

مقایسه نتیجه آزمون های عملکرد ریوی در کارگران جوشکار ۷۰-۲۰ ساله با افراد غیر جوشکار ساکن اردبیل در همان محدوده سنی

علی عابدی: مربی گروه فیزیولوژی دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی اردبیل: نویسنده رابط
دکتر سید هاشم سزاوار: استادیار گروه داخلی دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی اردبیل
دکتر مصطفی محمدی نغده: دانشیار گروه فیزیولوژی دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی تبریز

دریافت: ۸۲/۴/۱۱، بازنگری نهایی: ۸۳/۶/۱۵، پذیرش: ۸۳/۶/۲۱

چکیده

زمینه و اهداف: جوشکاری با برق، اتصال دو فلز به طور موضعی است که در نتیجه این امر بخاراتی از آن متصاعد می شود. چون در جوشکاری فاصله صورت جوشکار تا محل اتصال بیش از ۵۰ سانتیمتر نیست بخارات تولید شده ناشی از جوشکاری منجر به آسیب بافت ها، به ویژه دستگاه تنفسی می شود و عامل مهمی در ابتلای جوشکاران به ناراحتی های تنفسی است. تحقیق حاضر به منظور بررسی اختلالات ریوی قابل شناسایی با آزمون های عملکرد ریوی انجام شده است.

روش بررسی: در مطالعه حاضر که به صورت مورد-شاهدی صورت گرفت، تعداد ۷۰ کارگر جوشکار مذکر در محدوده سنی ۷۰-۲۰ ساله ساکن اردبیل که دارای حداقل سه سال سابقه کار جوشکاری با برق داشته اند و سابقه بیماری تنفسی و اعتیاد به سیگار و سایر مواد اعتیاد آور نداشته اند انتخاب و از طریق اسپرومتر (مدل Jaeger ساخت آلمان) ظرفیت های حیاتی یا فشار (FVC) و حجم بازدمی با فشار در ثانیه اول (FEV₁) و نسبت این دو (FEV₁/FVC) اندازه گیری شد. همچنین به جهت مقایسه تغییرات این پارامترها، به همین تعداد افراد طبیعی در همان محدوده سنی که سابقه بیماری تنفسی و اعتیاد به سیگار و سایر مواد اعتیاد آور نداشته اند انتخاب شدند و اسپرومتری با شرایط یکسان بر روی این گروه نیز انجام گرفت. مقایسه آماری بین دو گروه با استفاده از آزمون t صورت گرفت.

یافته ها: نتایج حاصل از این پژوهش نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار بین مقادیر FVC، FEV₁ و نسبت FEV₁/FVC در دو گروه است. مقایسه FEV₁ بین جوشکاران (۸۷±۰/۲۲ لیتر) و افراد طبیعی (۹۵±۰/۱۱ لیتر) و مقایسه FVC افراد جوشکار (۶۴±۰/۵ لیتر) و افراد طبیعی (۷۲±۰/۲۲ لیتر) اختلاف معنی داری را نشان داد (p<۰/۰۵).

نتیجه گیری: نتایج حاصل از این پژوهش نشان دهنده اثرات مضر بخارات متصاعد شده در هنگام جوشکاری است. لذا توصیه می شود که جوشکاران در هنگام جوشکاری از ماسک استفاده کنند و هر ۶ ماه یکبار جهت ارزیابی سلامت ریه به درمانگاه پزشکی مراجعه کنند تا آزمون های لازم ریوی به عمل آید.

کلید واژه ها: جوشکاری، بخارات جوشکاری، اسپرومتری، بیماری های تنفسی

مقدمه

بر روی اندام ها و بافتهای بدن ظاهر می شود، زیرا فاصله بین محل جوشکاری و فرد کم بوده (تقریباً ۳۰ سانتیمتر) و این بخارات بیشتر صورت را تحت تأثیر قرار می دهند. مهمترین آثار جانبی این بخارات بر روی صورت، چشم ها و دستگاه ریوی است. هر چند وارد شدن این بخارات به بدن و ورود آن به خون می تواند بر روی دستگاه قلبی - عروقی، عصبی و غیره اثر بگذارد، بیشترین آثار مخرب آن بر روی دستگاه ریوی ظاهر می شود. در نهایت، اثرات بالقوه می تواند به صورت اختلالات تنفسی مزمن، حاد و اثرات سرطان زایی باشد (۴).

