

□

DESÓRDENES DEL SISTEMA MUSCULOESQUELÉTICO POR TRAUMA ACUMULATIVO EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS DE COMPUTACIÓN E INFORMÁTICA

Melissa Fonseca Barrantes^{1}, Andreína Moraga López*

Egresadas de la licenciatura de Terapia Física
de la Universidad de Costa Rica

Abstract

The main objective of this research was to establish the correlation of Musculoskeletal Disorders (MSD's) by accumulative damage, among university's students from the computer science school (ECCI) at the Universidad de Costa Rica (UCR). The study group included 129 computer users with an average age of 21,9 years old. Neck pain was the most commonly reported symptom (81 cases), followed by lumbar region (71 cases) and wrist pain (63 cases). The women perceived the higher stress, and the computer laboratory, followed by home environment, seem to have the higher risk factor associated with the symptoms. At least 90 % of students use the computer 6 or 7 days per week and 31 % report to use the computer 8 or more hours per day. In general, the symptoms increased according to the time of exposition. The level of perception of computer-related health risks among the students was low.

Palabras clave: Desórdenes del sistema musculoesquelético (DSM), trauma acumulativo, ergonomía, usuarios de computadoras, estudiantes universitarios, factores de riesgo

Key words: Musculoskeletal disorders (MSDs), cumulative trauma, ergonomics, computer users, college students, risk factors.

¹ Autor para correspondencia e-mail: andymoraga@gmail.com

I. Introducción

Los desórdenes del sistema musculoesquelético (DSM) incluyen un grupo de condiciones que involucra el daño de alguna o varias estructuras de este sistema, ya sea en nervios, tendones, vasos sanguíneos, músculos, huesos, ligamentos y estructuras de apoyo como los discos intervertebrales [1]. Representan una amplia gama de desórdenes que pueden diferir en el grado de severidad, desde síntomas periódicos leves hasta condiciones debilitantes crónicas severas. Se pueden producir por dos tipos de mecanismo de lesión, uno es por trauma directo y otro por trauma acumulativo. A diferencia de los primeros, los desórdenes por trauma acumulativo (DTA) no resultan de un solo evento de exposición sino de múltiples micro-traumas que ocurren en las mencionadas estructuras, que sumado a un periodo extendido de tiempo, comienzan a producir síntomas y/o deterioro [2].

La exploración de los DSM por trauma acumulativo, cobró interés alrededor de los años 1830 a 1850, cuando se comenzaron a realizar estudios de productividad en el área laboral (especialmente en el sector privado), donde poco a poco se evidenció un común denominador entre los tipos de molestias reportadas y el tipo de trabajo realizado [3]. Desde entonces, cada año éstos son causantes de miles de millones de dólares en pérdidas, tanto en la productividad como en los costes sanitarios y sociales, por lo que se han realizado numerosos estudios (alcanzando gran especificidad por área laboral) dirigidos a identificar la naturaleza de este tipo de lesiones, determinando que la causa de este tipo de lesiones es multifactorial.

Considerando que la computadora es una herramienta que se ha usado ampliamente durante décadas en el ámbito laboral [4], algunos investigadores han informado los efectos adversos del uso de la computadora, sobre todo en regiones del cuello, la espalda y en el miembro superior [5-8]. La gran incidencia de DTA en esta práctica, se ha asociado a factores propios de su utilización, tales como el tiempo de exposición, la frecuencia de uso y, la postura sedente prolongada y restrictiva poco saludable; cuyo efecto es hacer vulnerables los tejidos blandos del cuerpo al estar bajo tensión [9]. Pero más allá de los anteriores factores de riesgo, otros apuntan que la principal razón por la cual se desarrollan enfermedades como las DTA, es porque en primer lugar, no son consideradas como un riesgo a la salud de los usuarios, lo cual conlleva a un uso intensivo y prolongado de la computadora sin medir las repercusiones [10].

Lo anterior indica que cualquier individuo que exceda sus capacidades físicas, psicológicas o ambientales por la exposición a los anteriores factores, es sensible a desarrollar algún DTA, esté o no dentro de un ambiente laboral. Por ejemplo, la integración de las computadoras al hogar y al sistema educativo, incluye un amplio grupo de usuarios en riesgo. Sin embargo, no fue hasta que se realizaron estudios sobre estos desórdenes y de sus factores de riesgo, en niños y jóvenes con acceso a aulas informatizadas, donde se conoció el alcance de estas afectaciones. Estudios revelan que niños en edad escolar que utilizaban salas de informática estándar, presentaban niveles elevados de estrés físico en músculos del cuello y trapecio mientras utilizan las

computadoras, especialmente si no cuentan con las adaptaciones ergonómicas adecuadas [11]. Por otro lado, lo peculiar de los usuarios jóvenes (siendo esta una de sus principales características) es la estrecha relación entre el tiempo de exposición y el uso que le dan a la computadora [12].

Ahora se sabe que los y las jóvenes pueden llegar a presentar signos incipientes, y en algunos casos avanzados de DTA asociado con el uso de la computadora [12,13]. Los expertos en ergonomía han activado mecanismos de alerta, argumentando que las instituciones educativas que no pongan en práctica la ergonomía en el aula de informática, pueden exponer a sus estudiantes a riesgos futuros, contribuyendo a problemas médicos a largo plazo [11, 12, 14].

Sin embargo, y como lo ha demostrado la revisión bibliográfica, una población poco estudiada es el estudiante universitario, pues no se reconocen investigaciones específicas en estudiantes cursando carreras relacionadas a la informática y a la computación. No se cuenta con datos específicos sobre los grados de exposición a los factores de riesgo de la población, ni de los efectos que causan las exigencias particulares de tener una estación de trabajo en donde la computadora es su principal herramienta. Autores que han estudiado los DMS por el uso de la computadora en estudiantes universitarios como Karen Lee (2003) y Peper y Gibney (1999), refieren que todavía hay mucho por investigar sobre este grupo poblacional. Aspectos como los niveles de riesgo, los DSM en desarrollo, estudios específicos por carrera y los medios por los que el riesgo puede reducirse, son importantes para estos futuros profesionales [15,16].

