ارزیابی اختلالات اسکلتی - عضلانی بخشهای انتهایی اندامهای فوقانی (DUE) به روش شاخص تنش (SI) در یک صنعت آهنکاری

سید علی موسوی نجار کلا[۱]، سارا کریمی[۲]، رجبعلی حکم آبادی[۳]

چکیده

زمینه و هدف: اختلالات اسکلتی - عضلانی ناشی از کار یکی از شایع ترین مشکلات جمعیت های کاری در بسیاری از کشورها خصوصا در صنایع مختلف ایران می باشد، بدین ترتیب در این مطالعه به منظور ارزیابی نقش و اثر تلفیقی ریسک های ایجادکننده این گونه اختلالات، روش شاخص تنش مورد استفاده قرارگرفت.

روش بررسی: این تحقیق یک مطالعه توصیفی - تحلیلی است که در آن ۴۴۸ نفر کارگر مرد شاغل در صنعت آهنکاری قائم شهر (۶۳ نفر کارگر شاغل در بخش اداری به عنوان گروه کنترل و ۳۸۵ نفر کارگرشاغل در چهار شغل تراشکاری، جوشکاری، ذوب فلزات، و ریخته گری به عنوان گروه مورد) به صورت سرشماری تحت بررسی قرارگرفتند و تلفیقی از چهار روش مشاهداه ای، روش مصاحبه، روش پرسشنامه استاندارد نوردیک و روش شاخص تنش مورد استفاده قرار گرفت. آنالیز داده های جمع آوری شده با استفاده از نرم افزار SPSS انجام شد و با استفاده از نرم افزار Excel نمودارها رسم گردید.

یافته ها: نتایج بدست آمده در این تحقیق نشان داد بالاترین نرخ شیوع اختلالات اسکلتی - عضلانی بخشهای مختلف اندام های فوقانی به ترتیب به مشاغل ذوب فلزات، تراشکاری، ریخته گری و جوشکاری اختصاص یافت. آزمون آماری کای اسکوئر، ارتباط معنی داری را میان گروههای شغلی و سنی مختلف نشان داده است (χ^2=۷/۳۳ df= ۱۶ p< ۰/۰۰۱). آزمون آنالیز واریانس یکطرفه، اختلاف معنی داری بین میانگین شاخص تنش محاسبه شده برای مشاغل اداری (۱/۰۶)، تراشکاری (۶/۵۲)، جوشکاری (۳/۶۸)، ذوب فلزات (۷/۷۹)، ریخته گری (۶/۳۳) نشان داد (F=۵/۹۲ df= ۱۶ p= ۰/۰۰۵). بدین ترتیب ذوب فلزات به عنوان شغل مخاطره آمیز (سطح ریسک ۴)، تراشکاری و ریخته گری به عنوان مشاغل با ریسک اندک (سطح ریسک ۳)، جوشکاری به عنوان شغل با ریسک نامطمئن (سطح ریسک ۲) و بخش اداری به عنوان شغل ایمن (سطح ریسک ۱) قلمداد گردیدند. آزمون آماری کای اسکوئر، ارتباط معنی داری را بین اختلالات بخشهای انتهایی اندامهای فوقانی و گروه های شغلی مورد بررسی نشان داده است (χ^2=۱۱/۹۲ df= ۱۲ p= ۰/۰۰۴). آزمون آماری paired t-test با همبستگی مستقیم و نسبتاً کامل اختلاف معنی داری بین میانگین شاخص تنش دست راست (۶/۵۳) و دست چپ (۴/۲۹) نشان داد (r=۰/۶۹ t= ۳/۱۵ df=۴ p< ۰/۰۰۱).

نتیجه‌گیری: روش شاخص تنش، روش کار آمد و مفیدی به منظور ارزیابی ریسک فاکتورهای دخیل دربروز اختلالات اسکلتی - عضلانی اندامهای فوقانی، طبقه بندی مشاغل و اصلاح شرایط کاری جهت پیشگیری از بروز اینگونه اختلالات می باشد.

کلیدواژه ها: شاخص تنش، SI، اختلالات اسکلتی - عضلانی بخشهای انتهایی اندام های فوقانی، DUE، ریسک فاکتورهای ارگونومیکی

۱- (نویسنده مسئول) عضو هیئت علمی، گروه بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی. (email:mosavi58@gmail.com)
۲- هیئت علمی، گروه بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان.
۳- فوق لیسانس بهداشت حرفه ای، گروه بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-08-23]