اکسیدهای نیتروژن آزاد شده به خصوص در محیط های کاری بسته می تواند تورم ریه، عفونت ریه، برونشیت و نهایتاً مرگ را به دنبال داشته باشد. از آنجا که بخارات حاصل از جوشکاری محلول هستند، غلظت کم آثار جانبی زیادی بر بدن ندارد ولی در غلظت های زیاد، اثر سمی زیادی بر روی دستگاه ریوی می گذارد. اوزون آزاد شده در نتیجه جوشکاری همچنین می تواند باعث تحریک بینی و چشم ها

جوشکاری، اتصال دو فلز به وسیله برخورد موضعی در شرایط دمایی و فشاری و متالورژیکی مناسب است. در جوشکاری باید مواد آلاینده را از فلز ذوب شده جدا کرد. برای اتصال دو فلز به هم از روشهای متعددی در جوشکاری استفاده می شود. معمول ترین روش، استفاده از جوشکاری با قوس الکتریکی است که جهت این کار از جریان متناوب استفاده می شود. در این روش الکتروود مصرف می شود و جای خالی دو فلز را پر می کند. الکتروود استفاده شده حاوی مواد شیمیایی خاصی شامل Al_2O_3 ، SiO_2 ، MnO ، TiO_2 و بقیه مواد فرار است که در حین جوشکاری با ذوب شدن و تبخیر ایجاد و باعث پایداری دو فلز به هم چسبیده می شود و آن را از اکسیداسیون حفظ می کند (۱، ۲ و ۳).

باتوجه به نوع پوشش و ذوب شدن الکتروود، بیشتر این مواد به صورت بخار آزاد و باعث آلودگی محیط جوشکاری و اثرات مخرب بر روی فرد جوشکار و محیط کار می شود. خطرات بالقوه این بخارات

اندازه‌گیری پارامترهای ریوی، مخصوصاً FEV₁، اختلالات ریوی قابل شناسایی با آزمون‌های عملکرد ریوی مورد مطالعه قرار گیرند.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر یک مطالعه تحلیلی از نوع مورد-شاهدی گذشته نگر است. برای مقایسه بین این گروه جوشکار و افراد شاهد غیرجوشکار از یک محدوده سنی و شرایط اقتصادی اجتماعی یکسان استفاده شد. جامعه مورد مطالعه، ۷۰ جوشکار اردبیلی غیر سیگاری در محدوده سنی ۷۰-۲۰ سال بود. افرادی که در این تحقیق شرکت کرده اند، غیرسیگاری بودند و حداقل ۵ سال سابقه کار مستمر جوشکاری داشتند. افراد جوشکار انتخاب شده صرفاً فعالیت جوشکاری برق با قوس الکتریکی داشتند. جهت مقایسه تعداد ۷۰ نفر فرد غیرجوشکار سالم و غیرسیگاری در همان محدوده سنی و شرایط اقتصادی اجتماعی مشابه انتخاب شدند. نمونه‌گیری به صورت تصادفی در شهر اردبیل انجام گرفت و آزمایش‌هایی هم بر روی آنان انجام شد.

اسپیرومتری

اسپیرومتری روشی است که در آن فرد قطعه دهانی را در داخل دهان قرار می‌دهد و گیره بینی را به بینی نصب می‌کند و سپس شروع به دم و بازدم می‌کند. بعد از تثبیت وضعیت تنفسی فرد که از طریق دیدن حداقل ۳ تنفس عادی و متقارن مشخص می‌شد از فرد خواسته می‌شد به آرامی یک دم عمیق و سپس یک بازدم عمیق با فشار انجام دهد، و بدین ترتیب FVC به دست می‌آید. مقدار هوای خارج شده در ثانیه اول بر حسب لیتر بر ثانیه به عنوان FEV₁ و کل هوای خارج شده بر حسب لیتر به عنوان FVC در نظر گرفته شد.

