

ALTERACIONES ORGÁNICAS Y FUNCIONALES OCASIONADAS POR EL USO EXCESIVO DE PANTALLAS DE VISUALIZACIÓN DE DATOS

LUIS MIGUEL RAMÍREZ RESTREPO M. ED.^{1*}

Recibido para publicación: 20-02-2015 - Versión corregida: 05-09-2015 - Aprobado para publicación: 10-11-2015

Resumen

Los avances logrados por las Pantallas de Visualización de Datos (PVD) y su empleo en los computadores digitales y la telefonía móvil, entre muchas de sus aplicaciones, son extraordinarios tanto en el perfeccionamiento técnico como en la optimización de sus funciones. Estos alcances se deben utilizar con lógica y raciocinio. Su utilización incorrecta puede ser la causa de muchas alteraciones o deformidades orgánicas y subsecuentemente incapacidades laborales. Las más investigadas son las deformidades de la columna vertebral: hipercifosis; hiperlordosis, y la llamada espalda plana en la cual hay disminución de la curvatura lumbar y trastorno de sus funciones. Todas estas alteraciones, provocadas por las posturas defectuosas que asumen los usuarios, se manifiestan con cervicalgia (dolor en el cuello) y a mediano o largo plazo con artrosis (degeneración del cartílago). Otra de las alteraciones documentadas y estudiadas es el síndrome del túnel carpiano, que es provocado por el aumento de la presión en el interior del canal en el curso de una inflamación de los tendones de los músculos flexores que comprimen el nervio mediano en su paso por el canal y que se manifiesta con dolor difuso, parestesias, hipoestesia o anestesia de la mano. La aplicación inadecuada del teclado del computador, el empleo inapropiado y excesivo de herramientas (Internet, PVD, computadores digitales y telefonía celular) y los movimientos manuales repetitivos pueden causar síndrome del túnel carpiano. La educación bien orientada y la prevención primaria podrían disminuir las alteraciones orgánicas y funcionales provocadas por el uso excesivo de las pantallas de visualización de datos.

Palabras clave: computadores digitales, deformidades, orgánicas, funciones, columna vertebral, carpo.

Ramírez-Restrepo LM. Alteraciones orgánicas y funcionales ocasionadas por el uso excesivo de pantallas de visualización de datos. Arch Med (Manizales) 2015; 15(2):326-42.

Organic and functional alterations caused by the excessive use of data display screens

Summary

Advances display screens (VDU) and their use in digital computers and mobile telephony, among many applications, are extraordinary in both the technical improvement and optimization of its functions. These achievements should be used with logic and reasoning. Its misuse may be the cause of many disturbances or organic deformities changes and subsequently work disabilities.

The most investigated are deformities of the spine: hyperkyphosis; hyperlordosis and called black flat on which there is a decrease in the lumbar curvature and disorder functions. All these alterations, caused by faulty postures they assume users are manifested with cervicgia (neck pain) and medium to long term with osteoarthritis (degeneration of cartilage). Another documented and studied alterations is the carpal tunnel syndrome, which is caused by increased pressure inside on the channel in the course of inflammation of the tendons of the flexor muscles that compress the median nerve in it passes through channel and is manifested with diffuse pain, paresthesia, hypoesthesia or anesthesia of the hand. Improper application of the computer keyboard, inappropriate and excessive use of tools (internet, mobile phone and VDU) and repetitive hand movements can cause carpal tunnel syndrome. The well oriented education and primary prevention could reduce the organic and functional alterations caused by overuse of the display screens of data.

Keywords: digital computers, deformities, organic, functions, spine, wrist

Introducción

Los relevantes y atractivos aportes de todos los dispositivos de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación, en la actualidad, son incuestionables, de la misma manera que lo son los efectos nocivos de su utilización inapropiada. Internet pone con mucha facilidad toda clase de información (la científica, por ejemplo) al alcance de los usuarios, facilita relaciones y comunicaciones, y brinda material para el entretenimiento y la diversión. Otro tanto puede decirse de las Pantallas de Visualización de Datos (PVD), que hacen referencia “a cualquier pantalla alfanumérica o gráfica, es decir, capaz de representar texto, números o gráficos, independientemente del método de presentación utilizado. Las pantallas más habituales en el ámbito laboral son las que

