



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۲۰۳۴۱-۱

چاپ اول

۱۳۹۴

INSO

20341-1

1st.Edition

2016

شوک و ارتعاشات مکانیکی - آزمون های تحریک
سرد برای ارزیابی عملکرد عروق محیطی -
قسمت ۱: اندازه گیری و ارزشیابی دمای
پوست انگشت

**Mechanical vibration and shock — Cold
provocation tests for the assessment of
peripheral vascular function —
Part 1: Measurement and evaluation of
fingerskin temperature**

ICS: 13.160

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 حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود 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، مصرف کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می شود 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 می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شوند 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 می دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور، از آخرین پیشرفت های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی بهره گیری می شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی 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 می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی 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

« شوک و ارتعاشات مکانیکی - آزمون های تحریک سرد برای ارزیابی عملکرد عروق محیطی

قسمت ۱: اندازه گیری و ارزشیابی دمای پوست انگشت»

رئیس:

کرمانی، علی

(کارشناسی ارشد بهداشت حرفه‌ای)

سمت و / یا نمایندگی

دانشگاه علوم پزشکی سمنان

دبیر:

دخانیان، مطهره

(کارشناسی مهندسی مکانیک)

اداره کل استاندارد استان سمنان

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

آلبویه، حسن

(کارشناسی ارشد مهندسی صنایع)

سازمان صنعت، معدن و تجارت استان

سمنان

بهروزفر، قاسم

(کارشناسی مهندسی مکانیک)

اداره کل استاندارد استان سمنان

بینش، علی آقا

(کارشناسی مهندسی مکانیک)

کارشناس استاندارد

خطیبی، محمد مهدی

(دکترای مهندسی مکانیک)

دانشگاه سمنان

سیف آقایی، فریده

(کارشناسی ارشد بهداشت حرفه‌ای)

مرکز سلامت محیط کار و وزارت بهداشت

شعیری، مونا

(کارشناسی بهداشت حرفه‌ای)

دانشگاه علوم پزشکی سمنان

صحافی، حمیدرضا

(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)

اداره کل تعاون، کار و رفاه اجتماعی

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
ه	پیش گفتار
و	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ تجهیزات اندازه گیری
۴	۴ رویه اندازه گیری
۹	۵ ملاحظات ایمنی
۱۰	۶ گزارش داده ها
۱۲	۷ ارزیابی مقادیر و حدود الزامی
۱۳	پیوست الف (اطلاعاتی) کتابنامه

پیش گفتار

استاندارد «شوک و ارتعاشات مکانیکی- آزمون های تحریک سرد برای ارزیابی عملکرد عروق محیطی- قسمت ۱: اندازه گیری و ارزشیابی دمای پوست انگشت» که پیش نویس آن در کمیسیون های مربوط توسط سازمان ملی استاندارد ایران تهیه و تدوین شده است و در پانصد و شصت و هشتمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی پزشکی مورخ ۱۳۹۴/۱۲/۱۹ 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 می شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت های 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 تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدید نظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

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

Iso 14835-1:2005, Mechanical vibration and shock — Cold provocation tests for the assessment of peripheral vascular function — Part 1: Measurement and evaluation of finger skin temperature

مقدمه:

دمای پوست انگشت (FST) رابطه غیر مستقیم با جریان خون انگشت دارد و نشان دهنده نقش مویرگ‌های تغذیه شونده، مویرگ‌های تغذیه کننده و عروق می‌باشد. اثرات مکانیکی، فیزیولوژیکی یا دارویی در هریک از این سطوح ممکن است بر FST تاثیرگذار باشد.

ارزیابی FST در صورت کافی بودن مشاهدات می‌تواند وجود و وسعت انقباض عروق انگشت را که در اثر پاسخ به تحریک سرد توسط خنک کننده مناسب دست ایجاد شده است را تشخیص دهد.

تغییرات FST در طی خنک شدن دست به طور معمول منعکس کننده درجه انقباض عروق و مقاومت در برابر جریان خون ناشی از تحریک سرد و احتمالاً تغییرات این فرآیند فیزیولوژیک می‌باشد. تغییرات در FST پس از تحریک سرد منعکس کننده فرآیندهای مختلف عصبی عروقی است که بازیابی پس از مواجهه با سرما و بازگشت به شرایط پایدارگردش خون را کنترل می‌کند. اندازه‌گیری FST در طی تحریک سرد در یک محیط کنترل شده انجام می‌شود.

FST تا حدی بیانگر خصوصیات مختلف درون فردی و برون فردی است. نتایج آزمون تحریک سرد، به همراه علائم، نشانه‌ها و تاریخچه، از جمله مواجهه با ارتعاش قابل تفسیر است.

این استاندارد یک قسمت از مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۲۰۳۴۱ می‌باشد.

شوک و ارتعاشات مکانیکی - آزمون های تحریک سرد برای ارزیابی عملکرد عروق محیطی

قسمت ۱: اندازه گیری و ارزشیابی دمای پوست انگشت

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد تعیین موارد زیر می باشد:

الف- روش اندازه گیری دمای پوست انگشت دست^۱ (FST)،

ب- روش اجرائی اندازه گیری (شامل عملکرد آزمون های تحریک سرد)،

پ- نحوه گزارش نتایج اندازه گیری.

