



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۲۰۷۵۴-۶

چاپ اول

۱۳۹۴

INSO

20754-6

1st.Edition

2016

وسایل محافظ تنفسی - عوامل انسانی -
قسمت ۶: اثرات روانی - فیزیولوژیکی

**Respiratory protective devices —
Human factors —Part 6: Psycho-
physiological effects**

ICS: 13.340.30

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیر دولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادهای در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌دهد، به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization

2-International Electrotechnical Commission

3-International Organization of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)

4-Contact point

5-Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«وسایل محافظ تنفسی - عوامل انسانی - قسمت ۶: اثرات روانی - فیزیولوژیکی»

رئیس:

قیصری، تقی

(فوق لیسانس مهندسی مکانیک)

سمت و/یا نمایندگی

شرکت خدمات فنی و مهندسی سرمد

دبیر:

سالک‌زمانی، یعقوب

(دکترای تخصصی طب فیزیکی و توان‌بخشی)

دانشگاه علوم پزشکی تبریز

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

اسمعیلی پاینده، محمد

(دکترای تخصصی طب فیزیکی و توان‌بخشی)

اداره کل بهزیستی استان آذربایجان شرقی

اصلانی، سعید

(لیسانس مهندسی شیمی)

پارک علم و فناوری استان آذربایجان شرقی

بنیادی، مسعود

(دکترای تخصصی گوش، حلق و بینی)

کلینیک دکتر بنیادی

ترکمن، لیلا

(فوق لیسانس مهندسی مکانیک)

اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی

حقیقی فرد، محمدرضا حسن

(دکترای تخصصی ارتوپدی)

بیمارستان الغدیر تهران

سالک‌زمانی، سحر

(دکترای حرفه‌ای پزشکی)

کارشناس

کارشناس استاندارد	سالک زمانی، شبنم (دکترای علوم تغذیه)
اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی	سالک زمانی، مریم (فوق لیسانس علوم تغذیه)
انجمن انستزیولوژی	سعید، سلیمانی (دکترای تخصصی گوش، حلق و بینی)
مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار شمالغرب (تبریز)	علی پور، محمدحسن (فوق لیسانس HSE)
مرکز بهداشت استان آذربایجان شرقی	غفاری، مجتبی (فوق لیسانس بهداشت حرفه‌ای)
اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی	قدیمی، فریده (فوق لیسانس شیمی آلی)
مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار شمالغرب (تبریز)	مساوات، علیرضا (فوق لیسانس شیمی)
سازمان ملی استاندارد ایران - پژوهشگاه استاندارد	معینیان، شهاب (فوق لیسانس شیمی)
شرکت اسلوب آفرینان آریا آذربایجان	مهدی پور، نسرین (فوق لیسانس روان شناسی)
مرکز بهداشت استان آذربایجان شرقی	همت جو، یوسف (فوق لیسانس بهداشت حرفه‌ای)

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
و	پیش‌گفتار
ز	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۱	۳ اصطلاحات، تعاریف، نمادها و کوتاه‌نوشت‌ها
۴	۴ نمادها و اصطلاحات کوتاه‌نوشتی
۵	۵ اثرات روانی-فیزیولوژیکی موثر بر پذیرش RPD توسط کاربر
۱۶	پیوست الف (اطلاعاتی) کتاب‌نامه

پیش گفتار

استاندارد «وسایل محافظ تنفسی- عوامل انسانی-قسمت ۶: اثرات روانی-فیزیولوژیکی» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط تهیه و تدوین شده است و در پانصد و هشتاد و یکمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی پزشکی مورخ ۱۳۹۴/۱۲/۱۸ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

منبع و ماخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

ISO/TS 16976-6: 2014, Respiratory protective devices —Human factors —Part 6: Psycho-physiological effects

مقدمه

در این استاندارد، عوامل روانی که می‌تواند باعث بروز اثرات فیزیولوژیکی (اثرات روانی-فیزیولوژیک)^۱ شود، مورد توجه واقع شده است. اثراتی می‌تواند در پذیرش توسط کاربر یا توانایی وی برای تحمل پوشیدن وسایل محافظ تنفسی^۲ (RPD) برای مدت زمان مورد نیاز تاثیر بگذارد. این استاندارد، بر این موضع استوار است که وضعیت روانی، همبسته^۳ فیزیولوژیکی^۴ دارد (به عنوان مثال اضطراب با افزایش ضربان قلب همراه است) و واکنش‌های فیزیولوژیکی به پوشیدن RPD تاثیر بر وضعیت روان‌شناختی کاربر RPD دارد (به عنوان مثال مشکل تنفس منجر به اضطراب خواهد شد). موضوع بندهای زیر، وضعیت جداگانه^۴ روانی-فیزیولوژیکی است که می‌تواند بر پذیرش کاربر تاثیر بگذارد یا در احتمال درآوردن RPD قبل از موعد مقرر سهیم باشد و به این ترتیب، او را در معرض مخاطره^۴ تنفسی قرار می‌دهد. واکنش‌های فیزیولوژیک به استفاده از RPD پس از بحثی در مورد واکنش‌های روانی به استفاده از RPD مورد بررسی قرار خواهند گرفت. سپس بحث در مورد روش‌شناسی‌های^۴ مورد استفاده برای اندازه‌گیری واکنش‌های روانی-فیزیولوژیکی و چگونگی استفاده از این اندازه‌گیری‌ها برای پیش‌بینی دشواری استفاده از RPD در افراد ادامه خواهد یافت. در پایان، معیارهای تعیین مناسب‌ترین افراد برای گماردن به کاری که مستلزم استفاده از RPD است، مورد بحث خواهد گرفت.

1-Psycho-physiology effects
2-Respiratory protective devices
3-Physiological correlate
4-Methodologies

وسایل حفاظت تنفسی - عوامل انسانی - قسمت ۶: اثرات روانی - فیزیولوژیکی

۱ هدف و دامنه

هدف از تدوین این استاندارد، ارائه اطلاعاتی در مورد اثرات روانی - فیزیولوژیکی مرتبط با استفاده از RPD است و برای تهیه استانداردهای مورد نظر برای انتخاب و استفاده از RPD کاربرد دارد. این استاندارد برای تدوین کنندگان استانداردهای RPD، اصولی را در ارتباط با موارد زیر مشخص می‌کند:

- تعامل بین RPD و ادراک فیزیولوژیکی و روانی انسان،
 - پذیرش توسط کاربران، و
 - نیاز به آموزش به منظور بهبود پذیرش RPD توسط کاربران.
- این استاندارد در مورد الزامات مرتبط با مخاطره خاصی که RPD برای آن طراحی شده است، کاربرد ندارد.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شود. در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است. استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

2-1 ISO 16972, Respiratory protective devices — Terms, definitions, graphical symbols and units of measurement

۳ اصطلاحات و تعاریف، نمادها و کوته‌نوشت‌ها

در این استاندارد، علاوه بر اصطلاحات و تعاریف ارائه شده در استاندارد ISO 16972 اصطلاحات و تعاریف زیر نیز کاربرد دارد.

۱-۳

آسیب‌شناسی سببی^۱

منظور، شناخت علت حالت یا اختلال آسیب‌شناختی است (پاتوژنز).

۲-۳

اضطراب

حالت ناآرامی، دلواپسی، یا نگرانی درباره آن چه ممکن است رخ دهد (بدگمانی^۲).

1-Aetiopathology
2-Misgiving

۳-۳

فشار خون

BP^۱

منظور، فشار خون شریانی (mmHg) است.

۴-۳

آریتمی قلبی

تغییر از ریتم طبیعی ضربان قلب، آریتمی قلبی نامیده می‌شود.

۵-۳

تنگناهراسی^۲

ترس غیرطبیعی یا ترس از قرار گرفتن در فضای محصور یا محدود، تنگناهراسی نامیده می‌شود.

۶-۳

ملال^۳

منظور از ملال، احساس ناآرامی، بی‌قراری، یا کسالت است.

۷-۳

تنگی نفس^۴

احساس نیازمندی شدید به هوا^۵، تنفس مشکل یا پرزحمت، یا احساس از نفس افتادگی، تنگی نفس نامیده می‌شود.

۸-۳

HR^۶

کوته‌نوشتی برای ضربان قلب ($\text{beats}\cdot\text{min}^{-1}$) است.

۹-۳

هایپرکاپنی^۷

مقدار بیش از حد CO_2 در خون، هایپرکاپنی نامیده می‌شود.

۱۰-۳

ژرفدمی (هیپرونتیلیسیون)^۸

افزایش تنفس کلی ناشی از افزایش عمق و بسامد تنفس، ژرفدمی نامیده می‌شود.