اسپیرومتر به کار گرفته شده در این مطالعه، مدل Jaeger (۱۹۹۶) ساخت آلمان بود. اسپیرومتر مزبور بر روی رایانه نصب بوده و تحت ویندوز ۹۸ اجرا می‌شد. محل اجرای اسپیرومتری بخش فیزیولوژی دانشکده پزشکی اردبیل بود. پس از روشن شدن و راه اندازی رایانه، برنامه مربوط به اسپیرومتری اجرا و پس از واریسی سامانه، فهرست مربوط به کار ظاهر می‌شد. جهت انجام کار ابتدا دستگاه کالیبره می‌شد و بعضی از مقادیر نظیر ارتفاع محل آزمایش، درجه حرارت و رطوبت نسبی به دستگاه داده می‌شد.

قسمت‌های اصلی برنامه این دستگاه عبارتند از: ورود مشخصات افراد، عمل اسپیرومتری توسط برنامه حجم - جریان، گزارش نهایی^۳. با توجه به این که ارتفاع محل زندگی، رطوبت، دما و مشخصات فردی از قبیل سن، قد و وزن و جنس بر روی عملکرد ریوی اثر دارد، در ابتدا پارامترهای بالا به دستگاه داده شد. پس از دادن مشخصات، رایانه براساس این مشخصات پیش‌گویی راجع به حجم‌ها و ظرفیت‌های ریوی و محدوده آنها برای هر فرد ارائه و سطح بدن را محاسبه می‌کند. پس از تعیین حجم نمونه، از افراد جوشکار غیرسیگاری جهت انجام آزمایش دعوت شد. قبل از انجام آزمایش مربوط به نحوه کار و چگونگی انجام آزمایش به آنها توضیح داده شد. و نیم‌ساعت قبل از آزمایش، استراحت مطلق برای آزمایش‌شونده‌ها اختصاص داده شد.

شود که با سردرد و تحریک‌پذیری عمومی همراه است و در غلظت‌های زیاد باعث درد سینه، اختلال در بینایی و نهایتاً آدم‌ریه می‌شود (۵). از آنجا که ذرات آزاد شده در جوشکاری اندازه کوچکی دارند به راحتی استنشاق می‌شوند و می‌توانند تا قسمت‌های انتهایی ریه (حبابچه‌ها) نفوذ کنند و عوارض شدیدی بر جای بگذارند (۵). مواد استنشاق شده در صورت جذب شدن به خون بر سایر دستگاه‌های بدن نیز اثر می‌گذارند. عبور ذرات به داخل خون بستگی به حلالیت و اندازه آنها دارد. اختلالات ناشی از اثر ذرات موجود در هوای استنشاقی بر روی دستگاه تنفسی به صورت برونشیت، نومونی و بیماری‌های انسداد مجاری هوایی ظاهر می‌شود (۹-۶).

