DOI: 10.22122/jims.v36i471.9642 Published by Vesnu Publications

مجله دانشکده پزشکی اصفهان سال سی و ششم/شماره‌ی ٤٧١/هفته‌ی سوم اردیبهشت ۱۳۹۷

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۱/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۲/۴ تاریخ چاپ: ۱۳۹۷/۲/۱۵

تشخیص استرس از سیگنال الکترومایوگرام عضلات صاف‌کننده ستون مهره‌ها

سارا پورمحمدی[۱]، علی مالکی[۲]

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: تشخیص استرس به منظور کنترل، مدیریت و کاهش آن ضروری و مهم است. از طرفی، نظریه‌های متعددی درباره‌ی کمردرد ناشی از استرس وجود دارد. مهم‌ترین نکته در همه‌ی این نظریه‌ها، آن است که عوامل روانی و احساسی باعث نوعی تغییر فیزیولوژیک و در نتیجه، بروز کمردرد می‌شوند. از این رو، به نظر می‌رسد بتوان از سیگنال الکترومایوگرام (Electromyogram یا EMG) عضلات کمر به عنوان نشانگری با هدف تشخیص استرس بهره برد.

روش‌ها: در این مطالعه، به تشخیص استرس با استفاده از سیگنال الکترومایوگرام عضلات صاف کننده‌ی ستون مهره‌ها (Erector spinae muscles) پرداخته شد. ثبت سیگنال از عضلات صاف کننده‌ی ستون مهره‌های راست و چپ ۱۵ نفر انجام شد. پس از استخراج هفت ویژگی حوزه‌ی زمان و فرکانس، با استفاده از طبقه‌بند Support vector machine (SVM) به تشخیص استرس در دو حالت دو سطحی (بدون استرس/استرس) و چهار سطحی (بدون استرس، استرس کم، استرس متوسط و استرس زیاد) پرداخته شد. همچنین، با استفاده از روش‌های انتخاب ویژگی، تلاش شد تا عملکرد روش پیشنهادی بهبود داده شود.

یافته‌ها: در حالت دو سطحی، استرس با صحت ۱۰۰ درصد تشخیص داده شد. در حالت چهار سطحی نیز کارایی عضله‌ی صاف کننده‌ی ستون مهره‌های راست بالاتر بود و به صحت ۱۰۰ درصد دست یافت.

نتیجه‌گیری: الکترومایوگرام عضلات صاف کننده‌ی ستون مهره‌ها، نشانگر خوبی برای تشخیص استرس می‌باشد. عضله‌ی صاف کننده‌ی ستون مهره‌های راست، مؤثرتر از عضله‌ی سمت چپ عمل کرده است. انتخاب ویژگی‌ها نیز به کاهش حجم محاسبات و بهبود کارایی در تشخیص استرس کمک می‌کند. نتایج این مطالعه در تشخیص استرس به منظور کنترل و مدیریت آن کاربرد دارد.

واژگان کلیدی: استرس روانی، تشخیص، الکترومایوگرام، عضلات کمر، عضلات اطراف ستون مهره‌ها

ارجاع: پورمحمدی سارا، مالکی علی. **تشخیص استرس از سیگنال الکترومایوگرام عضلات صاف‌کننده ستون مهره‌ها.** مجله دانشکده پزشکی اصفهان ۱۳۹۷؛ ۳۶ (۴۷۱): ۲۲۶-۲۲۱

مقدمه

مطالعات پیشین نشان می‌دهند که بین کمردرد و عوامل روان‌شناختی شامل اضطراب، افسردگی، نارضایتی و استرس رابطه وجود دارد (۳-۱). همچنین، اختلالات اسکلتی- عضلانی ناشی از استرس در پژوهش‌ها مورد بررسی قرار گرفته است. داودیان‌طلب و همکاران (۴)، در پژوهشی میزان استرس شغلی و اثر دردهای کمر و پشت بر سطح استرس را بررسی کرده‌اند. این مطالعه، بر روی ۸۹ نفر صورت گرفته است که به روش نمونه‌برداری تصادفی از کارکنان اداری انتخاب شده‌اند. نتایج تحلیل آماری، بیانگر آن است که میزان همبستگی درد کمر و سطح استرس در کارکنان اداری بالا است. اثر استرس شغلی بر بهره‌وری و توانایی کار نیز توسط Kuorinka و همکاران (۵) بر روی ۶۵۳ نفر بررسی شده است.