Teniendo en cuenta las consideraciones de los anteriores autores con respecto a los estudiantes universitarios y con el propósito de traer a acotación el tema a las autoridades de formación profesional, se considera a la población universitaria de la ECCI (Escuela de Ciencias de la Computación e Informática) como sujetos en riesgo a desarrollar lesiones. Lo anterior debido a que de acuerdo al plan de estudios vigente, no es evidente la presencia de algún curso, programa o capacitación específico sobre la prevención de problemas del sistema musculoesquelético.

Además de los factores de riesgo como el tipo de actividad y la falta de instrucción preventiva, se ha señalado, que el más importante que se ha identificado en poblaciones jóvenes, ha sido el uso de la computadora por períodos largos y sin descansos, ya que es imposible controlar los factores ergonómicos en cada uno de los ambientes a los que se exponen, ya sea desde las aulas informatizadas, el hogar, trabajo y en los numerosos "Café Internet" [17]. Por otro lado, hay que agregar a las horas que el estudiante dedica para las asignaciones propias de su carrera, el tiempo que invierte en otras actividades como navegar en Internet, video juegos y el correo electrónico [15]. Inclusive, los estudiantes de ciencias de la computación e informática poseen más conocimientos que otros de otras áreas, lo cual los hace pasar más horas frente a las computadoras y en niveles de cuarto y quinto año, se les hace factible ocupar trabajos relacionados a su disciplina, al mismo tiempo que cursan sus estudios universitarios.

Como la opción de discontinuar el uso de la computadora es una solución inverosímil a sus padecimientos, la formulación e implementación de programas preventivos se vuelve la medida más sensata para ellos. Teniendo en cuenta, claro, que

una adecuada intervención debe ser precedida por un diagnóstico de la situación, para poder demostrar que desde el período de formación profesional los estudiantes presentan síntomas y signos de desórdenes de DSM, por medio de la exploración de la prevalencia de molestias y las características de éste, y de los factores de riesgo identificados por el uso de computadoras y los hábitos a la hora de utilizarla. Eventualmente, si un estudiante desarrolla un desorden musculoesquelético a raíz del uso de la computadora, además de causar un impacto negativo a nivel físico y emocional, puede conllevar a una alteración de las aspiraciones profesionales [18].

Por todo lo anterior, se propone esta investigación en estudiantes de 3ro, 4to y 5to año, con el propósito de determinar la presencia de síntomas de DSM por trauma acumulativo, que junto con la exploración de factores de riesgo relacionados por el uso prolongado de computadoras, permita relacionar los resultados con el acervo investigativo en la materia. El estudio aporta datos de relevancia, convirtiéndose en un importante referente para la formulación de programas o estrategias de intervención dirigidas a la promoción de estilos de vida saludables y a la prevención de lesiones, en el afán de sustentar el paradigma de una educación integral. Que por lo demás, pretende incluir la labor del fisioterapeuta, como un profesional capacitado para llevar a cabo este tipo investigaciones, cuyo fin sea brindar a los estudiantes las herramientas necesarias para que puedan identificar y corregir conscientemente los riesgos que puedan encontrar en cualquier situación, como una forma de promover hábitos saludables de uso de la computadora.

II. Materiales y métodos

Con el objetivo de analizar los desórdenes del sistema músculo esquelético y los factores de riesgo propios del uso prolongado de computadoras, se realiza un análisis de tipo Transeccional-Correlacional. Este tipo de estudio tiene como finalidad determinar el grado de relación o asociación no causal existente entre dos o más variables. Se caracteriza porque primero se miden las variables y luego, mediante pruebas de hipótesis correlacionales y la aplicación de técnicas estadísticas, se estima la correlación. Aunque la investigación correlacional no establece de forma directa relaciones causales, puede aportar indicios sobre las posibles causas de un fenómeno y permite adquirir conocimiento científico sobre sucesos que no pueden ser estudiados bajo condiciones experimentales.

Para ello, se procede en dos fases. Durante la primera se identifican los síntomas de alteraciones musculoesqueléticas en los estudiantes y los factores de riesgo asociados al uso de la computadora a los que están expuestos. La segunda fase consiste en realizar la correlación estadística para analizar una posible relación entre la prevalencia de los DSM y los factores identificados.

A. Población de estudio:

La totalidad de estudiantes de tercero, cuarto y quinto nivel de la carrera de computación de la Universidad de Costa Rica en la sede Rodrigo Facio, en el período de ejecución del año 2007, es la población de estudio. Ella está conformada por 103 estudiantes de tercero, 96 de cuarto año y 27 estudiantes de quinto año, de los cuales participan en el estudio todos aquellos que cumplieron con el criterio de inclusión descrito.

Criterios de inclusión:

- Estudiante activo y regular de la carrera en el segundo período del 2007 (asiste a clases y/o laboratorios mínimo 2 veces a la semana).
- Cursa el tercer, cuarto o quinto año de la carrera de informática.
- No poseer antecedentes patológicos de síndromes o enfermedades degenerativas del sistema musculoesquelético y/o deformidades congénitas de la columna.
- Aceptación a ser parte del estudio, mediante un consentimiento informado.

B. Instrumento de recolección de la información:

Implicó la medición de las variables por medio de un cuestionario dirigido, dividido en dos secciones (A y B). En la primera sección se recaba información sobre las molestias relacionadas a desórdenes del sistema musculoesquelético que se registran luego de utilizar la computadora. Dentro de ésta, se utiliza la escala análoga de dolor, la cual es una escala de Likert de percepción subjetiva, que va de 0 a 3, siendo "0" igual a no hay ningún dolor o molestia, "1" molestia leve, "2" un dolor moderado y "3" dolor o molestia fuerte. Además se presenta un esquema corporal, en el que el individuo señala la zona afectada por la molestia. También se utilizan 4 ítems de respuesta cerrada en escala nominal. La sección B del mismo instrumento, tiene la finalidad de determinar los factores de riesgo relacionado al trabajo en computadora ya sea individuales, de la estación de trabajo y biomecánicos (en los tres ambientes de exposición más frecuentes: Laboratorio, Casa y Trabajo), así como su ejecución. Esta sección consta de 23 ítems de respuesta cerrada y un cuadro de escala de Likert.