forman parte de un equipo informático. Dentro de éstas, las más difundidas son las pantallas de “sobremesa” (basadas en la tecnología del tubo de rayos catódicos), pero también se dispone de varios tipos de “pantallas planas” basadas en diferentes tecnologías (cristal líquido, plasma, TFT, etc.) que se utilizan con mayor frecuencia en los ordenadores portátiles¹, de la telefonía móvil (Smartphone y otros teléfonos celulares) y de las videoconsolas. También tienen riesgos como la dependencia y su uso excesivo que puede conducirnos a la incomunicación (la entrevista cara a cara se pierde) y aislamiento². Se pueden presentar, además, problemas físicos como la fatiga ocular, cansancio o cefalea. El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) de España señala que los principales problemas asociados al uso habitual de las PVD son: fatiga

visual, trastornos musculoesqueléticos y fatiga mental¹. Hay, asimismo, referencias de muchos otros padecimientos ocasionados por el uso incorrecto de estos equipos, pero sin sustento científico o estudio bien elaborado.

Las alteraciones orgánicas descritas en el artículo tienen soporte y fundamento, y están relacionadas con las regiones de la columna vertebral del dorso o espalda y del conducto o túnel carpiano. Las posturas defectuosas o viciosas, asociadas con la columna cervical, pueden generar inestabilidad, cervicoartrosis (desgaste del cartílago articular) y cervicalgia o dolor muy molesto en el cuello en aquellas personas que permanecen durante períodos de tiempo prolongados con la cabeza flexionada. Tanto la elasticidad como la flexibilidad se verán comprometidas y los músculos de la espina dorsal, vinculados con sus funciones, tardarán en recuperar su forma original luego de un tipo específico de movimiento o disminuirán la amplitud del mismo³. El uso defectuoso y excesivo de las pantallas digitales y PVD puede ocasionar posturas anormales y con ellas alteraciones del raquis. La pérdida de la alineación de la columna puede causar aumento de la tensión en la musculatura espinal y como consecuencia la deformidad de la espina dorsal no podrá mantener la postura erguida. Con el tiempo la afección se podrá traducir en hipercifosis, hiperlordosis (lordosis patológica) o espalda plana.

Otra de las alteraciones bien estudiada y documentada es el síndrome del túnel o conducto carpiano, el cual es causado por aumento de la presión en el interior del canal. Dicha presión es el resultado de la inflamación de la vaina sinovial de los tendones de los músculos flexores, que atraviesan el conducto carpiano, la cual comprime el nervio mediano, que también cruza el canal, se altera la conducción nerviosa y surgen los síntomas característicos del síndrome: hormigueos o parestesias, dolor difuso y dificultad para realizar movimientos con la mano. La causa más común del compro-

miso tendinoso es el estrés y los movimientos repetitivos crónicos sobre el conducto, que provocan microtraumatismos progresivos y recurrentes que exponen el nervio mediano a fuerzas de compresión y distensión⁴. Desde el punto de vista laboral, el síndrome es causado por uso indebido de herramientas (computadoras, teléfonos móviles), apoyo defectuoso de las manos sobre el teclado del computador, trabajos manuales repetitivos y técnicas laborales deficientes. El INSHT refiere que los problemas musculoesqueléticos que aquejan a los usuarios de equipos con pantalla de visualización suelen estar asociados, entre otras cosas, al mantenimiento de posturas estáticas prolongadas (habituales en este tipo de puestos) unidas a la adopción de malas posturas. También pueden contribuir a la aparición de dichos problemas los movimientos repetitivos debidos al manejo habitual e intensivo del teclado y el "ratón".

La columna vertebral

Relaciones. La columna vertebral (espina dorsal o raquis), que se extiende desde el cráneo hasta el cóccix, es parte fundamental de la región del dorso, y está relacionada morfológica y funcionalmente con la piel (epidermis y dermis), tejido celular subcutáneo (tejido adiposo o grasa), músculos (cuyas acciones posicionan y movilizan los miembros superiores y participan en el movimiento y mantenimiento del esqueleto axial, vinculado con la postura), vértebras cervicales, torácicas o dorsales, lumbares, sacras y cóccigeas, discos intervertebrales fibrocartilaginosos y ligamentos asociados, costillas (doce pares), médula espinal y meninges (membranas que la recubren y protegen), numerosos nervios (sensitivos y motores) y vasos sanguíneos (arterias y venas).

El raquis, en general, tiene tres componentes principales: la columna vertebral (huesos irregulares –vértebras-, articulaciones y discos intervertebrales); elementos neurales (la médula

espinal y los nervios espinales) y estructuras de soporte y fijación (músculos y ligamentos). En el adulto tiene una longitud de 70 a 73 cm y una cuarta parte de la misma está formada por los discos intervertebrales, estructuras que separan y articulan entre sí las vértebras (Figura 1)⁵.