-
- 1-Blood pressure
 - 2-Claustrophobia
 - 3-Dysphoria
 - 4-Dyspnoea
 - 5-Air hunger
 - 6-Heart rate
 - 7-Hypercapnia
 - 8-Hyperventilation

یادآوری- این حالت می‌تواند اختیاری یا ناشی از افزایش فعالیت، ترس، یا تنفس کربن‌دی‌اکسید (CO_2) بیش از حد باشد.

۱۱-۳

کم‌اکسیژنی (هیپوکسی)^۱

کسر حجمی یا فشار جزئی اکسیژن در اتمسفر تنفسی زیر آن چه در اتمسفر در سطح دریا وجود دارد.

۱۲-۳

سوخت‌وساز بدن/آهنگ سوخت‌وساز

انرژی تولیدشده در سلول‌های انسانی توسط فرآیندهای هوازی یا غیر هوازی، سوخت‌وساز بدن نامیده می‌شود.

۱۳-۳

تهویه دقیقه‌ای^۲

V_E

کل حجم هوای دمی (یا بازدمی) در ریه‌ها در طول مدت ۱ min، بر حسب $\text{L}\cdot\text{min}^{-1}$ (BTPS)، تهویه دقیقه‌ای نامیده می‌شود.

۱۴-۳

ناهنجاری بساویی (پارستزی)^۳

احساس غیرطبیعی بدون علت عینی، مانند بی‌حسی، سوزن‌سوزن شدن، مورمور شدن و حساسیت بیش از حد، پارستزی نامیده می‌شود.

۱۵-۳

اثر روان‌تنی^۴

اثری مربوط به ذهن و ارتباط آن با تظاهرات جسمی^۵ است.

۱۶-۳

اثر روانی - فیزیولوژیکی

خصیصه(های) روانی و واکنش‌ها به وضعیت معینی که می‌تواند واکنش فیزیولوژیکی را تحریک کند و واکنش فیزیولوژیکی به یک وضعیت معین که می‌تواند واکنش روانی برانگیزاند.

۱۷-۳

6RR

کوته‌نوشتی برای آهنگ تنفس ($\text{breaths}\cdot\text{min}^{-1}$) است.

1-Hypoxia

2-Minute ventilation

3-Paresthesia

4-Psycho-physical effect

5-Physical manifestations

6-Traits

7-Respiratory rate

۱۸-۳

SaO₂

کوته‌نوشتی برای درجه اشباع هموگلوبین با اکسیژن در خون شریانی است (بیان شده به صورت درصد اشباع).

۱۹-۳

استریوآکوایتی^۱

وضوح تصویری در سه بعد، استریوآکوایتی نامیده می‌شود.

۲۰-۳

تندتپشی (تاکی کاردی)^۲

اضافه‌ضربان قلب به دلیل ورزش، درد، اضطراب، یا حالت پاتوفیزیولوژیکی^۳، تندتپشی نامیده می‌شود.

۲۱-۳

tcCO₂

کوته‌نوشتی است برای کربن دی‌اکسید تراپوستی^۴ اندازه‌گیری شده.

یادآوری- میزان کربن دی‌اکسید در عروق بافت، که توسط آشکارساز CO₂ تراپوستی وصل شده به لاله گوش اندازه‌گیری می‌شود.

۲۲-۳

هراس^۵

هر گونه ترس مداوم و بی‌دلیل از یک شیء، فعالیت یا موقعیت خاصی که منجر به فرار اجباری برای اجتناب از محرک ترسناک^۶ می‌شود.

۲۳-۳

پرسشنامه اضطراب خصیصه‌ای-موقعیتی^۷

ابزار ارزیابی روانی مورد استفاده برای تعیین وجود و نوع اضطراب در فرد که برای تمایز بین اضطراب موقعیتی (اضطراب وضعیتی) و احساسات مزمن اضطراب به عنوان بخشی از ساختار شخصیت کلی (اضطراب خصلتی) به کار می‌رود.

۴ نمادها و اصطلاحات کوته‌نوشتی

در جدول ۱ نمادها و اصطلاحات کوته‌نوشتی به‌کاررفته در این استاندارد ذکر شده است.

1-Stereoacuity

2-Tachycardia

3-Pathophysiological

4-Transcutaneous

5-Phobia

6-Feared stimulus

7-State-Trait Anxiety Inventory

جدول ۱

Respiratory protective device	وسیلهٔ محافظ تنفسی	RPD
Minute ventilation	تهویهٔ دقیقه‌ای	V_E
Blood pressure	فشار خون	BP
State-Trait Anxiety Inventory	پرسشنامه اضطراب خصیصه‌ای-موقعیتی	STAI
Filtering facepiece respirator	رسپیراتور تمام صورت تصفیه‌کننده	FFR
Heart rate	ضربان قلب	HR
Respiratory rate	آهنگ تنفس	RR
Arterial oxyhaemoglobin saturation	اشباع اکسی‌هموگلوبولین شریانی	SaO ₂
Severe acute respiratory syndrome	سندرم تنفسی حاد شدید	SARS
Work of breathing	کار تنفسی	WoB
Pascal	پاسکال	Pa
Self-contained breathing apparatus	هوارسان خودتامین	SCBA
Skin temperature	دمای پوست	T_{sk}
State anxiety	اضطراب حالتی	SA
Trait anxiety	اضطراب خصیصه‌ای	TA
Immediately dangerous to life and health	خطر آنی برای حیات و سلامتی	IDLH
Rate of oxygen consumption during breathing	آهنگ مصرف اکسیژن در طول تنفس	$V O_2$
Rate of carbon dioxide production during breathing	آهنگ تولید کربن دی‌اکسید در طول تنفس	$V CO_2$

۵ اثرات روانی - فیزیولوژیکی موثر بر پذیرش RPD توسط کاربر

۱-۵ کلیات

در بسیاری از مشاغل الزامی است که کارگران از RPD برای حفاظت خود در برابر اتمسفرهای خطرناک استفاده کنند. با وجود این، در بخش کوچک اما قابل توجهی از کارگران، استفاده از RPD برای بیشتر از چند دقیقه دشوار یا حتی غیرممکن است. این امر می‌تواند ناشی از ناراحتی جسمی حاصل از RPD با جای‌گذاری نامناسب^۱ یا ناشی از وضعیت‌های خطرناک تحت وضعیت‌های شدید یا ناشی از خصلت‌های روانی خاص شخصیت کاربر باشد. پوشیدن RPD اساساً باعث واکنش‌های فیزیولوژیکی در همهٔ کاربران می‌شود و به نظر می‌رسد که واکنش روان‌شناختی به احساسات فیزیولوژیکی (نیازمندی شدید به هوا، گرما، تنگ‌شدن میدان دید) باشد که می‌تواند واکنش روانی را برانگیزاند که مانع شود فرد از RPD استفاده کند. در بندهای زیر، در ابتدا به واکنش‌های فیزیولوژیکی استفاده از RPD و واکنش‌های بالقوهٔ روانی به آن واکنش‌ها پرداخته شده است.

¹-Poorly fitting

۲-۵ واکنش‌های فیزیولوژیکی به پوشیدن RPD و تاثیر بر عملکرد کار

عمل ساده پوشیدن RPD می‌تواند برخی واکنش‌های روانی را مستقل از محیط استفاده RPD برانگیزاند. پوشیدن RPD می‌تواند غلظت اکسیژن (O_2) و کربن‌دی‌اکسید (CO_2) را در فضای تنفسی تغییر دهد که، اگر این تغییر زیاد باشد، به طور قابل توجهی بر کارکرد تنفسی خالص^۱ تاثیر خواهد گذاشت (به عنوان مثال افزایش یا کاهش در تهویه دقیقه‌ای). علاوه بر این، پوشیدن RPD با تغییراتی در کارکرد قلبی‌عروقی در واکنش به تحریک سیستم عصبی سمپاتیک، کاهش عملکرد فیزیکی، کار تنفس، تغییرات در V_E (به عنوان مثال تنگی نفس) حاصل از افزایش مقاومت در برابر جریان هوا، و احساس گرما، همراه است. در اغلب افراد، واکنش روانی به احساسات فیزیولوژیکی که توسط کاربر RPD تجربه می‌شود، وجود دارد. واکنش‌های روانی تعیین‌کننده درجه پذیرش RPD و انطباق با الزامات RPD برای تامین میزان مناسبی از حفاظت است. هر یک از واکنش‌های فیزیولوژیکی در بندهای زیر شرح داده شده است.

