مقاله پژوهشی
مجله دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان
دوره ۲۴، مهر ۱۴۰۴، ۶۱۴-۵۹۷

تأثیر اسپیرومتری تشویقی و فیزیوتراپی تنفسی بر بهبود عملکرد تنفسی بیماران پس از آسیب قفسه سینه: یک مطالعه کارآزمایی بالینی

نگار لطف محمدی[۱]، مرتضی هاشمیان[۲]، علیرضا امیربیگی[۱،۳]، فیروزه ابوالحسنی‌زاده[۱،۴]

دریافت مقاله: ۱۴۰۳/۰۲/۱۶ ارسال مقاله به نویسنده جهت اصلاح: ۱۴۰۳/۰۳/۱۶ دریافت اصلاحیه از نویسنده: ۱۴۰۴/۰۶/۱۵ پذیرش مقاله: ۱۴۰۴/۰۶/۱۷

چکیده

زمینه و هدف: اسپیرومتری تشویقی رویکردی مؤثر در فیزیوتراپی قفسه سینه جهت تقویت عملکرد تنفسی در بیماران مبتلا به آسیب‌های قفسه سینه دارد. این مطالعه با هدف تعیین تأثیر استفاده از اسپیرومتری تشویقی بر عملکرد تنفسی و عوارض احتمالی پس از درج لوله قفسه سینه در بیماران بیمارستان شهید باهنر کرمان در سال ۱۴۰۲ انجام شد.

مواد و روش‌ها: در این کارآزمایی بالینی، ۶۴ بیمار نیازمند درج لوله قفسه سینه شامل آسیب نافذ و غیرنافذ به‌طور تصادفی در دو گروه مداخله (۳۲ نفر) و شاهد (۳۲ نفر) قرار گرفتند. گروه مداخله علاوه بر فیزیوتراپی تنفسی، اسپیرومتری تشویقی دریافت کرد، در حالی‌که گروه شاهد تنها فیزیوتراپی تنفسی دریافت نمود. گاز خون شریانی، عملکرد ریوی قبل و بعد از مداخله، و عوارض تنفسی و میزان بهبود بیماران به مدت سه روز بررسی شد. داده‌ها با استفاده از آزمون‌های آماری مجذور کای، دقیق فیشر و t مستقل تجزیه‌وتحلیل شد.

یافته‌ها: نتایج مطالعه افزایش معنی‌داری در حجم تنفسی اجباری، حجم تنفسی اجباری اولیه و نسبت این دو را در گروه اسپیرومتری تشویقی علی‌رغم نوع آسیب نشان داد ($P<۰/۰۵$). استفاده از اسپیرومتری تشویقی در گروه آسیب غیرنافذ، با کاهش معنی‌دار بروز آتلکتازی ($P=۰/۰۲۸$) و افزایش معنی‌داری در سطح اشباع اکسیژن خون ($P=۰/۰۴۲$) و سطح اکسیژن شریانی ($P=۰/۰۳۱$) همراه بود. در حالی‌که استفاده از اسپیرومتری تنها افزایش معنی‌داری در سطح اکسیژن شریانی گروه آسیب نافذ نشان داد ($P=۰/۰۴۴$)، تفاوت معنی‌داری در بروز عوارض تنفسی علی‌رغم نوع آسیب وارده مشاهده نشد ($P>۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری: با توجه به اثربخشی و ایمنی اسپیرومتری تشویقی، می‌توان آن را به‌عنوان یک درمان تکمیلی مطلوب برای بیماران با آسیب قفسه سینه توصیه نمود.

واژه‌های کلیدی: اسپیرومتری تشویقی، فیزیوتراپی تنفسی، لوله قفسه سینه، عملکرد ریه

ارجاع: لطف‌محمدی ن، هاشمیان م، امیربیگی ع‌ر، ابوالحسنی‌زاده ف. تأثیر اسپیرومتری تشویقی و فیزیوتراپی تنفسی بر بهبود عملکرد تنفسی بیماران پس از آسیب قفسه سینه: یک مطالعه کارآزمایی بالینی. *مجله دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان*، سال ۱۴۰۴، دوره ۲۴، شماره ۷، صفحات: ۶۱۴-۵۹۷.

۱- گروه جراحی، بیمارستان شهید باهنر کرمان، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان، ایران
۲- گروه هوشبری و درمان درد، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان، ایران
۳- گروه جراحی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان، ایران
۴- (نویسنده مسئول) گروه جراحی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان، ایران
تلفن: ۰۹۱۳۳۹۸۴۶۷۹، پست الکترونیکی: firoozeh1981@gmail.com

مقدمه

تروما یکی از عوامل مرگ و میر در چهار دهه اول زندگی است. علی رغم پیشرفت‌های چشم‌گیر که در زمینه درمان و پیش گیری از عواقب آسیب صورت گرفته، مدیریت عوارض آسیب یکی از مهم ترین عوامل مؤثر در کنترل میزان مرگ و میر به‌شمار می‌رود. نرخ مرگ و میر های ناشی از عوارض آسیب به قفسه سینه در حدود ۱۰-۶۰ درصد نوسان می‌کند، به‌طوری‌که شیوع آسیب قفسه سینه در گروه‌های جمعیتی مختلف تقریباً ۱۰ درصد از بیماران آسیب را دربر می‌گیرد (۱). مهم‌ترین این آسیب‌ها، مستقیماً مسئول ۲۵ درصد از مرگ و میرهای مرتبط با انواع آسیب‌ها بوده و عوارض ثانویه ۲۵ درصد دیگر را به آمار کل اضافه می کند. بنابراین، ۵۰ درصد از مرگ و میرهای مرتبط با آسیب‌ها، به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم، از آسیب به قفسه سینه نشأت می‌گیرد (۲، ۱). به عنوان مثال، آسیب قفسه سینه به‌دنبال آسیب مغزی دومین علت شایع مرگ ناشی از حوادث رانندگی بوده که به حدود ۲۵ درصد از مرگ‌ها منجر می‌شود (۳).

آسیب قفسه سینه به دو دسته نافذ و غیرنافذ تقسیم شده که وضعیت آسیب و نفوذ به فضای قفسه سینه را مشخص می‌کند. آسیب‌های قفسه سینه می‌توانند بر روی انواع مختلف از ارگان‌ها و رگ‌های بزرگ در قفسه سینه تأثیر بگذارند؛ با این حال، عوارض تنفسی علت اصلی مرگ و میر ناشی از آسیب قفسه سینه محسوب می‌شوند. آسیب‌های شایع قفسه سینه مانند کانتیوژن ریه در ۲۰ درصد از بیماران آسیب ماژور دیده شده (۴) و شکستگی دنده‌ها نیز مشکلات متعددی مانند پنوموتوراکس، هموتوراکس، کانتیوژن ریه، شکستگی قفسه سینه شناور، آتلکتازی، اختلال تنفسی و مرگ را به دنبال دارد (۷-۵).

اسپیرومتری تشویقی از جمله راه‌کارهای توصیه شده برای توان بخشی تنفسی در بیماران مبتلا به آسیب قفسه سینه است (۸). این دستگاه با ترغیب بیماران به تنفس عمیق موجب اتساع برونش ها و تسهیل وضعیت اکسیژن‌رسانی می‌شود. البته میزان تحمل و همکاری بیمار در استفاده از این ابزار از اهمیت بالایی برخوردار است. اسپیرومتری تشویقی معمولاً برای جلوگیری از آتلکتازی ریه و کاهش عوارض ریوی پس از جراحی قلب، ریه یا احشاء استفاده می‌شود (۱۲-۹). گرچه استفاده تاریخی اسپیرومتری تشویقی به دهه ۱۹۷۰ باز می‌گردد، جامعه پزشکی در مورد اثربخشی اسپیرومتری تشویقی در بهبود تنفسی بیماران، به ویژه در آسیب‌های قفسه سینه، توافق نظر ندارد (۱۴، ۱۳).

طبق مطالعات به‌عمل آمده، دیدگاه‌های متضادی در مورد کارآیی اسپیرومتری در کاهش عوارض تنفسی در انواع مختلف جراحی‌ها ارائه شده که این امر مانع از رسیدن به یک دیدگاه مشترک جهت اجرای اسپیرومتری برای مدیریت آسیب قفسه سینه می‌باشد. دسته‌ای از مطالعات بالینی اسپیرومتری تشویقی را در قالب فیزیوتراپی تنفسی پس از جراحی شکم (۹)، یا تست‌های عملکرد تنفسی در بیماران همودیالیز (۱۵)، موجب کاهش عوارض تنفسی و بهبود عملکرد ریه در بیماران مبتلا به شکستگی‌های استخوان‌های دنده (۱۶)، کاهش مشکلات تنفسی در بیماران لوله‌گذاری شده در قفسه سینه (۱۷)، و کاهش عوارض تنفسی پس از جراحی در بیماران مبتلا به انسداد مزمن ریوی (۱۸) مؤثر دانسته‌اند. در دسته‌ای دیگر از مطالعات، اسپیرومتری تشویقی به تنهایی در کاهش عوارض تنفسی پس از جراحی‌های شکم و قفسه سینه کارآیی قابل توجهی ندانسته و با سایر اقدامات پیش‌گیرانه و تقویتی تفاوت معنی‌داری را گزارش ننموده‌اند (۲۲-۱۹). در نتیجه، تأثیر اسپیرومتری تشویقی در بهبود تنفسی بیماران دچار آسیب و یا جراحی ناحیه قفسه سینه ناشناخته مانده و ضرورت کارآزمایی‌های بالینی دقیق و گسترده‌تر را جهت استفاده مؤثر از این روش توان‌بخشی را می‌طلبد. بدین منظور،

CCBY-NC.4.0 DEED

مطالعه حاضر با هدف تعیین تأثیر استفاده از اسپیرومتری تشویقی بر عملکرد تنفسی و عوارض احتمالی پس از درج لوله قفسه سینه در بیماران با آسیب قفسه سینه طراحی و انجام شد.

