آناتومی و همچنین مطالعه انجام شده در سگ، بسته به محل مورد نظر در قلب می‌تواند از دنده ۳ تا ۶ باشد. بر اساس تجربه جراح در این مطالعه، فضای بین دنده‌ای ۵ و ۶، مناسب‌ترین فضای بین دنده‌ای است. از این جهت که قدرت مانور از طریق آن بیشتر و دسترسی به یک سوم میانی و انتهایی قلب از این طریق راحت‌تر است. تروکار دوم از این ناحیه تحت دید کامل دوربین وارد قفسه صدری می‌شود.

همچنین با وجود فضای کم قفسه صدری در خرگوش مشکل برخوردی دوربین و پنس دوم در استفاده از این رهیافت مشاهده نشد.

هر چند که تا کنون چالش‌های بکارگیری روش توراکوسکوپی در قلب خرگوش، کاربرد آن را محدود ساخته است، این مطالعه موفق شد نشان دهد که رهیافتی مناسب که امکان کار در قفسه صدری را تحت دیدی واضح مهیا می‌سازد و همچنین پروتکل تنفسی صحیحی که به صورت معنادار از تلفات جراحی می‌کاهد، می‌تواند توراکوسکوپی در خرگوش را به مدلی عملی و ارزشمند تبدیل کند که در بسیاری از مطالعات تحقیقاتی در ارتباط با مطالعات بر روی قلب به کار رود.

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله حاضر مراتب تشکر و قدردانی خود را نسبت به پژوهشکده زیست‌پزشکی دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران و ریاست محترم آن جناب آقای دکتر محمدرضا مخبر دزفولی که شرایط انجام این تحقیق را فراهم نمودند ابراز می‌دارند.

تعارض منافع

بین نویسندگان تعارض در منافع گزارش نشده است.

References

1. Barker, M. (2015). Intermittent positive pressure ventilation: basic principles.Vet Nurse J, 30, 42-46.
2. Braimbridge, MV. (1993). The history of thoracoscopic surgery. Ann Thorac Surg, 56, 610-614. PMID: 8379752
3. Brenner, M., Shankel, T., Waite, T.A., Hamilton, A., Bendsza, D., Wang, N.S. (1996). Animal model for thoracoscopic laser ablation of emphysematous pulmonary bullae. Lasers Surg Med, 18, 191-196. https://doi.org/10.1002/(SICI)1096-9101(1996)18:2%3C191::AID-LSM10%3E3.0.CO;2-B PMID: 8833289
4. Campbell, R.S., Davis, B.R. (2002). Pressure-controlled versus volume-controlled ventilation: does it matter?. Respir Care, 47, 416-424. PMID: 11929615
5. Chen, J.S., Cheng, W.C., Lien, H.C., Wu, S.W., Hsu, H.H., Lee, S.C. (2008). Patterns, effects, and thoracic volume changes of thoracoscopic pleurodesis in rabbits. J Surg Res, 147, 34-40. https://doi.org/10.1016/j.jss.2007.04.033 PMID: 17655861
6. Devitt, C.M., Cox, R.E., Hailey, J.J. (2005). Duration, complications, stress, and pain of open ovariohysterectomy versus a simple method of laparoscopic-assisted ovariohysterectomy in dogs. J Am Vet Med Assoc, 227, 921-927. PMID: 16190590
7. Faunt, K.K., Jones, B.D., Turk, J.R., Cohn, L.A., Dodam, J.R. (1998). Evaluation of biopsy specimens obtained during thoracoscopy from lungs of clinically normal dogs. Am J Vet Res, 59, 1499-1502. PMID: 9829414
8. García, F., Prandi, D., Peña, T., Franch, J., Trasserra, O., de la Fuente, J. (1998). Examination of the thoracic cavity and lung lobectomy by means of thoracoscopy in dogs. Can Vet J, 39, 285-291. PMID: 9592615
9. Gehrmann, J., Frantz, S., Maguire, C.T., Vargas, M., Ducharme, A., Wakimoto, H. (2001). Electrophysiological characterization of murine myocardial ischemia and infarction. Basic Res Cardiol, 96, 237-250. PMID: 11403417
10. Gower, S., Mayhew, P. (2008). Canine laparoscopic and laparoscopic-assisted ovariohysterectomy and ovariectomy. Compend Contin Educ Vet, 30, 430-432, 434, 436, 438, 440. PMID: 18833541
11. Jones, V.S., Wood, J.G., Godfrey, C., Cohen, R.C. (2008). An optimum animal model for neonatal thoracoscopy. J Laparoendosc Adv Surg Tech A, 18, 759-762. https://doi.org/10.1089/lap.2007.0224 PMID: 18699748
12. Kim, K.N., Kim, D.W., Jeong, M.A., Sin, Y.H., Lee, S.K. (2016). Comparison of pressure-controlled ventilation with volume-controlled ventilation during one-lung ventilation: a systematic review and meta-analysis. BMC Anesthesiology, 16, 72. https://doi.org/10.1186/s12871-016-0238-6 PMID: 27581657