۱-۲-۵ اکسیژن (O_2) و کربن‌دی‌اکسید (CO_2) در فضای تنفس

واکنش‌های فیزیولوژیک به O_2 و CO_2 در فضای تنفسی در استاندارد ISO 16976-3 و در مقالات اخیر مورد بررسی قرار گرفته است. به طور خلاصه، تغییرات غلظت O_2 یا CO_2 در فضای تنفسی می‌تواند به طور قابل توجهی سیستم قلبی‌تنفسی را تغییر دهد که به صورت تغییراتی در HR، BP، VE، pH خون، و سایر پارامترهای فیزیولوژیکی نمود خواهد یافت. کاهش O_2 اتمسفری (هیپوکسی) به افزایش واکنش تهویه‌ای و افزایش برون‌ده قلبی بر اثر تحریک سیستم عصبی مرکزی به منظور حصول اطمینان از اکسیژن‌دار شدن^۲ کافی خون و حذف CO_2 تولیدشده از سوخت‌وساز، منجر می‌شود. هیپوکسی شدید منجر به زنجیره‌ای^۳ از نشانه‌ها و سمپتوم‌هایی^۴ از جمله کاهش تحمل به فعالیت بدنی، کاهش تحمل به سرما، سرگیجه، سرخوشی^۵، افت هوشیاری، و در صورت عدم تحویل سریع اکسیژن، خفگی و مرگ می‌شود. هیپوکسی خفیف منجر به تغییرات کمی در فرد سالم شده و منجر به کم‌کنشی^۶ تنفسی ملایم اولیه به دنبال افزایش V_E می‌شود. تنفس مخلوط‌های گازی پراکسیژن^۷ تحت فشار اتمسفری بالاتر (غواصی زیر آب، کار در صندوقه‌های تحت فشار^۸) می‌تواند منجر به تشنج‌های عمومی، توهم^۹، حرکات غیرارادی، پارستزی، تغییرات روانی (بی‌قراری، فراموشی)، و مشکلاتی با برخی عملکردهای سیستم عصبی اتونومی (غیرارادی) شود.

1-Gross respiratory function

2-Oxygenation

3-Constellation

4-Symptoms

5-Euphoria

6-Depression

7-Hyperoxic

8-Caisson work

هنگام زدن شمع یا پایه پل یا هر سازه دیگر در دریا، کارگران در داخل صندوقه‌ای کار می‌کنند که برای ممانعت از ورود آب، با هوای فشرده پر می‌شود. بیماری صندوقه نامی بود که به کارگران آسیب‌دیده از تغییر ناگهانی فشار اطلاق می‌شد.

9-Hallucinations

CO₂ افزایش یافته تنفسی ممکن است منجر به تغییراتی در استروآکوایتی و ادراک حرکت منسجم^۱، جریان خون رتینال کاهش یافته، آهنگ افزایش یافته افت گرمای بدن در طول اسنوبریال^۲، کارآیی کاهش یافته در وظایف وظایف استدلالی، افزایش های ذهنی تحریک پذیری و ناراحتی، و توانایی کاهش یافته برای عمل کردن در طول مراحل فرار از موقعیت اضطراری شبیه سازی شده، افزایش در V_E استراحت تا ۷۵ L·min⁻¹، القاء بیهوشی، و همچنین خواب رفتگی ناشی از گاز بی اثر^۳ می شود. فشار نسبی افزایش یافته CO₂، (PCO₂) بر V_E ریوی به طور نامتناسب با میزان ورزش، تاثیر می گذارد و به این ترتیب، افزایش هزینه سوخت و ساز تنفس و همچنین القای حس «نیازمندی شدید به هوا» (تنگی نفس) تحمل ورزش را محدود می کند، و می تواند پتانسیل ایجاد آریتمی های قلبی را افزایش دهد.

برای برخی از کارگران، به نظر نمی رسد RPD مشکل مهمی در طول استفاده نسبتاً کوتاه مدت ایجاد کند. مطالعات نشان داده است که O₂ و CO₂ در فضای تنفسی نسبتاً بدون تغییر باقی مانده اند، اما بازدارش CO₂ (tcCO₂ افزایش یافته) حدود یک ساعت پس از استفاده از RPD روی داده است. این سطح از tcCO₂ منجر به شناسایی بیماری از روی علائم نمی شود، اما می تواند دلیلی برای نگرانی باشد در صورتی که کاربر RPD بیش از یک ساعت از RPD استفاده نکند. جالب است خاطر نشان شود که تفاوت های کم اما معنی دار از نظر آماری SaO₂ بین RPD (FFR) با دریچه بازدم^۴، و بدون آن وجود داشت.

۲-۲-۵ میزان سوخت و ساز در طول استفاده از RPD

عموماً پوشیدن RPD، منجر به افزایش آهنگ سوخت و ساز کاربر می شود (بیشتر از افزایشی که فقط بر اثر انجام کار فیزیکی حاصل می شود). افزایش های قابل توجه به لحاظ بالینی در آهنگ سوخت و ساز بدن که به صورت HR، BP، RR، افزایش یافته اندازه گیری می شود و T_{SK} افزایش یافته در نزدیکی بلافاصله زیر RPD در بارهای کاری متوسط و بالاتر مشاهده شده است و با مقاومت تنفسی افزایش یافته FFR مرتبط است. در مطالعات دیگری که در آن مقاومت ونتیلاتور متغیر بود، تحمل ورزش به مقاومت تنفسی افزایش یافته، کاهش یافت. این واکنش های عمومی فیزیولوژیکی همچنین توسط اسمیت و همکاران، و راون و همکاران مشاهده شد. آنها متوجه کاهش ۱۷% تا ۲۱% در عملکرد، افزایش ۳۷% در آهنگ سوخت و ساز، افزایش ۲۴% در BP، و افزایش ۲۷% در HR ساب ماکزیمال^۵ شدند. افزایش مقاومت تنفسی در RPD همچنین منجر به کاهش در جذب O₂ می شود که منجر به کمبود O₂ افزایش یافته در طول ورزش، و کاهش V_E می شود. در مطالعات انجام شده توسط وایت و همکاران، افرادی که پوشاک محافظ از جمله RPD پوشیده بودند، بار فیزیولوژیک افزایش یافته را تجربه کردند که با افزایش HR و کاهش تحمل به کار، خود را نشان داد، که در شدت های کار بالاتر، بدتر شده بودند. HR و RR نیز در کاربران FFR اندازه گیری شد. این واکنش ها، شاخص واضح و روشنی از افزایش در هزینه

1-Coherent motion

2-Burial

3-Inert gas narcosis

4-Exhalation valve

5-Submaximal

فیزیولوژیکی رسیپراتورهای مورد استفاده و مقاومت بیشتری در برابر جریان هوا، بار کاری بزرگتر و اثر فیزیولوژیکی بزرگتر بود.

۳-۵ احساسات ناراحتی ذهنی

سردرد، شایع‌ترین نوع ناراحتی گزارش شده مربوط به پوشیدن RPD است. در گزارش لیم و همکاران % ۳۷/۳ از پاسخ‌دهندگان سردرد ناشی از پوشیدن FFR را در طول SARS در آسیا و کانادا گزارش کردند که استفاده از داروهای مسکن و مرخصی استعلاجی را ایجاب می‌کرد. گرچه برخی از پاسخ‌دهندگان گزارش کردند که آنها سردرد مزمنی داشتند که بر اثر استفاده از RPD تشدید شده است، برخی نیز گزارش کردند که استفاده از RPD به تنهایی باعث سردرد شده است. لیم و همکاران پیشنهاد کردند که آسیب‌شناسی سببی می‌تواند هیپوکسمی، هایپرکاپنی، عوامل مکانیکی (به عنوان مثال رسیپراتور با اتصالات بد)، یا تنش وابسته به شرایط استفاده (اپیدمی خطرناک) باشد. با این حال، غلظت‌های گاز نه در فضای تنفسی RPD نه گازهای خون اندازه‌گیری نشد. بنابراین، تعیین علت خاص سردرد ناشی از RPD در این بررسی، دشوار است. محققان دیگر پیشنهاد کرده‌اند که فشار بیش از حد بر روی اعصاب سطحی در سر، اتصال بد RPD، یا محکم کردن بیش از حد تسمه‌های^۱ FFR ممکن است علت ریشه‌ای سردردها باشد.