مواد و روش‌ها

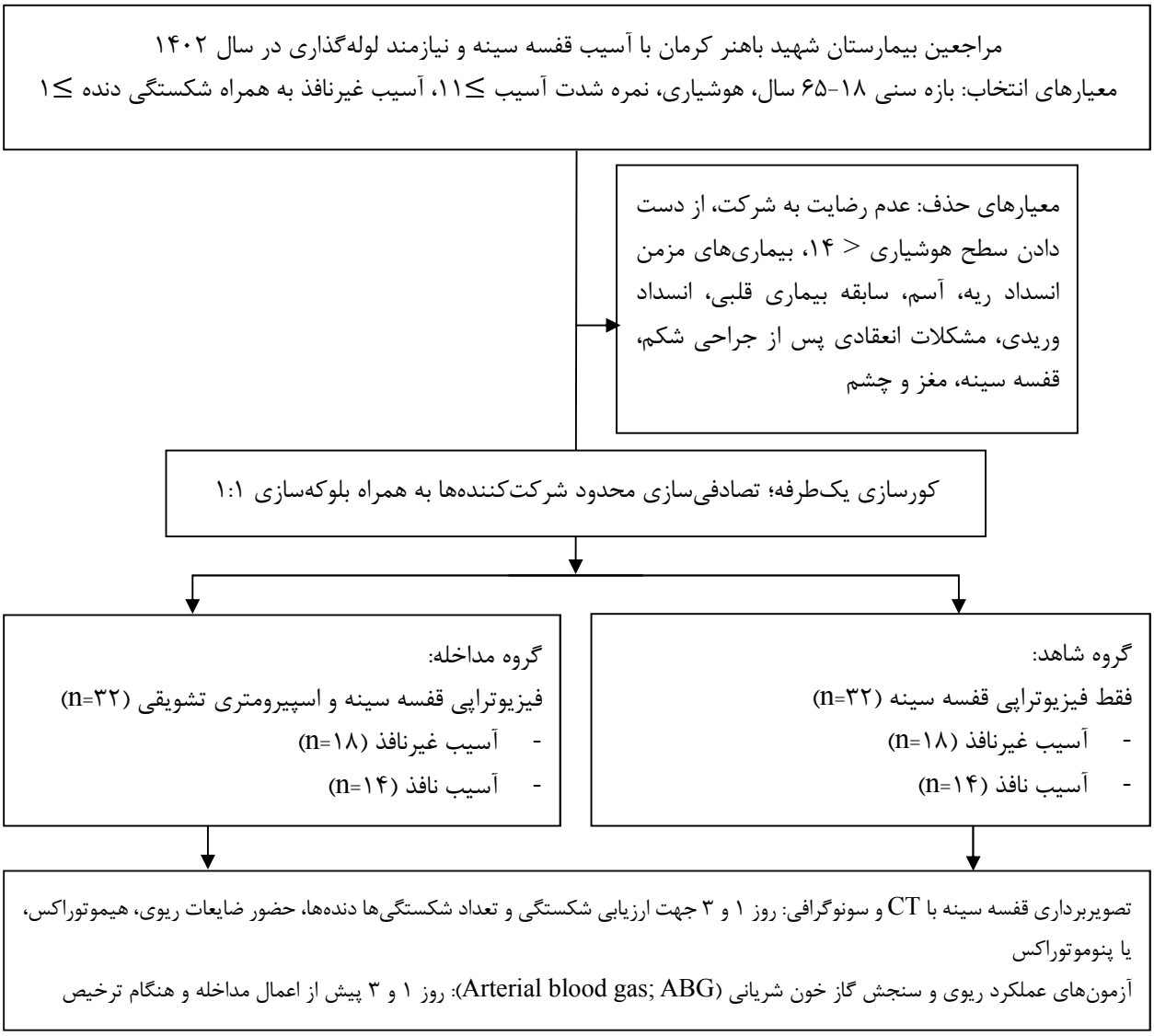
این مطالعه از نوع کارآزمایی بالینی تصادفی‌سازی شده کنترل دار است که بیماران با آسیب قفسه سینه که در سال ۱۴۰۲ به بیمارستان شهید باهنر کرمان مراجعه نموده بودند، وارد مطالعه شدند. این مطالعه مطابق راهنمای اخلاقی کارآزمایی‌های بالینی مصوب کشوری و موافقت از کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی کرمان و بیمارستان آموزشی شهید باهنر کرمان بر اساس دستورالعمل‌های مذکور به شماره IR.KMU.AH.REC.1402.012 در تاریخ ۱۴۰۲/۲/۶ به تصویب رسید و در سایت مرکز بین المللی ثبت کارآزمایی‌های بالینی ایران (www.IRCT.ir) به شماره IRTC2025210064698N1 ثبت شد. موافقت‌نامه‌های کتبی پس از اطلاع‌رسانی کامل از مراحل و ابعاد کارآزمایی با توضیح اهداف مطالعه، رویه‌های مداخله و تخصیص تصادفی به هر یک از دو گروه درمانی، از تمام شرکت‌کنندگان جمع‌آوری شد.

ویژگی‌های جمعیت شناختی (دموگرافیک) مرتبط با بیماری شامل سن (۱۸ تا ۶۵ سال)، جنسیت (مرد و زن)، و وضعیت تأهل (مجرد و متأهل) را شامل شد. معیار انتخاب بیماران شامل بازه سنی ۱۸ تا ۶۵ سال، آسیب قفسه سینه نافذ یا غیرنافذ که به تشخیص پزشک معالج نیازمند تعبیه لوله قفسه سینه بود. علاوه بر معیارهای ذکر شده، تمام بیماران بایستی از سطح هوشیاری GCS>۱۴ (Glasgow Coma Scale) برخوردار بوده و در صورت رجوع با آسیب غیرنافذ بایستی حداقل یک شکستگی دنده را شامل شوند. علاوه بر این، نمره شدت آسیب بیماران بایستی برابر یا بیشتر از ۱۱ در نظر گرفته شود (۲۳). معیارهای رد صلاحیت شامل از دست دادن هوشیاری، بیماری‌های مزمن انسداد ریه، آسم، سابقه بیماری قلبی، انسداد وریدی، مشکلات انعقادی پس از جراحی شکم، قفسه سینه، مغز و چشم بود (تصویر ۱).

پس از گزینش، مشخصات دموگرافیک بیماران شامل سن، جنسیت، وزن، و قد جمع‌آوری و شاخص توده بدنی (Body mass index; BMI) با تقسیم وزن (برحسب کیلوگرم) بر مربع قد (برحسب متر) محاسبه شد (۲۴). در این مطالعه چندین پارامتر و پیامد تحت بررسی قرار گرفت؛ اهداف اولیه این مطالعه شامل تغییرات و نتایج تست‌های عملکرد ریوی بود که در پایان روز سوم مطالعه از کلیه بیماران به‌عمل آمد. در ادامه، ارزیابی وضعیت اکسیژناسیون بیمار هر بار قبل و بعد از مداخله بود که ثبت شد. هم‌چنین، اهداف ثانویه شامل میزان عوارض پس از تعبیه لوله توراکوستومی از جمله پنومونی، اتکتازی، برونشیت و غیره نیز هر روز و تا زمان ترخیص بیماران ارزیابی شد. در صورت بروز عوارض پس از درج لوله قفسه سینه مانند التهاب ریه، آتلکتازیس، برونشیت، و غیره و یا درد قفسه سینه در بازه درمانی سه روزه هر یک از مداخلات اقدامات درمانی لازم انجام شد.

تمام بیماران مورد معاینات بالینی با استفاده از تصویربرداری توموگرافی کامپیوتری و سونوگرافی مورد ارزیابی قرار گرفتند تا شکستگی دنده‌ها، تعداد شکستگی‌ها، حضور ضایعات ریوی، هیموتوراکس، یا پنوموتوراکس مشخص شود. بر اساس تشخیص پزشک معالج، بیماران به درمان محافظتی به‌وسیله بی‌هوشی موضعی و درج لوله قفسه سینه تحت پروتکل های تعریف و تثبیت شده قرار گرفتند. انتوباسیون برای تمام بیماران با استفاده از یک لوله توراکوستومی استاندارد انجام شد که بین فضای انترکوستال پنجم یا ششم، بعد از خط میانی آکسیلاری درج شد. در گروه مداخله هر دو روند اسپیرومتری تشویقی و فیزیوتراپی تنفسی استفاده شد، در حالی‌که در گروه شاهد تنها تمرینات فیزیوتراپی تنفسی انجام شد.