13. Kirlum, H.J., Heinrich, M., Till, H. (2005). The rabbit model serves as a valuable operative experience and helps to establish new techniques for abdominal and thoracic endosurgery. Pediatr Surg Int, 21, 91-93. https://doi.org/10.1007/s00383-004-1330-4 PMID: 15645256
14. Kovak, J.R., Ludwig, L.L., Bergman, P.J., Baer, K.E., Noone, K.E. (2002). Use of thoracoscopy to determine the etiology of pleural effusion in dogs and cats: 18 cases (1998-2001). J Am Vet Med Assoc, 221, 990-994. PMID: 12369702
15. Lansdowne, J.L., Monnet, E., Twedt, D.C., Dernell, W.S. (2005). Thoracoscopic lung lobectomy for treatment of lung tumors in dogs. Vet Surg, 34, 530-535. https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2005.00080.x PMID: 16266348
16. Lin, F., Pan, L., Huang, B., Ruan, L., Liang, R., Qian, W. (2014). Pressure-controlled versus volume-controlled ventilation during one-lung ventilation in elderly patients with poor pulmonary function. Ann Thorac Med, 9, 203-208. https://doi.org/10.4103/1817-1737.140125 PMID: 25276238
17. Machado, H.S., Sá, P., Nunes, C.S., Couceiro, A., Silva, Md., Águas, A. (2014). Spontaneous one-lung ventilation increases the lung inflammatory response: an experimental pilot study. Journal of Anesthesia & Clinical Research, 8, 1-5.
18. Marecos, M.C., Torres, R.A., Bailez, M.M., Vagni, R.L., Klappenbach, R.F. (2006). Pediatric thoracoscopic training in an experimental pleural empyema rabbit model. J Laparoendosc Adv Surg Tech, 16, 397-399. https://doi.org/10.1089/lap.2006.16.397 PMID: 16968192
19. Mayhew, P.D., Dunn, M., Berent, A. (2013). Surgical views: Thoracoscopy: common techniques in small animals. Compend Contin Educ Vet, 3, 35. PMID: 23532901
20. Motsch, J., Wiedemann, K., Roggenbach, J. (2005). Airway management for one-lung ventilation. Anaesthesist, 54, 601-622; quiz 623-604. https://doi.org/10.1007/s00101-005-0866-6 PMID: 15933878
21. Mulder, D.S. (1993). Pain management principles and anesthesia techniques for thoracoscopy. Ann Thorac Surg, 56, 630-632. PMID: 8379756
22. Pelaez, M.J., Jolliffe, C. (2012). Thoracoscopic foreign body removal and right middle lung lobectomy to treat pyothorax in a dog. J Small Anim Pract, 53, 240-244. https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.2011.01175.x PMID: 22329679
23. Perez-Merino, E.M., Uson-Casaus, J.M., Zaragoza-Bayle, C., Rivera-Barreno, R., Rodriguez-Alarcon, C.A., Palme, R. (2014). Development of an optimal diaphragmatic hernia rabbit model for pediatric thoracoscopic training. Exp Anim, 63, 93-98. PMID: 24521868
24. Plesman, R., Johnson, M., Rurak, S., Ambrose, B., Shmon, C. (2011). Thoracoscopic correction of a congenital persistent right aortic arch in a young cat. Can Vet J, 52, 1123-1128. PMID: 22467970
25. Walsh, P.J., Remedios, A.M., Ferguson, J.F., Walker, D.D., Cantwell, S., Duke, T. (1999). Thoracoscopic versus open partial pericardectomy in dogs: comparison of postoperative pain and morbidity. Vet Surg, 28, 472-479. PMID: 10582745
26. Xu, Z.P., Gu, L.B., Bian, Q.M., Li, P.Y., Wang, L.J., Chen, X.X. (2016). A novel method for right one-lung ventilation modeling in rabbits. Exp Ther Med, 12, 1213-1219. https://doi.org/10.3892/etm.2016.3434 PMID: 27446346
27. Yim, A.P., Izzat, M.B., Lee, T.W., Wan, S. (1999). Video-assisted thoracic surgery: a renaissance in surgical therapy. Respirology (Carlton, Vic), 4, 1-8. PMID: 10339725