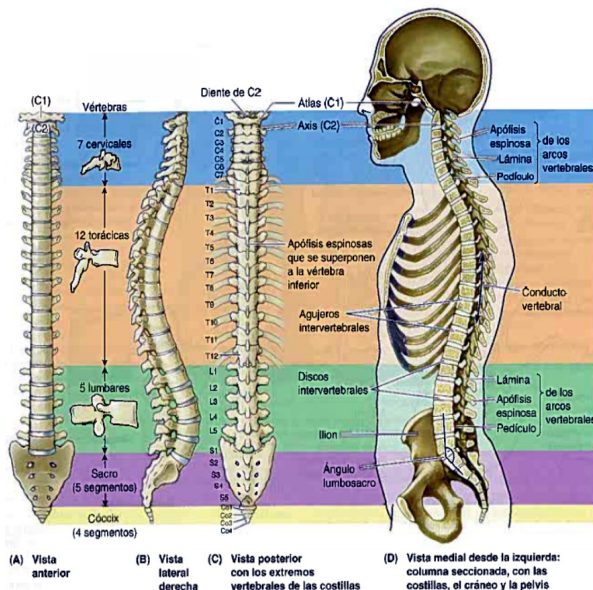


Figura 1. Columna vertebral en posiciones Anterior (A), Lateral (B), Posterior (C) y Medial (D) y sus cinco regiones con las vértebras respectivas y los discos intervertebrales, cuyo tamaño aumenta en forma descendente⁵.

Estructura y función. La espina dorsal, como parte del sistema esquelético, tiene funciones mecánicas que se manifiestan por su capacidad de protección, sostén (estático y dinámico) y movimiento. Protege la médula espinal (parte fundamental del sistema nervioso central) situada en su canal o conducto vertebral y sus nervios espinales o raquídeos; soporta todo el peso (masa corporal) del cuerpo humano sobre el nivel de la pelvis (cumple el papel de esqueleto axial que sostiene el cuerpo); desempeña un papel primordial en la postura y la locomoción (marcha) y participa en los movimientos del tronco y de la cabeza a la vez que facilita un eje rígido, pero flexible, para el cuerpo y una base sobre la cual gira y

se sitúa la cabeza. Es uno de los factores que ayudan a mantener el **centro de gravedad** de los **vertebrados** y es el principal soporte del esqueleto.¹ La gran movilidad de la espina dorsal es necesaria no solo para la amortiguación, sino también para los órganos internos del tórax y del abdomen: tanto la respiración como la digestión y el proceso del embarazo conllevan considerables cambios de volumen en las cavidades torácica y abdominal, a los que tiene que adaptarse la columna vertebral. La movilidad pasiva es facilitada por los segmentos articulares (disco intervertebral, agujeros intervertebrales, articulaciones cigapofisarias-interapofisarias- y ligamentos) y el movimiento activo se realiza con la participación de los músculos que se originan o se insertan en los procesos espinosos y transversos de las vértebras, al igual que en los cuerpos y discos intervertebrales de la columna vertebral. También es necesario resaltar el papel de los discos intervertebrales, que se encuentran en la columna vertebral, y que actúan como sistema de amortiguación protegiendo el cerebro de golpes y sacudidas que pueden ocasionar la denominada **conmoción cerebral**^{6,7}.

Como parte del sistema esquelético, la columna vertebral también tiene funciones biológicas, relacionadas con la participación en el metabolismo mineral (los esqueletos axial - al que pertenece el raquis- y apendicular constituyen un depósito vital de sales minerales: fósforo, calcio, hierro, etcétera) y la función hematopoyética (producción de elementos celulares de la sangre: leucocitos o glóbulos rojos, eritrocitos o glóbulos rojos y trombocitos o plaquetas) a través de la médula ósea, un tejido especializado que se halla en el interior de los huesos (entre ellos las vértebras)^{8, 9}.