روش تعیین شده در این استاندارد به منظور کمک به جمع آوری داده های اولیه برای ارزیابی کمی پاسخ عروقی به تحریک سرد و امکان پذیر نمودن ارائه مشخصات فنی در یک قالب الزامی طراحی شده است.

این استاندارد برای اندازه گیری FST در پاسخ به تحریک سرد برای ارزیابی اختلالات عروق محیطی مختلف در افراد در معرض ارتعاش دست- بازو کاربرد دارد، و قرار است همراه با یک باتری برای آزمون های تشخیصی سندرم ارتعاش دست- بازو مورد استفاده قرار گیرد.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن ها ارجاع داده شده است . بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می شود.

در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد ، اصلاحیه ها و تجدید نظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست . در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن ها ارجاع داده شده است ، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه های بعدی آن ها مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

2-1 ISO 5349-1, Mechanical vibration — Measurement and evaluation of human exposure to hand-transmitted vibration — Part 1: General requirements

1 - Finger skin temperature

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۹۱۷۷:۱۳۹۳، ارتعاشات مکانیکی - اندازه‌گیری و ارزیابی مواجهه انسان با ارتعاش منتقل شده به دست - قسمت ۱: الزامات عمومی براساس استاندارد ISO 5349-1:2001 تدوین شده است.

2-2 IEC 60601-1, Medical electrical equipment — Part1: General requirements for safety

۳ تجهیزات اندازه‌گیری

۱-۳ کلیات

انواع مختلفی از ترانسدیوسرها برای اندازه‌گیری FST موجود است. غالباً از ترموکوپل و ترمیستور (ترانسدیوسرهای نقطه‌ای) استفاده می‌شود. این وسایل روش استفاده ساده‌ای داشته و برای اندازه‌گیری استفاده می‌شوند. از تجهیزات تصویربرداری حرارتی با حسگر مادون قرمز نیز در برخی از موارد استفاده می‌شود. هرچند، این تجهیزات در مقایسه با ترانسدیوسرهای نقطه‌ای گران بوده و کالیبره کردن آن‌ها در مقایسه با ترانسدیوسرهای نقطه‌ای دشوارتر است.

توصیه می‌شود تمام تجهیزات قبل و بعد از استفاده برای عملکرد درست بررسی شوند.

۲-۳ گرماسنجی

۱-۲-۳ کلیات

مزیت دماسنج‌های تماسی و دماسنج‌های غیرتماسی نقطه‌ای مادون قرمز جهت استفاده در روش‌های ارزیابی عروقی، ارزان‌تر بودن این تجهیزات و گزارش‌گیری راحت‌تر از آن‌ها می‌باشد. بسته به این که چه تعداد دست در یک زمان تحت اندازه‌گیری قرار می‌گیرند، FST معمولاً در یک نقطه ثابت برای هر انگشت اندازه‌گیری می‌شود، چنانچه اندازه‌گیری فقط بر روی یک دست انجام شود، اندازه‌گیری بر روی بند انگشت اول، وسطی و انتهائی برای همه انگشتان انجام می‌شود.

۲-۲-۳ حسگرها

حائز اهمیت است که حسگرهای دما بر تغییرات دمای محیط اندازه‌گیری اثر گذار نبوده و نسبت به محیط بیرونی یا تحریک سرد، از لحاظ گرمائی عایق نباشند. توصیه می‌شود حسگرها از درستی و حساسیت بالایی برخوردار باشند و در محدوده دمای‌های فیزیولوژیک (۵ درجه سلسیوس تا ۴۰ درجه سلسیوس) حداکثر خطای اندازه‌گیری آن‌ها ۰٫۱ درجه سلسیوس باشد.

۳-۲-۳ ثبات‌ها

همه داده‌های FST در طول آزمون باید ثبت شود و می‌توان ذخیره‌سازی داده‌ها را در کامپیوتر انجام داد. فاصله زمانی بین اندازه‌گیری دمای هر انگشت نباید از یک دقیقه بیشتر شود. در خلال ثبت داده‌ها، دما می‌تواند در

زمان واقعی نمایش داده شود. داده‌های ثبت شده، به شکل عددی در ثبت کننده ذخیره شده و برای پردازش بیشتر می‌توان داده‌ها را به یک کامپیوتر انتقال داد یا به صورت دستی پس از چاپ بر روی کاغذ و یا مستقیماً از طریق یک رابط الکتریکی داده‌ها را پردازش کرد. یک ثبت کننده با صفحه کلید یکپارچه امکان کنترل و نمایش دیجیتالی پارامترهای ثبت شده را فراهم می‌کند.

۴-۲-۳ کالیبراسیون

توصیه می‌شود کالیبراسیون حسگرهای دما با قراردادن دما سنج کالیبره مرجع و همه حسگرها در حمام آب سرد انجام شود. توصیه می‌شود دمای حسگرها در محدوده $C \pm 0.2^\circ$ دمای دماسنج مرجع باشند. توصیه می‌شود تغییرات دماهای ثبت شده توسط حسگرها در محدوده $C 0.1^\circ$ باشد.

