سرمقاله

تغییر پذیری ضربان قلب یا HRV: یکی از شاخص های رایج در ارزیابی بارکاری در ارگونومی

عادل مظلومی[۱]، جبرائیل نسل سراجی[۲]

مقدمه

ارزیابی کیفیت طراحی های ارگونومیک سیستم‌های کاری و یا ارزیابی قابلیت استفاده از سیستم های فنی (از قبیل محصولات نرم افزاری؛ ISO۱۹۹۸سال را ملاحظه فرمائید) مستلزم ارزیابی بارکاری ذهنی می باشد [۱]. از نقطه نظر ایمنی و بهداشت حرفه ای، ارزیابی بارکاری ذهنی در راستای مطابقت و پیروی از قوانین و مقررات اتحادیه اروپا برای مشاغل معین از قبیل کار با نشانگرهای تصویری (VDT) در مشاغل دفتری، و همچنین در عملیات کنترل فرآیندها اجباری است. (بعنوان مثال قانون ایمنی و بهداشت ۸۹/۳۹۱ EECسال ۱۹۸۹و قانون نشانگرهای تصویری ۹۰/۲۷۰ EECسال ۱۹۹۰). هدف از این امر حفاظت کارگران در برابر اثرات زیان آور کار ذهنی در سطوح بالا و تأمین شرایط بهینه کاری جهت ارتقاء سلامت افراد و بالابردن قابلیت اطمینان و بهره وری سیستم های کار و تولید می باشد [۲].

در کنار شاخص های مربوط به کار آیی و همچنین شاخص های فردی رایج در ارزیابی بارکاری ذهنی ، شاخص های سایکوفیزیولوژیک بویژه ضربان قلب (HR) و تغییرپذیری ضربان قلب (HRV) نیزسابقه نسبتاً طولانی در ارزیابی های بارکاری ذهنی دارد که این مسئله به خاطر سادگی و غیر واکنشی بودن این شاخص ها می باشد. آنچنانکه مشکاتی وهمکاران ایشان در سال ۱۹۹۹ اظهار کرده اند [۳و۴]، این شاخص یکی از عملی ترین و رایج ترین روشهای مورد استفاده در ارزیابی بارکاری ذهنی است که ممکن است بر یک اپراتور تحمیل گردد. این شاخص تنها یکی از چندین پارامترهای سیستم هموئواستاتیک قلبی است که منعکس‌کننده فرآیندهای انرژتیک، تنظیم کننده های حرارتی و تنفسی، فرآیندهای احساسی عاطفی و همچنین فرآیندهای شناختی می باشد. بنابراین، با توجه به این مسئله استفاده از مقادیر مختلف مربوط به شاخص HRVاخیراً بیشتر مورد توجه قرار گرفته است [۵].

شاخص تغییر پذیری ضربان قلب چیست؟

تغییر پذیری ضربان قلب مربوط می شود به حالت تعادل در شاخه های عصبی سمپاتیک و پاراسمپاتیک سیستم اعصاب خودکار که تحت تأثیر عوامل درونی و یا بیرونی این تعادل ممکن است بهم بخورد.

عصب پاراسمپاتیک اثر بازدارندگی بر روی ضربان قلب و نیروی انقباضی آن دارد و بطور اولیه ریتم طبیعی قلب را تحت کنترل خود دارد. هنگام عمل دم، عصب پاراسمپاتیک غیر فعال شده و ضربان قلب شروع به افزایش می کند. در مقابل، هنگام عمل بازدم، این الگو برعکس می شود. بعلاوه، میزان نوسانات در ضربان قلب بطور معنی داری توسط سیگنال های منظم ارسالی از گیرنده های فشار (baroreceptors) در سرخرگ آئورت و کاروتید نیز کنترل می‌گردد [۵].

چرا تغییر پذیری ضربان قلب بعنوان یک عامل مهم تلقی می گردد؟

بخاطر اینکه HRVبعنوان یک پنجره ای محسوب می شود که می توان از طریق آن توانائی قلب را در پاسخ

۱. (نویسنده مسئول)، استادیارگروه بهداشت حرفه‌ای دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، نبش خیابان قدس و پورسینا، دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی، طبقه دوم، گروه بهداشت حرفه‌ای، تهران، ایران، amazlomi@tums.ac.ir
۲. استادگروه بهداشت حرفه‌ای دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، jnsaraji@tums.ac.ir

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-20]

به ایمپالس های طبیعی تنظیم کننده ای که بر ریتم قلب اثر می‌گذارند مشاهده نمود. همانطوریکه در قسمت قبلی اشاره شد بطور کلی افزایش فعالیت پاراسمپاتیک و کاهش فعالیت سمپاتیک منجر به کاهش ضربان قلب می شود. کارهای ذهنی، فعالیت سیستم کنترل قلبی عروقی را باز می دارد در نتیجه، ارتباط بین تغییرات در (BP)فشارخون و ضربان قلب ضعیف تر شده و در نهایت به کاهش HRVمنجر می‌شود.