مقدمه

اختلالات اسکلتی - عضلانی مرتبط با کار در بخش های انتهایی اندامهای فوقانی (DUEMSDs) به وضعیتی دلالت دارد که اعصاب، تاندونها، عضلات و ساختارهای آناتومیکی حمایت کننده بدن در بخشهای انتهایی اندامهای فوقانی (DUE) را درگیرمی سازد[۱]. براساس آمار منتشره توسط دیوان آمارکار آمریکا (BLS)درسال ۱۹۹۶، تقریبا دوسوم بیماریها و اختلالات مرتبط با کار رااختلالات اسکلتی - عضلانی مرتبط با کار (WMSDs) تشکیل می دهد [۳،۲]. مطابق باآمار واصله دومین بررسی اروپایی از شرایط کاری درسال ۱۹۹۶، امروزه ۳۰درصد کل کارگران ازکمر درد (LBP) و۱۷درصد آنها از دردراندامهای فوقانی (ULDS) رنج می برند، و۴۵درصد کل کارگران درشرایط و وضعیت بدنی نامناسب ،خسته کننده وطاقت فرسا کار می‌کنند[۴]. در سالهای اخیر، اختلالات اسکلتی - عضلانی اندامهای فوقانی (ULMSDS) بخصوص سندرم تونل کارپال به عنوان یکی از مهمترین و شایع ترین مشکلات دربین کارگران صنایع و ادارات در کشورهای آمریکائی و نیز درسایر کشورهای توسعه یافته صنعتی ودرحال توسعه صنعتی دنیا معرفی گردیده است [۵]. برطبق گزارش سال ۲۰۰۰مربوط به سازمان ملی ایمنی و بهداشت شغلی آمریکا(NIOSH)، هرساله ۱/۸ میلیون کارگر آمریکایی ، اختلالات اسکلتی - عضلانی مرتبط با کار راتجربه می کنندکه درحدود یک سوم این صدمات واختلالات به طورشدیدی منجربه کناره گیری وترک کارمی‌گردد[۶].اختلالات اسکلتی عضلانی مرتبط باکار، اثرات سوء قابل توجهی برروی جمعیت های کاری دارند(H.2000 Riihmäki). توجه وتاکید برروی اختلالات اسکلتی - عضلانی مرتبط با کار به طور چشمگیری درطی ۱۰سال اخیر به سبب بروز ناتوانائیها؛ غیبت های ناشی از کار، وازدست رفتن زمانهای کاری مفید ،افزایش یافته است [۷]. این اختلالات نظیر پیچ خوردگیها، تنش ها، بیماریهای مربوط به التهاب عضلات، تاندونها، اعصاب و عروق خونی، در اونتاریوی کانادا علت حدود ۵۰درصد از مطالبات و شکایات مربوط به غرامت کارگران رادر طی سالهای ۱۹۸۹تا ۱۹۹۸ به خود اختصاص داده است [۸]. شواهد موجود دال براین مطلب است که اختلالات اسکلتی - عضلانی اندامهای فوقانی (ULMSDS) با فعالیتهای شغلی تکراری بخصوص آنهایی که همراه با اعمال نیروی زیاد ، اتخاذ وضعیت های بدنی نامناسب و استاتیک همراه با مواجهه با ارتعاش هستند ، ارتباط تنگاتنگ دارند[۹]. بدین ترتیب ، حفظ صیانت نیروی کار انسانی و ملاحظات مربوط به مشکلات آنها ودرامتداد آن ، تلاش درجهت افزایش بهره وری وارتقاء سطح تولید، کارائی و کیفیت ، از اهمیت بالایی برخوردارمی باشد[۸]. در این راستا ، روش شاخص تنش جهت ارزیابی اختلالات اسکلتی - عضلانی مرتبط با کاردراندامهای فوقانی (DUE) توسعه یافته است [۱۰] ،این روش یکی از تکنیکهای بررسی مواجهه با عوامل استرس زای سیستم اسکلتی - عضلانی بخشهای انتهایی اندامهای فوقانی می باشد و براساس این تئوری استوار است که نیازهای فعالیتی یک شغل، عامل تعیین کننده شدت و بزرگی مقدار ریسکی است که موجب بروز اختلالات اسکلتی - عضلانی بخشهای انتهایی اندامهای فوقانی می گردد[۱۲-۱۱]. با استفاده ازاین روش می توان مشاغل پر خطر را از مشاغل ایمن تشخیص داد وبرای کاهش میزان ریسک بروز اختلالات در اینگونه مشاغل راهکارهای مناسب ارائه نمود[۱۰،۱۳]. با توجه به اهمیت موضوع تحقیقات متعددی درزمینه استفاده از شاخص تنش صورت گرفته، از جمله مطالعه ای است که توسط نوکس و مور درسال ۲۰۰۱ تحت عنوان «تعیین و پیش بینی اعتبار شاخص تنش دریک کارخانه فرآوری گوشت بوقلمون انجام شد و درمشاغل مختلف ، ضریب حساسیت ۰/۹۱، ضریب اختصاصی بودن ۰/۸۳، حدود پیش بینی مثبت ۰/۹۵، وحدود پیش بینی منفی ۰/۷۱ برای شاخص تنش برآورد گردید[۱۴] در مطالعه دیگری که توسط روکرومور درسال ۲۰۰۲ تحت عنوان "اعتبار پیش بینی شده شاخص تنش در واحدهای تولیدی "انجام گرفت، در مشاغل مختلف ضریب حساسیت ۱، ضریب اختصاصی بودن ۰/۹۱، حدود پیش بینی مثبت ۰/۷۵، وحدود پیش بینی منفی۱ برای شاخص تنش برآوردگردید[۱۵]. همچنین تحقیقات دیگری دراین زمینه توسط واندزو همکارانش درسال ۲۰۰۳ [۱۶] وهاواردو همکاران درسال۲۰۰۸[۱۷]انجام شد.

روش بررسی

این مطالعه توصیفی تحلیلی و از نوع مورد - کنترل (study Case- control) می باشد[۱۸] ونمونه برداری بصورت سرشماری انجام شد،بدینصورت که جامعه مورد بررسی را کل ۴۴۸ نفرکارگرمرد (۶۳نفر کارگر مرد شاغل دربخش اداری به عنوان گروه کنترل و۳۸۵ نفر کارگر مرد شاغل درچهار شغل تراشکاری (۱۱۳نفر)، جوشکاری(۷۴نفر)، ذوب فلزات (۱۲۱نفر)، و ریخته‌گری (۷۷نفر) به عنوان گروه مورد یا گروه درمعرض مواجهه با حداقل یکی از عوامل ریسک شش گانه موردنظر) شاغل درصنعت آهنکاری شهرستان قائم شهر تشکیل دادند. جهت جمع آوری داده ها، از چهار روش مکمل شامل روش مشاهده ای (جهت مشاهده فرآیند،شرایط کاری وآنالیز مشاغل و وظایف کاری)، روش مصاحبه (جهت کسب اطلاعات دررابطه با شرایط کاری و وضعیت های بدنی) ،روش پرسشنامه استاندارد اسکلتی - عضلانی نوردیک (جهت دستیابی به نرخ شیوع اختلالات اسکلتی - عضلانی بخشهای انتهایی اندامهای فوقانی) وروش شاخص تنش شغلی (جهت تفکیک مشاغل ایمن وخطرناک وارائه راهکارهای کنترلی و تغییرات ارگونومیکی به منظور اصلاح شرایط موجود برای به حداقل رساندن شیوع اختلالات اسکلتی - عضلانی بخشهای انتهایی اندامهای فوقانی) استفاده شد[۱۹،۱،۱۰،۱۳]. پس ازجمع آوری داده ها،

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-08-23]