گزارش‌های سردرد در طول استفاده از RPD و پس از آن، همچنین ممکن است به علت قرار گرفتن در معرض مقادیر بیش از حد CO₂ در محیط تنفسی باشد. در گزارش NIOSH که تلخیص ۱۹ مطالعه بر روی اثرات CO₂ بر بدن انسان بود، واکنش‌های فیزیولوژیکی به مواجهه‌های حاد و بلندمدت توصیف شده است. نتایج حاصل از این مطالعات در استاندارد ISO 16976-3 گنجانده شده است. نتیجه حاصل از این مطالعات این بود که تنفس CO₂ با مقادیر کافی معمولاً منجر به سردرد ناشی از CO₂ می‌شود. چنان‌که در بند ۵-۲-۱ توصیف شد، مخلوط‌های گاز تنفسی حاوی بیشتر از % ۶/۵ CO₂ کارایی درباره‌ی وظایف استدلالی را کاهش داد و به طور ذهنی تحریک‌پذیری و ناراحتی را افزایش داد. ناراحتی تجربه‌شده بر اثر تنفس مقادیر افزایش‌یافته CO₂ همچنین می‌تواند بر استفاده از RPD در محیط‌های خطرناک تاثیر بگذارد. مع‌هذا، با توجه به طیف گسترده‌ای از تحمل انسان به CO₂، این احتمال وجود دارد که استنشاق غلظت‌های نسبتاً پایین CO₂ در فضای تنفسی RPD ممکن است مسئول سردرد و سایر ناراحتی‌ها در افراد حساس باشد.

اگر چه تقریباً هر فردی که از RPD استفاده می‌کند، برخی از درجات ناراحتی را تجربه می‌کند و تحمل در برابر ناراحتی تا حد زیادی در میان مردم متفاوت است، شکی نیست که اتصالات درست RPD برای راحتی و پذیرش کاربر به ویژه هنگامی که RPD در یک محیط فرین استفاده می‌شود، بسیار مهم است. RPD بیش از حد تنگ بر روی صورت، دارای تسمه‌ها یا ویژگی‌های دیگری است که بر روی پوست فشار وارد می‌کند و ممکن است چنین ناراحتی یا درد شدید باعث شود کاربر RPD را خارج کند. منابع دیگر ناراحتی ممکن است از ناراحتی‌های

پزشکی تشخیص داده‌نشده تجربه‌شده توسط کاربر ناشی شود. کاربران دیگر ممکن است به دلیل حس ادراک‌شده یک مشکل افزایش‌یافته در انجام وظایف ذهنی تنش‌زا، احساس ناراحتی بکنند.

۵-۳-۱ احساسات ذهنی تنگی‌نفس (نیازمندی شدید به هوا) به دلیل مقاومت تنفسی افزایش‌یافته و کار تنفسی

احساس تنگی نفس ممکن است ناشی از عوامل استرس‌زای فیزیکی یا فیزیولوژیکی بدون منشا روانی، باشد. مقاومت تنفسی افزایش‌یافته بر اثر پوشیدن RPD ممکن است منجر به احساس ناتوانی برای استنشاق هوای کافی در طول چرخه تنفسی شود. مقاومت در برابر دم یا بازدمی که V_E را تغییر ندهد، برای کاربر قابل قبول گزارش شده است. در این مطالعات، کار تنفسی (WOB) ناشی از مقاومت در برابر تنفس در بلندمدت قابل قبول بود چنانچه کار دم و بازدمی تنفس در حجم جاری 1 (WOB / V_T) هر کدام $0.9 \geq \text{kPa}$ باشد با فشارهای پیک دم و پیک بازدمی $1.2 \geq \text{kPa}$. رواداری‌های کوتاه‌مدت، بزرگتر بودند. مقاومت‌هایی که بیش از این مقادیر باشند، غیرقابل قبول تلقی می‌شوند و می‌توانند احساس تنگی نفس ایجاد کنند که بر کاربر القاء کند که RPD را خارج کند، گرچه همچنان در محیط خطرناک قرار دارد. همان طور که قبلاً ذکر شد، تحمل در برابر ناراحتی به طور گسترده‌ای در میان افراد متفاوت است، اما ممکن است با اثرات روانی و فیزیکی (به صورت متمایز از اثرات روانی-فیزیولوژیکی)، با واکنش‌های فیزیولوژیکی وابسته که کاملاً مرتبط با محدودیت‌های ورزش نیستند، مربوط باشد.

PCO_2 افزایش‌یافته تنفسی یا PO_2 کاهش‌یافته ممکن است به احساس تنگی نفس و در نتیجه ناراحتی افزایش‌یافته‌ای منجر شود که می‌تواند تحمل RPD را کاهش دهد. همان طور که قبلاً ذکر شد، هیپوکسی و هایپرکاپنی محرک‌های قوی برای تهویه هستند و اگر PO_2 استنشاق‌شده خیلی کم باشد یا PCO_2 خیلی زیاد باشد، در فرد ممکن است تنگی نفس احساس شود. احساس تنگی نفس حتی ممکن است هنگامی که O_2 کافی در حضور غلظت بالایی از CO_2 وجود داشته باشد، برای جلوگیری از هیپوکسی رخ دهد. این وضعیت در حضور افزایش مقاومت تنفسی، یا بار تشدید می‌شود. تحریک هیپوکسی یا هایپرکاپنی V_E در برابر افزایش مقاومت در مقابل تنفس ممکن است احساس تنگی نفس یا احساس ناراحتی ایجاد کند، حتی هنگامی که بارهای کاری حداقل است و همچنین با افزایش بارهای کاری یا افزایش‌ها در مقاومت تنفس، این حالت بروز می‌کند. در افرادی با بار روانی-فیزیکی بالا، حساسیت ممکن است تحمل کمتری از مقدار میانگین باشد حتی اگر شخص «طبیعی به لحاظ فیزیولوژیکی» باشد. مقاومت تنفسی افزایش‌یافته همچنین منجر به کاهش در VO_2 ساب‌ماکزیمال، V_E و نسبت تبادل تنفسی (CO_2 بازدمی کاهش‌یافته نسبت به O_2 مصرف‌شده منجر به بازدارش CO_2 می‌شود) شده و انرژی تامین‌شده از طریق سوخت‌وساز بی‌هوازی را افزایش می‌دهد. اگر مقاومت به تنفس فراتر از سطح خاصی افزایش یابد، کسری O_2 ممکن است منجر به تلاش‌هایی برای افزایش تهویه در برابر مقاومت منتهی به تنگی نفس شود. اگر CO_2 دمی بالای ۳٪ حجمی باشد (PCO_2 آلئولار $\square 40 \text{ mmHg}$) و مقاومت تنفسی بالاتر از ۱ kPa باشد (اندازه‌گیری‌شده به صورت جریان هوای ثابت 100 L min^{-1})، افراد قادر به

ادامه ورزش به علت تنگی نفس و سردرد نخواهند بود. بنابراین، مقاومت افزایش یافته به تنفس همراه با CO₂ دمی بیش تر از ۳% موجب کاهش تحمل RPD با شکایت‌هایی از تنگی نفس، سردرد و توانایی کاهش یافته به کار توأم شد.

سابقاً، تنفس مختل شده (به عنوان مثال تنفس سریع در غیاب ورزش)، آگاهی از احساس‌های تنفسی (به عنوان مثال احساس تلاش تنفسی افزایش یافته) یا سندرم ژرف‌دمی تصور می‌شد که نسبت به شرایط روانی مانند اضطراب اثراتی ثانویه باشند. با این حال، امروزه معلوم شده است که اضطراب ممکن است واکنش به، و نه علت، آگاهی از تنفس (به عنوان مثال تنگی نفس ناشی از مقاومت افزایش یافته به تنفس) توسط کاربر سالم باشد. به عبارت دیگر، در مورد بسیاری از کاربران سالم (اما نه همه)، واکنش‌های تنفسی یا سایر واکنش‌های فیزیولوژیکی در برابر RPD مواردی هستند که واکنش روانی را برمی‌انگیزانند که بر تحمل RPD توسط کاربر تاثیر می‌گذارد (سندرم ژرف‌دمی). در دیگر موارد، شرایط روانی از قبل موجود در کاربر، که توسط واکنش‌های فیزیولوژیکی به استفاده از RPD تشدید می‌شود، مواردی هستند که بر تحمل RPD تاثیر می‌گذارند.

۵-۳-۲ احساسات ذهنی از راه‌های تنفسی خشک

۵-۳-۲-۱ تنفس دهانی

بسیاری از کاربران RPD پس از پوشیدن رسپیراتور، به تنفس دهانی برمی‌گردند. تغییر از تنفس بینی به تنفس از راه دهان بستگی به فرد دارد، اما به طور کلی با سطح ورزش یا با افزایش در مقاومت به جریان هوا (به عنوان مثال احتقان بینی افزایش یافته) مرتبط است. با این حال، درصد زمان صرف شده در تنفس دهانی نیز با گذشت زمان استفاده از RPD افزایش می‌یابد. راه‌های بینی ارائه بزرگترین مقاومت را به جریان هوا در داخل سیستم ریوی نشان می‌دهند (حدود ۵۰% از کل مقاومت). هنگامی که این مقاومت آناتومیکی به جریان هوا با مقاومت‌های اعمال شده توسط کاربر RPD، ترکیب می‌شود، کل مقاومت در برابر تنفس افزایش می‌یابد و بازگشت به تنفس دهانی زودتر از استفاده از RPD رخ می‌دهد. این نکته به خصوص موقعی مصداق دارد که ورزش آغاز می‌شود تا فراتر از V_E حدود $35 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$ افزایش یابد.