۳-۳ ترموگرافی

۱-۳-۳ کلیات

مزیت استفاده از ترموگرافی غیر تماسی دما در میان دیگر روش‌های ارزیابی عروقی در طول آزمون تحریک سرد، امکان اندازه‌گیری و ثبت دمای پوست در بیش از یک نقطه بر روی انگشت می‌باشد. روش‌های ثبت گرافیکی بدون تماس دما، تصویری کلی از دمای کل دست‌ها را فراهم می‌کند. در این روش می‌توان اختلالات گردش خون محیطی در نقاط موضعی از دست‌ها و انگشتان را مشاهده و شدت اختلالات سلامتی را تشخیص داد.

۲-۳-۳ روش‌های سنجش از راه دور

سیستم‌های سنجش از راه دور شامل اشعه مادون قرمز می‌باشد. این سیستم‌ها معمولاً از یک واحد حسگر با تفکیک‌پذیری بالا (یعنی حسگر با آرایه صفحه‌ای با حداقل ۲۵۰ پیکسل در هر خط و ۲۵۰ خط در هر تصویر)، یک سیستم خنک کننده، یک واحد عملیاتی، یک دستگاه دیجیتالی ضبط تصویر، کامپیوتر دیجیتال، مانیتور و پرینتر رنگی برای گزارش نموداری دما تشکیل شده اند. حداکثر بازه دمایی اندازه‌گیری شده باید حداقل پنج درجه سلسیوس تا ۴۰ درجه سلسیوس بوده، ولی در مراحل مختلف باید متغیر باشد. حداکثر دقت اندازه‌گیری باید $C 0.1^\circ$ در محدوده حرارتی ذکر شده باشد.

۳-۳-۳ پردازش داده

داده‌ها به صورت یک تصویر از دست با اختصاص کد برای هر FST به شکل نقشه رنگی ثبت می‌شود. توصیه می‌شود فاصله ثبت تصاویر بیش از ۱ دقیقه نباشد. بهتر است زمان آغاز و پایان تحریک سرد با تصویر ثبت شود. رابطه بین رنگ و FST به منظور تفسیر کمی نتایج بهتر است ثبت شود.

۴-۳-۳ کالیبراسیون

کالیبراسیون را می‌توان به روش‌های مختلف انجام داد. می‌توان از یک کاواک به عنوان جسم سیاه برای کالیبراسیون استفاده کرد. برای آزمایش ثبات نتایج اندازه‌گیری، درحین قطع شدن اندازه‌گیری، می‌توان از داده‌های مرجع داخلی برای مقایسه خودکار استفاده نمود.

۴ رویه اندازه‌گیری

۱-۴ کمیت مورد اندازه‌گیری

کمیتی که اندازه‌گیری می‌شود، FST است. این کمیت برحسب درجه سلسیوس ($^{\circ}\text{C}$) بیان می‌شود.

۲-۴ شرایط آزمایش

۱-۲-۴ کلیات

رویه‌ها و شرایط آزمون باید برای کسب داده‌های دقیق به اندازه کافی کنترل شود. توصیه می‌شود اندازه‌گیری FST در یک محیط کنترل شده انجام شود.

۲-۲-۴ اتاق آزمایش

FST به شدت تحت تاثیر دمای اتاق است. توصیه می‌شود در طی آزمون، دمای اتاق در محل قرار گرفتن فرد (1 ± 21) درجه سلسیوس نگهداشته شود و هر گونه انحراف خارج از این محدوده گزارش شود.

برای اجتناب از شرایط فرعی که ممکن است نتایج آزمایش را تحت تاثیر قرار دهد، محیط باید کنترل شود.

بهتر است دمای فضا در طول آزمون به شدت کنترل شود. لازم است دمای اتاق در لایه‌های متفاوت عمودی برای جلوگیری از اختلاف دما در نقاط مختلف بدن بهتر است کنترل شود. توصیه می‌شود دمای فضا در اطراف بدن در محدوده مجاز گردش هوای معمولی نگه داشته شود. گردش هوای قوی‌تر می‌تواند آهنگ خنک‌سازی پوست را افزایش داده و دمای موثر محیط اتاق را تغییر دهد.

۳-۲-۴ زمان

۱-۳-۲-۴ فصل اندازه‌گیری

از آنجا که فصل می‌تواند بر اندازه‌گیری موثر باشد، مطلوب است که اندازه‌گیری در فصل سرد انجام شود. اگر آزمایش دوره‌ای دو بار یا بیشتر در سال برای پیگیری لازم باشد علاوه بر انجام آزمایش در فصل سرد، می‌توان یک آزمون در پاییز یا تابستان انجام داد.

۲-۳-۲-۴ ساعت اندازه‌گیری

با توجه به چرخه زیستی شبانه روزی، انجام آزمایش بین ساعات ۹ تا ۱۸ توصیه می‌شود. **یادآوری:** تاثیر ساعت آزمون بر FST ها گزارش شده است، اما اهمیت تاثیر این تغییرات روزانه بر پاسخ تحریک سرد، مشخص نیست.