C. Manejo de la información:

1. Codificación y tabulación de datos: Cada variable fue codificada previamente en el instrumento, en donde los datos son transformados en símbolos numéricos para poder ser contados y tabulados en el Paquete Estadístico para Ciencias Sociales (siglas en inglés SPSS Windows), por su versatilidad para realizar los cálculos o los índices o subíndices provenientes de las escalas correspondientes. Los resultados

datos por el SPSS, se manejaron en el programa Excel de Microsoft Office para Windows XP, para el fácil manejo del formato de los cuadros y los gráficos.

2. Análisis de la información: Inicialmente se realizó un análisis de forma descriptiva para cada ítem del cuestionario. Tanto para la sección A como la B, se obtuvo la distribución (frecuencia absoluta) y su respectivo porcentaje (frecuencia relativa) para cada variable y subcategoría. Partiendo de los resultados del análisis descriptivo, se realizó el análisis simple, cuyo fin fue determinar el comportamiento o la relación entre las tres principales regiones sintomáticas (variables dependientes), que reportan los estudiantes de la muestra: variables representativas a los factores de riesgo identificados como de tipo individual, biomecánicos y del ambiente físico, y de organización de tareas (variables independientes).

El análisis simple se llevó a cabo por medio del cálculo del índice de Odds de Ratio (OR), el cual representa la probabilidad de desarrollar desórdenes del sistema musculoesquelético (DSM) al estar expuesto a los factores de riesgo identificados, para cada una de las 3 regiones de mayor prevalencia. Para ello se cuenta con el programa Epi Info, para el cálculo del OR, introduciendo las frecuencias obtenidas en las tablas de contingencia. Para considerar que una variable represente "riesgo", el índice debe ser mayor a uno ($OR > 1$). Además, como lo que se pretende determinar es la dependencia entre las variables dependientes con las independientes, el procedimiento de OR facilita el cálculo del índice de Chi cuadrada de Pearson, fijada como medida de significancia para plantear dependencia un valor de ($p < 0,05$).

Bajo el mismo procedimiento del OR y Chi-cuadrada, se desprenden el análisis estratificado y de regresión logística con sus respectivas variables. El Análisis Estratificado pretendió examinar la interacción o influencia que tiene una tercera variable (horas de uso diarias) entre los factores de riesgo de tipo biomecánicos-ambiente físico y las prevalencia de DSM. Por último, se calcularon los coeficientes de regresión logística, los cuales se utilizaron para analizar la capacidad individual de una variable en desarrollar DSM en las regiones sintomáticas, ante la presencia de determinados factores relacionados al uso prolongado de computadoras. Los factores que se someten a este escrutinio son los factores de riesgo del ambiente físico y biomecánicos, ya que su análisis implica a tres ambientes de exposición para cada una de las regiones anatómicas estudiadas. Se realizó la regresión logística de estos factores en situación de covariables, ante una variable dependiente identificada como la prevalencia en la determinada región corporal.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. Prevalencia

Las regiones corporales que presentan mayor cantidad de reportes de molestias de tipo musculoesquelética son: cuello con 81 casos (62,8%), zona lumbar con 71 casos (55,0%) y muñecas con 63 casos (50,4%). Esto concordando con las investigaciones consultadas donde los síndromes de dolor más comunes, entre los operarios de computadora, son los dolores de la espalda, dolores de cuello e inflamación de muñecas [3, 8, 19, 20]. Además de la gran cantidad de reportes de molestias por parte de los estudiantes consultados, se indaga la severidad de esos síntomas. Al menos un 17,5% y un 43,3% presentan dolor severo y moderado correspondientemente (Figura 1), y esas molestias persisten aun después del uso de la computadora en al menos el 77,7% de la totalidad de los estudiantes que las reportan (Cuadro 1).

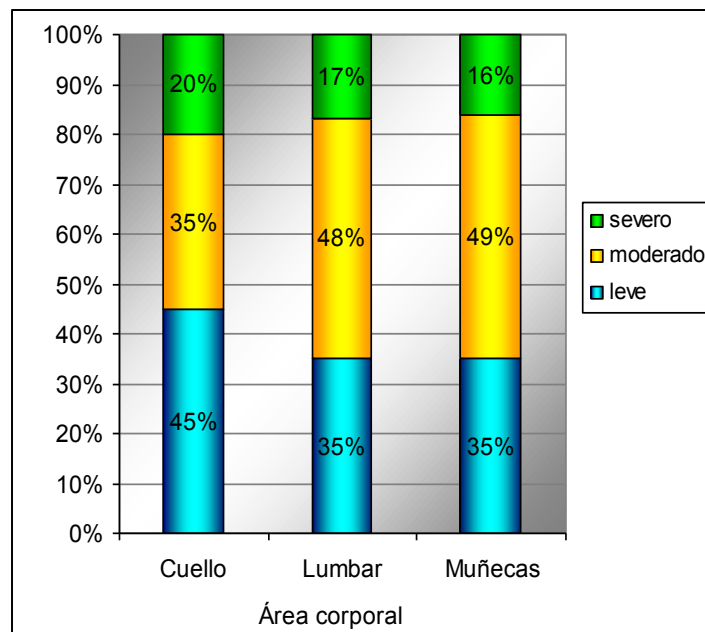


FIGURA 1. Principales tres áreas del cuerpo según intensidad de dolor, en estudiantes de CCI con algún tipo de dolor o molestia al utilizar la computadora, UCR agosto-septiembre 2007

CUADRO 1.
DISTRIBUCIÓN DE LA PERSISTENCIA DE MOLESTIA Y LAS MEDIDAS QUE TOMAN AL RESPECTO,
ESTUDIANTES DE CCI UCR, AGOSTO-SEPTIEMBRE 2007

Categoría	Frecuencia	%
Persistencia de molestia		
No	25	22,3
Si	88	77,7
Total	113	100
Ha tomado alguna medida		
No	31	27,7
Si	82	72,3
Total	113	100
Tipo de medidas que toman		
Automedicación	14	12,5
Consulta especialista	8	7,1
Toma descansos	57	50,9
Cambia de posición	59	57,2
Otras	13	11,6
Total de estudiantes consultados	82	72,3

Fuente: Cuestionario epidemiológico, agosto-septiembre 2007.