Las funciones esenciales de la columna vertebral requieren de una morfología especial y por ello consta de 33 o 34 piezas óseas irregulares y superpuestas llamadas vértebras, que forman una unidad sólida, aunque flexible, que mantiene rectos el tronco y la cabeza, y permite que se doblen y giren¹⁰. Están distribuidas en 5

regiones, las cuales se nombran, por lo general, desde la parte craneal (superior) a la caudal (inferior): 7 cervicales, 12 torácicas o dorsales, 5 lumbares (región pélvica), 5 sacras y 5 o 4 coccígeas. Las vértebras sacras se fusionan en el adulto y forman un hueso triangular, en forma de cuña, denominado sacro. Este importante hueso soporta la espina dorsal suprayacente y en su interior (conducto sacro –cisterna lumbar-) contiene un importante haz de raíces de los nervios espinales llamado, en conjunto, cauda equina o cola de caballo¹¹. En relación con las cuatro o cinco vértebras coccígeas se fusionan después de los 30 o 35 años de edad para formar el hueso cóccix. Las primeras 25 vértebras producen movimientos representativos y a medida que el raquis desciende desde la región cervical hasta el sacro las vértebras aumentan sus dimensiones para luego disminuirlas hasta la punta del cóccix. Esta variación es muy importante ya que tiene relación con la masa corporal que deben soportar las vértebras (de manera creciente) a medida que la espina dorsal desciende. El máximo tamaño se observa en la región lumbar, por encima del sacro, en donde las vértebras adquieren tamaños considerables por la masa corporal soportada y que tienen que transmitir a la cintura pélvica (formada por los huesos ilíacos) a nivel de las articulaciones sacroilíacas y luego a los miembros inferiores⁵.

De acuerdo con la región, las vértebras varían en tamaño y algunas características morfológicas (en parte por las inserciones musculares y funciones), pero mantienen una estructura igual. Los elementos comunes de las vértebras (típicas) son un cuerpo vertebral que ocupa la parte anterior del hueso y cumple la función de soportar el peso que se apoya sobre él. Se compone de hueso vascular trabecular o esponjoso y en su interior se halla la médula ósea roja, que es uno de los tejidos hematopoyéticos más activos del hombre maduro. El arco vertebral, que ocupa la parte posterior de la vértebra, está formado por dos pedículos y láminas. Junto con la superficie posterior del cuerpo vertebral forma

el importante agujero o foramen vertebral. Todos los agujeros vertebrales reunidos en la espina dorsal articulada, desde la región cervical hasta la región lumbosacra, constituyen el conducto vertebral (también denominado conducto espinal o raquídeo) que contiene la médula espinal y las raíces que forman los nervios espinales, membranas meníngeas (duramadre, aracnoides y piamadre), vasos sanguíneos, tejido adiposo y el ligamento longitudinal posterior. El arco vertebral origina siete procesos o apófisis: uno espinoso, dos transversos (que proporcionan inserción a los músculos profundos del dorso, fijando o modificando la posición de las vértebras) y cuatro articulares (superiores e inferiores) que forman las articulaciones cigapofisarias y favorecen o restringen los movimientos entre las vértebras adyacentes de cada región y las mantienen alineadas, impidiendo que se deslicen una sobre otra (Figura 2)¹².

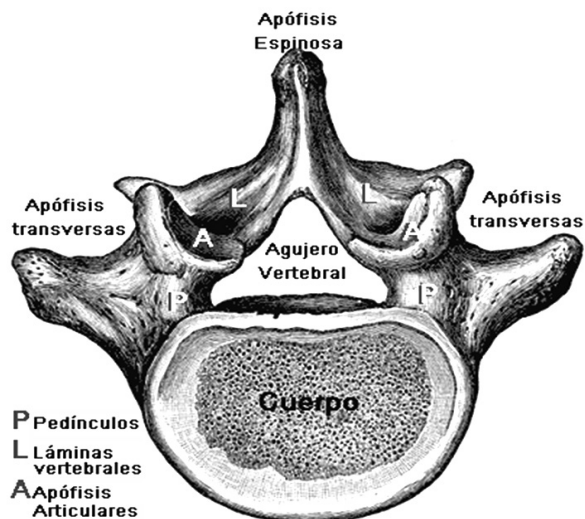


Figura 2. Vértebra típica que muestra el cuerpo vertebral, agujero o foramen vertebral, pedículos, láminas y los procesos o apófisis¹².