۳-۳-۲-۴ فاصله زمانی بین آزمون(های)/آزمایش(های) قبلی

وجود یک فاصله زمانی به مدت سه ساعت بین آزمون‌های تحریک سرد مختلف مانند آزمون شرح داده شده در استاندارد ملی شماره ۲-۲۰۳۴۱، و اندازه‌گیری FST برای جلوگیری از اثرات مواجهه با سرمایش آزمون قبلی توصیه می‌شود.

۴-۲-۴ آماده‌سازی فرد

۱-۴-۲-۴ توصیه های فردی قبل از آزمایش

۳ ساعت قبل از آزمایش باید از ورزش شدید جسمی و سیگار کشیدن و سایر محرک ها مانند کافئین اجتناب کرد. باید به مدت ۱۲ ساعت قبل از آزمایش از نوشیدن الکل و مصرف داروهای منقبض کننده عروق مانند مسدودکننده‌های کانال کلسیم و بتا- بلوکرها اجتناب شود. مصرف داروهای تجویز شده منقبض کننده عروق که نمی توان از مصرف آن اجتناب کرد، باید گزارش شود. بهتر است از مواجهه با ارتعاش حداقل ۱۲ ساعت قبل از آزمایش اجتناب شود. رعایت نکات گفته شده برای به حداقل رساندن اثر موارد مذکور بر اندازه‌گیری کمک می‌کند.

مطلوب است در روز آزمایش از حملات سفید انگشتی قبل از آزمایش اجتناب گردد. در زمستان، اگر دمای فضای باز کمتر از ۱۵ درجه سلسیوس باشد، پوشیدن دستکش حین انتقال به اتاق آزمایش توصیه می‌شود همچنین گزارش حملات سفیدانگشتی در حین انتقال نیز توصیه می‌گردد.

۲-۴-۲-۴ فاصله زمانی بین صرف غذا و زمان آزمون

مصرف مواد غذایی به دلیل افزایش میزان سوخت و ساز می‌تواند باعث تغییر در گردش خون شود. مصرف مواد غذایی قبل از آزمون تحریک سرد احتمالاً پاسخ گردش خون محیطی به تحریک سرد را تغییر می‌دهد. بنابراین، توصیه می‌شود از انجام آزمون در فاصله زمانی کمتر از یک ساعت و بیشتر از چهار ساعت از صرف غذا اجتناب شود. اگر انجام آزمون در این فاصله ممکن نیست، بهتر است فاصله زمانی بین غذا خوردن و آزمون تحریک سرد گزارش شود.

لباس ۳-۴-۲-۴

لباس مناسب توصیه شده برای حفظ آسایش حرارتی لباسی است که دست و سر را نپوشاند. چهار لباس (برای بالاتنه و پایین تنه هر کدام دو لباس) همراه با جوراب پیشنهاد می‌گردد. یادآوری: پیشنهاد می‌گردد ارزش clo^۱ تقریبی لباس‌ها از ۰٫۷ تا ۰٫۸ باشد.

سازگاری فرد ۴-۴-۲-۴

به منظور تطبیق دما، قبل از انجام آزمون حداقل ۳۰ دقیقه حضور در اتاق آزمایش بدون استرس‌های فیزیولوژیکی یا روانی لازم است. اندازه‌گیری‌های FST اولیه توصیه می‌شود و بهتر است حداقل ۲ دقیقه قبل از شروع مواجهه با سرما FSTها به مقادیر پایدار رسیده باشند.

وضعیت فرد ۵-۴-۲-۴

توصیه می‌شود حالت نشسته و آرام فرد در کل دوره آزمون از جمله دوره تطبیق حفظ شود. بهتر است هر دو دست در زمان نشستن و بازیابی و ترجیحاً در طول تحریک در ارتفاع قلب قرارداشته و مچ دست آزاد باشد.

تحریک سرد ۳-۴

حمام آب سرد ۱-۳-۴

حمام آب سرد باید با عایق حرارتی احاطه شده باشد تا از خنک شدن سایر اعضای بدن اجتناب گردد. لبه حمام آب باید یک لایه محافظ داشته تا مانع انتقال سرما به بازوی فرد گردد. بهتر است آب مرتباً هم زده شود تا دمای آن ثابت نگه‌داشته شود.

دمای آب و مدت غوطه‌وری ۲-۳-۴

دمای آب ۱۲ درجه سلسیوس و مدت زمان غوطه‌وری ۵ دقیقه برای روش‌های استاندارد تعیین شده است تا اندازه‌گیری‌های بالقوه مفیدی را در حالی که استرس به حداقل می‌رسد فراهم کند. محدوده تغییرات دمای آب نباید از ± 0.5 درجه سلسیوس بیشتر شود.

یادآوری ۱- شدت استرس سرد در طول آزمون تحریک سرد، عامل اصلی تعیین ارزش تشخیصی آزمون اختلال عروقی است. شدت استرس عمدتاً توسط دمای آب و مدت زمان غوطه‌وری تعیین می‌شود. ارزش تشخیصی این تست با استفاده از آب در دمای ۵ درجه سلسیوس تا ۱۵ درجه سلسیوس گزارش شده است.