تجزیه وتحلیل با استفاده از نرم افزار آماری spssانجام شدکه در این خصوص از آزمونهای One- sided analysis of variance، t-test، Paired، Chi- square test استفاده گردید[۲۰] و رسم نمودار با استفاده از Excel صورت گرفت. پرسشنامه استاندارد اسکلتی - عضلانی نوردیک (Musculoskeletal Questionnaire; NMQ Nordic) یکی از معمول ترین پرسشنامه های تعیین علائم ونشانه های اختلالات اسکلتی - عضلانی است که توسط کورینکا و همکارانش از انستیتوی بهداشت حرفه ای واقع در کشورهای نوردیک (اسکاندیناوی) درسال ۱۹۸۷ارائه وتوسعه یافت[۱،۱۹]. این پرسشنامه می تواند به عنوان یک روش استاندارد مناسب جهت جمع آوری اطلاعات وداده های مورد نیاز دررابطه با اختلالات اسکلتی - عضلانی ونیز جهت کسب اطلاعات راجع به نرخ شیوع بیماریها واپیدمیولوژی وقوع بیماریهاواختلالات اسکلتی - عضلانی مرتبط با کار بکار رود [۲۱،۱،۱۹].روش شاخص تنش(Strain or Severity Index; SI)، یکی از روشهای مشاهده ای مبتنی برقلم و کاغذ جهت ارزیابی مواجهه با عوامل استرس زا یا عوامل ریسک سیستم اسکلتی - عضلانی بخشهای انتهایی اندامهای فوقانی (DUE) در وظایف تکراری می باشد[۱۳،۱۰]. این روش توسط موروگارگ (۱۹۹۵) در ایالات متحده پیشنهاد وارائه گردید وبرمبنای اصول فیزیولوژیکی ، بیومکانیکی و اپیدمیولوژیکی بنیان نهاده شده است[۱۲-۱۰]. امتیازشاخص تنش، حاصلضرب شش عامل ریسک ارگونومیکی شامل: شدت نیرو، تعداد دفعات اعمال نیرو، مدت زمان اعمال نیرو، سرعت کار، مدت زمان انجام وظیفه وحالت بدن هنگام انجام کار می باشد[۱۳،۲۲]. پنج متغیر اول براساس اصول علمی تعیین شده اند، درحالیکه عامل ریسک ششم بیشتر جنبه تجربی دارد [۱۰]. هریک از متغیرها تا۵سطح دسته بندی شده اند که برای مشاهده گر امکان تعیین دقیق هرعامل ریسک رافراهم می سازد[۱۴] ضمنا استفاده ازیک عددثابت برای هرمتغیر، امکان و قابلیت کاربرد این روش راتسهیل می نماید[۱۶،۱۵،۱۱]. دراجرای این روش ابتدا بایستی هرشغل به وظایف کاری خود تجزیه وسپس با توجه به متغیرهای موجوددرهر وظیفه ودرجه بزرگی وشدت آنها، امتیاز شاخص تنش برای هر دست به طور جداگانه مورد محاسبه قرارگیرد. موروگارگ برای تمایزبین مشاغل ایمن ومخاطره آمیز امتیازشاخص تنش ۵راپیشنهاد کردند[۱۰و۱۳]، اما درسال ۲۰۰۱، توماس ای. برناردمعیار چهاردسته ای زیر را برای تفسیر امتیاز شاخص تنش محاسبه شده پیشنهاد نمود[۱۶،۱۵]:

سطح ریسک یک: امتیاز شاخص تنش کمتر از ۳، بیانگر شرایط ایمن (Safe)

سطح ریسک دو: امتیاز شاخص تنش بین ۳تا۵، بیانگر شرایط نامطمئن (Uncertain)

سطح ریسک سه : امتیاز شاخص تنش بین ۵تا۷، بیانگر شرایط با ریسک اندک (Some risk)

سطح ریسک چهار: امتیاز شاخص تنش بیشتر از ۷،بیانگر شرایط مخاطره آمیز (Hazardous)

طبقه بندی گروهها	نوع مشاغل	فراوانی	
		تعداد	درصد
گروه کنترل	اداری	۶۳	۱۴/۱
گروه مورد	تراشکاری	۱۱۳	۲۵/۲
	جوشکاری	۷۴	۱۶/۵
	ذوب فلزات	۱۲۱	۲۷
	ریخته گری	۷۷	۱۷/۲
	جمع	۳۸۵	۸۵/۹
جمع		۴۴۸	۱۰۰

جدول۱- توزیع فراوانی شاغلین صنعت مورد بررسی برحسب گروههای مختلف شغلی

یافته ها

توزیع فراوانی افراد شاغل در بخشهای مختلف صنعت نشان داد درشغل تراشکاری وذوب فلزات بیشترین فراوانی وجود داشته است. جدول ۲بیانگرتوزیع سنی شاغلین صنعت مورد بررسی برحسب گروههای شغلی مختلف می باشد، دربخش اداری، بیشترین تمرکز جمعیتی درگروه سنی ۴۴-۴۰سال (۳۶/۵درصد) جای گرفته است. درخصوص گروه موردنیز ملاحظه گردیدبیشترین تمرکز جمعیتی در بخش تراشکاری مربوط به گروه سنی ۴۴-۴۰سال (۵۶/۶ درصد)، دربخش جوشکاری درگروه سنی ۴۴-۴۰سال (۵۲/۷درصد)،در بخش ذوب فلزات درگروه سنی ۴۴-۴۰سال (۴۶/۳درصد) و در بخش ریخته گری در گروه سنی ۴۹-۴۵ سال (۵۵/۸درصد) می باشد. به طور کلی در گروه مورد نیز بیشترین تمرکز جمعیتی مربوط به گروه سنی ۴۴-۴۰سال (۴۴/۷ درصد) بوده است. آزمون آماری کای اسکوئر (Chi- square test) ارتباط معنی داری بین گروههای شغلی مختلف وگروههای سنی نشان داده است (P<۰/۰۰۱ df=۱۶ χ^2=۷/۳۳). جدول۳، نرخ شیوع اختلالات اسکلتی - عضلانی بخشهای انتهایی اندامهای فوقانی رابرحسب گروههای شغلی مختلف نشان می دهد، بطوریکه سهم افراد فاقد اختلالات آرنج، ساعد، مچ، دست وانگشتان دربخش اداری به ترتیب ۵۴ نفر (۸۵/۷ درصد)، ۵۰نفر (۷۹/۴ درصد)، ۴۷ نفر (۷۴/۶درصد)، و ۴۵ نفر (۷۱/۴ درصد) بوده است. بنابراین ملاحظه می گردد دربخش اداری، نرخ شیوع اختلالات آرنج ازبقیه بخشهای انتهایی اندام فوقانی کمتر بوده، وبه ترتیب بعد از آن، ساعد، مچ دست، دست وانگشتان قراردارند، به نحوی که نرخ شیوع اختلالات دست وانگشتان از بقیه بخشها بیشتر می باشد. درخصوص گروه موردنیزملاحظه می گرددربخش تراشکاری نرخ شیوع اختلالات دست وانگشتان در بیشتربوده وبعد از آن، اختلالات مچ، ساعدوآرنج رتبه های پائین تر رابه خود اختصاص داده اند. سهم افراد فاقد اختلالات در نواحی آرنج ، ساعد، مچ، دست وانگشتان دراین بخش به ترتیب ۵۹ نفر (۵۲/۲درصد)، ۴۸ نفر (۴۲/۵درصد)، ۴۱نفر (۳۶/۳درصد) و ۳۶ نفر (۳۱/۹درصد) بوده است. دربخش جوشکاری سهم افراد