بر اساس پرسش‌نامه‌ی شغلی، درد کمر و استرس مرتبط با شغل رابطه‌ی متقابل دارند و هر دو تأثیر مستقل و اثر هم‌افزایی احتمالی بر روی توانایی کار کردن نشان داده‌اند (۶). Kim و همکاران نیز بر ارتباط استرس شغلی در آتش‌نشانان و اختلالات اسکلتی- عضلانی تأکید کرده‌اند (۷). همچنین، Taib و همکاران به بررسی تأثیر استرس بر عضلات شانه و دست در هنگام استفاده از کامپیوتر شخصی و تلفن همراه پرداخته‌اند. عضلات مورد بررسی ذوزنقه‌ای بالایی (Upper trapezius muscle)، دلتاسان (Deltoid muscle)،

۱- دانشجوی دکتری، گروه مهندسی پزشکی، دانشکده‌ی زیست فناوری، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران

۲- استادیار، گروه مهندسی پزشکی، دانشکده‌ی زیست فناوری، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران

نویسنده‌ی مسؤول: علی مالکی

Email: amaleki@semnan.ac.ir

Extensor digitorum و Extensor carpi ulnaris می‌باشند. بر اساس نتایج آنان، محیط استرس‌زا بالاترین اثر را بر روی فعالیت عضله‌ی ذوزنقه‌ای دارد، اما در سه عضله‌ی دیگر، تنشی ایجاد نمی‌کند. بر این اساس، انتخاب عضله‌ی مناسب که با استرس در ارتباط باشد، بسیار اهمیت دارد (۸).

نتایج حاصل از مطالعات گذشته به خوبی نشان می‌دهد که میان استرس و دردهای کمر ارتباط تنگاتنگی وجود دارد. از سوی دیگر، استفاده از سیگنال الکترومایوگرام عضله‌ی ذوزنقه‌ای در تشخیص استرس رایج می‌باشد (۱۱-۹)، اما سیگنال الکترومایوگرام عضلات صاف کننده‌ی ستون مهره‌ها تا به حال در تشخیص استرس به کار گرفته نشده‌اند. مطالعه‌ی حاضر، با هدف ارزیابی کارایی الکترومایوگرام عضلات صاف کننده‌ی کمر در تشخیص استرس انجام شد.

روش‌ها

مراحل کار شامل ثبت سیگنال‌های الکترومایوگرام عضلات صاف کننده‌ی ستون مهره‌ها (راست و چپ)، پیش‌پردازش سیگنال‌ها، استخراج ویژگی، انتخاب ویژگی و طبقه‌بندی به منظور تشخیص استرس بود که در ادامه شرح داده می‌شود.

مجموعه‌ی دادگان: سیگنال‌های الکترومایوگرام سطحی از ۱۵ نفر شامل ۱۱ زن و ۴ مرد در محدوده‌ی سنی ۴۶-۲۲ سال (۷/۲ ± ۲۸/۱ سال) ثبت شد. ابتدا، روند آزمایش توسط آزمایشگر توضیح داده شد و فرم رضایت آگاهانه توسط افراد تکمیل گردید. الکترودگذاری مطابق استاندارد SENIAM (۱۲) انجام شد. ثبت سیگنال الکترومایوگرام با نرخ ۱۰۰۰ نمونه در ثانیه و توسط حسگر الکترومایوگرام سطحی SX230 و دستگاه Datalog ساخت شرکت Biometrics انجام شد. شیوه‌نامه‌ی القای استرس با زمان کل ۳۷ دقیقه به ترتیب شامل مراحل زیر بود:

۱- استراحت اولیه برای ثبت سیگنال خط مبنا (Baseline) به مدت ۵ دقیقه

۲- پرکردن پرسش‌نامه‌ی مقیاس استرس درک شده (Percived stress score یا PSS) (۱۳) و انتظار به مدت ۳ دقیقه

۳- آزمون محاسبات ریاضی با سطح ساده به مدت ۵ دقیقه

۴- استراحت به مدت ۳ دقیقه

۵- آزمون محاسبات ریاضی با دشواری متوسط به مدت ۵ دقیقه

۶- استراحت به مدت ۳ دقیقه

۷- آزمون محاسبات ریاضی دشوار همراه با نویز محیطی به مدت ۵ دقیقه

۸- استراحت نهایی (مرحله‌ی بازیابی) به مدت ۸ دقیقه.

در پایان هر یک از مراحل پیش‌گفته، افراد با توجه به میزان استرس خود از بدون استرس تا استرس خیلی زیاد، نمره‌ای بین ۵-۱ می‌دهند. تکالیف محاسبات ریاضی مورد استفاده در این مطالعه براساس پژوهش Gjoreski و همکاران بود (۱۴) که به صورت برخط (Online) در دسترس قرار دارد (۱۵). تمام مراحل آزمون محاسبات ریاضی همراه با فشار زمانی و ارزیابی ناظر (حضور آزمایشگر و تذکر دادن) بود. در پژوهش‌های پیشین، بر تأثیر استفاده از نویز محیطی، ارزیابی ناظر و فشار زمانی در افزایش استرس افراد تأکید شده است (۱۷-۱۶، ۸).

استخراج ویژگی: ابتدا سیگنال‌های الکترومایوگرام با فیلتر بالاگذر باتروورث (Butterworth filter) مرتبه‌ی ۴ با فرکانس قطع ۱۰ هرتز فیلتر شد. سپس، با یکسوسازی و عبور از فیلتر پایین‌گذر Butterworth مرتبه‌ی ۴ با فرکانس قطع ۶ هرتز، فعالیت عضلانی (Activation) محاسبه گردید. برای سیگنال الکترومایوگرام و فعالیت عضلانی، به ترتیب از نمادهای قراردادی E و A در روابط استفاده گردیده است. همچنین، با محاسبه‌ی مربع اندازه‌ی تبدیل فوریه‌ی سریع (Fast fourier transform یا FFT) سیگنال الکترومایوگرام، طیف توان سیگنال تعیین گردید که در روابط با نماد قراردادی P نشان داده شده است.

در این پژوهش، هفت ویژگی از سیگنال الکترومایوگرام استخراج شده است که شامل ویژگی‌های ریشه‌ی میانگین مربعات الکترومایوگرام (Root mean square electromyogram یا RMSE)، ریشه‌ی میانگین مربعات فعالیت عضلانی (RMSA)، مقدار میانگین قدر مطلق (Mean absolute value یا MAV)، انرژی (Energy) و واریانس (Variance) در حوزه‌ی زمان و ویژگی‌های فرکانس میانه (Median frequency یا MDF) و فرکانس میانگین (Mean frequency یا MNF) در حوزه‌ی فرکانس می‌باشند. ریشه‌ی میانگین مربعات سیگنال الکترومایوگرام و ریشه‌ی میانگین مربعات فعالیت عضلانی، طبق رابطه‌ی ۱ محاسبه می‌شوند.