Otro componente de la columna vertebral lo constituyen las articulaciones, que funcionan como puntos de apoyos (fulcros) para que las vértebras actúen como palancas y se puedan realizar los diferentes movimientos de la espina

dorsal con ayuda de la fuerza muscular. De las numerosas juntas del raquis, es importante destacar las que unen los cuerpos vertebrales, denominadas sínfisis (articulaciones cartilaginosas secundarias) y que soportan el peso¹³. Están unidas por los discos intervertebrales que representan en conjunto el 20-25% de la altura de la columna vertebral y su grosor varía según los distintos niveles del raquis, siendo más gruesos en la región lumbar. Sus principales células son los condrocitos, fibroblastos y células cartilaginosas, y su matriz extracelular tiene fibras de colágeno de los tipos I y II, versicano (proteoglucano, secretado por los fibroblastos)¹⁴. Se componen de una parte externa fibrosa o anillo fibroso, cuya elasticidad disminuye durante el transcurso de la vida del ser humano y una masa gelatinosa (gel) central llamada núcleo pulposo (la placa terminal es considerada como continuación del núcleo)¹⁵ cuya sustancia fundamental, que lo forma, está compuesta por mucopolisacáridos—proteoglucanos⁻¹⁶ y un 85-90% de agua. Esta particularidad semilíquida es la principal causa de la flexibilidad y elasticidad del disco intervertebral, y de la espina dorsal en conjunto. El disco normal tiene, entonces, una función hidrostática y actúa como un amortiguador entre las vértebras, ahorrando energía y distribuyendo las cargas. Las fuerzas verticales actúan sobre los discos deformándolos y con la edad avanzada se hacen opacos y se endurecen (se deshidratan o se van secando), lo cual facilita, en parte, las deformidades de la columna vertebral, por la disminución de su elasticidad y su propiedad de almacenar energía y distribuir fuerzas.

Durante la flexión, extensión y rotación de la espina dorsal, tanto la tensión como la compresión actúan simultáneamente en el disco intervertebral. El núcleo pulposo actúa, durante estos movimientos, como soporte semilíquido. El anillo fibroso es poco vascularizado (riego sanguíneo disminuido) hacia la parte central y el núcleo pulposo es avascular (sin vasos sanguíneos) ya que a partir de los 8 o 10 años de

edad no se encuentran vasos en su interior. La razón fisiológica es la siguiente: no existe pared vascular sanguínea que soporte las presiones a que se verían sometidas en esta estructura anatómica. Éste recibe los nutrientes y aportes energéticos de la parte periférica del anillo y también del cuerpo vertebral¹⁷. Los discos intervertebrales de las regiones cervical y lumbar, en su parte anterior, son más gruesos. Esta particular morfología provoca las curvaturas secundarias de la columna vertebral y es fundamental para comprender, en parte, las alteraciones que pueden causar las posiciones prolongadas e incorrectas en los usuarios de las PVD.

Todos los cuerpos vertebrales y discos intervertebrales, en su parte anterolateral, están fijados y conectados por el ligamento longitudinal anterior, potente banda fibrosa que se extiende desde el tubérculo anterior de la primera vértebra cervical (C1) y el hueso occipital (proximalmente) hasta la cara anterior del hueso sacro (distalmente); limita la extensión del raquis y juega papel importante en la estabilidad de las articulaciones intervertebrales. El ligamento longitudinal posterior se inserta en la cara posterior de los discos intervertebrales y cuerpos vertebrales. Desciende desde la segunda vértebra cervical (C2) hasta el hueso sacro y se opone a la flexión excesiva de la columna vertebral a la vez que fija los discos y cuerpos de las vértebras.

Las articulaciones intervertebrales también se conectan mediante los llamados ligamentos accesorios: amarillos, interespinosos, supraespinosos, intertransversos y ligamento nual, los cuales, junto con el ligamento longitudinal posterior, limitan la flexión de la espina dorsal (Figura 3)^{6,18}. Todos los ligamentos y articulaciones están relacionados y unidos, de acuerdo con la región respectiva, con la cabeza (articulaciones atlanto-occipitales), el cuello (articulaciones atlanto-axiales), con el tórax (articulaciones costo-vertebrales) y miembros inferiores (articulaciones sacro-ilíacas). También lo hacen con el abdomen y la pelvis mediante inserciones vertebro-musculares.