روشهای آنالیز شاخص HRV:

ازروشهای رایج برای آنالیز HRVبه دوروش بصورت ذیل اشاره می شود[۵]:

۱- آنالیز در حیطه زمانی

۲- آنالیز در حیطه فرکانسی

در مورد آنالیز در حیطه زمانی اساس کار فواصل زمانی امواج Rبه Rمی باشد طوریکه بعد از آنالیز، متغیرهای متعددی را می توان محاسبه نمود از قبیل: SDNN, SDANN، RMSSD، NN۵۰، pNN۵۰. از موارد ذکر شده، متغیر SDNN عبارت است از انحراف معیار فواصل زمانی امواج Rبه Rکه اغلب برای طول مدت ۲۴ ساعته محاسبه می گردد و متغیر رایج تری در بررسی های زمانی شاخص HRV به حساب می‌آید.

در خصوص آنالیز فرکانسی نیز روشهای متعددی وجود دارد. آنالیز چگالی طیف فرکانسی (PSD) Power Spectral Density: که در این روش چگالی زیر منحنی شدت فرکانسی محاسبه می گردد. در این روش ابتدا برای تجزیه امواج بر حسب توزیع فرکانسی از روش آنالیز FFT (Fast Fourier Transform) استفاده کرده سپس با یک محاسبه ساده چگالی زیر منحنی نهایتاًمحاسبه می گردد. متغیرهای موجود در این زمینه عبارتند از:

۱-امواج با فرکانس بالا (HF): این طیف فرکانسی که از محدوده ۰/۱۵ تا ۰/۴ هرتز را در برمی گیرد مرتبط با فعالیت سیستم تنفسی و سیستم اعصاب پاراسمپاتیک انسان می باشد و دارای تغییرات نسبتاً سریعی می باشد.

۲-امواج با فرکانس پائین (LF): این امواج در محدوده ۰/۰۴ تا ۰/۱۵ هرتز قرار دارد. در این طیف فرکانسی که با عملکرد سیستم گیرنده های فشار در بدن ارتباط دارد سرعت تغییرات دارای آهنگ ملایم بوده و معمولاً عملکرد هر دوسیستم اعصاب سمپاتیک و پاراسمپاتیک را در بر می گیرد.

۳-امواج با فرکانس خیلی پائین (VLF): از محدوده فرکانسی ۰/۰۰۳ تا ۰/۰۴ هرتز را شامل می شود. منشأ این طیف فرکانسی تابحال به درستی مشخص نبوده و معمولا با مکانیسم های تنظیم کننده حرارت بدن در ارتباط است.

۴-امواج با فرکانس بی نهایت پائین (ULF): این قسمت از طیف فرکانسی که از ۰/۰۰ تا ۰/۰۰۳ هرتز را در برمی گیرد در ارزیابی های مربوط به سنجش بارکاری ذهنی کاربرد آنچنانی نداشته و اغلب نشان دهنده تغییرات شبانه روزی ریتم قلبی از طریق اطلاعات ثبت شده ۲۴ ساعته می باشد.

مروری بر مطالعات گذشته در رابطه با شاخص HRVدر حیطه بهداشت حرفه ای، ایمنی و ارگونومی:

در مطالعه دابروسکا و همکارانش [۶] در سال ۱۹۹۲ فعالیت قلبی عروقی افراد بصورت مستمر در طی ۲۴ ساعت با استفاده از دستگاه هولتر (Holter) اندازه گیری و ثبت شد و نتیجه آنالیز داده ها نشان داد که تغییرات در فعالیت هائی که نیازمند سطوح متفاوتی از کار ذهنی بودند از قبیل کار، استراحت، خواب، توانست بر روی ضربان قلب و تحلیل داده های مربوط به تغییرپذیری ضربان قلب تأثیر گذار باشد. بطوریکه افزایش ضربان قلب با بارکاری ذهنی بالای آنها ارتباط معنی داری داشت. مطالعه میاکه (سال ۱۹۹۷) در خصوص بازنگری مقادیر فیزیولوژیکی منتج به این شد که زمانیکه الگوی تنفسی افراد دارای یک بی نظمی خاصی شود پارامترهای مربوط به HRVاز قابلیت اطمینان کمتری برخوردار خواهند بود ولی در صورتیکه این اثر در حین مطالعه کنترل و حذف شود، HRVمی تواند به عنوان یک شاخص قابل اطمینانی تلقی شود[۷]. مشکاتی در سال ۱۹۸۸اشاره به این دارد که در سطوح بالای کاری فواصل زمانی ضربان قلب تمایل به ثبات بیشتری دارد، در حالیکه در مقادیر کمتر بارکاری تمایل به نوسان بیشتری مشاهده می شود[۸]. شاخص HRV بایستی قادر به تمیز و تفریق مابین