در سه دهه گذشته مطالعات مختلفی در نقاط مختلف جهان در مورد سلامت افراد جوشکار انجام و مشخص شده است که امکان ابتلا به بیماری‌های ریوی به علت استنشاق بخارات ناشی از جوشکاری وجود دارد. مطالعه بر روی جوشکاران سازنده کشتی نشان داد که علائمی نظیر سرفه و خلط در این افراد نسبت به افراد غیر جوشکار وجود دارد که همراه با انسداد مجاری تنفسی است. مطالعه مشابهی که بر روی جوشکاران در کارخانجات دیگ بخار و کشتی‌سازی در یک دوره پنج ساله انجام گرفت، نشان داد که تغییر معنی‌داری از افزایش بیماری ریوی مزمن در جوشکاران وجود نداشته است. همچنین مطالعه بر روی جوشکارانی که در کشتی‌سازی نیروی دریایی در فیلادلفیا کار می‌کردند، نشان داد که بعضی از افراد دارای آمفیزم و فیروز هستند. مطالعات بر روی افراد جوان با سابقه کار کم نشان داد که این افراد سیلیکوز ندارند ولی کاهش در ظرفیت‌های ریوی در کارگران بالای ۴۰ سال دیده شد و همچنین کاهش در حجم بازدمی با فشار در ثانیه اول مشاهده شد. در بررسی به عمل آمده بر روی ۱۶ نفر از جوشکاران، هشت نفر مبتلا به تنگی نفس مختصر و ۳ نفر دارای خلط بوده‌اند که بیشتر در ارتباط با برونشیت و بیماری‌های پارانشیمی ریه رخ داده بودند. بررسی دیگر نشان دهنده سیدروز در این افراد و نتایج دیگر محققین نشان دهنده فیروز ریوی همراه با خلط خونی، آمفیزم، ادم حاد ریوی و مرگ است. افراد دیگری که بر روی جوشکاران مطالعه می‌کردند نتوانستند هیچ‌گونه بیماری در این افراد مشاهده کنند. با وجود مطالعات گسترده در مورد جوشکاران در مورد کاهش عملکرد ریوی، یافته‌های متناقضی وجود دارد.

برای تشخیص بیماری‌های ریوی می‌توان از اسپیرومتری برای تعیین حجم‌ها و ظرفیت‌های ریوی استفاده کرد. در اسپیرومتری مهمترین ارزیابی از عملکرد ریه اندازه‌گیری ظرفیت حیاتی، حجم جاری، ظرفیت باقیمانده عملی، حجم باقیمانده، حداکثر حجم بازدمی با فشار در ثانیه اول و ظرفیت حیاتی با فشار (FVC) است. اندازه‌گیری FEV₁ معیار ارزشمندی برای تشخیص بیماری‌های انسدادی ریه است که در این مطالعه نیز از این شاخص استفاده شد (۵، ۱۰ و ۱۱).

با توجه به این که جوشکاری به عنوان یکی از حرفه‌های کاری در ایران است و تحقیق‌چندانی در مورد آثار سوء جوشکاری انجام نشده است، در مطالعه حاضر تلاش شده است تا با انجام اسپیرومتری و

جدول ۲: بررسی تغییرات ظرفیت حیاتی با فشار دمی (FVC) بر حسب لیتر در گروه جوشکار و شاهد

افراد	تعداد	میانگین	SD	SE	p-Value
جوشکار	۷۰	۳/۴۴	۰/۶۳	۰/۰۷	<۰/۰۰۰۱
شاهد	۷۰	۴/۹۹	۰/۵۹	۰/۰۷	

نتایج آزمون آماری نشان داد که اختلاف معنی داری بین ظرفیت حیاتی با فشار دمی (FVC) در کارگران جوشکار و گروه شاهد وجود دارد ($p < 0.0001$) (جدول ۲ و ۳).

جدول ۳: بررسی نسبت تغییرات حجم بازدمی با فشار در ثانیه اول به ظرفیت حیاتی با فشار FEV1/FVC (بر حسب درصد) در گروه جوشکار و شاهد

افراد	تعداد	میانگین	SD	SE	p-Value
جوشکار	۷۰	۷۰/۸۳	۱۱	۰/۶۵	<۰/۰۰۱
شاهد	۷۰	۹۱/۱۶	۵/۴	۱/۳۲	

بحث

با توجه به کاهش حجم بازدمی با فشار در ثانیه اول (FEV1) در افراد جوشکار و از آنجایی که این پارامتر جهت تعیین بیماری راههای هوایی به کار می رود، می توان دلیلی بر وجود شرایط غیر طبیعی در مجاری ریوی قایل شد. همچنین کاهش FEV1/FVC در جوشکاران نسبت به افراد شاهد احتمالاً دلیلی بر وجود بیماریهای انسدادی نظیر برونشیت مزمن در افراد جوشکار باشد (۱۲ و ۱۳).