تنفس مستقیم از طریق بینی به هوا اجازه می‌دهد تا هوا قبل از رسیدن به راه‌های عمیق تر تنفسی، گرم، مرطوب و فیلتر شود (عاری از ذرات با اندازه بزرگتر از $10 \mu\text{m}$). با این حال، راه‌های بینی مقاومت بیشتری نسبت به جریان هوا در مقایسه با تنفس از طریق راه‌های دهانی نشان می‌دهند. مقاومت به جریان هوا منجر به کاهش سرعت هوا به منظور «تهویه» هوا که قبلاً ذکر شد، می‌شود. گرچه تنفس از طریق دهان مقاومت کمتری به جریان هوا دارد، عبور هوا از طریق مخاط دهان ممکن است منجر به خشک شدن راه‌های دهانی و ناراحتی کاربر شود. استفاده از گاز قابل تنفس فشرده خشک می‌تواند خشک شدن مخاط دهان را در طول تنفس دهانی تشدید کند.

معلوم شده است که خشک شدن مخاط دهان و ریه از طریق تنفس گاز قابل تنفس سرد، خشک یا بر اثر حرکت سریع در سرتاسر راه‌های هوایی ریه، حملات آسمی را در فرد مستعد تحریک می‌کند. برخی از انواع RPD گاز قابل تنفس سرد و خشک، تامین می‌کنند که می‌تواند باعث حمله آسمی در کاربر شوند. اضطراب ایجاد شده بر

اثر احتمال استفاده از RPD که می‌تواند باعث حمله آسمی شود، ممکن است تنش روانی استفاده از RPD را در همان وهله اول تشدید کند.

۵-۳-۲ گاز گرم قابل تنفس تولیدشده توسط RPD

انواع خاصی از RPD مدار بسته^۱ از طریق واکنش‌های شیمیایی (معمولاً پتاسیم سوپراکسید واکنش دهنده با H_2O برای تولید اکسیژن) اکسیژن تولید می‌کنند. این واکنش به شدت گرمازا است و ممکن است منجر به تنفس اکسیژن گازی بسیار داغ توسط کاربر شود. تنفس حجم‌های زیادی از گاز خشک گرم یا سرد ممکن است منجر به خشک شدن حفره دهان شود. تنفس گاز با گرمای فرین، ممکن است منجر به آسیب واقعی در بافت ریه شود، اگر دما بیش از حد بالا باشد، به خصوص اگر هوا بسیار مرطوب هم باشد (دمای بالاتر از $100^\circ C$ با رطوبت نسبی بالا $\leq 70\%$). از سوی دیگر، احساس راه‌های دهانی خشک ممکن است باعث ناراحتی بسیار زیادی در اغلب افراد شود. در مورد برخی RPD ها^۲، کاربر باید قطعه دهانی را در دهان قرار دهد و سپس گاز داغ، گازی با احتمال خشک کردن حفره دهان، را به طور مستقیم درون دهان وارد کند. علاوه بر این، افت آب از نفس بازدمی موقعی افزایش می‌یابد که از تنفس دهانی به جای تنفس از بینی استفاده می‌شود. افت آب از حفره دهانی ممکن است در پیدایش احساس خشکی دهان نقش داشته باشد. برخی داروها، به خصوص داروهای آتروپین‌مانند و داروهای ضدافسردگی، نیز ممکن است منجر به خشک شدن حفره دهان شوند. فرد تحت درمان با این نوع داروها (به خصوص اگر برای درمان اضطراب باشد) به احتمال زیاد احساس خشکی شدید دهان را هنگام استفاده از RPD ای که گاز خشک گرم یا سرد عرضه می‌دارد، تجربه خواهد کرد. بنابراین، شناخت کامل سابقه پزشکی کاربر، از جمله داروهایی که می‌تواند بر توانایی تحمل پوشیدن RPD تاثیر بگذارد، لازم است.

۵-۳-۳ احساسات ذهنی از تنش گرمایی

احتمال اعمال تنش گرمایی افزایش‌یافته بر کاربر بر اثر استفاده از RPD صرف‌نظر از درجه سازگاری‌پذیری نشان داده شده به صورت تعریق، HR، و T_{SK} افزایش‌یافته، حتی در بارهای کاری سبک وجود دارد و زمان تحمل به طور قابل توجهی در طول بارهای کاری حداکثری، کاهش می‌یابد. این اثر به نظر می‌رسد هنگام پوشیدن RPD به عنوان مثال (SCBA) با پوشاک محافظ محصورکننده^۳ خود را نشان دهد.

۵-۴ واکنش‌های روانی به پوشیدن RPD

همان طور که قبلاً اشاره شد، بسیاری از واکنش‌های فیزیولوژیکی نسبت به پوشیدن RPD وجود دارد که می‌تواند بر وضعیت روانی کاربر تاثیر بگذارد. پوشیدن RPD ممکن است واکنش روانی (برای مثال واکنش پیش‌بینی‌پذیر) را در کاربر به همان شیوه‌ای که RPD باعث تحریک واکنش فیزیولوژیکی (برای مثال واکنش عرق کردن افزایش‌یافته) می‌شود، تحریک کند. در بررسی این موضوعات، مورگان مشاهده کرد که «آسایش» کاربر معیار مهمی هم برای انتخاب RPD و هم برای پذیرش آن است که تعیین‌کننده انطباق کاربر با الزامات برای پوشیدن

1-Closed-circuit

2-Escape PRD

3-Encapsulating protective clothing

RPD است. محدودیت‌های فیزیکی مانند تنگ‌شدن میدان دید ممکن است منجر به اضطراب و ژرف‌دمی شود به دلیل احساس ذهنی از تنش که بیش از کار خارجی واقعی یا مواجهه با مخاطره است. در بندهای بعدی به برخی از واکنش‌های روانی در مقابل احساسات فیزیولوژیکی ناشی از پوشیدن RPD اشاره شده است.

۱-۴-۵ احساسات ذهنی تنگناهراسی

بسیاری از مردم با پوشیدن RPD میزانی از تنگناهراسی را تجربه می‌کنند. این امر ممکن است ناشی از تحریک حس‌گرهای پوستی باشد که منجر به حس گرما، تنگ‌شدن میدان ادراکی، مقاومت افزایش‌یافته به تنفس شود که می‌تواند در برخی افراد، این احساس را القا کند که گاز قابل تنفس، ناکافی است یا تلاش بیش از حدی برای دسترسی به گاز لازم است، که همگی منجر به احساس کلی تنگناهراسی می‌شود. این احساسات در طول زمان تکامل می‌یابد به طوری که تنگناهراسی با افزایش مدت زمان استفاده از RPD بدتر هم می‌شود. در سربازان مستعد به تنگناهراسی، تحمل برای پوشیدن RPD قبل از برداشتن RPD برحسب دقیقه اندازه‌گیری شد. افراد متحمل در برابر مقاومت افزایش‌یافته به تنفس و بارهای فضای مرده، قادر بودند RPD را برای مدت زمان لازم برای تکمیل وظایف تحمل کنند. کسانی که حساسیت بیشتری نسبت به CO₂ داشتند (از نظر احساس V_E افزایش‌یافته و نیازمندی شدید به هوا) تحمل کمتری در برابر استفاده از RPD داشتند و احتمال درآوردن RPD در آنان زیاد بود. حساسیت به تحریک V_E بر اثر CO₂ در افراد متفاوت است و تحت تاثیر شخصیت آنان قرار دارد. اما، در یک مطالعه که به بررسی اثرات شخصیت بر روی حساسیت CO₂ می‌پرداخت، Shershow و همکاران گزارش کردند که در افرادی که شخصیت‌شان با استفاده از پرسشنامه شخصیتی چندمرحله‌ای مینه‌سوتا (MMPI)^۱ بررسی شده بودند، کسانی که نمره بیشتری برای ویژگی‌های روانی غیرطبیعی می‌گرفتند، نسبت به CO₂ چالش کمتری در مقایسه با گروه حساس‌تر به CO₂ داشتند. بنابراین، وضعیت روانی فرد ممکن است بر تحمل RPD تاثیر داشته باشد و طیف گسترده‌ای از تحمل را در میان افراد توضیح دهد.