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-20]

بارهای کاری ذهنی ایجاد شده توسط وظایف شغلی مختلف و همچنین توانائی افتراق سطوح بارکاری ذهنی را در حیطه یک وظیفه شغلی داشته باشد. بعبارت ساده تر، این شاخص بایستی از قابلیت تمیز و تشخیص و همچنین از حساسیت قابل قبولی برخوردار باشد. مطالعات گذشته نشان داده است برای انواع متفاوتی از وظایف شغلی مانند آزمون های ردگیری (tracking test)، کنترل ترافیک هوائی، شبیه سازی پرواز، و همچنین در شرایط واقعی پرواز شاخص HRVاز حساسیت قابل قبولی در تشخیص سطح بارکاری فعالیت های مذکور دارا می باشد. میرتک و همکارانش در سال ۱۹۹۴، در مطالعه ای بر روی لکوموتیورانان نشان داد که مقادیر پائین HRVرابطه معنی داری با بارکاری ذهنی بالا در این افراد در هنگام رانندگی با سرعت بالا دارد [۹].

نتیجه‌گیری

از دیدگاه جهانی مسئله می توان چنین نتیجه گیری کرد که در سالهای اخیر این شاخص در تجزیه و تحلیل بارکاری ذهنی در محیط های کاری واقعی و همچنین در وضعیت های کاری شبیه سازی شده بطور فزاینده‌ای استفاده می شود و امید است که در آینده بعنوان یک وسیله سنجش جا افتاده و روش استاندارد معرفی شود. با این وجود، به نظر می‌رسد برخی اوقات شاخص HRVبدون ملاحظه ویژگیهای سایکومتریک آن، علیرغم نبود مطالعات جامع و سیستماتیک در این زمینه، مورد استفاده قرار می گیرد. بر اساس بررسی متون علمی مرتبط و تحقیقات انجام شده در رابطه با این موضوع، بحث های جدی در مورد اعتبار و روائی این شاخص مطرح می باشد. بنابراین، این مسئله ایجاب می کند تا مطالعات سیستماتیک و ترجیحاً آزمایشگاهی در خصوص ویژگیهای سایکومتریک این شاخص صورت پذیرد.

از لحاظ اولویت های ملی و منطقه ای، از آنجائیکه سوابق تحقیقاتی موجود نشان می دهد، مطالعات اولیه و اساسی حتی در ابعاد اولیه و اثبات شده این شاخص نیز در کشور ما صورت نگرفته است ، لذا با در نظر گرفتن این موضوع و با نگاهی بر رشد روزافزون کارهای فکری و ذهنی در محیط های کاری مختلف و اثرات متقابل آن بر ایمنی و سلامت کارکنان، لازم و ضروری به نظر می رسد تا در جهت توسعه شاخص مذکور و انجام مطالعات بیشتر، سعی و تلاش فراوانی در این حیطه صورت بگیرد.

منابع

1. ISO. (1998). Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs): Part 11. Guidance on usability (ISO 9241-11). Geneva: Author.
2. Nickel P., Nachreiner F., Ossietzky C. V., 2003. Sensitivity and Diagnosticity of the 0.1-Hz Component of Heart Rate Variability as an Indicator of Mental Workload, Human Factors, winter; 45(4):575-90.
3. Mazloum A., Kumashiro M., Izumi H. and Higuchi Y., (2008), Quantitative Overload: a Source of Stress in Data-Entry VDT Work Induced by Time Pressure and Work Difficulty, Industrial Health, Vol. 46, No. 3 pp.269-280.
4. Meshkati, N., Hancock, P. A., Rahimi, M., & Dawes, S. M. (1999). Techniques in mental workload assessment. In J. R. Wilson & E. N. Corlett (Eds.).
5. Task Force of the European Society of Cardiology the North American Society of Pacing Electrophysiology. Heart Rate Variability Standards of Measurement, Physiological Interpretation, and Clinical Use . Circulation. 1996:1043-1065.
6. Makowiec-Dabrowska T, Bortkiewicz A, Radwan-W?odarczyk Z, Koszada-W?odarczyk W., 1992, Physiological reaction to workload in women performing manual or mental work, Pol J Occup Med Environ Health.;5(3):257-64.
7. Miyake S. (2001). Multivariate workload evaluation combining physiological and subjective measures. International Journal of Psychophysiology , 40, 233-238.
8. Meshkati N., and Hancock P. A., 1988, Human Mental Work Load, Elsevier Sciences Publishers B.V., North-Holland.
9. Myrtek, M., 1994. Physical, mental, emotional, and subjective workload components in train driver~. Ergonomics, 37(7): 1195 - 1203.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-20]