۱ - مقاومت حرارتی لباس

یادآوری ۲- مدت زمان غوطه‌وری کمتر از ۵ دقیقه ممکن است برای به دست آوردن شدت استرس ناشی از سرما به منظور ایجاد تعادل حرارتی بین پوست و بافت‌های عمیق‌تر خیلی کم باشد. اگر چه دمای پایین‌تر آب، مانند ۵ درجه سلسیوس، می‌تواند داده‌های تشخیصی بیشتری ارائه کند، فرد در طول غوطه‌وری در این دما از درد قابل توجهی رنج می‌برد. شدت درد و ناراحتی در طول آزمون با دمای آب نسبت معکوس و با مدت زمان غوطه‌وری نسبت مستقیم دارد.

تغییر دمای آب بین ۱۰ درجه سلسیوس و ۱۵ درجه سلسیوس ممکن است پس از بررسی‌های لازم در آینده در نظر گرفته شود. اما در حال حاضر شرایط آزمون باید با توجه به این استاندارد تنظیم شده و برای ارزیابی نتایج با اطلاعات کافی گزارش شود.

۳-۳-۴ انتخاب دست‌ها و انگشتان برای آزمون

برای انجام ارزیابی در صورت امکان هر دو دست باید همزمان غوطه‌ور شوند. اگر تنها یک دست برای اندازه‌گیری انتخاب شود، باید دست غالب و یا دستی که بیشترین علائم از آن گزارش شده است، در نظر گرفته شود.

توصیه می‌شود در صورت امکان اندازه‌گیری برای همه انگشتان انجام شود. اگر کمتر از ۱۰ انگشت برای اندازه‌گیری انتخاب شود، بهتر است انگشتانی باشند که بیشترین علائم از آن‌ها گزارش شده است.

دست‌ها باید تا سطح پایین مچ دست در آب غوطه‌ور شوند، و توصیه می‌شود دیوار پایین حمام آب توسط دست یا انگشتان لمس نشود. حداقل حجم آب توصیه شده ۱۰ لیتر می‌باشد.

۴-۳-۴ پوشش ضد آب

استفاده از پوشش ضدآب در طول غوطه‌وری از سرد شدن دست به دلیل تبخیر بعد از خروج از آب جلوگیری خواهد کرد. بهتر است پوشش ضدآب از لحاظ گرمایی رسانای خوبی باشد و برای جلوگیری از به دام افتادن هوا در طول غوطه‌وری، به اندازه کافی تنگ باشد.

پوشش ضد آب باید دقیقاً قبل از غوطه‌وری پوشیده شده و در انتهای غوطه‌وری خارج شود. اگر از پوشش ضدآب استفاده نشود، دست‌های غوطه‌ور شده باید فوراً بعد از تحریک سرد به آرامی خشک شود.

۴-۴ روش انجام آزمون

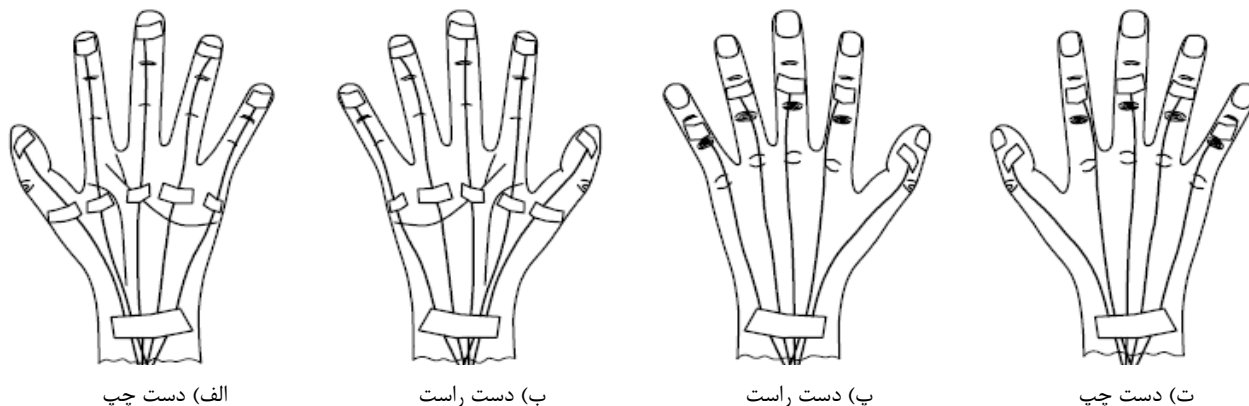
۱-۴-۴ کلیات

در شرایط عادی، نوسانات ریتمیک عروق انگشت شامل دوره‌هایی است که این دوره‌ها احتمالاً حدود ۰٫۵ دقیقه تا ۵ دقیقه طول می‌کشد. بنابراین، تکرار اندازه‌گیری FST به تعداد کافی با فاصله زمانی کافی مورد نیاز است. همچنین FST با موقعیت اندازه‌گیری بر روی پوست متفاوت است. در مورد اندازه‌گیری نقطه‌ای، نقطه ثابتی از پوست باید اندازه‌گیری شود.