۲-۴-۵ هراس از RPD

RPD نوع نظامی^۲ به طور معمول بین پرسنل نظامی به دلیل توسعه و مواد جنگ‌افزار شیمیایی (و اخیراً، بیولوژیکی) که به طور گسترده‌ای در سال ۱۹۱۵ نزدیک به آغاز جنگ جهانی اول شروع شد و تا جنگ‌های خلیج فارس ادامه داشت، برای محافظت در برابر مخاطراتی اعم از مواد تاول‌زا^۳ تا گاز اعصاب، توزیع می‌شود. از این رو، ارتش ایالات متحده (و بسیاری از نیروهای مسلح در سراسر جهان) در حال حاضر RPD را برای همه سربازان هم در طول آموزش‌های رزمی و هم در طول اشتغال توزیع می‌کنند. با اینکه استفاده نظامی از RPD خارج از دامنه کاربرد این استاندارد است، تجارب نظامی گسترده در مورد RPD نشان داده است که تعداد کم اما قابل توجهی از کاربران RPD (حدود ۱۰٪) آن چه به عنوان هراس از RPD نامیده می‌شود، دارند و این تجربه می‌تواند بخش غیرنظامی را در مورد راه‌های پرداختن به این قضیه حساس سازد.

1-Minnesota Multiphasic Personality Inventory

2-Military-type PRD

3-Blistering agents

هراس از RPD اصطلاحی کلی است که شامل مجموعه‌ای از علائم و نشانه‌ها از جمله ژرف‌دمی و تاکی‌کاردی (ضربان سریع قلب)، عرق‌کردن، ترس، میل شدید برای برداشتن RPD (و از این طریق، مواجهه ریسک‌بار با اتمسفر خطرناک)، احساس تنگناهراسی، و غش است. هراس از RPD، ممکن است بر اثر تعدادی از عوامل فیزیولوژیکی از جمله مقاومت افزایش‌یافته در برابر تنفس شدید و در نهایت مانع عملکرد فیزیکی، مه‌گرفتگی^۱ لنزها با توجه به عرق و در نتیجه کاهش دید و دشواری در برقراری ارتباط شود. CO₂ افزایش‌یافته در فضای تنفسی ممکن است تهویه ریوی را تحریک و احساس اعمال‌شده از طریق مقاومت به تنفس را تشدید کند. راهبردهای درمانی توسط ارتش برای هراس از RPD با تمرکز بر روی تکنیک‌های حساسیت‌زدایی اتخاذ شده است.

۵-۵ معیارهای عینی اثرات روانی - فیزیولوژیکی

تعیین واکنش‌های فیزیولوژیکی به پوشیدن RPD با استفاده از ابزار دقیق پیچیده، چنددهه‌ای است که انجام می‌شود، ابزاری که روزبه‌روز پیشرفته‌تر می‌شوند. با این حال، ابزارهای اندازه‌گیری طراحی‌شده توسط روان‌شناسان می‌توانند برای پیش‌بینی و همچنین پایش واکنش‌های روانی در استفاده از RPD به کار روند. پیش‌بینی می‌تواند مبتنی بر یک سلسله از آزمون‌های شخصیتی غربال‌گر با استفاده از اندازه‌گیری‌های فیزیولوژیکی و روان‌شناسی، یا با استفاده از پرسشنامه‌های روان‌شناسانه خاص برای تعیین سطح کلی اضطراب ناشی از نوع شخصیت یا موقعیت باشد.

۵-۵-۱ استفاده از ابزار غربال‌گری برای پیش‌بینی اثر روانی - فیزیولوژیکی بر روی کاربر RPD

همانطور که قبلاً ذکر شد، تنگناهراسی معمولاً توسط بسیاری از مردم هنگامی که برای اولین بار از RPD استفاده می‌کنند، تجربه می‌شود. بنابراین، تکنیک‌های حساسیت‌زدایی موفق که علائم و نشانه‌های اضطراب یا هراس را حذف می‌کنند یا به حداقل می‌رسانند، مورد نیاز است تا اجازه دهند فرد بتواند در محیطی که نیاز به استفاده از RPD دارد، کار کند. این افراد در پی درمان مناسب با استفاده از این تکنیک‌های اثبات‌شده، در نهایت بر احساسات تنگناهراسی غلبه می‌کنند و می‌توانند با موفقیت از RPD استفاده کنند. اگرچه تکنیک‌های حساسیت‌زدایی موثری وجود دارد، هنوز هم به نظر می‌رسد که توانایی برای غربال افرادی که به احتمال زیاد از هراس RPD رنج می‌برند، مهم است تا یا آنها را از مشاغلی که نیاز به استفاده از RPD دارد منع کنند یا، در صورت امکان، به این دسته از افراد آموزش با هدف حساسیت‌زدایی آنها به RPD ارائه شود.

۵-۵-۲ اضطراب

عملکرد فیزیکی انسان نه تنها به سلامتی فیزیولوژیکی عمومی، بلکه به حالت روانی افراد نیز بستگی دارد. اساساً، دو شکل از اضطراب در پیروان این سیستم روان‌شناسی توصیف شده است. فردی که احساس اضطراب ناشی از شرایط دارد (روبه‌رو شدن با امتحانی مهم، راه رفتن به تنهایی در شب) گفته می‌شود که حالت اضطراب را تجربه می‌کند، به عبارت دیگر، حالت اضطراب از جنبه شخصیتی فرد کمتر ناشی می‌شود تا شرایطی که اضطراب فرد را تحریک می‌کند. از سوی دیگر، روان‌شناسان شکل متعارفی از اضطراب را که به نظر می‌رسد مزمن باشد، و % ۱۸

1-Fogging

از کل جمعیت را دربرگیرد، به یک جنبه از ساختار روانی افراد مرتبط می‌دانند. این افراد ممکن است اضطرابی را که با شرایط خارجی مرتبط نیست، احساس کنند، به عبارت دیگر آنها ممکن است اضطراب مزمنی را بدون در نظر گرفتن شرایط احساس کنند.

اضطراب، چه موقعیتی چه مزمن، ممکن است تاثیر قابل توجهی در توانایی فرد برای استفاده از RPD در مدت زمانی که باید آنها را در برابر مخاطره تنفسی خارجی محافظت کند، داشته باشند. روان‌شناسان صنعتی دارای ابزارهای آزمون خاص به منظور تعیین وجود اضطراب در کارگران و افتراق بین کارگران با اضطراب «حالتی» یا «خصلتی» هستند. نمونه‌ای از آزمون غربال‌گری روانی برای اضطراب، STAI است که در سال ۱۹۷۰ تهیه شده و بعدها اصلاحات بیشتر یافته است. STAI طراحی شده به طور مداوم در مطالعات انجام‌شده به طور کلی اعمال شده و معتبر شمرده شده است. STAI در بیش از ۳۰۰۰ مطالعه استفاده و حداقل به ۴۸ زبان ترجمه شده است. افرادی که باید با توجه به احتمال قرار گرفتن در معرض مخاطرات استنشاق شغلی از RPD استفاده کنند، می‌توانند با استفاده از پرسشنامه STAI که اضطراب حالتی (SA) را قبل (غربال‌گری) و در طول استفاده از RPD (پایش) تعیین می‌کند، ارزیابی شوند. STAI همچنین می‌تواند اضطراب خصلتی (TA) را که ویژگی شخصیتی ثابتی است، تعیین کند. افرادی که نمره بالا (بیش از ۴۸) برای TA کسب می‌کنند احتمالاً برخی از درجات اضطراب مزمن را تجربه می‌کنند. نباید انتظار داشت که این افراد نامزدهای مناسبی برای RPD شغلی باشند. افراد با نمرات تقریباً ۳۰ تا ۳۲ اما با تجربه SA، نامزدهای خوبی برای استفاده از RPD خواهند بود. حتی اگر هراس از RPD در افراد SA رخ دهد، تکنیک‌های حساسیت‌زدایی وجود دارند که با موفقیت در مورد کاهش یا حذف هراس از RPD عمل می‌کنند و استفاده از RPD را با یا بدون حداقل علائم هراس میسر کرده‌اند. علاوه بر این، طراحی RPD که در SA برخی از افراد نقش دارد، می‌تواند وسیله مهمی برای کاهش SA در کاربران باشد. مقاومت کاهش‌یافته به تنفس یا سایر ویژگی‌های RPD به منظور کاهش اثر درک‌شده ممکن است در نهایت به کاهش SA در کاربر RPD کمک کند.