B. Factores de riesgos propios del uso de computadoras

Numerosas investigaciones han identificado las condiciones que se presumen crean vulnerabilidad a padecer Desórdenes del Sistema Musculoesquelético por Trauma Acumulativo. Estas condiciones se han clasificado como: aspectos inherentes a los individuos, la composición de la estación de la computadora, la biomecánica del cuerpo al usarla, y la organización del tiempo de uso de ella. Debido a la naturaleza multivariada o multifactorial de este tipo de desórdenes, los resultados obtenidos se muestran en el mismo orden.

1. Factores de riesgo individuales

Entre los factores individuales estudiados, el sexo femenino es una de las variables con índices de riesgo significativos en las 3 principales regiones corporales. A pesar de que las mujeres representan sólo el 18,6% de la población estudiada, se concuerda con lo descrito por Jens Wahlstrom, quien refiere que en casi todos los estudios científicos de DSM por el uso de computadoras, se encuentra que las mujeres son más vulnerables al

riesgo en comparación a los hombres. Lo anterior, debido a que las mujeres parecen informar de forma más consistente, especialmente las molestias en el cuello y síntomas en las extremidades superiores, que los hombres. Wahlstrom lo relaciona a una diferencia en la antropometría y la exposición profesional de las mujeres, que puede causar que trabajen en posturas más extremas o utilizando más fuerza muscular que el hombre [21].

Otros de los factores individuales determinantes es el nivel de estrés percibido por los estudiantes, pues de los 129 estudiantes consultados, el 95,4% expone que la carrera le crea estrés de nivel moderado y alto. El análisis de riesgo relativo en las tres regiones corporales, muestra una tendencia de aumentar la vulnerabilidad al aumentar el nivel de estrés, observando en el nivel "alto" índices superiores al 100% de OR. De la literatura, aún no está claro si los factores de tipo psico-social como lo es el estrés, son una causa o un resultado de los desórdenes por trauma acumulativo [22]. Pero el estrés ha sido propuesto como factor de riesgo para los DSM, principalmente en la región del cuello/hombro. Ya se han formulado modelos con tal asociación, en donde la organización del trabajo crea tensión mental, que a su vez influencia la aparición de lesiones del sistema musculoesquelético [23].

En estudios realizados en población universitaria y el efecto del estrés en usuarios de computadoras, se ha encontrado que los niveles de estrés altos se pueden asociar con las fechas de entrega de asignaciones universitarias, creando tensión muscular aumentada, posturas más encogidas, o menos descansos tomados en los periodos de uso [15]. De igual forma, se ha considerado que la entrega de trabajos en las asignaciones que toman los estudiantes, provoca tanta tensión psicológica, que inclusive cuando el período de actividad en la computadora es corto, la tensión por sí sola causa un aumento de la incomodidad musculoesquelética [16].

Con respecto a la edad, para una población joven de 19 a 27 años (promedio de 21,94 años), se comportó como factor de riesgo de manera variada para cada región explorada. En la región del cuello, el grupo etario de mayor vulnerabilidad se encuentra entre los de 19 a 20 años de edad y en menor intensidad para los de 25 a 27 años. Para la región lumbar, el riesgo es para los estudiantes entre los 19 a 20 años de edad y para los que reportaron tener entre 21 a 22 años de edad. Finalmente en la región de las muñecas, se tiene que los estudiantes de 27 años o más y seguido por los de entre 23 a 24 años, alcanzan un alto nivel de riesgo. Estos resultados manifiestan que independientemente de la edad, los estudiantes se encuentran propensos a desarrollar DSM. Esto es apoyado por las investigaciones realizadas en niños y adolescentes en donde se identificaron este tipo de lesiones a su corta edad [14, 24].

Algunos investigadores sugieren que los niños pueden estar en mayor riesgo que los adultos debido a la temprana edad en que muchos empiezan a usar las computadoras hoy en día [25]. Esta condición se define como años de exposición, que en la presente investigación se indaga por medio de las variables: edad de inicio en el uso de la computadora, el nivel de carrera y los años que llevan en la carrera.

Los resultados de estos factores como incitadores de riesgo, muestran que los que cursan el quinto año (Licenciatura), tienen índices elevados de vulnerabilidad en las tres regiones corporales (OR= 2,11 en cuello, OR= 1,35 en región lumbar y OR= 1,17 para

muñecas). Asimismo, los de tercer año lograron índices de consideración en cuello y muñecas. Con respecto a la edad en que empezaron el uso de computadoras, se observa que los mayores niveles de riesgo lo tienen los que reportan tener contacto con computadoras entre los 5 años y 8 años de edad. Sobre esto se debe de considerar que las computadoras y su mobiliario están diseñados para adultos, por consiguiente no tienen las proporciones correctas para la antropometría de niños [26]. Además, si a ello se suma que cuando los niños experimentan incomodidad mientras usan una computadora, probablemente no paren su uso o/y lo informen a un adulto [27].

En el caso de los antecedentes patológicos personales (APP), la diabetes, se presentó como un factor de vulnerabilidad a padecer DSM en las áreas corporales mencionadas para estos estudiantes. Con anterioridad se ha encontrado que aquellos sujetos de estudio con antecedentes patológicos de diabetes, presentan con mayor frecuencia DTA en comparación a la población general, por la susceptibilidad del tejido blando que la condición crea [28].