Journal of Veterinary Research
J Vet Res, Volume 75, Number 3, 2020
Original Article

Heart As the Target Organ in Thoracoscopy of Rabbit: Introduction of Lens Trocar Approach and Optimal Ventilation Mode

Roja Ebrahimi[1], Mir Sepehr Pedram[1,2], Mohammadmehdi Dehghan[1,2], Reyhaneh Izadi[1], Mohamad Reza Mokhber Dezfouli[2,3]

[1] Department of Surgery and Radiology, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, Tehran, Iran
[2] Biomedical Research Center, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, Tehran, Iran
[3] Department of Internal Medicine, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, Tehran

10.22059/jvr.2018.265983.2850
Received: *25 February 2020,* ***Accepted:*** *9 April 2020*

Abstract

BACKGROUND: Thoracoscopy is a minimally invasive method used in diagnosis and treatment of many disorders in animals, however, its application in smaller species is limited in literature which can be contributed to the challenges faced while performing a minimally invasive procedure in smaller mammals.

OBJECTIVES: Evaluating the feasibility and ideal port placement considering heart as the target organ in rabbit. Also, the impact of ventilation protocol on rate of mortality was evaluated.

METHODS: Twenty New Zealand white rabbits were used in this experiment. Approaches used for the introduction of the camera were Para-xiphoid and intercostal space, the optimal spot for insertion of the second trocar relative to the camera was also evaluated, lung damage and rate of mortality were assessed under two different mechanical ventilation modes of pressure-controlled and volume-controlled.

RESULTS: Surgical view gained through the para-xiphoid approach is rather panoramic and spatial than the direct intercostal view, maneuver on the heart with an instrument is easier when the 5th intercostal space is used for the second trocar. With the help of PCV, lungs sustain less damage and atelectasis can be avoided till the end of the procedure and therefore, less mortality is experienced.

CONCLUSIONS: Using the Para-xiphoid approach and the correct ventilation protocol provides sufficient working space under good vison, which makes the rabbit thoracoscopic heart model a practical model that can be used in many cardiac experiments.

Keywords: Thoracoscopy, Rabbit, Heart, Pressure-controlled ventilation, Volume-controlled mechanical ventilation

Copyright © 2020. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution- 4.0 International License which permits Share, copy and redistribution of the material in any medium or format or adapt, remix, transform, and build upon the material for any purpose, even commercially.

Corresponding author's email: mpedram@ut.ac.ir Tel/Fax: 021-66920035/021-66433222

How to cite this article:

Ebrahimi, R., Pedram, M., Dehghan, M., Izadi, R., Mokhber Dezfouli, M. (2020). Heart As the Target Organ in Thoracoscopy of Rabbit: Introduction of Lens Trocar Approach and Optimal Ventilation Mode. J Vet Res, 75(3), 357-365. https://doi.org/10.22059/jvr.2018.265983.2850

Figure Legends and Table Captions

Figure1. Standard trocar placement in para-xiphoid approach.
Figure 2. Thoracoscopic view obtained through the para-xiphoid approach.
Chart 1. Comparison of rate of death using two different mechanical ventilation modes. Incident of death was significantly higher in group 1 (71.4%) compared with group 2 (7.6%) (P=0.004).