(۱)

$$\mathrm{RMS}E = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} E^2}$$

$$\mathrm{RMS}A = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} A^2}$$

مقدار میانگین قدر مطلق فعالیت عضله، طبق رابطه‌ی ۲ محاسبه می‌شود.

$$\mathrm{MAV} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}|A| \qquad (۲)$$

واریانس (رابطه‌ی ۳) نوعی سنجش از میزان پراکندگی است که نشان می‌دهد داده‌ها حول میانگین چگونه پخش شده‌اند.

$$VAR = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(A - \overline{A})^2 \quad (۳)$$

رابطه‌ی ۴، نشانگر میزان انرژی فعالیت عضلانی است (۱۸).

$$Energy = \sum_{i=1}^{N}(|A|^2) \quad (۴)$$

فرکانس میانگین، نشانگر نسبت مجموع حاصل ضرب طیف توان الکترومایوگرام و فرکانس بر مجموع کل طیف توان است. رابطه‌ی ۵، این ویژگی را توصیف می‌کند. که در آن، fj مقدار فرکانس طیف توان، Pj نمونه‌ی jام طیف توان و M تعداد گزینه‌های فرکانسی (Frequency bin) است.

$$MNF = \frac{\sum_{j=1}^{M} f_j P_j}{\sum_{j=1}^{M} P_j} \quad (۵)$$

فرکانس میانه، نشانگر فرکانسی است که در آن طیف توان به دو ناحیه با مقدار توان یکسان تقسیم می‌شود. رابطه‌ی ۶، این ویژگی را توصیف می‌کند که در آن، Pj نمونه‌ی jام طیف توان سیگنال EMG در jامین گزینه‌ی فرکانسی و M تعداد گزینه‌های فرکانسی است (۱۹).

$$\sum_{j=1}^{MDF} P_j = \sum_{j=MDF}^{M} P_j = \frac{1}{2}\sum_{j=1}^{M} P_j \quad (۶)$$

به منظور استخراج ویژگی، سیگنال مربوط به ۳ دقیقه‌ی میانی از مراحل آزمایش القای استرس انتخاب شد و ویژگی‌ها برای هر دوره‌ی ۶۰ ثانیه‌ای از سیگنال محاسبه گردید.

انتخاب ویژگی: از دو روش اطلاعات متقابل (Mutual information یا MI) و انتخاب ترتیبی جلوسو (Sequential forward selection یا SFS) برای انتخاب ویژگی استفاده شد. الگوریتم SFS یک الگوریتم انتخاب زیر مجموعه است. این الگوریتم، از یک زیر مجموعه‌ی تهی از ویژگی‌ها شروع می‌کند و با استفاده از یک روش تکراری، با اضافه کردن ویژگی‌ها به این زیر مجموعه، به بردار ویژگی بهینه دست می‌یابد (۲۰).

روش اطلاعات متقابل با اندازه‌گیری اطلاعات، ویژگی‌ها را رتبه‌بندی می‌کند. اطلاعات متقابل، بین یک بردار ویژگی f و رده‌ی c چنانچه p(c) احتمال رده‌های مختلف Nc، ... ،Nc = ۱ و p(c, f) احتمال شرطی متغیر c با فرض معلوم بودن f باشد، از رابطه‌ی ۷ محاسبه می‌شود.

$$MI = \sum_{c\in C}\int p(c,f)\log\frac{p(c,f)}{p(c)p(f)}df \quad (۷)$$

اگر اطلاعات متقابل بین دو متغیر مقدار بزرگی باشد، نشان دهنده‌ی وابسته بودن آن دو متغیر به یکدیگر خواهد بود. در نتیجه، مقدار MI بزرگ‌تر برای یک ویژگی نسبت به سایر ویژگی‌ها، رتبه‌ی بالاتری برای انتخاب شدن به آن ویژگی می‌دهد (۲۱).