Finalmente, el riesgo relativo a padecer de DSM aumenta en dos de las tres regiones corporales estudiadas (zona lumbar 85% y cuello 35% de riesgo) en aquellas personas que refieren no conocer ni manejar información relacionada con la ergonomía y las medidas preventivas de DSM. Es común que los usuarios jóvenes de computadora, se caractericen por el escepticismo y el escaso conocimiento de la salud y seguridad al usar la estación de trabajo y la técnica de trabajo. Es por esas mismas razones, que los estudiantes consideran como una pérdida de tiempo buscar atención en salud, porque no sienten que sus síntomas sean serios [29].

2. Factores de riesgo del ambiente físico y biomecánico

En esta sección se presentan los principales hallazgos entre los factores que definen la composición de la estación de la computadora y la postura del estudiante al utilizarla, en los tres ambientes de exposición que accedan con mayor regularidad (laboratorios, casa y trabajo). Al realizar el análisis de este tipo de factores en los tres ambientes diferentes de exposición, se maneja una gran cantidad de datos y resultados.

Investigaciones anteriores han definido las aptitudes biomecánicas de mayor riesgo para la región del cuello: flexión, elevación de hombros y falta de apoyos para brazos. Además a ellas se les atribuye la reducción de movilidad y la creación de tensión muscular [23].

En los tres ambientes explorados hay índices de riesgo relevantes, que involucran posturas extremas y desequilibrio muscular. En primer lugar, un factor de importancia por considerar, el cual estuvo presente en los tres ambientes, es una inadecuada posición del monitor, apoyando lo referido en estudios donde los usuarios que posicionan el monitor demasiado bajo o demasiado alto, padecen de tensión en el cuello, espalda baja y hombros [30]. La mala ubicación del teclado, presente en los tres ambientes, causa que los miembros superiores no se dispongan en posición neutra, causando efectos en la región del cuello y aumentando la actividad muscular del trapecio superior y semiespinoso cervical [31]. Al igual que los anteriores factores, pero sólo en los ambientes de laboratorio y casa, los

factores de una mala ubicación del “mouse”, no contar con reposabrazos que ubique los codos en 90° y sentir los hombros tensos durante el lapso de uso de la computadora, se identifican como los factores de mayor riesgo para desencadenar DSM en cuello.

El análisis simple, señala que los ambientes con mayor cantidad de factores con índices de riesgo para la región del cuello son el ambiente laboratorio y el ambiente casa. Al efectuar el análisis de regresión logística, cuyo objetivo es definir el ambiente de los factores que representan mayor riesgo, independientemente de los demás factores biomecánicos y de la composición física de la estación de la computadora, se encuentra que el tener los hombros tensos ($p = 0,044$) durante el uso del ordenador en el ambiente de laboratorio, es el que crea mayor vulnerabilidad a los estudiantes de padecer DSM en cuello, tensión muscular que por si misma, es de gran riesgo [23].

Para la región lumbar, las anteriores investigaciones han definido cuales son las aptitudes biomecánicas de mayor riesgo. Ellas son principalmente la inestabilidad por la falta de apoyo, falta de movilidad y flexión pronunciada de tronco, las cuales se les atribuye crear tensión muscular [21].

En primer lugar, un factor de importancia por considerar que estuvo presente en los tres ambientes, es que durante el uso de la computadora, no mantienen la espalda recta con un riesgo del 173% en laboratorios, de 413% en casa y 160% en trabajo. De la misma manera el no tener los objetos al alcance en la estación de la computadora, causa índices de riesgo de significación en los tres ambientes (122 % en laboratorios, 98% en casa y 56% trabajo). Ambos factores describen una postura no neutral ya sea flexo/extensión, rotación o inclinación, causando tensión en la musculatura involucrada [32].

Además, factores como no tener apoyo en codos, creó altos grados de susceptibilidad a padecer molestias en la zona lumbar (122% en laboratorios, 128% en casa y 57% en trabajo), en comparación con los que refieren tener apoyo. Se puede decir lo mismo del efecto de no tener el monitor bien ubicado al nivel de los ojos, que conlleva a un riesgo elevado del 12% para quienes usan laboratorios, 46% para quienes usan la computadora en casa y de un 150% para los que tienen computadora en el trabajo. El no tener los pies apoyados con piernas en 90° creó riesgo para los tres ambientes (19% en laboratorios, 14% en casa y 26% en trabajo). La influencia de estos factores sobre las molestias de la región lumbar y de la espalda en general, describe la típica postura estática y encogida de los usuarios de una computadora, que para compensar el usuario tendrá que levantar la espalda, o por el contrario provoca que la espalda se doble más de lo normal [33].

Los factores identificados de riesgo para la región lumbar, se presentaron en mayor proporción en el ambiente de laboratorio, pero fue en el ambiente casa que ubica el factor con el índice más alto de OR (espalda no recta). El análisis de regresión logística muestra riesgo en el ambiente de laboratorio cuando hay ausencia de apoyo lumbar de la silla y cuando se tiene una inadecuada posición del teclado y el “mouse”, éste último compartiendo índices de riesgo en el ambiente de trabajo. Por parte del ambiente casa, tiene mayor riesgo en las condiciones que describen una espalda no recta y en los que reportan tener que doblar y/o rotar la espalda para poder alcanzar objetos en su estación, durante el uso de la computadora.

Finalmente, con respecto al estudio de la región de las muñecas, se obtuvo que una mala ubicación del “*mouse*” tuvo niveles de riesgo elevados en los tres ambientes de exposición (laboratorio con 169% de riesgo, en casa fue de un 151% y trabajo con un 193%). Igualmente, la inadecuada ubicación del teclado, se traduce en el ambiente de laboratorio con un 83 % de riesgo, en casa con un 106% y en trabajo un altísimo 125% de riesgo a padecer molestias en muñecas. El ratón y el teclado deben localizarse en el mismo nivel. Ese nivel corresponde a la altura de los codos con los antebrazos prácticamente en posición horizontal [34]. En consecuencia, se observa que sentir tensión en los hombros mientras se trabaja en la computadora creó alta susceptibilidad en los tres ambientes. La condición que crea el no tener los pies apoyados correctamente, amenaza con manifestar molestias en muñeca en los tres ambientes (laboratorio un riesgo de 169%, un 116% en casa y un 47% en el ambiente de trabajo).