۶-۵ معیارهای انتخاب برای کاربر بالقوه RPD

همان طور که در بندهای قبلی ذکر شد، در حدود ۱۰٪ از کاربران بالقوه RPD ممکن است قادر به استفاده از RPD به دلایل مختلف از جمله مجموعه‌ای از عوامل روانی و فیزیولوژیکی نباشند. به خاطر عواقب منفی خطرناک برای ایمنی افراد و کارگران در اتمسفر پرمخاطره، توانایی غربال‌گری برای ناتوانی بالقوه برای پوشیدن RPD زمانی که از نظر شغلی لازم است، ارزشمند می‌باشد. محققان متعددی آزمون‌های عینی را که ممکن است برای تعیین خصلت‌های شخصیتی مورد استفاده قرار گیرد، برای غربال‌پذیرش و استفاده از RPD پیشنهاد کرده‌اند. این محققان، هم خصلت‌های شخصیتی (به اصطلاح «اضطراب خصلتی») را شناسایی کرده‌اند و هم واکنش‌های فیزیولوژیکی به CO₂ را که می‌تواند به عنوان معیار در تعیین اینکه آیا فرد به احتمال زیاد قادر به پوشیدن موفقیت‌آمیز RPD در اتمسفر خطرناک هست یا نه، به کار رود. آزمون‌های ساده برای خصلت‌های شخصیتی و یک آزمون برای اندازه‌گیری واکنش فیزیولوژیکی به CO₂ می‌تواند برای غربال‌گری افراد برای پذیرش RPD به لحاظ موضوعات ایمنی مورد استفاده قرار گیرد. علاوه بر این، راهبردهای پیشنهادی برای حساسیت‌زدایی روانی

برای غلبه بر هراس از RPD با موفقیت مورد استفاده قرار گرفته‌اند. غربال‌گری برای واکنش‌های روانی و فیزیولوژیکی همچنین می‌تواند برای شناسایی کارگرانی استفاده شود که ممکن است در پوشیدن RPD مشکل داشته باشند، اما می‌تواند پاسخ‌گو برای تکنیک‌های حساسیت‌زدایی باشد که به آنها اجازه دهد به کار با RPD ادامه دهند.

۷-۵ تاثیر واکنش‌های روانی و فیزیولوژیکی

تاثیر واکنش‌های روانی و فیزیولوژیکی به پوشیدن RPD نمی‌تواند بیش از حد مورد تاکید واقع شود. در بسیاری از مشاغل لازم است که کارگران به منظور محافظت در برابر از اتمسفرهای خطرناک، از RPD استفاده کنند. بعضی از این مخاطرات منجر به بیماری‌های مزمن (آزبستوز، گردوغبار سیلیس) می‌شوند و اتمسفرهای دیگری هستند که خطر آنی برای حیات و سلامتی (IDLH) دارند (گرمایش بیش از حد، اتمسفرهای کم اکسیژن یافت‌شده در حریق‌های ساختاری^۱). صرف‌نظر از بلندمدت یا فوری بودن ریسک، RPD یک جزء حیاتی برای ایمنی کارگر است. هزینه بیماری ریوی، افت زمان کار، کاهش درآمد و مرگ زودرس همگی عواقب نادیده گرفتن واکنش‌های روانی و فیزیولوژیکی به پوشیدن RPD است. بخشی از این مشکل به آموزش، و درک ریسک، پذیرش کاربر، و ناتوانی در پوشیدن RPD بنا به دلایل روانی یا فیزیولوژیکی مربوط می‌شود.

پیوست الف

(اطلاعاتی)

کتابنامه

- [1] DHHS Federal Register, Approval test and standards for closed-circuit escape respirators, 2012; 77(46):14168-14197
- [2] NIOSH. Criteria for a recommended standard. Occupational exposure to carbon dioxide. Prepared by the Standard Research Institute for the National Institute for Occupational Safety and Health. NIOSH PB. 1976 August, 266 p. 597
- [3] Babb T., Turner N., Saupe K., Pawelczyk J. Physiological performance during combinations of hypercapnic, resistive, and hot air breathing. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* 1989, 50 (2) pp. 105–111
- [4] Baldessarini R.J. Drug therapy of depression and anxiety disorders. In: Goodman and Gilman's *The Pharmacological Basis of Therapeutics*, (Brunton L.L., Lazo J.S., Parker K.L. eds.), Eleventh Edition, 2006, pp. 429–59.
- [5] Bieling P.J., Antony M.M., Swinson R.P. The State-Trait Anxiety Inventory, Trait version: structure and content re-examined. *Behav. Res. Ther.* 1998, 36 pp. 777–788
- [6] Bishop P.A., Lee S.M.C., Conza N.E., Clapp L.L., Moore A.D., Williams W.J. et al. Carbon Dioxide accumulation, walking performance, and metabolic cost in the NASA Launch and Entry Suit. *Aviat. Space Environ. Med.* 1999, 70 (7) pp. 656–665
- [7] Brown J .H., & Taylor P. Drug therapy of depression and anxiety disorders. In: Goodman and Gilman's *The Pharmacological Basis of Therapeutics*, (Brunton L.L., Lazo J.S., Parker K.L. eds.). McGraw-Hill, New York, Eleventh Edition, 2006, pp. 183–200.
- [8] Caretti D., & Whitley J.A. Exercise performance during inspiratory resistance breathing under exhaustive constant load work. *Ergonomics.* 1998, 41 (4) pp. 501–511
- [9] Cloutier M.M., & Thrall R.S. The respiratory system. In: *Physiology*, (Berne R.M., Levy M.N., Koeppen B.M., Stanton B.A. eds.). Mosby (Elsevier), St. Louis, Fifth Edition, 2004, pp. 443–463.
- [10] Crosby A ., Talbot N .P., Balanos G.M., Donoghue S ., Fatemian M ., Robbins P.A. Respiratory effects in humans of a 5-day elevation of end-tidal PCO₂ by 8 Torr. *J. Appl. Physiol.* 2003, 95 pp. 1947–1954
- [11] Donoghue S ., Fatemian M ., Balanos G.M., Crosby A ., Liu C ., O'Connor D. et al. Ventilatory acclimatization in response to very small changes in PO₂ in humans. *J. Appl. Physiol.* 2005, 98 pp. 1587–1591
- [12] Douglas DD, Hack AL, Held BJ, Revoir WH Energy Research and Development Administration Division of Safety, Standards, and Compliance Respirator Manual (LA-6370-M), 1976
- [13] Eckenhoff R.G., & Longnecker D.E. The Therapeutic Gases: oxygen, carbon dioxide, nitric oxide, helium, and water vapour. In: Goodman and Gilman's *The Pharmacological Basis of Therapeutics*, (Hardman J.G., Limbird L.E., Molinoff P.B., Ruddon R.W., Gilman A.G. eds.). McGraw-Hill, New York, Ninth Edition, 1996, pp. 349–59.
- [14] Golan E., Arad M., Atsmon J. Medical limitations of gas masks for civilian populations: the 1991 experience. *Mil. Med.* 1992, 157 (9) pp. 444–446
- [15] Grissom C.K., Radwin M.I., Scholand M.B., Armstrong C.H., Muetterties M.C., Bywater T.J. Hypercapnia increases core temperature cooling rate during snow burial. *J. Appl. Physiol.* 2004, 96 pp. 1365–1370