۲-۴-۴ محل قرارگرفتن حسگرها

۱-۲-۴-۴ حساسیت تماس

در اصل، بهتر است حسگر مستقیماً به نقطه کوچکی بر روی نوک انگشتان و در صورت تمایل، به سطوح پشتی بند انگشت وسطی یا انتهایی نصب شود. بهتر است حسگرها در مرکز بند انگشتان قرارگیرند یعنی وسط نوک انگشت و پایه بند انگشت و در امتداد خط وسط. FST را با استفاده از حسگرهای دما که به طور مناسبی بر روی پوست سطوح برآمده از بندهای انتهایی انگشت و در صورت تمایل سطوح خلفی بندهای انتهایی انگشت نصب شده‌اند، می‌توان اندازه‌گیری کرد. انگشت‌ها باید بر روی حسگرهای ثابت قرارگیرند یا حسگرها را می‌توان با نوارچسب به انگشتان متصل کرد. بر روی هر سطحی از دست که نوار چسب قرار دارد، برای اطمینان از مسدود نشدن جریان خون انگشت، بهتر است نوارچسب با حداقل فشار و کشش به کار رود. یک نمونه از نحوه نصب حسگرها در شکل (۱) نشان داده شده است.



یادآوری - نصب حسگرها بر روی نوک انگشت توصیه می‌شود (به قسمت الف و ب مراجعه شود) روش اختیاری نصب بر روی سطوح خلفی بند میانی و بند انتهایی انگشت نیز نشان داده شده است (به قسمت پ و ت مراجعه شود).

شکل ۱- یک نمونه از نحوه نصب حسگرها برای اندازه‌گیری FST

۲-۲-۴-۴ سنجش از راه دور

بهتر است FST بر روی سطوح پیشین یا خلفی بندهای انتهایی انگشت توسط دماسنج نقطه‌ای غیرتماسی که از مادون قرمز استفاده می‌کند، اندازه‌گیری شود. می‌توان سمت کف دست از کل دست را با گرمانگاری غیرتماسی اندازه‌گیری کرد.

۳-۴-۴ دوره‌های اندازه‌گیری

۱-۳-۴-۴ اندازه‌گیری قبل از تحریک سرد

بهتر است FST ها قبل از انجام اندازه‌گیری‌های پایه تثبیت گردند. بهتر است اندازه‌گیری‌های FST حداقل ۲ دقیقه قبل از تحریک سرد ثبت شود.

۲-۳-۴-۴ اندازه‌گیری در حین تحریک سرد

فقط در صورتی که دماسنج تماسی با استفاده از حسگرهای نصب شده بر روی انگشتان انجام شود، اندازه‌گیری‌ها در حین غوطه‌وری می‌تواند ادامه یابد.

۳-۳-۴-۴ اندازه‌گیری بعد از تحریک سرد

اندازه‌گیری‌ها برای حداقل ۱۵ دقیقه باید ادامه یابد. ترجیحا تا حصول بهبودی کامل اندازه‌گیری‌ها باید ادامه یابد.

۵ تدابیر ایمنی

۱-۵ کلیات

تعداد کمی از افراد حساس ممکن است واکنشی بیش از حد تجربه شده به تنش سرمایی مانند فشارخون شریانی بالا یا شوک واژونیک^۱ از خود نشان دهند. فشار خون افراد مبتلا به بیماری فشارخون بالا در طول آزمون سرد باید تحت کنترل باشد.

آزمون تحریک سرد در صورت درخواست فرد یا مشاهده سفیدانگشتی باید متوقف شود.

۲-۵ ایمنی الکتریکی

جلوگیری از شوک الکتریکی، به ویژه در طول غوطه‌وری دستان در آب سرد، نیازمند رویه‌های موثر است. همه تجهیزات باید با الزامات ایمنی مندرج در استاندارد IEC 60601-1 درمورد خطرات الکتریکی که فرد یا کاربران تجهیزات با آن مواجه هستند، مطابقت داشته باشند. به ویژه آزمایش کننده باید دستورالعمل‌های کافی در خصوص رویه ایمنی غوطه‌وری در آب را دریافت کند.

۳-۵ موارد منع آزمایش

1 - Vasogenic shock

در برخی افراد ممکن است علائم بیماری با تحریک سرد تحت تاثیر قرار گیرد، که واکنش منفی فرد به استرس سرد را تشدید خواهد کرد.

سن بیش از ۷۰ سال، بیماری قلبی، فشار خون بالا، بیماری‌های عروقی، بیماری‌های گردش خون مرکزی و موارد دیگری از اختلالات عروق محیطی که در آینده بررسی خواهد شد، از موارد منع آزمون تحریک سرد می‌باشند. این‌ها موارد منع نسبی است که باید بررسی شده و در صورت نیاز توسط یک پزشک تصمیم گرفته شود که آیا فرد توسط آزمون تحریک سرد آزمایش شود و یا چه اقدامات پیشگیرانه‌ای باید انجام شود.

۴-۵ رضایت آگاهانه

بهتر است مطابق با ضوابط و مقررات مراجع ذیصلاح کشور^۱ رضایت افراد گرفته شود. افراد باید با هدف و خطرات آزمون تحریک سرد آشنائی داشته و در این خصوص آگاه باشند. آزمایش کننده بعد از پاسخگویی به هر سوالی که فرد ممکن است مطرح کند، باید از رضایت فرد مطمئن شود. باید به فرد گفته شود که آزمون تحریک سرد هر زمان که درخواست کند متوقف خواهد شد.