En el análisis de regresión logística de estos factores en muñecas, se muestra una relación de riesgo únicamente en los ambientes de laboratorio y de casa. En el primero de ellos, se identifica que una indebida posición de los pies, crea vulnerabilidad ($p= 0,003$) a producir DSM de muñecas. De la misma forma, pero ahora en el ambiente de casa, la mala ubicación del “*mouse*” ($p = 0,039$) y la ausencia de apoyo de codos en ángulo de 90° ($p = 0,067$), crea mayor riesgo. Los anteriores factores de riesgo afectan la posición de la articulación de la muñeca. Investigaciones previas han mostrado los efectos de las posiciones extremas de flexo-extensión y de desviación radio-ulnar de la muñeca, como principal mecanismo de lesión en dicha región [35].

En la práctica, el uso de la computadora se caracteriza principalmente por una estática postura encogida, distancia focal fija, y tensión sostenida muscular. A pesar de la naturaleza multifactorial de los DTA musculoesqueléticos, los mencionados anteriormente son los más significativos; y es esto lo que contribuye en hacer los síndromes de dolor muy comunes entre los usuarios de ordenadores [17]. Se conoce bien que, la postura neutra puede ayudar a reducir las lesiones por tensión muscular y el lograr tal postura es importante para minimizar la incomodidad [32].

3. Factores de riesgo de la organización de tareas de trabajo

Entre estos factores, se recaba información de cómo los estudiantes administran el tiempo que invierten utilizando la computadora y el nivel de riesgo de estas variables a generar DSM en las regiones estudiadas. Estos factores se apoyan en el modelo de trauma acumulativo o repetitivo, basado en el concepto que cada exposición da lugar a un micro-trauma del tejido involucrado [20].

Los estudiantes refieren que al usar la computadora, por lo general lo hacen para actividades de programación (75,2%), luego una cantidad considerable utiliza la Internet (58,9%) y un 34,9% el correo electrónico. La tendencia a usar una computadora en el lapso de 24 horas fue descrita en períodos, donde el de mayor uso de la computadora inicia desde las 8 a.m. y se extiende hasta las 12 a.m. Cabe destacar que un promedio del 60% del estudiantado refirió recurrir “probablemente” a la computadora desde las 12 a.m. hasta las

2 a.m., e inclusive en algunos casos, usarla de forma “muy probable” hasta las 4 a.m., comprometiendo así sus horas de sueño y descanso.

El uso semanal o los días a la semana en que los estudiantes utilizan la computadora, se dividió en tres categorías de exposición. En general, se observó que los índices de OR fueron aumentando proporcionalmente, al aumentar los días de exposición. De esa forma, la categoría de 6 a 7 días semanales, es el factor de riesgo que presenta mayor vulnerabilidad para las tres regiones corporales, pero especialmente fue la región lumbar que obtuvo el índice más elevado con un 619% de riesgo (en cuello provoca un riesgo de 285% y para las muñecas causa un 238% riesgo). Además, ninguna otra categoría de días de uso, logró alcanzar índices de significación en alguna de las tres regiones corporales anteriormente mencionadas.

Con respecto al uso diario u horas promedio de uso al día, el riesgo es valorado en cuatro categorías de exposición. Para los estudiantes que reportan un uso diario de la computadora de 8 horas o más, los resultados muestran un riesgo de 155% para las regiones del cuello y 46% para la región lumbar. En ambas regiones, ninguna otra categoría alcanzó niveles de significación de riesgo. Pero en el caso de la región de las muñecas, el mayor nivel de riesgo fue para los que reportan un uso diario mínimo de 5 horas (106% de riesgo) y ocho horas o más (41% de riesgo). Sin embargo, de manera general para las tres regiones la curva de tendencia apunta a aumentar con las horas de exposición.

Investigaciones previas han mostrado que con menores lapsos de exposición, a los alcanzados en la presente investigación, los sujetos de estudio informan incomodidad asociada con el uso de computadoras. Por ejemplo, en una investigación realizada en estudiantes universitarios, se llegó a la conclusión de que con tan sólo un uso promedio diario de 2,9 horas del ordenador, era suficiente para causar molestias musculoesqueléticas en ellos [16].

Actualmente las horas de trabajo, se están dejando de considerar únicamente como una medida de la duración de la exposición y se observa como factor de riesgo a desarrollar desórdenes del cuello [36]. Los desórdenes por trauma acumulativo en el área lumbar, radican en la posición sedente estática sostenida por un período prolongado de tiempo. La fatiga debida a la carga muscular mantenida es el primer indicio de esta condición, y aunque no es claro a ciencia cierta los niveles de exposición específicos, estudios han mostrado que la postura sedente sostenida por 1–2 horas está asociada a un riesgo del 70%, y los que lo hacían por dos horas se relaciona con un 210% de riesgo aumentado a padecer lumbalgias [37]. En el caso de padecer síntomas de mano/muñeca, estudios han revelado que el uso del “mouse” por sólo 3 o 4 horas, podría conllevar a la fatiga muscular [21].

Además de las variables anteriores que describen tiempo de exposición, se valoró si durante las horas de uso de la computadora, el estudiante realizaba cambios de posición y de hacerlos cuál es la frecuencia de ellos. Los resultados muestran que tan sólo siete estudiantes indicaron no realizar ningún cambio, lo que consecuentemente crea niveles de riesgo a desarrollar molestias en cuello de un 51% y de muñecas de un 158%.