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-08-23]

طبقه بندی گروهها	نوع مشاغل	گروههای سنی (سال)								جمع	
		کمتراز۳۵سال		۳۹-۳۵سال		۴۴-۴۰سال		۴۹-۴۵سال		بیشتراز ۴۹سال			
		تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد
گروه کنترل	اداری	۹	۱۴/۳	۱۲	۱۹	۲۳	۳۶/۵	۱۱	۱۷/۵	۸	۱۲/۷	۶۳	۱۰۰
گروه مورد	تراشکاری	۵	۴/۴	۱۹	۱۶/۸	۶۴	۵۶/۶	۱۷	۱۵	۸	۷/۱	۱۱۳	۱۰۰
	جوشکاری	۳	۴/۱	۱۴	۱۸/۹	۳۹	۵۲/۷	۱۲	۱۶/۲	۶	۸/۱	۷۴	۱۰۰
	ذوب فلزات	۸	۶/۶	۱۹	۱۵/۷	۵۶	۴۶/۳	۲۶	۲۱/۵	۱۲	۹/۹	۱۲۱	۱۰۰
	ریخته گری	۶	۷/۸	۱۰	۱۳	۱۳	۱۶/۹	۴۳	۵۵/۸	۵	۶/۵	۷۷	۱۰۰
	جمع	۲۲	۵/۷	۶۲	۱۶/۱	۱۷۲	۴۴/۷	۹۸	۲۵/۵	۳۱	۸/۱	۳۸۵	۱۰۰
جمع		۳۱	۶/۹	۷۴	۱۶/۵	۱۹۵	۴۳/۵	۱۰۹	۲۴/۳	۳۹	۸/۷	۴۴۸	۱۰۰

جدول ۲- توزیع سنی شاغلین صنعت مورد بررسی برحسب گروههای مختلف شغلی

فاقد اختلالات آرنج، ساعد، مچ، دست وانگشتان به ترتیب ۵۰نفر (۶۷/۶٪)، ۴۷نفر (۶۳/۵٪)، ۳۹ نفر (۵۲/۷٪)، ۳۸ نفر (۵۱/۴٪) بوده است، دراین بخش نیز ملاحظه می‌گردد اختلالات مربوط به ناحیه دست وانگشتان ، بالاترین نرخ شیوع رابه خود اختصاص داده است و بعد از آن به ترتیب نرخ شیوع اختلالات مچ، ساعد و آرنج قراردارد. دربخش ذوب نرخ شیوع اختلالات دست وانگشتان حداکثر می باشد وبعد از آن نرخ شیوع اختلالات مچ، ساعد و آرنج قراردارد، طبعا سهم افراد فاقد اختلالات آرنج، ساعد، مچ، دست وانگشتان به ترتیب ۶۴نفر (۵۲/۹درصد)، ۵۲نفر (۴۳نفر)، ۴۰نفر (۳۳/۱درصد)، و ۲۳ نفر (۱۹درصد) می باشد. دربخش ریخته گری سهم افراد فاقد اختلالات آرنج، ساعد، مچ، دست وانگشتان به ترتیب ۴۰نفر (۵۱/۹درصد)، ۳۷ نفر (۴۸/۱درصد)، ۲۹نفر (۳۷/۷درصد) و ۲۵ نفر (۳۲/۵درصد) می باشد، در این بخش نیزنرخ شیوع اختلالات دست وانگشتان حداکثر بوده وبعد از آن نرخ شیوع اختلالات مچ، ساعد، وآرنج قراردارد. ضمنا درکل شاغلین صنعت مورد بررسی (مجموع گروههای کنترل و مورد)، ۲۱۱ نفر (۴۷/۱درصد)دارای اختلالات آرنج، ۲۵۴نفر (۵۶/۷درصد) دارای اختلالات ساعد، ۲۹۲نفر (۶۵/۲درصد) دارای اختلالات مچ ، و ۳۳۰نفر (۷۳/۷درصد) دارای اختلالات دست وانگشتان می باشند، بدین ترتیب مشخص می شود که بالاترین نرخ شیوع اختلالات درکل صنعت آهنکاری، مربوط به ناحیه دست وانگشتان بوده و بعد از آن، به ترتیب اختلالات مچ ، ساعد و آرنج بالاترین نرخ شیوع رابه خود اختصاص داده اند. سهم افراد فاقد اختلالات آرنج ، ساعد ، مچ ، دست وانگشتان درکل صنعت مورد بررسی به ترتیب ۲۳۷نفر (۵۲/۹درصد)، ۱۹۴نفر (۴۳/۳درصد)، ۱۵۶نفر (۳۴/۸درصد)، و۱۱۸نفر (۲۶/۳درصد) می باشد. آزمون کای اسکوئر ارتباط معنی داری بین اختلالات بخشهای انتهایی اندامهای فوقانی وگروههای شغلی مورد بررسی نشان داده است(χ^2=۱۱/۹۲ df= ۱۲ p= ۰/۰۰۴). جدول ۴، مقایسه میانگین شاخص تنش و سطوح ریسک مربوط به مشاغل مختلف موجود در صنعت آهنکاری را نشان می دهد بطوریکه گروه کنترل دارای میانگین شاخص تنش ۱/۰۶ (سطح ریسک یک و نوع ریسک ایمن)می باشد. از طرفی دیگر درگروه مورد، شغل تراشکاری دارای میانگین شاخص تنش ۶/۵۲ (سطح ریسک ۳ ونوع ریسک اندک)، شغل جوشکاری دارای میانگین شاخص تنش ۳/۶۸ (سطح ریسک ۲ونوع ریسک نامطمئن)، شغل ذوب فلزات دارای میانگین شاخص تنش ۷/۷۹ (سطح ریسک ۴، ونوع ریسک مخاطره آمیز) و شغل ریخته گری دارای میانگین شاخص تنش ۶/۳۳ (سطح ریسک ۳ ونوع ریسک اندک) می‌باشد. درمجموع ، گروه مورد دارای میانگین شاخص تنش ۶، دامنه تغییرات شاخص تنش بین ۵/۵۵ تا ۶/۴۵ ، انحراف معیار ۰/۴۵، سطح ریسک ۳ ونوع ریسک اندک می باشد. بدین ترتیب ملاحظه می‌گردد که مشاغل ذوب فلزات (۷/۷۹)، تراشکاری (۶/۵۲)، ریخته گری (۶/۳۳)، وجوشکاری (۳/۶۸) به ترتیب بالاترین مقدار میانگین شاخص تنش رابه خود اختصاص داده‌اند. درمجموع ، صنعت آهنکاری دارای میانگین شاخص تنش ۵/۱ (سطح ریسک ۳ ونوع ریسک اندک) می باشد. همچنین آزمون آماری آنالیز واریانس یکطرفه با ملاک آزمون F=۹۲/۵، اختلاف معنی داری بین میانگین امتیاز شاخص تنش مربوط به پنج شغل اداری، تراشکاری، جوشکاری، ذوب فلزات و ریخته گری نشان داده است و فرضیه عدم برابری میانگین های شاخص تنش مربوط به پنج شغل مورد بررسی همچنان به قوت خود باقی است(۰/۰۰۵ =p۱۶df= ۵/۹۲F).