CCBY-NC.4.0 DEED



تصویر ۱- فلودیاگرام کانسورت شامل مراحل انتخاب و رد صلاحیت شرکت‌کنندگان و مراحل ارزیابی

روش صحیح اسپیرومتری تشویقی شامل قرارگیری بیمار به حالت نیمه نشسته و حفظ تنفس عمیق حداکثر برای ۲ تا ۳ ثانیه و سپس بازدم صورت می‌گیرد. این روند روزانه به‌مدت حداقل یک ساعت برای سه روز متوالی به صورت روزانه ۱۰ بار در گروه مداخله انجام شد. تمرینات فیزیوتراپی تنفسی همراه با تنفس عمیق بر اساس برنامه زمان‌بندی شده ثابت و تحت نظارت دو پرستار آموزش دیده در هر دو گروه انجام شد. پیش از اعمال مداخله و هنگام ترخیص، نمونه‌های گاز خون شریانی و آزمون‌های عملکرد ریوی با استفاده از اسپیرومتری بر روی بیماران هر دو گروه انجام شد. تمام ارزیابی‌های اسپیرومتری با استفاده از دستگاه اسپیرومتری (مدل سه توپ، شرکت ارتوطب، ساخت ایران) موجود در بیمارستان شهید باهنر و در شرایط یکسان انجام شد.

حجم نمونه با توجه به گزارشات پیشین (۱۶) و لحاظ کردن احتمال خطای نوع یک (α) برابر با ۰/۰۵ و توان آزمون (1-β) برابر با ۹۵ درصد توسط فرمول ذیل محاسبه شد.

$$n = \frac{\left(z_{1-\alpha/2} + z_{1-\beta}\right)^2 (\sigma_1^2 + \sigma_2^2)}{(\mu_1 - \mu_2)^2}$$

CCBY-NC.4.0 DEED

در این محاسبات میانگین (μ) و انحراف معیار (σ) اشباع اکسیژن (درصد) (capillary oxygen saturation; Peripheral SpO2) برای گروه‌های مداخله و شاهد به ترتیب، با لحاظ کردن مقادیر ۶۶/۶۶ (۱۶/۹۷) و ۷۹/۹۷ (۱۳/۰۴) محاسبه شد. بنابراین، هر یک از گروه‌ها نیازمند ۳۲ نفر شرکت‌کننده بوده که در مجموع ۶۴ بیمار در مطالعه ثبت‌نام و به‌صورت تصادفی به گروه درمانی مختلف شاهد و مداخله تخصیص یافتند.

در این مطالعه از روش تصادفی‌سازی محدود (Restricted randomization) از نوع تصادفی‌سازی بلوکی (Block Rrandomization) با نسبت ۱:۱ و سایز بلوکی چهار استفاده شد. جهت تصادفی‌سازی نمونه‌ها از نرم‌افزار Random allocation software نسخه ۲/۰ استفاده شد. این نرم‌افزار علاوه بر تصادفی سازی ساده قادر به تولید توالی تصادفی به روش بلوک‌سازی بوده و در نتیجه این نرم‌افزار جهت تصادفی‌سازی هم‌زمان با بلوکه‌سازی نمونه‌ها (تخصیص تصادفی نمونه‌ها به هر گروه) مورد استفاده صورت گرفت. جهت حفظ یکنواختی (Homogeneity) توزیع نمونه‌ها و فراوانی نوع آسیب‌های قفسه سینه (نافذ و غیرنافذ) گروه شاهد و مداخله مشمول ۱۸ بیمار با آسیب غیرنافذ و ۱۴ بیمار با آسیب نافذ در قفسه سینه شدند. قابل ذکر است، به منظور کور سازی مطالعه، یک آمارگر مستقل از مطالعه مسئولیت تخصیص تصادفی شرکت‌کنندگان را به هر یک از دو گروه و آنالیز نهایی داد ه‌ها را بر عهده گرفت. در نتیجه در این مطالعه از کورسازی یک طرفه بهره‌برداری شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها شامل آمار توصیفی برای متغیرهای کمی و کیفی با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ صورت گرفت. برای مقایسه گروه‌ها، از آزمون آماری مجذور کای و آزمون دقیق فیشر جهت متغیرهای کیفی و آزمون *t* مستقل برای متغیرهای کمی با در نظر گرفتن سطح معنی‌داری ۰/۰۵ صورت گرفت.

نتایج

میانگین و انحراف معیار سن بیماران شرکت کننده ۱۰/۴۱ ± ۲۸/۷۲ سال و توزیع جنسیتی بیماران شامل ۵ زن (۷/۸ درصد) و ۵۹ مرد (۹۲/۲ درصد) بود. از این تعداد ۲۹ نفر مرد و ۳ زن به گروه شاهد و ۳۰ نفر مرد و ۲ نفر زن به گروه مداخله تخصیص داده شد. در مقایسه توزیع فراوانی جنسیت بیماران گروه شاهد و مداخله تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (P=۰/۳۸۲). هم‌چنین، مقایسه میانگین سنی، شاخص توده بدنی، میزان اشباع اکسیژن ریوی، و وضعیت گاز خون شریانی شامل pH، pO2 (Partial pressure of oxygen) و pCO2 (Partial pressure of carbon dioxide) پیش از مداخله بین بیماران گروه شاهد و مداخله تفاوت معنی‌داری را نشان نداد (P>۰/۰۵) (جدول ۱).

جدول ۱- مشخصات دموگرافیک بیماران با آسیب قفسه سینه نافذ و غیرنافذ در بیمارستان شهید باهنر کرمان در سال ۱۴۰۲ برحسب گروه‌های مورد بررسی

متغیر	شاهد (n=۳۲) انحراف معیار ± میانگین	مداخله (n=۳۲) انحراف معیار ± میانگین	مقدار P
سن (سال)	۲۸/۲۵ ± ۸/۶۲	۲۹/۲۰ ± ۹/۸۷	۰/۴۱۱
شاخص توده بدنی (کیلوگرم/مترمربع)	۲۳/۵۴ ± ۳/۵۸	۲۴/۰۴ ± ۳/۹۳	۰/۲۳۲
اشباع اکسیژن خون محیطی (درصد)	۹۶/۳۶ ± ۲/۱۹	۹۵/۸۶ ± ۲/۷۰	۰/۵۷۰
pH خون شریانی	۷/۳۵ ± ۰/۲۸	۷/۳۶ ± ۰/۳۲	۰/۷۴۱
فشاراکسیژن خون شریانی (میلی‌متر جیوه)	۸۸/۳۱ ± ۲/۴۵	۸۶/۹۰ ± ۲/۶۸	۰/۶۶۳
فشار دی اکسید کربن خون شریانی (میلی‌متر جیوه)	۴۱/۲۵ ± ۳/۰۸	۴۲/۳۹ ± ۲/۹۷	۰/۵۰۱

آزمون t مستقل، P<۰/۰۵ اختلاف معنی‌دار

CCBY-NC.4.0 DEED

بررسی پارامترهای عملکرد ریه عدم تفاوت معنی‌دار را بین بیماران دچار آسیب غیرنافذ در گروه شاهد و گروه مداخله قبل از مداخلات را نشان داد (P>۰/۰۵) (جدول ۲)، در حالی‌که پس از مداخلات (یعنی فیزیوتراپی تنها در گروه شاهد و فیزیوتراپی با اسپیرومتری تشویقی در گروه مداخله) نتایج عملکرد ریه بیماران دچار آسیب غیرنافذ در هر دو گروه افزایش معنی‌داری در ظرفیت حجم اجباری (Forced vital capacity; FVC) و حداکثر حجم پرفشار بازدمی در ثانیه اول (Forced expiratory volume/1second; FEV1) و همین طور نسبت این دو پارامتر (FEV1/FVC) را نشان دادند (P<۰/۰۵). همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، بیماران دچار آسیب غیرنافذ که فقط تحت فیزیوتراپی تنفسی بودند (گروه شاهد)، ۰/۲ لیتر افزایش در FVC داشتند، در حالی‌که بیماران تحت درمان با اسپیرومتری تشویقی علاوه بر فیزیوتراپی بودند (گروه مداخله)، ۳/۸ لیتر افزایش (۹/۹ درصد) در FVC را تجربه کردند که تفاوت معنی‌داری را بین دو روش درمانی را نشان می‌دهد (P=۰/۰۰۱) (جدول ۲).