En lo referente a la frecuencia de cambios de posición, dividido en cuatro categorías de exposición, se trató de describir el uso continuo en minutos, antes de cambiar de posición. En los resultados no se obtuvo índices de riesgo con una tendencia a aumentar con los tiempos de exposición mayores. En cuello se muestran niveles de 19% de riesgo para los que cambian de posición cada 30 minutos y de 8% para los que lo hacen cada hora y media. En el caso de molestias lumbares, se encontró que la mayor vulnerabilidad (75%) de padecerlas aparece si se permanece 2 horas o más en la misma posición. Por otro lado, los únicos sujetos con algún nivel de riesgo en las muñecas, son aquellos que están alrededor de 1 hora de forma continua (76% de riesgo). Los resultados referentes a la frecuencia de cambios de posición, se asemejan a los obtenidos por Peper y Gibney, donde el 81% de los estudiantes informaron usar cambios o pausas durante el uso de computadoras como estirar, tomar descansos o modificando su posición o postura, sin embargo se especuló que estas tareas fueron hechas sólo como un alivio ante la incomodidad y no como una medida preventiva. Con esta expectativa, se entiende cómo los tiempos de exposición más bajos, presentan índices de riesgo de significación [16].

4. Análisis Estratificado: horas de uso diarios / factores biomecánicos y físicos de la estación de la computadora.

El análisis estratificado llevado a cabo entre las “horas de uso al día” y los factores biomecánicos y físicos de la estación de la computadora, replantean las teorías que vinculan estos dos tipos de factores, donde el nivel de riesgo depende de cuánto tiempo el usuario está expuesto a inadecuadas condiciones biomecánicas, cuán a menudo está expuesto, y el nivel de exposición [14]. Se realizó dicho análisis explorando los tres ambientes de exposición, en las 3 áreas del cuerpo estudiadas.

Para la región del cuello, se muestra una asociación con el tiempo de uso más alto y el riesgo aumentado a padecer molestias musculoesqueléticas. En totalidad, 17 factores muestran riesgo en el uso de computadoras de 8 horas o más, y sus niveles van desde el 3% hasta un 425% de riesgo. Tan sólo cinco factores mostraron riesgo con un uso menor a 8 horas (desde un 6% a un 63%).

Para la región lumbar, se observa una paridad entre las dos categorías de tiempo de exposición, 8 factores obtuvieron valores de riesgo para el uso diario menor de 8 horas y 7 factores presentan riesgo aumentado si se promedian 8 horas de uso diario o más. Sin embargo, el menor tiempo de exposición fue el que obtuvo niveles de riesgo de mayor proporción: de 2% hasta 148%.

La región de las muñecas, mostró mayor susceptibilidad en la categoría que describe un uso diario menor a 8 horas, con un mayor número de factores biomecánicos con niveles de riesgo de significación, especialmente en el ambiente de trabajo. Además, obtuvo los índices de OR más altos (100%).

Por su complejidad, la relación de riesgo entre horas de uso de la computadora y los DSM no ha sido investigada cabalmente, pues los niveles de exposición no están definidos. Algunos autores refieren que solamente se puede considerar como una medida

de la duración de la exposición de los otros tipos de factores [2]. Sin embargo los resultados muestran que en general, los resultados proyectan un aumento del riesgo a padecer molestias cuando el uso promedio de horas al día es igual o mayor a 8 horas, en ocasiones hasta un 425% de riesgo aumentado, concordante con el postulado de que los DSM son el resultado de un micro-daño o trauma acumulativo en un periodo extendido de tiempo, aun cuando es un desafío definir los umbrales de exposición a los factores identificados [17].

Ante todos los resultados anteriores, la conclusión es que los estudiantes de las ciencias de la computación y la informática, presentan alta incidencia de molestias musculoesqueléticas especialmente en las regiones corporales de cuello, lumbar y muñecas, durante y después del uso de la computadora. A pesar de ser estudiantes, los factores de riesgo identificados son equivalentes a los de un trabajador de oficina con períodos largos de exposición (inclusive en altas horas de la noche y madrugada) en posturas inadecuadas y estrés, para poder cumplir con sus obligaciones. La diferencia es que tienen más de un ambiente de exposición y como se expresó al inicio de este apartado, los usuarios jóvenes miran con escepticismo al riesgo por la falta de información.

En el caso de investigaciones en estudiantes universitarios, el escrutinio de los factores relacionados con los periodos de tiempo de uso, son de vital importancia, ya que no se pueden controlar de forma adecuada los diferentes ambientes a que ellos se exponen diariamente [15] y debido a la naturaleza acumulativa de los trastornos estudiados, se prestó importancia a los períodos de exposición de los estudiantes. Se encontró que los estudiantes llegan a tener largos periodos de uso de la computadora varias veces a la semana, y al efectuar las diferentes técnicas de análisis estadístico, se observó en general que los índices de OR fueron aumentando proporcionalmente, al aumentar el tiempo de exposición.

Por todo lo anterior, y la experiencia adquirida en el tratamiento de este tipo de desórdenes, se considera que la mejor defensa conocida ante los DSM por trauma acumulativo, es la prevención. Desde luego no hay que olvidar la responsabilidad de las entidades educativas en brindar estaciones de computadora ajustables, de todas las medidas que se pueden tomar, y además el de procurar la información a los estudiantes, para que desarrollen el hábito de auto-cuidado. Al no poder controlar los diferentes ambientes de exposición, se debe exhortar a los estudiantes a analizar y adecuar conscientemente sus propios hábitos de uso del ordenador y llevar dicho conocimiento a cada ámbito, ya sea laboral y/o familiar.