بر اساس پارامترهای غیر طبیعی مشاهده شده در جوشکاران می توان نتیجه گیری کرد که تغییر این پارامترها به علت اثر بخارات حاصل از جوشکاری بر روی ریه باشد. بالا بودن بخارات فلزی و وجود علائم و اختلالات تنفسی و تغییر پارامترهای تنفسی نشان دهنده تاثیر بخارات فلزی است که در پوشش الکترود به کار رفته است و چون این پوشش از نوع فلزاتی نظیر منگنز و و انادیوم و کبالت و غیره هستند، اثرات سمی این فلزها را می توان عامل اساسی تغییر در این پارامترها دانست (۱۴، ۱۵).

سه مکانیسم اساسی در نحوه اثر مواد آزاد شده از جوشکاری به ریه شناسایی شده اند که عبارتند از برخورد ذرات درشت در حین عبور از مجاری هوایی فوقانی با سطوح مفروش کننده این مجاری. دوم رسوب ذرات کوچکتر در راههای هوایی تحتانی و آسیب به آنها. سوم جایگزینی ذرات در داخل ریه است که ذرات ریزتر وارد حبابچه ها می شوند و ماکروفاژها آنها را می بلعند اما در نهایت موجب آسیب به حبابچه ها می شوند که تنها مقدار کمی از این مواد به وسیله بازدم خارج می گردد (۱۶ و ۱۷).

مواد استنشاق شده مضر علاوه اثر بر بافت ریه و راههای هوایی در صورت جذب شدن به خون بر سایر دستگاههای بدن نیز اثر می گذراند. عبور ذرات به داخل خون بستگی به حلالیت و اندازه آنها دارد. اختلالات ناشی از اثر ذرات موجود در هوای استنشاقی بر روی

آزمایش در دو نوبت صبح قبل از جوشکاری و بعد از ظهر بعد از جوشکاری به عمل آمد. آزمایش ها به صورت نشسته صورت گرفت.

تحلیل داده ها

جهت تحلیل آماری داده ها ابتدا میانگین ها برای هر پارامتر به دست آمد و مقایسه با سطح کنترل مقایسه گردید، و در نهایت، دو گروه با هم مقایسه شدند. مطالعه حاضر یک مطالعه مورد شاهدهی بود که در آن دو گروه با هم همسان شدند. آنالیز آماری از طریق آزمون t انجام شد. برای مقایسه بین گروهها از روش غیر جفت استفاده گردید. در ضمن برای هر پارامتر علاوه بر میانگین، انحراف معیار (SD) و خطای معیار (SE) محاسبه شد. در تمام مراحل احتمال خطای کمتر از ۰/۰۵ معنی دار تلقی شد ($p < 0.05$). برنامه آماری استفاده شده جهت تحلیل داده ها، برنامه SPSS ویرایش نهم تحت ویندوز ۹۸ بود که آنالیز تمامی داده ها از این طریق انجام شد. در ضمن، همبستگی بین پارامترها با عواملی نظیر سن، قد، وزن و سابقه کار با روش آنالیز همبستگی چند متغیره STEP WISE صورت گرفت.

یافته ها

میانگین سنی افراد جوشکار و شاهد به ترتیب 67.8 ± 42.07 و 45.75 ± 4.5 سال بود. اختلاف آماری معنی داری بین میانگین سنی دو گروه مشاهده نشد. از بین ۷۰ جوشکار، ۷۴/۲ درصد افراد سرفه در هنگام صبح داشتند و ۷۰ درصد افراد خلط را گزارش کرده بودند. فشردگی سینه و تنگی نفس را به ترتیب ۵۰ درصد و ۶۵/۷ درصد از آنها اعلام نمودند. باتوجه به نتایج به دست آمده تقریباً تمامی پارامترهای ریوی در جوشکاران نسبت به افراد شاهد اختلاف معنی داری را نشان می دهند.