۵-۵ آزمایش کننده و ناظر طبی

آزمایش کننده دارای صلاحیت، باید آماده‌سازی و آموزش فرد را به عهده گرفته و اندازه‌گیری‌های FST و آزمون‌های تحریک سرد را اداره کند. آزمایش کننده باید از اهمیت تشخیصی و مخاطرات آزمون شناخت کافی داشته و بهتر است از همه جنبه‌های فنی آزمون آگاه باشد. توصیه می‌شود رویه آزمون تحت نظر یک پزشک انجام شود. همچنین اگر افراد با بیماری‌هایی غیر از اختلالات عروق محیطی مورد آزمایش قرار می‌گیرند، لازم است توسط یک پزشک مورد بررسی قرار گیرند.

۶ گزارش داده‌ها

۱-۶ کلیات

همه داده‌های FST باید گزارش شود. برای تفسیر داده‌ها و ارزیابی اعتبار اندازه‌گیری‌ها توصیه می‌شود اطلاعات شرایط آزمون، شرایط فرد، دمای اندازه‌گیری شده، سرمایه‌دست، خصوصیات فرد، و علائم و نشانه‌های مشاهده شده طی آزمایش به همراه نتایج اندازه‌گیری، مطابق با آنچه در ادامه توضیح داده شده است، گزارش شود.

۲-۶ شرایط آزمایش

۱-۲-۶ شرایط انجام آزمون

۱- در حال حاضر مرجع ذیصلاح کشور در این زمینه، وزارت بهداشت می‌باشد.

اگر آزمون ها در یک روز انجام می شود، توصیه می شود فصل سال، زمان روز، دمایی اتاق، دوره تطبیق و فاصله زمانی بین آزمون(های)/آزمایش(های) موثر بر عملکرد گردش خون دست‌های آزمون شوند، گزارش شود.

۲-۲-۶ شرایط فرد

توصیه می شود حالت و پوشش افراد در حین آزمون گزارش شود.

۳-۲-۶ اندازه‌گیری دما

مشخصات فنی تجهیزات مورد استفاده یا مشخصات کامل حسگرها، ثبات‌ها و سیستم پردازش داده‌ها باید گزارش شود. وضعیت پوست جهت اندازه‌گیری‌های FST نیز باید گزارش شود.

۴-۲-۶ سرمایه‌ی دست

تعداد دست‌های غوطه‌ور شده، دمای آب و مدت غوطه‌وری باید گزارش شود. اگر روش‌های خاص مانند مشاهده کم‌خونی موضعی در حین غوطه‌وری یا دستکش‌های ضدآب استفاده شود باید گزارش شود.

۳-۶ خصوصیات فردی

توصیه می شود خصوصیات کلی مانند سن، جنسیت، شاخص توده بدنی (یا جرم بدن و قد)، اعتیاد به نیکوتین، مصرف الکل، داروها و شرایط بهداشتی موثر بر عملکرد گردش خون دست‌ها گزارش شود.

توصیه می شود در صورت مواجهه افراد با ارتعاش منتقل شده به دست، شغل آن‌ها، ابزار و ماشین آلات مورد استفاده و پارامترهای تخمینی مواجهه (مانند دامنه ارتعاش، ساعت‌های روزانه، تعداد روز در هفته و سال) گزارش شود.

توصیه می شود مراحل اختلالات عروقی و عصبی، و درمان پزشکی قبلی/ در حین آزمون، در صورت وجود گزارش شود. برای مرحله بندی سندرم ارتعاش دست و بازو، می توان از نتایج گزارش ردیف [۱۲] کتاب‌نامه استفاده کرد.

۴-۶ علائم و نشانه‌های حین آزمایش

اگر افراد علائم یا نشانه‌های غیرعادی را در طول آزمایش تجربه کنند (مانند رنگ‌پریدگی انگشتان، درد شدید، تپش قلب)، بهتر است این موارد گزارش شود.

۵-۶ نتایج

کل فرآیند گرمایش مجدد و مقادیر قبل و حین تحریک سرد، بهتر است گزارش شود. اگر پارامترهای ارزیابی ویژه (مانند زمان گرمایش مجدد، سرعت گرمایش مجدد تا دمای پایه) استفاده شوند، گزارش داده‌ها به همراه

پارامترهای فرآیند گرمایش مجدد توصیه می‌شود. اگر مقایسه داده بین گروه در معرض ارتعاش و گروه شاهد به دست آمده است، اطلاعات مربوط به ارزش تشخیصی روش آزمون (مانند حساسیت، اختصاصی بودن، مقدار پیش بینی شده و منحنی مشخصه عملکرد (ROC)^۱) بهتر است گزارش شود.

۷ ارزیابی مقادیر و حدود الزامی

مقادیر الزامی FST تحت تاثیر شرایط متفاوت تغییر می‌کند (به استاندارد ملی شماره ۱-۱۹۱۷۷ مراجعه شود). مقادیر متعارف بهتر است بر پایه داده اپیدمیولوژیک بوده و توصیه می‌شود حساسیت، اختصاصی بودن و مقادیر پیش بینی شده برای روش‌های آزمون مورد استفاده، در نظر گرفته شود.