برای تایید فرضیه بیان شده و نیز تعیین اینکه کدامیک از میانگین هابا بقیه متفاوت است، از آزمون های تعقیبی نظیر Scheffe، Bonferoni، LSD، Dunnetو... استفاده شدو ملاحظه گردیدکه چهار شغل اداری، جوشکاری، ریخته گری و تراشکاری دارای میانگین شاخص تنش کمتر از ۷بوده ولی میانگین شاخص تنش مربوطه به شغل ذوب فلزات (۷/۷۹) متمایز از بقیه و چشمگیر می باشد (P< ۰/۰۰۱). در این تحقیق شاخص تنش برای دست راست وچپ موردبررسی قرارگرفت. بطوریکه میانگین شاخص تنش برای دست راست

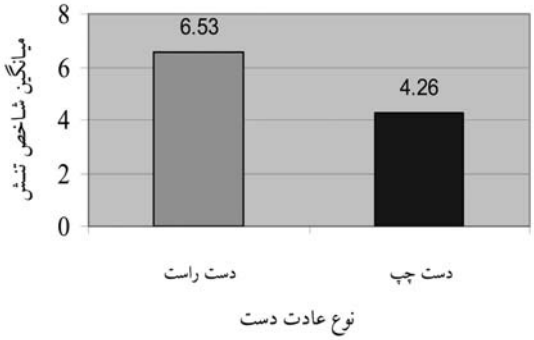
[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-08-23]

طبقه بندی گروهها		نوع مشاغل	بخشهای انتهایی اندامهای فوقانی							
			آرنج		ساعد		مچ دست		دست وانگشتان	
			تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد
گروه کنترل	اداری	افراد دارای اختلالات بخشهای انتهایی اندامهای فوقانی	۹	۱۴/۳	۱۳	۲۰/۶	۱۶	۲۵/۴	۱۸	۲۸/۶
		افراد فاقد اختلالات بخشهای انتهایی اندامهای فوقانی	۵۴	۸۵/۷	۵۰	۷۹/۴	۴۷	۷۴/۶	۴۵	۷۱/۴
		جمع	۶۳	۱۰۰	۶۳	۱۰۰	۶۳	۱۰۰	۶۳	۱۰۰
گروه مورد	تراشکاری	افراد دارای اختلالات بخشهای انتهایی اندامهای فوقانی	۵۴	۴۷/۸	۶۵	۵۷/۵	۷۲	۶۳/۷	۷۷	۶۸/۱
		افراد فاقد اختلالات بخشهای انتهایی اندامهای فوقانی	۵۹	۵۲/۲	۴۸	۴۲/۵	۴۱	۳۶/۳	۳۶	۳۱/۹
		جمع	۱۱۳	۱۰۰	۱۱۳	۱۰۰	۱۱۳	۱۰۰	۱۱۳	۱۰۰
	جوشکاری	افراد دارای اختلالات بخشهای انتهایی اندامهای فوقانی	۲۴	۳۲/۴	۲۷	۳۶/۵	۳۵	۴۷/۳	۳۶	۴۸/۶
		افراد فاقد اختلالات بخشهای انتهایی اندامهای فوقانی	۵۰	۶۷/۶	۴۷	۶۳/۵	۳۹	۵۲/۷	۳۸	۵۱/۴
		جمع	۷۴	۱۰۰	۷۴	۱۰۰	۷۴	۱۰۰	۷۴	۱۰۰
	ذوب فلزات	افراد دارای اختلالات بخشهای انتهایی اندامهای فوقانی	۵۷	۴۷/۱	۶۹	۵۷	۸۱	۶۶/۹	۹۸	۸۱
		افراد فاقد اختلالات بخشهای انتهایی اندامهای فوقانی	۶۴	۵۲/۹	۵۲	۴۳	۴۰	۳۳/۱	۲۳	۱۹
		جمع	۱۲۱	۱۰۰	۱۲۱	۱۰۰	۱۲۱	۱۰۰	۱۲۱	۱۰۰
	ریخته گری	افراد دارای اختلالات بخشهای انتهایی اندامهای فوقانی	۳۷	۴۸/۱	۴۰	۵۱/۹	۴۸	۶۲/۳	۵۲	۶۷/۵
		افراد فاقد اختلالات بخشهای انتهایی اندامهای فوقانی	۴۰	۵۱/۹	۳۷	۴۸/۱	۲۹	۳۷/۷	۲۵	۳۲/۵
		جمع	۷۷	۱۰۰	۷۷	۱۰۰	۷۷	۱۰۰	۷۷	۱۰۰
	جمع	افراد دارای اختلالات بخشهای انتهایی اندامهای فوقانی	۲۰۲	۵۲/۵	۲۴۱	۶۲/۶	۲۷۶	۷۱/۷	۳۱۲	۸۱
		افراد فاقد اختلالات بخشهای انتهایی اندامهای فوقانی	۱۸۳	۴۷/۵	۱۴۴	۳۷/۴	۱۰۹	۲۸/۳	۷۳	۱۹
		جمع	۳۸۵	۱۰۰	۳۸۵	۱۰۰	۳۸۵	۱۰۰	۳۸۵	۱۰۰
جمع		افراد دارای اختلالات بخشهای انتهایی اندامهای فوقانی	۲۱۱	۴۷/۱	۲۵۴	۵۶/۷	۲۹۲	۶۵/۲	۳۳۰	۷۳/۷
		افراد فاقد اختلالات بخشهای انتهایی اندامهای فوقانی	۲۳۷	۵۲/۹	۱۹۴	۴۳/۳	۱۵۶	۳۴/۸	۱۱۸	۲۶/۳
		جمع	۴۴۸	۱۰۰	۴۴۸	۱۰۰	۴۴۸	۱۰۰	۴۴۸	۱۰۰