به‌طور مشابه، گروه شاهد تقریباً ۰/۲۳ لیتر افزایش در FEV1 (۷/۱ درصد) و گروه مداخله، ۰/۴۱ لیتر افزایش در FEV1 (۱۲/۴ درصد) داشتند که تفاوت معنی‌دار بین دو گروه را نشان می‌دهد (P=۰/۰۰۱). هم‌چنین، بررسی نسبت FEV1/FVC در هر دو گروه از بیماران دچار آسیب غیرنافذ نیز پس از مداخله افزایش معنی‌دار را نشان داد. بیماران گروه شاهد افزایش ۵/۱۵ درصد و گروه مداخله افزایش ۶ درصد در نسبت FEV1/FVC را نشان داد که از نظر آماری نیز معنی‌دار بود (P=۰/۰۲۱).

همان‌طور که در ادامه جدول ۲ نشان داده شده است، در بیماران دچار آسیب نافذ پارامترهای عملکرد ریه بین گروه شاهد و مداخله تفاوت معنی‌داری قبل از مداخلات را نشان نداده (P>۰/۰۵) و مشابه آسیب‌های غیرنافذ، تنها پس از مداخلات افزایش معنی‌داری در FVC، FEV1 و نسبت FEV1/FVC بین گروه شاهد و مداخله مشاهده شد. این نتایج (۰/۱۸ لیتر) در FVC (۴/۸ درصد) گروه شاهد و ۰/۳۴ لیتر افزایش در FVC مشاهده شد که از نظر آماری اختلاف معنی‌دار را بین دو گروه درمانی را نشان می‌دهد (P=۰/۰۰۱).

علاوه بر این، گروه بیماران شاهد افزایش (۰/۱۴ لیتر) FEV1 (۴/۴ درصد) و گروه مداخله افزایش ۰/۲۵ لیتر در FEV1 (۷/۹ درصد) را نشان دادند که اختلاف معنی‌داری را بین دو گروه نشان می‌دهد (P=۰/۰۰۱). به‌طور مشابه، نسبت FEV1/FVC پس از مداخله در هر دو گروه بیماران دچار آسیب نافذ افزایش یافت. نسبت FEV1/FVC در گروه شاهد افزایش ۳/۶۶ درصد و گروه مداخله افزایش ۴/۰۸ درصد را نشان داد که از لحاظ آماری تفاوت معنی‌دار بین دو گروه را نیز نشان می‌دهد (P=۰/۰۱۱).

CCBY-NC.4.0 DEED

جدول ۲- مقایسه میانگین پارامترهای تست عملکرد ریه قبل و بعد از مداخله بین گروه شاهد و مداخله در بیماران با آسیب غیرنافذ و نافذ در بیمارستان شهید باهنر کرمان در سال ۱۴۰۲

نوع آسیب	متغیرهای عملکرد ریه	مرحله	شاهد (n=۳۲) انحراف معیار ± میانگین	مداخله (n=۳۲) انحراف معیار ± میانگین	مقدار P
بیماران با آسیب غیرنافذ	**ظرفیت حیاتی اجباری** FVC (لیتر)	قبل از مداخله	۳/۸۱ ± ۰/۸۶	۳/۸۴ ± ۰/۹۲	۰/۳۹۲
		بعد از مداخله	۴/۰۱ ± ۰/۷۹	۴/۲۲ ± ۰/۶۸	۰/۰۳۱
		تفاوت قبل و بعد مداخله	۰/۲۰ ± ۰/۰۴	۰/۳۸ ± ۰/۰۵	۰/۰۰۱
	حجم بازدمی اجباری FEV1 (لیتر)	قبل از مداخله	۳/۲۴ ± ۰/۷۸	۳/۳۰ ± ۰/۸۴	۰/۲۸۲
		بعد از مداخله	۳/۴۷ ± ۰/۹۵	۳/۷۱ ± ۰/۹۹	۰/۰۳۷
		تفاوت قبل و بعد مداخله	۰/۲۳ ± ۰/۰۳	۰/۴۱ ± ۰/۰۲	۰/۰۰۱
	حجم بازدمی در ثانیه FEV1/FVC	قبل از مداخله	۸۰/۴۱ ± ۴/۶۶	۸۱/۸۰ ± ۴/۴۹	۰/۶۴۱
		بعد از مداخله	۸۴/۵۵ ± ۴/۸۰	۸۶/۷۰ ± ۵/۴۱	۰/۰۲۴
		تفاوت قبل و بعد مداخله	۴/۱۴ ± ۰/۵۸	۴/۹۰ ± ۰/۶۸	۰/۰۲۱
بیماران با آسیب نافذ	**ظرفیت حیاتی اجباری** FVC (لیتر)	قبل از مداخله	۳/۷۲ ± ۰/۸۶	۳/۶۹ ± ۰/۹۲	۰/۱۷۰
		بعد از مداخله	۳/۹۰ ± ۰/۷۹	۴/۰۳ ± ۰/۶۸	۰/۳۳۱
		تفاوت قبل و بعد مداخله	۰/۱۸ ± ۰/۰۳	۰/۳۴ ± ۰/۰۷	۰/۰۰۱
	حجم بازدمی اجباری FEV1 (لیتر)	قبل از مداخله	۳/۱۶ ± ۰/۵۸	۳/۱۵± ۰/۶۵	۰/۸۲۳
		بعد از مداخله	۳/۳۰ ± ۰/۹۵	۳/۴۰ ± ۰/۹۹	۰/۰۳۹
		تفاوت قبل و بعد مداخله	۰/۱۴ ± ۰/۰۲	۰/۲۵± ۰/۰۳	۰/۰۰۱
	حجم بازدمی در ثانیه FEV1/FVC	قبل از مداخله	۸۱/۰۴ ± ۳/۲۶	۸۰/۹۴ ± ۵/۱۱	۰/۱۳۲
		بعد از مداخله	۸۴/۷۰ ± ۴/۳۱	۸۵/۰۲ ± ۴/۷۴	۰/۰۱۱
		تفاوت قبل و بعد مداخله	۳/۶۶ ± ۰/۵۳	۴/۰۸ ± ۰/۴۸	۰/۰۰۱

آزمون t مستقل، P<۰/۰۵ اختلاف معنی‌دار

جدول ۳، مقایسه تغییرات پارامترهای گاز خون شریانی (ABG) بین دو گروه درمانی را در بیماران دچار آسیب غیرنافذ و نافذ قفسه سینه را نشان می‌دهد. بررسی تأثیر مداخله اسپیرومتری تشویقی بر بیماران دچار آسیب غیرنافذ افزایش قابل توجهی را در سطح اکسیژن اشباع یا SpO۲ (۹۷/۱۲ درصد) را نسبت به گروه شاهد که تنها از فیزیوتراپی تنفسی استفاده کردند (۹۶/۹۸ درصد) نشان داد. تغییر در سطوح SpO۲ در گروه مداخله نشان داد که پس از اعمال مداخلات (با افزایش۳/۲۶ درصد) از سطح معنی‌دار و بالاتری نسبت به گروه شاهد (با افزایش ۲/۸۸ درصد) برخوردار شد (P=۰/۰۰۶). این در حالی است که تفاوت معنی‌داری در پارامتر pH پس از مداخلات در بیماران دچار آسیب غیرنافذ در قفسه سینه مشاهده نشد (P=۰/۲۴۲).

بررسی بیشتر نتایج ABG نشان داد که هر دو گروه بیمار دچار آسیب غیرنافذ پس از مداخله سطوح بالاتری از pO۲ نسبت به قبل را نشان می‌دهند. با توجه به افزایش pO۲ پس از مداخله، تفاوت بین گروه شاهد و مداخله از لحاظ آماری معنی‌دار بود

CCBY-NC.4.0 DEED

(P=۰/۰۲۶). این در حالی است که افزایش ۴/۶۱ درصد در گروه مداخله (به میزان ۴/۰۲ میلی‌متر جیوه) نسبت با افزایش ۳/۵۸ درصد در گروه شاهد (به میزان ۳/۱۴ میلی‌متر جیوه) از سطح معنی‌داری بالاتری برخوردار بود (P=۰/۰۲۶). علاوه بر این، بیماران گروه مداخله دارای فشار نسبی دی‌اکسید کربن (pCO2) پایین تری نسبت به بیماران گروه شاهد، به ترتیب با مقادیر ۳۹/۳۸ میلی‌متر جیوه و ۳۹/۴۴ میلی‌متر جیوه، بودند. کاهش سطوح pCO۲ پس از اعمال مداخله بین گروه مداخله و شاهد محسوس و از لحاظ آماری معنی‌دار بود (P=۰/۰۳۱).

در ادامه، جدول ۳، نتایج ABG بیماران با آسیب نافذ وضعیت بهتری را در بیمارانی که علاوه بر فیزیوتراپی تنفسی از اسپیرومتری تشویقی نسبت به بیمارانی که صرفاً از فیزیوتراپی تنفسی بهره بردند، را نشان می‌دهند. قابل ذکر است که هر دو گروه مداخله و شاهد سطوح بالاتری از pO2 را پس از مداخله نسبت به پیش از آن نشان دادند. تغییرات پس از مداخله، با افزایش ۱/۹۸ میلی‌متر جیوه در گروه مداخله (۲/۲۵ درصد) نسبت به افزایش ۳/۱۵ میلی‌متر جیوه در گروه شاهد (۳/۶ درصد) مشاهده شد، از نظر آماری معنی‌دار بود (P=۰/۰۱۴). از طرفی، سطوح اشباع اکسیژن (SpO2) در گروه مداخله افزایش بیشتری نسبت به گروه شاهد نشان داد، با این حال این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار نبود (P=۰/۲۲۲). به‌طور مشابه، تفاوت معنی‌داری در پارامترهای دیگر مانند pH و فشار نسبی دی اکسید کربن (pCO2) نیز مشاهده نشد (P>۰/۰۵).