IV. Referencias

- [1] Goonetilleke, R.; Witana, C.; Himan, K.; Punchihewa K., *Utilizing advancements in data acquisition and control in the design of computer workstations*. Proceedings of SEAMEC 2003, Kuching, pp 40-44.
- [2] Forde, M.; Punnett, L.; Wegman, D., *Ergonomia*. **2002**, 45, 619-630.
- [3] De Rango, K.; Amick, B. III.; Robertson, M.; Rooney, T.; Moore, A.; Bazzani, L., *The productivity consequences of two ergonomic interventions*. John Institute Staff Working Paper, 2003, pp 03-95.
- [4] Newburger, E., *Computer Use in the United States: Population Characteristics*. United States Department of Commerce, U.S. Census Bureau. Current Population Reports, 1999, pp 20-522.
- [5] Armstrong, T.; Buckle, B.; Fine, L.; Hagberg, M.; Jonsson, B.; Kilbom, A.; Kourinka, I.; Silverstein, B.; Sjogaard, G.; Viikari-Juntura, E., *Scandinavian Journal of Work Environment Health*. **1993**, N° 19, pp 73-84.
- [6] Grandjean, E. *Ergonomics in Computerized Offices*. Taylor & Francis. 1995, pp 19-26.
- [7] Brouwer, B.; Mazzoni, C.; Pearce, G., *Ergonomics*. **2001**, 44, 443-56.
- [8] Donald, D.; Mcgeary, P., *The journal of bone and joint surgery, incorporated*. **2006**, 88, 317-325.
- [9] Johnson S.; Dime, M.; Brown, S.; Hardcastle, J., *A computer-based job analysis system to reduce Cumulative trauma disorders*. Fayetteville: University of Arkansas, Department of Industrial Engineering; 1996, pp 1-66.
- [10] Miller, K., *Computer and Libraries Magazine*. **1996**, 44-47.
- [11] Straker, L.; Briggs, A.; Greig, A.; *The effect of individually adjusted workstations on upper quadrant posture and muscle activity in school children*. School of Physiotherapy, Curtin University of Technology. Western Australia, 2002, pp 1-8.
- [12] Chester, S.; Jones, P., *American Journal Health Studies*. **1998**, 14, 26-30.
- [13] Murphy, C.; Stevenson, J., *Biomechanics/Ergonomics Laboratorio*, Universidad de Reina, Kingston, Canadá, 2003.

- [14] Harris, C.; Straker, L.; Pollock, C.; Trinidad, S., *Musculoskeletal outcomes in children using information technology – the need for a specific etiological model*. Countrywide Injury Management, WA, Australia, 2002.
- [15] Lee, K., *College Student Computer Use and Ergonomics*. A thesis submitted to the Graduate Faculty of North Carolina State University in partial Fulfillment, 2003, pp 1-37.
- [16] Peper, E.; Gibney, K., *Computer Related Symptoms: A Major Problem for College Students*. Proceedings of the Thirteenth Annual Meeting of the Association for Applied Psychophysiology and Biofeedback, 1999, pp 119-122.
- [17] Taylor, K.; *Research Paper on Repetitive Strain Injury (RSI) and Breaks Niche Software Ltd.* 3, 2002, pp 59-68.
- [18] Cortez, W., *Ergonomics*. **2003**, 53, 712-722.
- [19] Rufus, A.; Adedoyin, A.; Bimbo, O.; Idowu, B.; Rotimi, E.; Adagunodo, B.; Ayodeji, A.; Owoyomi, A.; Peter, A., *Technology and Health Care*. **2005**, 13, 125-130.
- [20] Larsson, M.; Nordholm, L., *Physiotherapy Theory and Practice*. **2004**, 20, 187-199.
- [21] Wahlstrom, J., *Occupational Medicine*. **2005**, 55, 168–176.
- [22] Berqvist, U.; Wolgast, E.; Nilsson, B.; Voss, M., *Ergonomics*. **1995**, 38, 763-776.
- [23] Sauter, S.; Swanson, N., *Psychosocial Aspects of Musculoskeletal Disorders in Office Work*. Taylor & Francis, 2006, pp 3-21.
- [24] Katz, J.; Amick, B.; Hupert, N.; Cortés, M.; Fossel, A.; Robertson, M.; Coley, C., *American Journal of Industrial Medicine*. **2002**, 41, 19-26.
- [25] Barrero, M.; Hedge, A., *Work*. **2002**, 18, 227-237.
- [26] Jacobs, K.; Baker, N., *Work*. **2002**, 18, 221-226.
- [27] Dockrella, S.; Kellya, C., *Computers in the Schools*. **2001**, 14, 55-63.
- [28] Stevens, J.; Beard, M.; O'Fallon, W.; Kurkland, L., *Mayo Clinic Proceedings*. **1992**, 67, 541-548.
- [29] Alexander, M., *Systems Research Journal*. **1997**, 27-33.

- [30] Fogelman, M.; Lewis, R., *International Journal of Industrial Ergonomics*. **2002**, 29, 311-318.
- [31] Straker, L., *Are children at more risk of developing musculoskeletal disorders from working with computers or with paper?* Proceedings of the International Society for Occupational Ergonomics and Safety, Virginia U.S.A., 2001, pp 1-8.
- [32] Aaras, A.; Dainoff, M.; Ro, O.; Thoresen, M., *International Journal of Industrial Ergonomics*. **2002**, 30, 307-324.
- [33] Marcus, M., *American Journal of Industrial Medicine*. **2002**, 41, 236-249.
- [34] Hedge, A.; Muss, T.; Barrero, M., *Comparative Study of Two Computer Mouse Designs*. Cornell Human Factors Laboratory Technical Report /RP7992 Cornell University, 1999, pp1-20.
- [35] Keir, P.; Bach, J.; Rempel, D., *Journal of Hand Surgery*. **1998**, 10, 04-09.
- [36] Fredriksson, K.; Alfredsson, L.; Koster, M.; Thorbjornsson, C.; Toomingas, A.; Torgen, M.; Kilbom, M., *Occup Environ Med*. **1999**, 56, 59-66.
- [37] Jones, G.; Macfarlane, G.; *Arch. Dis. Child*. **2005**, 90, 312-316.

Agradecimientos. Al personal de la Escuela de Ciencias de la Computación e Informática por todas las facilidades brindadas, así como a todos los estudiantes que aceptaron ser parte del estudio. A nuestra directora de tesis Judith Umaña Cascante, así como a los lectores Horacio Chamizo García e Ingrid Behm Ammazzini por todas sus recomendaciones y valiosos aportes a este proyecto.

Meli y Andre