جدول ۳- توزیع نرخ شیوع اختلالات اسکلتی - عضلانی بخش های انتهایی اندامهای فوقانی برحسب گروه های مختلف شغلی

۶/۵۳(دامنه تغییرات شاخص تنش بین ۶/۱۵تا۶/۹۱، انحراف معیار ۰/۳۸ وسطح ریسک ۳و نوع ریسک اندک) و برای دست چپ ۴/۲۹(دامنه تغییرات شاخص تنش بین ۴/۰۶تا۴/۵۲، انحراف معیار ۰/۲۳، سطح ریسک ۲، و نوع ریسک نامطمئن) محاسبه گردید(نمودار۱). همچنین آزمون آماری paired t-test وجود همبستگی مستقیم ونسبتا کامل (r=۰/۶۹) و نیز وجوداختلاف آماری معنی دار بین میانگین شاخص تنش محاسبه شده برای دست راست وچپ درشاغلین صنعت موردبررسی رابه اثبات رسانید(r=۰/۶۹ t= ۳/۱۵df=۴P<۰/۰۰۱). بنابراین ملاحظه گردید که نسبت میانگین شاخص تنش محاسبه شده برای دست چپ به میانگین شاخص تنش محاسبه شده برای دست راست ۱به ۱/۵۲می باشد[۲۰].

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-08-23]



نمودار۱- مقایسه میانگین شاخص تنش محاسبه شده مربوط به دو دست در صنعت آهنکاری مورد بررسی

بحث ونتیجه گیری

مطالعه حاضرنشان داد اکثر شاغلین صنعت موردبررسی دررنج سنی بالا (گروه سنی ۴۴-۴۰ سال) متمرکزگریده اندکه خود دلیلی بر بالا بودن شیوع اختلالات اسکلتی - عضلانی بخشهای انتهایی اندامهای فوقانی ونیز زمینه ساز شیوع اینگونه اختلالات می باشد[۵،۷]. همچنین ملاحظه گردید شیوع اختلالات اسکتی - عضلانی دست وانگشتان نسبت به سایر بخشهای انتهایی اندامهای فوقانی بیشتر است که به نوعی به بالا بودن تحرک و تکرار عضومربوطه ، تاثیر بیشتر عضو مربوطه دراعمال نیرو ،بالا بودن شدت اعمال نیرو ، تماس بیشتر نسبت به سایر اعضا با اشیاء دارای لبه تیز وبرنده ، مواجهه بیشتر با سرماوگرما، مواجهه بیشتر با استرس های تماسی ، مواجهه با ارتعاش ، بکارگیری ابزار آلات و تجهیزات نامناسب و... مربوط می باشد [۸،۲۲،۲۳]. در این تحقیق میانگین شاخص تنش محاسبه شده برای دست راست ۶/۵۳ وبرای دست چپ ۴/۲۹ بدست آمد، به عبارت دیگر میانگین شاخص تنش محاسبه شده برای دست راست تقریبا ۱/۵۲ برابر بیشتر از میانگین شاخص تنش محاسبه شده برای دست چپ می باشدکه علت این امر را می توان به تحرک بیش ازحد این عضو، عدم وجود وقفه های استراحتی کافی دربین دوره های کاری، تغذیه نامناسب، طراحی نامناسب ابزار و تجهیزات، وضعیت بدنی نامناسب درحین انجام کار، تناوب وتکرار زیاد فعالیتها دردقیقه، عوامل تاثیرگذاردیگر (شامل اشیاء با لبه تیزوبرنده، کارهای ظریف، مواجهه باسرماوگرما، مواجهه باارتعاش، مسائل ومشکلات روانی و..)[۲۴،۲۳] وهمچنین به مسئله فرهنگی و نژادی جمعیت ایرانی نسبت داد(درخصوص جمعیت های کاری انگلیسی ، سوئدی و... که بنا به مسائل ژنیتکی و فرهنگی ، از دست چپ بیشتر از دست راست استفاده می کنند وغالبا فعالیتهای روزمره وکارها رابادست چپ انجام می دهند وبه اصطلاح چپ دست (Left - handed) می باشند، قضیه کاملا برعکس بوده وشیوع اختلالات اسکلتی - عضلانی بخشهای انتهایی اندامهای فوقانی Upper Extremity (DUE) Distal دردست چپ بیشتر ازدست راست گزارش شده واین عضو بالاترین درصداینگونه اختلالات رابه خود اختصاص داده است[۸،۵،۷،۲۳].