جدول ۳- مقایسه میانگین پارامترهای آنالیز گاز خون شریانی قبل و بعد از مداخله بین گروه شاهد و مداخله در بیماران با آسیب غیرنافذ و نافذ در بیمارستان شهید باهنر کرمان در سال ۱۴۰۲

نوع آسیب	متغیر گاز خون شریانی	آزمون	شاهد (n=۳۲) انحراف معیار ± میانگین	مداخله (n=۳۲) انحراف معیار ± میانگین	مقدار P
بیماران با آسیب غیرنافذ	اشباع اکسیژن خون محیطی (درصد)	قبل از مداخله	۹۴/۱۰ ± ۲/۴۵	۹۳/۸۶ ± ۲/۹۲	۰/۴۸۱
		بعد از مداخله	۹۶/۹۸ ± ۲/۳۰	۹۷/۱۲ ± ۲/۶۴	۰/۰۴۲
		تفاوت قبل و بعد مداخله	۲/۸۸ ± ۰/۳۳	۳/۲۶ ± ۰/۰۹	۰/۰۰۶
	pH خون شریانی	قبل از مداخله	۷/۴۱ ± ۰/۳۹	۷/۳۹ ± ۰/۴۴	۰/۳۲۰
		بعد از مداخله	۷/۴۳ ± ۰/۲۵	۷/۴۲ ± ۰/۵۱	۰/۲۴۲
		تفاوت قبل و بعد مداخله	۰/۰۲ ± ۰/۰۶	۰/۰۳ ± ۰/۰۸	۰/۰۹۱
	فشاراکسیژن خون شریانی (میلی‌متر جیوه)	قبل از مداخله	۸۷/۶۲ ± ۲/۶۶	۸۷/۲۰ ± ۲/۹۵	۰/۵۳۲
		بعد از مداخله	۹۰/۷۶ ± ۲/۳۸	۹۱/۲۲ ± ۲/۱۹	۰/۰۳۱
		تفاوت قبل و بعد مداخله	۳/۱۴ ± ۰/۸۹	۴/۰۲ ± ۰/۷۲	۰/۰۲۶
	فشار دی اکسید کربن خون شریانی (میلی‌متر جیوه)	قبل از مداخله	۴۰/۴۶ ± ۳/۲۲	۴۱/۰۲ ± ۳/۱۷	۰/۰۷۲
		بعد از مداخله	۳۹/۴۴ ± ۲/۸۲	۳۹/۳۸ ± ۲/۳۳	۰/۱۵۱
		تفاوت قبل و بعد مداخله	۱/۰۲ ± ۰/۵۹	۱/۶۴ ± ۰/۸۳	۰/۰۳۱
بیماران با آسیب نافذ	اشباع اکسیژن خون محیطی (درصد)	قبل از مداخله	۹۶/۳۶ ± ۲/۱۹	۹۵/۸۶ ± ۲/۷۰	۰/۵۷۲
		بعد از مداخله	۹۷/۲۰ ± ۱/۸۱	۹۷/۵۱ ± ۱/۵۳	۰/۰۸۱
		تفاوت قبل و بعد مداخله	۰/۸۴ ± ۰/۰۲	۱/۶۴ ± ۰/۰۹	۰/۲۲۲

CCBY-NC.4.0 DEED

pH خون شریانی	قبل از مداخله	۷/۳۵ ± ۰/۲۸	۷/۳۶ ± ۰/۳۲	۰/۷۴۳
	بعد از مداخله	۷/۳۹ ± ۰/۱۶	۷/۴۰ ± ۰/۲۱	۰/۱۰۲
	تفاوت قبل و بعد مداخله	۰/۰۴ ± ۰/۰۱	۰/۰۴ ± ۰/۰۲	۰/۳۵۰
فشار اکسیژن خون شریانی (میلی‌متر جیوه)	قبل از مداخله	۸۸/۳۳ ± ۰۲/۴۵	۸۷/۹۱ ± ۲/۶۸	۰/۶۶۱
	بعد از مداخله	۹۰/۲۸ ± ۲/۶۶	۹۱/۰۵ ± ۲/۳۵	۰/۰۴۴
	تفاوت قبل و بعد مداخله	۱/۹۸ ± ۰/۵۸	۳/۱۵ ± ۰/۰۴	۰/۰۱۴
فشار دی اکسید کربن خون شریانی (میلی‌متر جیوه)	قبل از مداخله	۴۱/۲۵ ± ۳/۰۸	۴۱/۳۹ ± ۲/۹۷	۰/۵۰۱
	بعد از مداخله	۳۹/۷۷ ± ۲/۸۲	۴۰/۱۲ ± ۲/۳۳	۰/۳۴۲
	تفاوت قبل و بعد مداخله	۱/۴۸ ± ۰/۸۳	۱/۲۷ ± ۰/۵۱	۰/۰۸۲

آزمون t مستقل، P<۰/۰۵ اختلاف معنی‌دار

بررسی عوارض تعبیه لوله پس از مداخله در جدول ۴ نشان داده شده‌اند. عوارضی چون هماتوراکس یا التهاب ریه پس از قرارگیری لوله تراکئوستومی در هیچ یک از بیماران مشاهده نشد. با این حال، در میان بیماران مبتلا به آسیب غیرنافذ قفسه سینه، ۴ مورد آتلکتازی ریه (۲۲/۲ درصد) در گروه شاهد و ۱ مورد (۵۵/۵ درصد) در گروه مداخله مشاهده شد که این موارد در گروه شاهد به طور معنی‌داری بیشتر بود (P=۰/۰۲۸). یک مورد آتلکتازی هم‌چنین در گروه شاهد بیماران مبتلا به آسیب نافذ قفسه سینه مشاهده شد، در حالی که هیچ موردی در گروه مداخله وجود نداشت؛ با این حال، این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار نبود (P=۰/۴۱۲). علاوه بر این، دو مورد (۱۱/۱ درصد) جابه‌جایی یا انسداد لوله تراکئوستومی در گروه مداخله بیماران آسیب غیرنافذ نیز مشاهده شد. در مقابل، تنها یک مورد (۵/۵۵ درصد) از این عوارض در گروه شاهد رخ داد که از نظر آماری معنی‌دار نبود (P=۰/۳۸۳). در میان بیماران مبتلا به آسیب نافذ قفسه سینه، یک مورد جابه‌جایی یا مسدود شدن لوله تراکئوستومی در گروه مداخله مشاهده شد، در حالی که هیچ حادثه‌ای از این نوع در گروه شاهد رخ نداد. با این حال، این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار نبود (P=۰/۶۲۲). علاوه بر این، یک مورد نوموتوراکس در گروه مداخله بیماران با آسیب نافذ رخ داد، در حالی که هیچ موردی از نوموتوراکس در گروه شاهد مشاهده نشد. با این حال، تفاوت مشاهده شده از نظر آماری معنی‌دار نبود (P=۰/۱۸۱). به‌طور کلی، تفاوت معنی‌دار از لحاظ آماری بین گروه شاهد و مداخله در میزان وقوع عوارض تنفسی بیماران با آسیب نافذ (P=۱/۰۰۰) و غیرنافذ (P=۰/۰۶۶) قفسه سینه مشاهده نشد.