طبقه‌بندی: طبقه‌بند ماشین بردار پشتیبان (Support vector machine یا SVM) یکی از رایج‌ترین طبقه‌بندها در تشخیص استرس است (۲۲). در این پژوهش، تابع کرنل SVM از نوع چند جمله‌ای می‌باشد. تقسیم دادگان به بخش‌های آموزش و آزمون به روش Leave-one-out انجام شد. برچسب دادگان نیز با استفاده از مراحل آزمایش القای استرس (عامل استرس‌زا) به دو صورت دو سطحی و چهار سطحی تعیین گردید. در حالت دو سطحی، برچسب‌های بدون استرس و استرسی مربوط به مراحل استراحت اول و آزمون دوم انتخاب شد و در حالت چهار سطحی برچسب‌های بدون استرس، استرس کم، استرس متوسط و استرس زیاد به ترتیب مربوط به مراحل استراحت اول، آزمون اول، آزمون دوم و آزمون سوم انتخاب شد. برای ارزیابی کارایی طبقه‌بند از معیار کمی صحت طبقه‌بندی (Classification accuracy) استفاده گردید.

یافته‌ها

صحت طبقه‌بندی با استفاده از روش Leave-one-out برای دو حالت دو سطحی و چهار سطحی به ترتیب در جدول‌های ۱ و ۲ ارایه شده است. به علاوه، با استفاده از روش MI، ویژگی انرژی فعالیت عضله دارای بالاترین مقدار MI بود و به عنوان ویژگی منتخب تعیین شد. ترتیب سایر ویژگی‌ها به صورت فرکانس میانه، ریشه‌ی میانگین مربعات سیگنال الکترومایوگرام، فرکانس میانگین، میانگین فعالیت عضله، ریشه‌ی میانگین مربعات فعالیت عضله و واریانس است. ویژگی‌های انتخاب شده با استفاده از روش SFS نیز انرژی فعالیت عضله، RMS سیگنال الکترومایوگرام و فرکانس میانه هستند. صحت طبقه‌بندی کننده برای ویژگی‌های منتخب و برای حالات دو و چهار سطحی نیز در جدول‌های ۱ و ۲ ارایه شده است.

جدول ۱. درصد صحت طبقه‌بندی برای حالت دو سطحی (بدون استرس و استرسی).

عضله	ویژگی‌ها	۷ ویژگی (همه‌ی ویژگی‌ها)	۳ ویژگی (منتخب روش SFS)	۱ ویژگی (منتخب روش MI)
صاف کننده‌ی ستون مهره‌های راست		۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
صاف کننده‌ی ستون مهره‌های چپ		۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
هر دو		۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰

MI: Mutual information; SFS: Sequential forward selection

جدول ۲. درصد صحت طبقه‌بندی برای حالت چهار سطحی (استرس خیلی کم، استرس کم، استرس متوسط و استرس زیاد).

عضله	ویژگی‌ها (همه‌ی ویژگی‌ها)	۷ ویژگی	۳ ویژگی (منتخب روش SFS)	۱ ویژگی (منتخب روش MI)
صاف کننده‌ی ستون مهره‌های راست	۱۰۰	۱۰۰	۹۱/۶۷	
صاف کننده‌ی ستون مهره‌های چپ	۶۷/۶۶	۸۳/۳۳	۶۶/۶۷	
هر دو	۹۱/۶۷	۹۱/۶۷	۹۱/۶۷	

MI: Mutual information; SFS: Sequential forward selection

بحث

بر اساس نتایج به دست آمده در این پژوهش، سیگنال الکترومایوگرام عضلات صاف کننده‌ی ستون مهره‌ها می‌تواند برای تشخیص استرس به کار رود. در شرایط تشخیص دو سطحی (استرس/ بدون استرس)، صحت طبقه‌بندی ۱۰۰ درصد است. در این حالت، با هر یک از عضلات چپ و یا راست، می‌توان به بالاترین صحت دست یافت، اما در شرایط سنجش چهار سطحی (بدون استرس/ استرس کم/ استرس متوسط و استرس زیاد) عملکرد عضله‌ی صاف کننده‌ی ستون مهره‌های راست بهتر از عضله‌ی سمت چپ است؛ به نحوی که بالاترین صحت طبقه‌بندی برای آن ۱۰۰ درصد به دست آمد.