دراین مطالعه باتوجه به شاخص تنش بدست آمده، شغل اداری به عنوان شغل ایمن (Safe) وشغل جوشکاری به عنوان شغل نامطمئن (مرزی یا مشکوک) ومشاغل تراشکاری وریخته گری به عنوان مشاغل با ریسک اندک تلقی گردیدندکه این نتایج به میزان شدت ونرخ وجود عوامل ریسک ارگونومیکی شغلی بستگی دارد[۲۵]. ذوب فلزات به علت داشتن متغیرهای

طبقه بندی گروهها	نوع مشاغل	میانگین شاخص تنش	دامنه تغییرات شاخص های تنش	انحراف معیار شاخص‌های تنش	سطح ریسک	نوع ریسک
گروه کنترل	اداری	۱/۰۶	۰/۸۳-۱/۲۹	۰/۲۳	سطح ۱ SI ≤۳	ایمن
گروه مورد	تراشکاری	۶/۵۲	۶/۰۶-۶/۹۸	۰/۴۶	سطح ۳ ۵ <SI ≤۷	ریسک اندک
	جوشکاری	۳/۶۸	۳/۳۳-۴/۰۳	۰/۳۵	سطح ۲ ۳ <SI ≤۵	ریسک نامطمئن
	ذوب فلزات	۷/۷۹	۷/۲۵-۸/۳۳	۰/۵۴	سطح ۴ SI>۷	مخاطره آمیز
	ریخته گری	۶/۳۳	۵/۸۷-۶/۷۹	۰/۴۶	سطح ۳ ۵ <SI ≤ ۷	ریسک اندک
	جمع	۶	۵/۵۵-۶/۴۵	۰/۴۵	سطح ۳ ۵ <SI ≤ ۷	ریسک اندک
جمع		۵/۱	۴/۶۹-۵/۵۱	۰/۴۱	سطح ۳ ۵<SI ≤ ۷	ریسک اندک

جدول ۴- مقایسه میانگین شاخص تنش وسطوح ریسک مربوط به مشاغل مختلف موجود درگروههای مختلف کاری صنعت آهنکاری مورد بررسی

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-08-23]

وظیفه ای درحد آسیب رسان بالاترین عددریسک رابه خود اختصاص داده و به عنوان شغل مخاطره آمیز (Hazardous) قلمداد گردیده است که باطراحی مناسب محیط کار، ابزار آلات و تجهیزات، ونیز با حذف، کاهش یابه حداقل رساندن عوامل ریسک بالقوه آسیب رسان، میتوان شاخص تنش موجود رابه حداقل قابل قبول (Acceptable Level) یا سطح ریسک ۱ کاهش داد. لازم به ذکر است نتایج حاصل از پرسشنامه نوردیک با نتایج روش شاخص تنش مشابه بوده که این مسئله خود حاکی از اعتبار وروائی روش شاخص تنش می باشد[۱۹،۱۴،۱۲،۱۵،۱۶].

درارتباط با کاهش میزان شیوع اختلالات اسکلتی عضلانی مرتبط با کار، محققان راهکارهایی ارائه کرده اندکه عبارتند از : کاهش حرکت بیش از حد مفصل (دست - مچ)، کاهش غیر متعارف اعمال نیرو (شدت اعمال نیروی بیش از حد) ، کاهش حرکات با تکرار زیاد، کلیشه ای و یکنواخت (تعداد تلاش های عضلانی دردقیقه ومدت زمان اعمال نیرو) [۲۵،۲۶،۲۷،۲۸].از آنجائیکه یک علت اساسی شیوع اختلالات اسکلتی - عضلانی بخشهای انتهایی اندامهای فوقانی، اعمال تنش بیش از حد برمفاصل و تاندونهاست لذا حرکات غالب باید به نحوی درمحدوده حرکتی مفصل صورت پذیرد که هنگام اعمال نیرو، مچ صاف وآرنج درزاویه ای قائم قرارگرفته واز انحراف مچ به سمت چپ یاراست اجتناب گردد و دستها درراستای ساعدها قرارگیرند، زیرا انحراف از وضعیت خنثی (متعادل یا طبیعی Neutral) سبب افزایش اعمال نیرو نیز می گردد. همچنین بایستی از تمامی انقباضات عضلانی از قبیل انقباضات عضلانی گاه به گاه با نیازمندی به بیش از ۵۰درصد حداکثر توانایی اعمال نیرو اجتناب گردد[۲۸]. خستگی ناشی از کار بیشتر توسط بارکاری تحت تاثیر قرارمی گیرد تامدت زمان انجام کار، بنابراین نسبت بارکاری به مدت زمان انجام کارنبایستی ازنسبت ۱۰به ۱ تجاوز نماید[۶،۵،۲۹].

بدین ترتیب با کاهش مقدار نیروی مورد نیاز، توزیع مناسب اعمال نیرو وبکارگیری عضلات قوی ترمی توان مقدار نیروی مورد نیاز کاری رامورد کنترل قرارداد وبه حد بهینه رساند [۲۵،۲۶]. بنابراین پیشنهاد می گردد با گسترش وظایف، مکانیزه کردن، طراحی مجدد چرخه های کاری، استفاده از سیستم های گردشی شغلی، استفاده از سیستم های گردش کارگر، ایجاد ایستگاههای موازی جهت کاهش تکرار و حجم کار، انجام معاینات دوره ای جهت تشخیص زودرس اختلالات اسکلتی - عضلانی بخشهای انتهایی اندامهای فوقانی، و آموزش کارگران از شیوع اینگونه اختلالات تاحد قابل توجه ای پیشگیری به عمل آورد [۷،۲۵،۶،۲۸،۸].

منابع

1. Kuorinka I, et al. Standardized Nordic Questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms. Applied Ergonomics 1987. 18(3):233-37.

2. Levy B S, Wegman DH. Occupational health and recognizing and preventing work-related diseases and injury. Fourth Edition Chapter 26, 2000.

3.Mayer T G et al. Occupational musculoskeletal disorders function outcomes and evidence . Chapter 16 and 21, 2000.

4. Robertson MMô O'Neill MJ Reducing musculoskeletal discomfort: effects of an office ergonomics workplace and training intervention. Int J Occup Saf Ergon 2003. 9(4): 491-502.

5. Nordic M. and Andersson G.Musculoskeletal disorders in the workplace: Principles and practice. Mosby- Year Book Inc, 1997.

6.Grant K A, et al. Evaluation of an accelerometric activity monitor as an exposure assessment tool in ergonomic studies. Appl Occup & Environ Hyg1995. 10(5): 461-66.