- [16]. Grös D .F., A ntony M.M., Simms L .J., M cCabe R.E. Psychometric properties of the State-Trait Anxiety Inventory for Cognitive and Somatic Anxiety (STICSA): Comparison to the State-Trait Anxiety Inventory (STAI). *Psychol. Assess.* 2007, 19 (4) pp. 369–381
- [17] Harber P ., S himozaki S ., B arrett T ., L oisides P. Relationship of subjective tolerance of respirator loads to physiologic effects and psychophysical load sensitivity. *J. Occup. Med.* 1989, 31 (8) pp. 681–686
- [18] Harber P., Shimozaki S., Barrett T., Gil Fine G. Determinants of Pattern of Breathing During Respirator Use. *Am. J. Ind. Med.* 1988, 13 pp. 253–262
- [19] Harber P., Beck J., Luo J. Study of Respirator Effect on Nasal-Oral Flow Partition. *Am. J. Ind. Med.* 1997, 32 pp. 408–412
- [20] Hodous T.K. Screening prospective workers for the ability to use respirators. *J. Occup. Med.* 1986, 28 (1) pp. 1074–1080
- [21] Jaraiendi M., Iskander W.H., Myers W.R., Martin R.G. The effects of respirator use on workers' productivity in a mentally stressing task. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* 1994, 55 (5) pp. 418–424
- [22] Jones J.G. The physiological cost of wearing a disposable respirator. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* 1991, 52 (6) pp. 219–225
- [23] Jones N.L., Levine G .B., Robertson D.G., Epstein S.W. The effect of added dead space on the pulmonary responses to exercise. *Respiration.* 1970, 38 pp. 389–398
- [24] Julian L.J. Measures of anxiety. State-Trait Anxiety Inventory (STAI), Beck Anxiety Inventory (BAI), and Hospital Anxiety and Depression State-Anxiety (HASD-A). *Arthritis Care Res.* 2011, 63 (S11) pp. S467–S472
- [25] Kim J -H, Benson S M, Roberge RJ Pulmonary and heart rate responses to wearing N95 filtering facepiece respirators. *Am J Infect Control* 2012; (published online doi:) doi:10.1016/j.ajic.2012.02.037
- [26] Kleinberg I ., W olff M .S., C odipilly D .M. Role o f s aliva i n o ral d ryness, o ral f eel a nd o ral malodour. *Int. Dent. J.* 2002 Jun, 52 (Suppl 3) pp. 236–240
- [27] Krueger G.P. Psychological and performance effects of chemical-biological protective clothing and equipment. *Mil. Med.* 2001, 166 (suppl. 2) pp. 41–43
- [28] Lange J.H., Priolo G ., M astrangelo G. Respirators and headaches in industrial situations: suggesting a preventative solution. *Acta Neurol. Scand.* 2007, 116 p. 72
- [29] Lim E.C.H., Seet R.C.S., Lee K.-H., Wilder-Smith E.P.V., Chuah B.Y.S., Ong B.K.C. Headaches and the N95 face-mask amongst healthcare workers. *Acta Neurol. Scand.* 2006, 113 pp. 199–202
- [30] Love R .G., M uir D .C., S weetland K .F., B entley R .A., G riffin O .G. A cceptable l evels f o r t he breathing resistance of respiratory apparatus: results for men over the age of 45. *Br. J. Ind. Med.* 1977 May, 34 (2) pp. 126–129
- [31] Luksch A. Garhöfer, Imhof A, Plolak E, Polska E, Dorner GT, Anzenhofer S, Wolzt M, Schmetterer L., Effect of inhalation of different mixtures of O2 and CO2 on retinal blood flow. *Br. J. Ophthalmol.* 2002, 86 pp. 1143–1147
- [32] Lumb A.B. Functional anatomy of the respiratory tract. In: *Nunn's Applied Respiratory Physiology.* Elsevier Butterworth Heinemann, Philadelphia, Sixth Edition, 2005
- [33] Lv Y.-G., Liu J., Zhang J. Theoretical evaluation of burns to the human respiratory tract due to inhalation of hot gas in the early stages of fires. *Burns.* 2006, 32 pp. 436–446

- [34] McArdle W.D., Katch F.I., Katch V.L. Pulmonary structure and function. In: Exercise Physiology. Energy, Nutrition, and Human Performance, (McArdle W.D., Katch F.I., Katch V.L. eds.). Williams & Wilkins, Baltimore, Fourth Edition, 1996
- [35] Missirt J.C., & Alexander S. Hyperventilation syndrome: a brief review. *JAMA*. 1978, 240 pp. 2093–2096
- [36] Morgan W.P. The trait psychology controversy. *Res. Q. Exerc. Sport*. 1980, 51 (1) pp. 50–76
- [37] Morgan W.P. Psychometric correlates of respiration: a review. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* 1983, 44 (9) pp. 677–684
- [38] Morgan W.P. Psychogenic factors and exercise metabolism: a review. *Med. Sci. Sports Exerc.* 1985, 17 (3) pp. 309–316
- [39] Morgan W.P., & Raven P.B. Prediction of distress for individuals wearing industrial respirators. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* 1985, 46 pp. 363–368
- [40] Raven P.B., Dodson A.T., Davis T.O. The physiological consequences of wearing industrial respirators: a review. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* 1979, 40 pp. 517–534
- [41] Richie E.C. Treatment of gas mask phobia. *Mil. Med.* 1992, 157 (2) pp. 104–106
- [42] Richie E.C. Psychological problems associated with mission-oriented protective gear. *Mil. Med.* 2001, 166 (suppl. 2) pp. 83–84
- [43] Roberge R.J., Coca A., Williams W.J., Powell J.B. Reusable elastomeric air-purifying respirators: physiological impact on health care workers. *Am. J. Infect. Control.* 2010, 38 pp. 381–386
- [44] Roberge R.J., Coca A., Williams W.J., Powell J.B., Palmiero A.J. Ear and fingertip oxygen saturation measurements of healthcare workers wearing protective masks. *Respir. Ther.* 2011, 6 (4) pp. 26–29
- [45] Sayers J.A., Smith R.E.A., Holland R.L., Keatinge W.R. Effects of carbon dioxide on mental performance. *J. Appl. Physiol.* 1987, 63 (1) pp. 25–30
- [46] Shershow J.C., Kin A., Robinson S. Carbon dioxide sensitivity and personality. *Psychosom. Med.* 1973, 35 (2) pp. 155–169
- [47] Shykoff B.E., & Warkander D.E. Physiologically acceptable resistance to an air purifying respirator. *Ergonomics*. 2011, 54 (12) pp. 1186–1196
- [48] Shykoff B.E., & Warkander D.E. Exercise carbon dioxide (CO₂) with inhaled CO₂ and breathing resistance. *Undersea Hyperb. Med.* 2012, 39 (4) pp. 815–828
- [49] Simon B.A., Moody E.J., Johns R.A. Therapeutic gases: oxygen, carbon dioxide, nitric oxide, and helium. In: Goodman & Gilman's *The Pharmacologic Basis of Therapeutics*, (Brunton L.L., Lazo J.S., Parker K.L. eds.). McGraw Hill, New York, Eleventh Edition, 2006, pp. 387–99.
- [50] Smith D.L., Petruzzello S.J., Kramer J.M., Misner J.E. Physiological, psychophysical, and psychological responses of firefighters to firefighting training drills. *Aviat. Space Environ. Med.* 1996, 67 (11) pp. 1063–1068
- [51] Spenser EW History of gas attacks upon the American Expeditionary Forces during the World War. Edgewood Arsenal, MD. Chemical Warfare Service. US War Department. February 15, 1928
- [52] Spielberger C.D., Vagg P.R., Barker L.R., Donham G.W., Westberry L.G. Factor structure of the State-Trait Anxiety Inventory. In: *Stress and Anxiety*. Hemisphere, Washington, (Sarason I.G., & Spielberger C.D. eds.). DC, Vol. 7, 1980, pp. 95–109.
- [53] Spielberger C.D. In: *Manual for the State-Trait Anxiety Inventory STAI (Form Y)*. (Spielberger C.D. ed.). Mind Garden, Palo Alto, CA, 1983

- [54] Spielberger C.D. In: *The State-Trait Anxiety Inventory: a comprehensive bibliography.* (Spielberger C.D. ed.). Consulting Psychologists Press, Palo Alto, CA, 1989
- [55] Spigno F., De Lucchi M., Migliazzi L., Cocito L. Transient global amnesia after breathing hyperoxic mixtures in otherwise regular dives. *Clin. Neurol. Neurosurg.* 2008, 110 pp. 259–261
- [56] Sun M., Sun C., Yang Y. Effect of low-concentration CO₂ on stereoacuity and energy expenditure. *Aviat. Space Environ. Med.* 1996, 67 (1) pp. 34–39
- [57] Svensson S., Olin A.C., Hellgren J. Increased net water loss by oral compared to nasal expiration in healthy subjects. *Rhinology.* 2006 Mar, 44 (1) pp. 74–77
- [58] Tan R.A., & Spector S.L. Exercise-induced asthma. *Sports Med.* 1998 Jan, 25 (1) pp. 1–6
- [59] Wheatley J.R., Amis T.C., Engel L.A. Nasal and oral airway pressure–flow relationships. *J. Appl. Physiol.* 1991a, 71 pp. 2317–2324
- [60] Wheatley J.R., Amis T.C., Engel L.A. Oronasal partitioning of ventilation during exercise in humans. *J. Appl. Physiol.* 1991b, 71 pp. 546–551
- [61] White M.K., Vercruyssen M., Hodous T.K. Work tolerance and subjective response to wearing protective clothing and respirators during physical work. *Ergonomics.* 1989, 32 (9) pp. 1111–1123
- [62] Williams W.J. Physiological response to alterations in [O₂] and [CO₂]: relevance to respiratory protective devices. *J Int Soc Resp Protect.* 2010, 27 (1) pp. 27–51
- [63] Wu A., Harber P., Yun D., Bansal S., Li Y. Anxiety during respirator use: comparison of two respirator types. *J. Occup. Environ. Hyg.* 2011, 8 pp. 123–128
- [64] Yang Y., Sun C., Sun M. The effect of moderately increased CO₂ concentration on perception of coherent motion. *Aviat. Space Environ. Med.* 1997, 68 pp. 187–191
- [65] ISO/TS 16976-3, Respiratory protective devices — Human factors — Part 3: Physiological responses and limitations of oxygen and limitations of carbon dioxide in the breathing environment