علاوه بر آن، استفاده از روش‌های انتخاب ویژگی در شرایط دو سطحی منجر به دستیابی به صحت ۱۰۰ درصد شده است. این بدان معنا می‌باشد که برای تشخیص استرس، تنها یک ویژگی (انرژی فعالیت عضله) کافی می‌باشد. در این حالت، حتی یک طبقه‌بند ساده همچون k-nearest neighbors (KNN) نیز قادر است عملکرد مطلوبی ایجاد کند. در حالت سنجش چهار سطحی، استفاده از سه ویژگی منتخب روش SFS، عملکرد عضله‌ی صاف کننده‌ی ستون مهره‌های چپ را بهبود بخشیده است. در صورتی که حجم و پیچیدگی محاسبات مهم باشد، به طور مثال در کاربردهای عملی و بر خط، استفاده از ویژگی‌های منتخب به جای تمامی ویژگی‌ها پیشنهاد می‌شود.

تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه‌ی گروه مهندسی پزشکی دانشگاه سمنان می‌باشد. نویسندگان این مقاله از افرادی که با حضور در آزمایشگاه جهت ثبت سیگنال‌ها همکاری نمودند، قدردانی می‌نمایند.

References

1. Larsman P, Sandsjo L, Klipstein A, Vollenbroek-Hutten M, Christensen H. Perceived work demands, felt stress, and musculoskeletal neck/shoulder symptoms among elderly female computer users. The NEW study. Eur J Appl Physiol 2006; 96(2): 127-35.
2. Kjellberg A, Wadman C. The role of the affective stress response as a mediator of the effect of psychosocial risk factors on musculoskeletal complaints; Part 1: Assembly workers. Int J Ind Ergon 2007; 37(4): 367-74.
3. Larsman P, Thorn S, Sogaard K, Sandsjo L, Sjogaard G, Kadefors R. Work related perceived stress and muscle activity during standardized computer work among female computer users. Work 2009; 32(2): 189-99.
4. Davoudian Talab A, Badfar G, Nikomaram M, Azari G, Mansori A. Effect of back pain on occupational stress among white-collar workers. Journal of Health Research in community 2017; 3(2): 35-43. [In Persian].
5. Kuorinka I, Jonsson B, Kilbom A, Vinterberg H, Biering-Sorensen F, Andersson G, et al. Standardised Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms. Appl Ergon 1987; 18(3): 233-7.
6. Oberlinner C, Yong M, Nasterlack M, Pluto RP, Lang S. Combined effect of back pain and stress on work ability. Occup Med (Lond) 2015; 65(2): 147-53.
7. Kim MG, Kim KS, Ryoo JH, Yoo SW. Relationship between occupational stress and work-related musculoskeletal disorders in Korean male firefighters. Ann Occup Environ Med 2013; 25(1): 9.
8. Taib MF, Bahn S, Yun MH. The effect of psychosocial stress on muscle activity during computer work: Comparative study between desktop computer and mobile computing products. Work 2016; 54(3): 543-55.
9. Pourmohammadi S, Maleki A. An automatic approach to continuous stress assessment during driving based on fuzzy c-means clustering. Modares Journal of Electrical Engineering 12013; 3(1): 9-17.
10. Healey JA, Picard RW. Detecting stress during real-world driving tasks using physiological sensors. IEEE trans Intell Transp Syst 2005; 6(2): 156-66.
11. Aigrain J, Spodenkiewicz M, Dubuisson S, Detyniecki M, Cohen D, Chetouani M. Multimodal stress detection from multiple assessments. IEEE Trans Affect Comput 2016; 1.
12. SENIAM. Recommendations for sensor locations on individual muscles [Online]. [cited 2013]; Available from: http://seniam.org/sensor_location.htm
13. Cohen S. Perceived Stress Scale. Menlo Park, CA: Mind Garden, Inc; 1994.
14. Gjoreski M, Gjoreski H, Lustrek M, Gams M. Continuous stress detection using a wrist device: In laboratory and real life. Proceedings of 2016 ACM

International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing (UbiComp 2016); 2016 Sep 12-16; Heidelberg, Germany. New York, NY: ACM: p. 1185-93.