CCBY-NC.4.0 DEED

جدول ٤- مقایسه توزیع فراوانی عوارض پس از انجام مداخله بین گروه شاهد و مداخله در بیماران با آسیب غیرنافذ و نافذ در بیمارستان شهید باهنر کرمان در سال ۱۴۰۲

عوارض تنفسی	نوع آسیب	شاهد (n=۳۲)		مداخله (n=۳۲)		مقادیر P
		فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	
هموتوراکس	غیرنافذ	۰	۰/۰	۰	۰/۰	۱/۰۰۰
	نافذ	۰	۰/۰	۰	۰/۰	۱/۰۰۰
نوموتوراکس	غیرنافذ	۰	۰/۰	۰	۰/۰	۱/۰۰۰
	نافذ	۰	۰/۰	۱	۷/۱	۰/۱۸۱
آتلکتازی	غیرنافذ	۴	۲۲/۲	۱	۵/۵	۰/۰۲۸
	نافذ	۱	۱۴/۲	۰	۰/۰	۰/۴۱۲
پنومونی	غیرنافذ	۰	۰/۰	۰	۰/۰	۱/۰۰۰
	نافذ	۰	۰/۰	۰	۰/۰	۱/۰۰۰
جابه‌جایی/ انسداد لوله توراکوستومی	غیرنافذ	۱	۵/۵	۲	۱۱/۱	۰/۳۸۳
	نافذ	۰	۰/۰	۱	۷/۱	۰/۶۲۲
وقوع عارضه	غیرنافذ	۵	۲۷/۸	۳	۱۵/۶	۰/۰۶۶
	نافذ	۱	۷/۱	۱	۱۴/۳	۱/۰۰۰

آزمون دقیق فیشر، P<۰/۰۵ اختلاف معنی‌دار

بحث

روش‌های فعلی برای افزایش عملکرد ریه مانند اسپیرومتری تشویقی می‌تواند به اتساع و بهبود عملکرد ریه استفاده شوند. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که استفاده ترکیبی از اسپیرومتری تشویقی و فیزیوتراپی تنفسی، عملکرد ریه را بهبود می‌بخشد، به‌طوری که باعث افزایش ظرفیت حجمی اجباری (FVC)، حجم باز دم تنفسی اجباری در یک ثانیه (FEV1) و نسبت این دو (FEV1/FVC) در بیماران مبتلا به آسیب نافذ و غیرنافذ قفسه سینه می‌گردد. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که استفاده هم‌زمان از اسپیرومتری تشویقی و فیزیوتراپی تنفسی منجر به افزایش ۹/۹ درصد در FVC در بیماران مبتلا به آسیب غیرنافذ قفسه سینه و افزایش ۹/۲ درصد در بیماران مبتلا به آسیب نافذ قفسه سینه می‌شود. این نتایج با یافته‌های Sum و همکاران (۱۶) مطابق بوده که افزایش ۱۸/۶ درصد در FVC بیماران با شکستگی استخوان‌های دنده پس از استفاده از اسپیرومتری تشویقی را گزارش دادند. این مطالعه هم‌چنین نشان داد که استفاده از اسپیرومتری باعث افزایش ۱۹/۵ درصد در FEV1 موجب تسریع بهبودی بیماران می شود که این میزان در مطالعه حاضر به ترتیب در بیماران با تروما غیرنافذ و نافذ به ترتیب ۶ درصد و ۷/۹ درصد به‌دست آمد. نتایج مطالعه Alaparthi و همکاران نیز تأثیر به سزای اسپیرومتری تشویقی را در بهبود FVC و FEV1 بیماران تحت عمل جراحی شکم گزارش دادند (۲۵). این موضوع نشانگر اهمیت استفاده از اسپیرومتری و تأثیر مفید آن به‌ویژه در بیماران با آسیب نافذ قفسه سینه می‌باشد.

اگرچه یافته‌های این مطالعه بهبودهای آماری معناداری را در پارامترهای عملکرد ریوی و اکسیژناسیون خون در گروه

CCBY-NC.4.0 DEED

دریافت‌کننده اسپیرومتری تشویقی نشان داد، این سؤال مهم مطرح است که آیا این بهبودها از نظر بالینی نیز حائز اهمیت هستند؟ اهمیت بالینی معمولاً به تغییراتی اطلاق می‌شود که نه تنها از نظر آماری قابل تشخیص باشند، بلکه تأثیر محسوس و معنی‌دار بر روند بهبودی بیمار، کیفیت زندگی، یا کاهش عوارض عمده داشته باشند. برای مثال، در مطالعات تنفسی، بهبودی بالینی معمولاً با معیارهایی مانند افزایش حداقل ۱۰ درصد در FVC یا FEV1 (۲۶)، افزایش بیش از ۴ میلی‌متر جیوه در pO_2 شریانی (۲۷)، یا کاهش قابل ملاحظه در مدت زمان بستری یا نیاز به اکسیژن مکمل سنجیده می‌شود (۱۰). در مطالعه حاضر، میانگین افزایش FVC در گروه مداخله حدود ۹/۹ درصد برای آسیب غیرنافذ و ۹/۲ درصد برای آسیب نافذ بود که به آستانه ۱۰ درصد نزدیک است و می‌تواند نشان‌دهنده یک روند بالینی مثبت باشد. به طور مشابه، کاهش معنادار در بروز آتلکتازی (از ۲۲/۲ درصد به ۵/۵ درصد) در گروه آسیب غیرنافذ، خود یک پیامد بالینی بسیار مرتبط و مهم محسوب می‌شود، زیرا آتلکتازی می‌تواند منجر به عفونت، طولانی‌تر شدن مدت بستری و افزایش هزینه‌های درمانی شود.

در مقابل، Agostini و همکاران در مطالعه خود گزارش داد استفاده از اسپیرومتری تشویقی عملکرد ریه و میزان FVC و FEV1 را نسبت به فیزیوتراپی تنفسی بهبود نمی‌بخشد (۱۰). هم‌چنین، Renault و همکاران نیز تفاوت معنی‌داری در میزان FVC و FEV1 در بین بیماران تحت عمل جراحی عروق کرونر بین بیمارانی که تنها فیزیوتراپی را دریافت کردند با بیمارانی که هم‌زمان از اسپیرومتری استفاده کردند، مشاهده نشد (۱۱). با این حال، عملکرد تنفسی کاربران اسپیرومتری بهبود عمل نشان داد به نحوی که استفاده از اسپیرومتری به طور کمی باعث افزایش سطوح اکسیژن خون شریانی (pO2) در بیماران شد. دلیل تفاوت نتایج در این مطالعه را می‌توان به میانگین سنی بیماران این مطالعه نسبت داد که از مطالعه حاضر به‌طور قابل توجهی بالاتر بود. هم‌چنین، بیماران دارای بیماری قلبی جدی بودند در حالی که بیماران تحت بررسی در مطالعه کنونی فاقد هرگونه مشکل زمینه‌ای جدی از جمله بیماری قلبی-عروقی بودند که می‌تواند باعث تفاوت مشاهده شده در نتایج باشد.

برخلاف مطالعه حاضر در مطالعه انجام شده توسط Afrasiabi و همکاران مقایسه حجم های ریوی بیماران با یا بدون استفاده از اسپیرومتری تشویقی تغییرات معنی‌داری را در هیچ کدام از پارامترهای FVC، FEV1 و FVC/FEV1 نشان نداد (۲۸). دلیل تفاوت در نتایج را می‌توان به طول مدت و تعداد دفعات استفاده از اسپیرومتری تشویقی در مطالعه مذکور و کارآزمایی بالینی حاضر دانست. در مطالعه حاضر اسپیرومتری تشویقی بمدت سه روز متناوب و ۱۰ مرتبه در روز مورد استفاده قرار گرفت، در حالی‌که مطالعه Afrasiabi اسپیرومتری تشویقی تنها به‌مدت یک روز و سه مرتبه قبل و بعد از جراحی اعمال شد. در نتیجه میزان به کارگیری اسپیرومتری تشویقی در طول دوره درمانی می‌تواند رابطه مستقیمی با میزان بهبودی بیماران داشته باشد، هر چند مطالعات جامع‌تری جهت تعیین تعداد دفعات و طول دوره برای انواع آسیب‌های قفسه سینه بایستی تعیین و ارزیابی گردد.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که استفاده از اسپیرومتری تشویقی به میزان مختصری باعث افزایش معنی‌دار فشار اکسیژن خون شریانی (pO2) در هر دو گروه بیماران با آسیب نافذ و غیرنافذ می گردد. در مطالعه Afrasiabi نیز گزارش شد فشار اکسیژن

CCBY-NC.4.0 DEED

خون شریانی pO2 در بیمارانی که از اسپیرومتری تشویقی استفاده می‌کنند به میزان اندکی افزایش می‌یابد که مطابق با نتایج مطالعه حاضر می‌باشد. هم‌چنین، مشابه با نتایج مطالعه یاد شده فشار دی اکسید کربن خون شریانی (pCO2) با استفاده از اسپیرومتری تشویقی یا عدم استفاده از آن در بیماران با آسیب نافذ تفاوتی نداشت (۲۹)؛ در مطالعه حاضر درصد اشباع اکسیژن خون (SpO2) در بیماران با آسیب نافذ تفاوتی بین دو گروه نداشت، اما در بیماران با آسیب غیرنافذ در گروه استفاده کننده از اسپیرومتری تشویقی بالاتر بود؛ طی گزارش Metin و همکاران، اشباع اکسیژن روز اول بیماران با مقادیر پس از عمل تفاوت معنی‌داری نداشت که حاکی از آن است که بافت ریه کلاپس شده، اشباع اکسیژن را مختل نمی‌کند (۳۰)؛ این در حالی است که در مطالعه Afrasiabi مشابه با آن‌چه برای pO2 دیده شد، اشباع اکسیژن خون نیز در بیمارانی که از اسپیرومتری تشویقی استفاده می‌کردند، افزایش بیشتری داشت (۲۸).