نتایج آزمون آماری نشان داد که اختلاف معنی داری بین نسبت تغییرات حجم بازدمی با فشار در ثانیه اول به ظرفیت حیاتی با فشار FEV1/FVC (بر حسب درصد) در کارگران جوشکار و گروه شاهد وجود دارد ($p < 0.0001$).

همان طور که نتایج نشان می دهد، پارامترهای تنفسی اندازه گیری شده در جوشکاران در مقایسه با افراد شاهد کاهش معنی داری دارد. (جدول ۱).

جدول ۱: بررسی تغییرات حجم بازدمی با فشار در ثانیه اول (FEV1) بر حسب لیتر در ثانیه در گروه جوشکار و شاهد

افراد	تعداد	میانگین	SD	SE	p-Value
جوشکار	۷۰	۱/۸۷	۰/۲۲	۰/۵۴	<۰/۰۰۷
شاهد	۷۰	۲/۹۵	۰/۱۱	۰/۰۹	

نتایج آزمون آماری نشان داد که اختلاف معنی داری بین حجم بازدمی با فشار در ثانیه اول (FEV1) در کارگران جوشکار و گروه شاهد وجود دارد ($p = 0.007$).

بر اساس نتایج به دست آمده از تحقیق فوق می توان نتیجه گرفت که استنشاق طولانی مدت بخارات حاصل از جوشکاری می تواند باعث التهاب مجای هوایی و بروز اختلالات تنفسی شود. وجود سرفه و خلط در هنگام صبح نیز می تواند نشان دهنده فیزیوپاتولوژی اختلالات موجود در این افراد باشد. بخارات متصاعد شده در حین جوشکاری مربوط به فلز منبا و الکتروود مصرفی و پوشش آن است (۲۰).

پیشنهادها

با توجه به نتایج تحقیق حاضر که نشان دهنده تغییر در پارامترهای ریوی در افراد جوشکار در مقایسه با افراد طبیعی است و با نتایج به دست آمده از سایر محققین همسویی دارد، جهت کاهش اثرات بالقوه بخارات فلزی ناشی از جوشکاری پیشنهاد می شود:

- برای جلوگیری از ورود ذرات به دستگاه ریوی از ماسک های فیلتردار استفاده شود.
- به خاطر تراکم گازها و بخارات محل کار جوشکاری در محیط های سر بسته مجهز به تهویه باشد.
- برای بررسی فیزیوپاتولوژی اختلالات عارض شده و سایر عوارض ناشناخته مطالعات گسترده تری انجام می شود.

تقدیر و تشکر

از معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی اردبیل که بودجه لازم را برای این تحقیق تأمین کرده است و همکارانی که در این طرح ما را یاری کردند، تقدیر و تشکر می شود.

References

1. حائریان، ع. مواد و فرآیندهای تولید، جوشکاری، لحیم کاری (ترجمه). جلد چهارم، انتشارات اترک. ۱۳۷۶: صص ۱۹-۱۳.
2. سلطان بیکی، م. هنربخش ۱. اصول نوین جوشکاری (ترجمه)، ۱۳۶۶.
3. قضایی، ص. مسمومیت عمده ناشی از کار. مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت و بهداشت کار، ۱۳۶۲: صص ۴۴-۴۱.
4. Morgan W.K.C, On Welding, Wheezing, and Whimsy. Am Ind Hyg. Assoc. J (50). 1989; pp: 63-67
5. Seaton A, Keith W, Morgan C. Occupational lung diseases. Philadelphia: W.B.Saunders, 1995; pp: 71-76
6. Colridge, H. et al. Pulmonary reflex: neural mechanism of pulmonary defence. Annu. Rev. Physio, 1994; p: 56-69
7. Murray, Nadel. Textbook of Respiratory Medicine. 3rd ed. W.B.s aunders Co, 2000; pp: 784-790, 1859-1860, 1191, 1304, 1181-1182, 874
8. Guyton A. and Hall. Human Physiology and Mechanism of Disease. 6th ed. W.B. Saunders Co. 1997; pp: 288- 298
9. West john B. Physiological Basis of Medical Practice: Respiration. 12th ed. Williams and Wilkins co. 1990; pp: 118-122

دستگاه تنفسی به صورت برونشیت، نومونی و بیماریهای انسداد مجاری هوایی است (۱۸). نوموکونیوز ممکن است برگشت پذیر یا همراه با انهدام دائمی حبابچهها باشد (۱۹).