1- Receiver-operating characteristic (ROC)

پیوست الف

(اطلاعاتی)

کتابنامه

- [1] ISO 7726, Ergonomics of the thermal environment — Instruments for measuring physical quantities
- [2] ISO 13731, Ergonomics of the thermal environment — Vocabulary and symbols
- [3] ISO 13091-1, Mechanical vibration — Vibrotactile perception thresholds for the assessment of nerve dysfunction — Part 1: Methods of measurement at the fingertips
- [4] ISO 13091-2, Mechanical vibration — Vibrotactile perception thresholds for the assessment of nerve dysfunction — Part 2: Analysis and interpretation of measurements at the fingertips
- [5] ISO/IEC Guide 51, Safety aspects — Guidelines for their inclusion in standards
- [6] VON BIERBRAUER A., SCHILK I., LUCKE C., SCHMIDT J.A. Infrared thermography in the diagnosis of Raynaud's phenomenon in vibration-induced white finger. *VASA*, **27** (2), 1998, pp. 94-99
- [7] BRAMMER A.J., TAYLOR W., LUNDBORG G. Sensorineural stages of the hand-arm vibration syndrome. *Scand. J. Work Environ. Health*, **13**, 1987, pp. 279-283
- [8] BURTON A.C. The range and variability of the blood flow in human fingers and the vasomotor regulation of body temperature. *Am. J. Physiol.*, **127**, 1939, pp. 437-453
- [9] DONATI P. (ed.). Book of Abstracts of the 9th International Conference on Hand-Arm Vibration, INRS, Nancy, 2001
- [10] DUPUIS H. Thermographic assessment of skin temperature during a cold provocation test. *Scand J Work Environ. Health*, **13**, 1987, pp. 352-355
- [11] DUPUIS H., CHRIST E., SANDOVER J., TAYLOR W., OKADA A. (eds.). Proceedings of the 6th International Conference on Hand-Arm Vibration, HVBG, Sankt Augustin, 1993
- [12] GEMNE G., PYYKKÖ I., TAYLOR W., PELMEAR P.L. The Stockholm Workshop Scale for the classification of cold-induced Raynaud's phenomenon in the hand-arm vibration syndrome (revision of the Taylor- Pelmeear scale). *Scand. J. Work Environ. Health*, **13**, pp. 275-278, 1987
- [13] GRIFFIN M.J. Handbook of human vibration. Academic Press, London, 1990
- [14] GRIFFIN M.J., LINDSELL C.J. Cold provocation tests for the diagnosis of vibration-induced white finger: standardisation and repeatability. Contract Research Report 173, HSE Books, Sudbury, Suffolk, 1998.
- [15] HARADA N. Cold-stress tests involving finger skin temperature measurement for evaluation of vascular disorders in hand-arm vibration syndrome: review of the literature. *Int. Arch. Occup. Environ. Health*, **75**, 2002, pp. 14-19

- [16] HARADA N., YOSHIMURA M., LASKAR M.S. A minireview of studies conducted in Japan using finger-skin temperature during cold-stress tests for the diagnosis of the hand-arm vibration syndrome. *Int. Arch. Occup. Environ. Health*, **72**, 1999, pp. 330-334
- [17] LINDSELL C.J., GRIFFIN M.J. Standardized diagnostic methods for assessing components of the handarm vibration syndrome. Contract Research Report 197, HSE Books, Sudbury, Suffolk, 1998
- [18] LINDSELL C.J., GRIFFIN M.J. Interpretation of the finger skin temperature response to cold provocation. *Int. Arch. Occup. Environ. Health*, **74**, 2001, pp. 325-335
- [19] LUNDSTRÖM R., LINDMARK A. Proceedings of the 8th International Conference on Hand-Arm Vibration, National Institute for Working Life, Stockholm, 2000
- [20] MASON H.J., POOLE K., SAXTON J. A critique of a UK standardized test of finger rewarming after cold provocation in the diagnosis and staging of hand-arm vibration syndrome. *Occup. Med.*, **53**, 2003, pp. 325-330
- [21] NEVINS R.G., MCNALL P.E JR., STOLWIJK J.A.J. How to be comfortable at 65 to 68 degrees. *ASHRAE J*, April, 1974, pp. 41-43
- [22] OKADA A., TAYLOR W., DUPUIS H. Proceedings of the 5th International Conference on Hand-Arm Vibration, Hand-Arm Vibration, Kyoei Press, Kanazawa, 1990
- [23] PELMEAR P.L., WASSERMAN D.E. Hand-Arm Vibration. OEM Press, Massachusetts, 1998
- [24] Proceedings of the 7th International Conference on Hand-Arm Vibration, *Centr. Eur. J. Publ. Health*, Suppl. 3, 1995, and Suppl. 4, 1996
- [25] PROUD G., BURKE F., LOWSON I.J., MCGEOCH K.L., MILES N.V. Cold provocation testing and hand-arm vibration syndrome — An audit of the results of the Department of Trade and Industry scheme for the evaluation of miners. *Br. J. Surg.*, **90**, 2003, pp. 1076-1079