طبق نتایج به‌دست آمده میزان بروز کلی عوارض در گروه مداخله و کنترل تفاوتی وجود نداشت؛ علاوه بر این، استفاده از اسپیرومتری با کاهش احتمال آتلکتازیس ریه همراه بود. یافته‌های Sum و همکاران نیز میزان بروز عوارض ریوی در بیماران تحت تیمار اسپیرومتری تشویقی با بیمارانی که از آن استفاده نمی‌کردند مقایسه و کاهش فراوانی عوارضی از جمله هموتوراکس را گزارش دادند (۱۶). مطالعات Metin و همکاران و Celli و همکاران نیز این ایده را حمایت می‌کنند که کاربران اسپیرومتری کمترین عوارض تنفسی را تجربه کرده و مدت زمان بستری کمتری پس از عمل جراحی شکم را داشته‌اند (۳۰-۲۹). با این حال، یادآور می‌شویم که چندین مطالعه تأثیر معنی‌داری از استفاده یا عدم استفاده از اسپیرومتری بر عوارض پس از عمل یا پس از تراکئوستومی را گزارش نکرده‌اند (۲۲-۱۹، ۳۱).

تفاوت نتایج حاصل با مطالعات به عمل آمده را می‌توان به‌طور کلی به محدودیت‌های مطالعه حاضر نیز نسبت داد. از جمله محدودیت‌های مطالعه حاضر حجم به نسبت کم بیماران مورد مطالعه بود که با توجه به میانگین سنی بیماران که اکثراً جوانان را در بر می‌گیرد، تعمیم نتایج به سایر سنین بایستی با احتیاط صورت گیرد. ضمناً بیماران تحت بررسی در این مطالعه فاقد هرگونه بیماری زمینه‌ای منجمله بیماری قلبی و ریوی بودند. از این رو، در مورد بیماران با بیماری زمینه‌ای بایستی تحقیقات بیشتری صورت گیرد. سوم در مطالعه حاضر تست عملکرد ریوی را تنها در عرض ۳ روز پس از لوله‌گذاری انجام شد، بنابراین پیامدهای گزارش شده نسبتاً کوتاه مدت بوده و در نتیجه نیازمند مطالعات بیشتر در زمینه نتایج بلند مدت و نیز پس از ترخیص داشته تا دیدگاه جامع‌تری نسبت به فواید اسپیرومتری تشویقی پیدا کنیم. با توجه به محدودیت‌های ذکر شده، نیاز مبرم به تحقیقات گسترده‌تر به ویژه با دوره‌های پی‌گیری طولانی‌تر، جهت درک دقیق‌تر و عمیق‌تر از این موضوع را لازم می‌داند.

با در نظر گرفتن ملاحظات فوق، باید اذعان داشت برخی از بهبودهای مشاهده شده در پارامترهای گازهای خون شریانی، اگرچه از نظر آماری معنادار بودند، اما از نظر عددی متوسط بودند. مثلاً افزایش حدود ۳ درصد در SpO_2 که ممکن است تا حدی به محدودیت‌های ذکر شده در مطالعه، از جمله حجم نمونه و دوره پی‌گیری کوتاه مدت (۳ روز) نسبت داده شود. برای تعیین قطعی ارزش بالینی مداخله اسپیرومتری تشویقی، انجام مطالعاتی با حجم نمونه بزرگ‌تر و پی‌گیری طولانی‌تر که بر روی پیامدهای سخت‌تر

CCBY-NC.4.0 DEED

بالینی (Hard Clinical Outcomes) ضروری است مانند میزان پنومونی، مدت بستری در ICU، مدت تهویه مکانیکی، یا نرخ مرگ و میر متمرکز هستند. بهبودی در معیارهای عملکرد ریوی (FVC و FEV1) و کاهش عوارضی مانند آتلکتازی، حتی در این بازه زمانی کوتاه، نشان‌دهنده پتانسیل مثبت این مداخله ساده، کم هزینه و غیرتهاجمی است و می‌تواند آن را به عنوان یک گزینه مکمل مفید در کنار فیزیوتراپی استاندارد تنفسی مطرح نماید.

نتیجه‌گیری

در نتیجه، یافته‌های مطالعه حاضر نشان می‌دهد که افزودن اسپیرومتری تشویقی به فیزیوتراپی تنفسی استاندارد منجر به بهبودی معنادار در عملکرد ریوی و برخی شاخص‌های اکسیژناسیون می‌شود و هم‌چنین ممکن است از نظر بالینی در کاهش خطر آتلکتازی مؤثر باشد. با این حال، برای تعیین قطعی دامنه کامل فواید بالینی این مداخله و تعمیم آن به جمعیت‌های گسترده‌تر بیماران، به شواهد بیشتری از طریق مطالعات بزرگ‌تر نیاز است. بر اساس شواهد حاضر، می‌توان اسپیرومتری تشویقی را به عنوان یک مداخله کم‌خطر و کم هزینه که پتانسیل منفعت افزوده را دارد، برای بیماران پس از آسیب‌های قفسه سینه در نظر گرفت.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از بیماران گرامی که در این پژوهش شرکت کردند و پرسنل بخش جراحی بیمارستان شهید باهنر کرمان که در جمع‌آوری اطلاعات و هماهنگی با بیماران شرکت داشته‌اند، تشکر و سپاسگزاری می‌کنند.

تعارض در منافع: نویسندگان هیچگونه تعارض منافعی در انتشار این مطالعه ندارند.

حامی مالی: پژوهش حاضر بدون دریافت حمایت مالی یا حامی نهاد یا سازمانی انجام شده است.

ملاحظات اخلاقی (کد اخلاق): مقاله حاضر برگرفته از پایان نامه دکتری حرفه‌ای در رشته پزشکی است. رضایت آگاهانه توسط شرکت کنندگان پر شد که نزد محقق محفوظ می‌باشد و در کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی کرمان با کد اخلاق IR.KMU.AH.REC.1402.012 تصویب شده است. معیارهای اخلاقی شامل کسب کد اخلاق از کمیته اخلاق در دانشگاه، اخذ رضایت کتبی از شرکت کنندگان به منظور توزیع پرسشنامه و اجر ای آموزش‌های مربوطه رعایت صداقت و امانت‌داری علمی، رضایت آگاهانه برای شرکت در پژوهش، رعایت حق بی‌نام بودن مقیاس‌ها و ناشناس ماندن آزمودنی‌ها و محرمانه نگاه‌داشتن اطلاعات آن ها مورد توجه قرار گرفته است.

مشارکت نویسندگان

- **طراحی ایده:** نگار لطف محمدی، فیروزه ابوالحسنی زاده
- **روش کار:** نگار لطف محمدی
- **جمع‌آوری داده‌ها:** نگار لطف محمدی
- **تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها:** آمارگر مستقل
- **نظارت:** مرتضی هاشمیان، علیرضا امیربیگی ، فیروزه ابوالحسنی زاده
- **مدیریت پروژه:** فیروزه ابوالحسنی‌زاده
- **نگارش – پیش‌نویس اصلی:** نگار لطف محمدی، فیروزه ابوالحسنی زاده
- **نگارش – بررسی و ویرایش:** فیروزه ابوالحسنی زاده

CCBY-NC.4.0 DEED

References

1. Kahloul M, Kacem I, Sboui MM, El Maalel O, Daami H, Hafsia M, et al. Chronic pain following chest trauma: prevalence, associated factors, and psychosocial impact. *Pain Research and Management* 2020; 2020(1): 1030463.

2. Virgós Señor B, Nebra Puertas AC, Sánchez Polo C, Broto Civera A, Suárez Pinilla MA. Predictors of Outcome in Blunt Chest Trauma. *Archivos de Bronconeumología (English Edition)* 2004; 40(11): 489-94.

3. Stitzel JD, Kilgo PD, Weaver AA, Martin RS, Loftis KL, Meredith JW. Age thresholds for increased mortality of predominant crash induced thoracic injuries. In: Annals of advances in automotive medicine; 2010. pp. 41-50.

4. Choi J, Tennakoon L, You JG, Kaghazchi A, Forrester JD, Spain DA. Pulmonary contusions in patients with rib fractures: The need to better classify a common injury. *The American Journal of Surgery* 2021; 221(1): 211-5.

5. Flagel BT, Luchette FA, Reed RL, Esposito TJ, Davis KA, Santaniello JM, et al. Half-a-dozen ribs: the breakpoint for mortality. *Surgery* 2005; 138(4): 717-23; discussion 723-5.

6. Stawicki SP, Grossman MD, Hoey BA, Miller DL, Reed JF. Rib fractures in the elderly: a marker of injury severity. *J Am Geriatr Soc* 2004; 52(5): 805-8.

7. Adegboye VO, Ladipo JK, Brimmo IA, Adebo AO. Penetrating chest injuries in civilian practice. *Afr J Med Med Sci* 2001; 30(4): 327-31.

8. Dohi S, Gold MI. Comparison of two methods of postoperative respiratory care. *Chest* 1978; 73(5): 592-5.

9. Pasquina P, Tramèr MR, Granier JM, Walder B. Respiratory physiotherapy to prevent pulmonary complications after abdominal surgery: A systematic review. *Chest* 2006; 130(6): 1887-99.

CCBY-NC.4.0 DEED

10. Agostini P, Naidu B, Cieslik H, Steyn R, Rajesh PB, Bishay E, et al. Effectiveness of incentive spirometry in patients following thoracotomy and lung resection including those at high risk for developing pulmonary complications. *Thorax* 2013; 68(6): 580-5.