استنشاق بخارات حاصل از جوشکاری در دراز مدت می تواند منجر به بیماری انسدادی راه هوایی شود. این امر بیشتر در کارگران با سابقه کار طولانی مدت (بیش از ۲۰ سال) در امر جوشکاری دیده می شود. تغییرات ظرفیت های ریوی در کارگران جوشکار با سابقه کار بالای ۲۰ سال در گروه سنی بالاتر از ۴۰ سال، به صورت کاهش ظرفیت های ریوی FEV₁ و FVC، در مقایسه با گروه شاهد دیده می شود. نسبت (FEV₁/FVC) نیز در کارگران دارای سابقه بالای ۲۰ سال و سن بیشتر از ۴۰ سال کمتر از ۷۵ درصد بود که این امر بر وجود بیماری های انسدادی در این افراد دلالت می کند.

در بین تأثیر متقابل عواملی نظیر سن، قد، وزن با FVC در جوشکاران، سن بیشترین همبستگی را نشان داد. ضریب همبستگی توأم سن و قد نزدیک به ۶۵ درصد بود. بنابراین بین سن و قد و FVC ارتباط و همبستگی وجود دارد ($p < 0.001$ و $F=45$) ولی در افراد شاهد فقط بین قد با FVC همبستگی وجود داشت و ضریب همبستگی با $p < 0.001$ معادل ۰/۵۶ بود.

در بررسی انجام شده از تأثیر متقابل عوامل مذکور با FEV₁ در افراد جوشکار در مرحله اول سن و قد دارای همبستگی بود ($F=42.3$ و $p < 0.01$). سایر عوامل با فرض ثابت بودن سن و قد تأثیر قابل توجهی بر این عامل نداشتند. در گروه شاهد همبستگی بین قد و FEV₁ وجود داشت.

10. MC Millan, G.H.C. The health study of welders in naval dockyardswelding, tobacco, smoking and absence attributed to respiratory disease. J Sec Occup. Med, 1981; 31: 112-118
11. Erhabor GE, Fatusi S, Obembe OB Pulmonary functions in ARC-welders in Ile-Ife, Nigeria. East Afr Med J. 2001; 78(9): 461-4,
12. Baur X, Degens P, Heitmann R, Hillenbach C, Marek W, Rausch V et al. Lung function testing: the dilemma of predicted values in relation to the individual variability. Respiration, 1996; 63 (3): 123-30.
13. Rom WN. Environmental & Occupational Medicine little Brown & Company. 1992; pp: 11-21
14. Antonini JM, Lewis AB, Roberts JR, Whaley DA: Pulmonary effects of welding fumes: review of worker and experimental animal studies. Am J Ind Med. 2003; 43(4): 350-60
15. Antonini JM: Health effects of welding. Crit Rev Toxicol. 2003; 33(1): 61-103
16. Philip, L W. Industrial toxicology, safety and health application in work place, 1995; 33-39

17. Buerke U, Schneider J, Rosler J, Voitowitz HJ: Interstitial pulmonary fibrosis after severe exposure to welding fumes. *Am J Ind Med.* 2002; 41(4); 259-68.
18. Hnizdo E, Churchyard G and Dowdeswel R: Lung function prediction equations derived from healthy South African gold miners. *Occup Environ Med,* 2000; 57 (10), 698-705.
19. Hull MJ, Abraham JL: Aluminum welding fume-induced pneumoconiosis. *Hum Pathol.* 2002; 33(8); 819-25.
20. Sobaszek A, Boulenguez C, Frimat P, Robin H, Haguenoer JM, Edme JL: Acute respiratory effects of exposure to stainless steel and mild steel welding fumes. *J Occup Environ Med.* 2000; 42(9); 923-31.