15. Jozef Stefan Institute, Department of Intelligent Systems. The-S-Test [Online]. [cited 2015]; Available from: URL: https://dis.ijs.si/thestest/

16. Wijsman JLP, Grundlehner B, Penders J, Hermens HJ. Trapezius muscle EMG as predictor of mental stress. Acm Trans Embed Comput Syst 2013; 12(4): 99.

17. Sarafino EP, Smith TW. Health psychology: Biopsychosocial interactions. 8th ed. Hoboken, NJ: Wiley; 2013.

18. Phinyomark A, Phukpattaranont P, Limsakul C. Feature reduction and selection for EMG signal classification. Expert Syst Appl 2012; 39(8): 7420-31.

19. Oskoei MA, Hu H. Support vector machine-based classification scheme for myoelectric control applied to upper limb. IEEE Trans Biomed Eng 2008; 55(8): 1956-65.

20. Schenk J, Kaiser M, Rigoll G. Selecting Features in On-Line Handwritten Whiteboard Note Recognition: SFS or SFFS? Proceedings of 10th International Conference on Document Analysis and Recognition; 2009 Jul 26-29; Barcelona, Spain. p. 1251-4.

21. Kwak N, Choi CH. Input feature selection by mutual information based on Parzen window. IEEE Trans Pattern Anal Mach Intell 2002; 24(12): 1667-71.

22. Sharma N, Gedeon T. Objective measures, sensors and computational techniques for stress recognition and classification: a survey. Comput Methods Programs Biomed 2012; 108(3): 1287-301.

DOI: 10.22122/jims.v36i471.9642 Published by Vesnu Publications

Journal of Isfahan Medical School **Vol. 36, No. 471, 3rd Week, May 2018**

Received: 11.02.2018 Accepted: 24.04.2018 Published: 05.05.2018

Stress Detection using Electromyogram Signal of Erector Spinae Muscles

Sara Pourmohammadi[1], Ali Maleki[2]

Original Article

Abstract

Background: Stress detection is essential and important in order to control, manage, and reduce it. On the other hand, there are many theories about the stress-related back pain. The most important point in all of these theories, is the psychological and emotional factors that cause some kinds of physiological changes, and as a result, back pain. Therefore, it seems that the electromyogram (EMG) signal of the lower back muscles can be used as a marker for stress detection.

Methods: In this research, stress was detected using the electromyogram signal of erector spinae muscles. The signals of 15 persons were recorded from left and right erector spinae muscles. After extracting seven time and frequency domain features, stress was detected in two-level (stress and no stress) and four-level (no stress, low stress, moderate stress, and high stress) modes applying an efficient support vector machine (SVM) classifier. It was also attempted to improve the performance of the proposed approach by using feature selection methods.

Findings: In two-level mode, stress was detected with 100% of accuracy. In the four-level mode, the efficiency of the right erector spinae muscle was higher and reached 100% of accuracy.

Conclusion: The results denote that the electromyogram of the erector spinae muscles is an appropriate indicator of stress. The right erector spinae muscle is more effective than the left one. Furthermore, feature selection reduces the computation amount, and improves the efficiency of stress detection. The findings of this study can be used to detect stress for controlling and managing it.

Keywords: Psychological stress, Diagnosis, Electromyogram, Back muscles, Paraspinal muscles

Citation: Pourmohammadi S, Maleki A. **Stress Detection using Electromyogram Signal of Erector Spinae Muscles.** J Isfahan Med Sch 2018; 36(471): 221-6.

1- PhD Student, Department of Biomedical Engineering, School of Biotechnology, Semnan University, Semnan, Iran
2- Assistant Professor, Department of Biotechnology, School of Biotechnology, Semnan University, Semnan, Iran
Corresponding Author: Ali Maleki, Email: amaleki@semnan.ac.ir