11. Renault JA, Costa-Val R, Rosseti MB, Houri Neto M. Comparison between deep breathing exercises and incentive spirometry after CABG surgery. *Braz J Cardiovasc Surg* 2009; 24: 165-72.

12. Dehghani H, Zahmatkesh MH, Abdullahi MH, Dehghani A. Effect of Incentive Spirometry on Oxygenation in Patients after Coronary Artery Bypass Graft Surgery. *SSU Journals* 2014; 22(3): 1208-16.

13. Gale CD, Sanders DE. The Bartlett-Edwards incentive spirometer: a preliminary assessment of its use in the prevention of atelectasis after cardio-pulmonary bypass. *Can Anaesth Soc J* 1977; 24: 408-16.

14. Bartlett RH, Krop P, Hanson EL, Moore FD. Physiology of yawning and its application to postoperative care. *Surg Forum* 1970; 21: 222-4.

15. Aliasgharpour M, Arazi T, Mohammadi S, Mohammadi N, Kazemnejad A. Effect of Incentive Spirometry on Pulmonary Function Tests in Patients Undergoing Hemodialysis: A Randomized Clinical Trials. *Iranian Rehabilitation Journal* 2018; 16(3): 265-70.

16. Sum SK, Peng YC, Yin SY, Huang PF, Wang YC, Chen TP, et al. Using an incentive spirometer reduces pulmonary complications in patients with traumatic rib fractures: A randomized controlled trial. *Trials* 2019; 20(1): 1-8.

17. Sharma K, Kaur A. Effectiveness of Incentive Spirometry on Respiratory Parameters among Patients with Chest Tube Drainage in Icus of a Tertiary Care Hospital, Ludhiana, Punjab. *Int J Nursing Care* 2020; 8(1): 25-8.

18. Kotta PA, Ali JM. Incentive Spirometry for Prevention of Postoperative Pulmonary Complications after Thoracic Surgery. *Respir Care* 2021; 66(2): 327-33.

19. Rupp M, Miley H, Russell-Babin K. Incentive spirometry in postoperative abdominal/thoracic surgery patients. *AACN Adv Crit Care* 2013; 24(3): 255-63.

CCBY-NC.4.0 DEED

20. Dote H, Homma Y, Sakuraya M, Funakoshi H, Tanaka S, Atsumi T. Incentive spirometry to prevent pulmonary complications after chest trauma: a retrospective observational study. *Acute Medicine & Surgery* 2020; 7(1): e619.

21. Overend TJ, Anderson CM, Lucy SD, Bhatia C, Jonsson BI, Timmermans C. The Effect of Incentive Spirometry on Postoperative Pulmonary Complications. *Chest* 2001; 120(3): 971-8.

22. Do Nascimento Junior P, Módolo NSP, Andrade S, Guimarães MMF, Braz LG, El Dib R. Incentive spirometry for prevention of postoperative pulmonary complications in upper abdominal surgery. *Cochrane Database Syst Rev* 2014; 2014(2): CD006058.

23. Kuo SC, Kuo PJ, Chen YC, Chien PC, Hsieh HY, Hsieh CH. Comparison of the new Exponential Injury Severity Score with the Injury Severity Score and the New Injury Severity Score in trauma patients: A cross-sectional study. *PLoS One* 2017; 12(11): e0187871.

24. Verbraecken J, Van de Heyning P, De Backer W, Van Gaal L. Body surface area in normal-weight, overweight, and obese adults: A comparison study. *Metabolism* 2006; 55(4): 515-24.

25. Alaparthi GK, Augustine AJ, Anand R, Mahale A. Comparison of diaphragmatic breathing exercise, volume and flow incentive spirometry, on diaphragm excursion and pulmonary function in patients undergoing laparoscopic surgery: a randomized controlled trial. *Minim Invasive Surg* 2016; 2016(1): 1967532.

26. Donohue JF. Minimal Clinically Important Differences in COPD Lung Function. COPD: *Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease* 2005; 2(1): 111-24.

27. Cairo JM. Mosby's respiratory care equipment. Mosby; 2021. pp 624.

28. Afrasiabi A, Ansarin K, Hassanzadeh Salmasi S. Comparison of the Effect of Incentive Spirometry on Pulmonary Volumes and Arterial Blood Gases after Coronary Artery Bypass Surgery. *Armaghane Danesh* 2006 10; 11(3): 1-9.

29. Metin B, Yıldırım Ş, İntepe YS, Ede H, Yıldırım E, Sipahi M, et al. Comparison of different respiratory exercise methods in patients fitted with

CCBY-NC.4.0 DEED

a chest tube due to spontaneous pneumothorax. *Turk J Thorac and Cardi Sur* 2016; 24(4).

30. Celli BR, Rodriguez KS, Snider GL. A controlled trial of intermittent positive pressure breathing, incentive spirometry, and deep breathing exercises in preventing pulmonary complications after abdominal surgery. *Amr Rev Resp Dis* 1984; 130(1): 12-5.

31. Sullivan KA, Churchill IF, Hylton DA, Hanna WC. Use of Incentive Spirometry in Adults following Cardiac, Thoracic, and Upper Abdominal Surgery to Prevent Post-Operative Pulmonary Complications: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Respiration* 2021; 100(11): 1114-27.

CCBY-NC.4.0 DEED

The Effect of Incentive Spirometry and Respiratory Physiotherapy on Improving Respiratory Function in Patients Following Chest Injuries: A Clinical Trial Study

Negar Lotf Mohammadi[1], Morteza Hashemian[2], Alireza Amirbeigi [1, 3], Firoozeh Abolhasani Zadeh [1, 4]

Received: 05/05/24 Sent for Revision: 05/06/24 Received Revised Manuscript: 06/09/25 Accepted: 08/09/25

Background and Objectives: Incentive spirometry is an effective approach in chest physiotherapy for enhancing respiratory function in patients with chest injuries. This study aimed to evaluate the effect of using incentive spirometry on respiratory function and potential complications following chest tube insertion in patients at Shahid Bahonar Hospital, Kerman, in 2023.

Materials and Methods: In this clinical trial, 64 patients requiring chest tube insertion due to penetrating and non-penetrating injuries were divided into intervention (n=32) and control (n=32) groups. The intervention group received incentive spirometry in addition to respiratory physiotherapy, while the control group received only respiratory physiotherapy. Arterial blood gas, pulmonary function before and after the intervention, respiratory complications, and patient recovery rates were assessed over three days. Data were analyzed using chi-square test, Fisher's exact test, and independent t-test.

Results: The study demonstrated a significant increase in forced vital capacity (FVC), forced expiratory volume in one second (FEV1), and the FEV1/FVC ratio in the incentive spirometry group, regardless of injury type ($p<0.05$). Using incentive spirometry significantly reduced the incidence of atelectasis ($p=0.028$) and increased arterial oxygen saturation ($p=0.042$) and arterial oxygen levels ($p=0.031$) in the non-penetrating injury group. In contrast, incentive spirometry significantly increased arterial oxygen levels in the penetrating injury group ($p=0.044$). No significant difference was observed in respiratory complications irrespective of the injury type ($p>0.05$).

Conclusion: Given the efficacy and safety of incentive spirometry, it can be recommended as an effective adjunct therapy for patients with chest injuries.

Keywords: Incentive spirometry, Chest physiotherapy, Thoracostomy tube, Lung function

Funding: This study did not have any funds.

Conflict of interest: None declared.

Ethical considerations: The Ethics committee of Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran, approved the study (IR.KMU.AH.REC.1402.012).

Authors' contributions

- Conceptualization: Firoozeh Abolhasani Zadeh, Negar Lotf Mohammadi

- Methodology: Firoozeh Abolhasani Zadeh, Alireza Amirbeigi

- Data collection: Negar Lotf Mohammadi

- Formal analysis: Independent statistician

- Supervision: Firoozeh Abolhasani Zadeh, Alireza Amirbeigi, Morteza Hashemian

- Project administration: Firoozeh Abolhasani Zadeh

- Writing – original draft: Negar Lotf Mohammadi, Firoozeh Abolhasani Zadeh

- Writing – review & editing: Firoozeh Abolhasani Zadeh

Citation: Lotf Mohammadi N, Hashemian M, Amirbeigi AR, Abolhasani Zadeh F. The Effect of Incentive Spirometry and Respiratory Physiotherapy on Improving Respiratory Function in Patients Following Chest Injuries: A Clinical Trial Study. *J Rafsanjan Univ Med Sci* 2025; 24 (7): 597-614.

1- Depatment of Surgery, Shahid Bahonar Hospital, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran

2- Depatment of Anesthesiology and Pain Medicine, Faculty of Medicine, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran

3- Depatment of Surgery, Faculty of Medicine, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran

4- Depatment of Surgery, Faculty of Medicine, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran, ORCID: 0000-0002-7349-7498 (Corresponding Author) Tel: 09133984679, E-mail: firoozeh1981@gmail.com

CCBY-NC.4.0 DEED