7.Buckle P¡ Devereux J. The nature of work- related neck and upper limb musculoskeletal disorders. Applied Ergonomics 2002. 33(3): 207-17.

8. Swift M.B. and Cole D.C. Health care utilization & workplace interventions for neck & upper limb problems among newspaper workers. JOEM 2002. 43 (3): 265-75

9. Larson B A and Ellexson M T. Blueprint for ergonomics Work 2000. 15(2):107-112.

10. Moore J.S. and Garg A. The strain index : Aproposed method to analyze jobs for risk of distal upper extremity disorders. AIHAJ 1995. 56: 443-58.

11. Moore J.S. and Garg A. Upper extremity disorders in a pork processing plant: Relationships between job risk factors and morbidity. AIHAJ1994. 55(8) 703-15.

12. Li G, Buckle P. Current techniques for assessing physical exposure to work- related musculoskeletal risks with emphasis on posture-based methods. Ergonomics 1999. 42:674-95.

13. Moore J.S. and Garg A.Participatory ergonomics in a red meat packing plant . part 2:case studies . AIHA J 1997. 58:495-508.

14. Knox K. and Moore J S. Predictive Validity of the strain index in turkey processing. JOEM 2001. 43(5).

15. Rucker N. and Moore J.S.Predictive Validity of the strain index in manufacturing facilities. Appl Occup Environ Hyg 2002.17(1):63-73.

16. Wands SE. Validation of the strain index in a window manufacturing facility. Appl Occup Environ Hyg 2003. 13 (5): 111-20.

17. Bao S, Spielholz P, Haward N, Silverstein N. Application of strain index in multiple task jobs. APP Ergon 2008. 10(1).

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-08-23]

18. Riihim K H. Epidemiology of work-related back disorders. In: Violante F, Armstrong T, Kilbom A (Eds). Occupational ergonomics: work-related musculo-skeletal disorders of the upper and back. Taylor & Francis Publishing, lst Ed. London & New York, UK & US, pp. 11-19, 2000.

19. Dickinson C E, et al. Questionnaire development: An examination of the Nordic Musculoskeletal Questionnaire. Applied Ergonomics. 23: 197-201. 1992

20. Dunn O A, Clark VA. Applied Statistics: Analysis of variance and regression. John Wiley & Sons Inc, New York; 1974.

21. Riihim K H. Methodological issues in epidemio-logic studies of musculoskeletal disorders. In: Violante F, Armstrong T, Kilbom A. (Eds) Occupational ergonomics: work- related musculoskeletal disorders of the upper of the upper limb and neck. Taylor & Francis Publishing, 1st Ed. London & New York, UK & US, pp. 1-10, 2000.

22. Michael R. The strain index job analysis method. Appl Occup Environ Hyg 2002. 12(4).

23. Bernard BP. Musculoskeletal disorders & workplace factors DHHS (NIOSH) publication, Cincinnati, Ohio: National Instituite for Occupational Safety & Health. 97: 141-45, 1997.

24. Putz-Andersson V. Cumulative trauma, a manual for musculoskeletal disorders of the upper limbs. Taylor & Francis, 1988.

25. Genaidy A. Ergonomic risk assessment: Preliminary guidelines for analysis of repetition force & posture. Human Ergon 1993. J.; 56: 443-58.

26. Karwowski W, Marras WS. The Occupational Ergonomics Handbook, CRC Press. 1999.

27. Salvendy G. Handbook of industrial Engineering. New York: John Wiley & Sons Inc,1982.

28. Selan JL.The advanced ergonomics manual. Dallas, Texas. Advanced Ergonomics Inc,1994.

29. Violante F. Occupational Ergonomics. New York: Taylor & Francis publishing, 2000.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-08-23]

Evaluation of distal upper extremity (DUE) musculoskeletal disorders by strain index (SI) in an ironwork industry

Seyed-Ali Moussavi-Najarkola [1]
Sara Karimi[2]
Rajab-Ali Hokmabadi [3]

Abstract:

Background and aims: Work-related musculoskeletal disorders (WMSDS) is one of the most important problems in working populations of Iranian industries; so, in order to evaluate the integrated roles and effects of various ergonomic risk factors inducing such disorders, the Strain Index (SI) methods was used.

Methods: This was a cross-sectional study conducted on 448 male subjects including 63 controls working in administrative jobs and 385 cases working in lathing, welding, melting and foundry jobs using integrated procedure which includes observations, interview, Nordic Musculoskeletal Questionnaire (NMQ) methods and SI model. All workers were questioned. Data were analyzed using SPSS software v. 11 and Excel package.

Results: The most prevalent MSDs in upper limbs were found in melting lathing, foundry and welding respectively. There was a significant relationship between age and job groups (χ^2=7.33; df=16; p<0.001). One-way analysis of variance showed a significant differences among means of calculated Strain Indices of administrative (1.06), lathing (6.52), welding (3.68), melting (7.79) and foundry (6.33) jobs (F=5.92; df=16; p=0.005). Also it was revealed that melting job was attributed as "hazardous job" (4 risk level), lathing and foundry jobs were referred to "moderate risk level" (3 risk level), welding job was allocated as "uncertain risk level" (2 risk level), and administrative job was attributed as "safe risk level" (1 risk level). Moreover, there was a significant relationship between DUE and job groups (χ^2=11.92; df=12; p=0.004).The paired t-test showed significant difference with direct and relatively complete correlation between means of Strain Indices in right (6.53) and left (4.29) hands (r=0.69; t=3.15; p<0.001).

Conclusion: The Strain Index (SI) model can be referred as an efficient and applicable method for the assessment of ergonomics risk factors inducing upper extremity musculoskeletal disorders (UEMSDs), classifying jobs, correcting and modifying work situations and preventing DUE musculoskeletal disorders.

Keywords

Strain Index, SI, Upper Extremity Musculoskeletal Disorders, DUE, Ergonomic risk factors

1. (Corresponding author) Department of Occupational & Environmental Health, School of Medical Science, Tarbiat Modares University (TMU), Tehran, Iran. E mail:mosavi58@gmail.com
2. School of Public Health, Esfahan University of Medical Sciences, Esfahan, Iran.
3. Department of Occupational Health, School of Medical Science, Shahid Beheshti of Medical University (SBMU), Tehran, Iran.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-08-23]