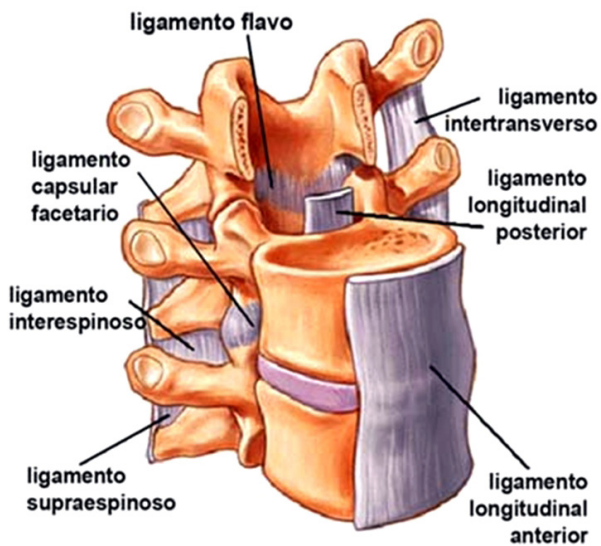


Figura 3. Segmento de la columna vertebral que muestra los diferentes ligamentos que unen y fijan las vértebras⁶.

Curvaturas. En condiciones normales y fisiológicas, la columna vertebral presenta cuatro curvaturas: lordosis cervical (cóncava posterior), cifosis torácica (cóncava anterior), lordosis lumbar (cóncava posterior) y cifosis sacra -sacroccóccigea- (cóncava anterior). El género, edad, constitución, hábitos posturales, enfermedades y otros factores, modifican el desarrollo de las curvaturas entre las personas. Durante el período fetal se desarrollan las curvaturas torácica y sacra, que se denominan primarias y permanecen durante toda la vida por las diferencias de altura entre las partes anterior y posterior de las vértebras. Las curvaturas cervical y lumbar, llamadas secundarias son consecuencia del desarrollo muscular del feto y luego se mantienen como lordosis; se hacen muy visibles durante la lactancia y permanecen como tales por la diferencia de altura entre las regiones anterior y posterior de los discos intervertebrales^{19,20}. La presencia de curvas raquídeas obedece a una resistencia diez veces mayor que si fuese una columna rectilínea (matemáticamente se ha demostrado que la resistencia de una columna es igual al cuadrado del número de curvas más uno). Este diseño biomecánico hace que las vértebras

sean de menor tamaño y peso, obteniéndose una mayor resistencia. Las sinuosidades le aportan flexibilidad adicional a la espina dorsal, al igual que los discos intervertebrales para amortiguar (absorber) choques que pueda soportar el raquis en diferentes condiciones²¹. Cualquier carga (masa) considerable que soporta la columna vertebral provoca una disminución de volumen en los discos intervertebrales (por su naturaleza semilíquida) y las curvaturas tienden a incrementarse.

Biomecánica. El raquis, desde el punto de vista funcional, está constituido por el segmento de movimiento (segmento funcional), formado por dos vértebras y los tejidos blandos que las unen. La región ventral o anterior del segmento está formada por dos cuerpos vertebrales, el disco intervertebral, los ligamentos longitudinales anterior y posterior; la región dorsal o posterior por los arcos vertebrales, las articulaciones intervertebrales cigapofisarias, procesos transversos y espinosos y los ligamentos accesorios. La ejecución de los movimientos de la espina dorsal está relacionada con cada una de las regiones que la forman, la constitución y la edad de las personas. El grado de movilidad depende de la orientación de las carillas o superficies articulares en cada región y se debe a la acción coordinada de varios segmentos de movimiento. En la región torácica o dorsal está limitado por la caja torácica y en el tronco, en general, el grado de movilidad está aumentado por la basculación pélvica.

En los individuos de edad avanzada los movimientos pueden disminuir más del 50 %. La elasticidad y compresibilidad de los discos intervertebrales son fundamentales en los movimientos de la columna vertebral, es decir, flexión o movimiento anterior (que es máxima en la región cervical), en el cual la cabeza se mueve hacia el tórax y éste hacia la pelvis; extensión o movimiento posterior, en el cual la cabeza se separa del tórax (hacia atrás) y éste de la pelvis; inclinación izquierda o derecha, en éstos la cabeza se moviliza lateralmente hacia los hombros y el tórax lateralmente hacia la pelvis;

rotación (torsión) en un plano horizontal, en el que el mentón rota hacia los hombros (izquierdo o derecho) y el tórax lo hace lateralmente hacia la pelvis. El retorno desde la flexión lateral es denominado movimiento de reducción^{16, 22}.

De acuerdo con los estudios cinéticos de Wilder hay tres traslaciones de los cuerpos vertebrales (en cizalla antero/posterior, en cizalla lateral a derecha e izquierda y compresión o distracción céfalo-caudal) y tres rotaciones (que se producen alrededor de un eje: flexión/ extensión con eje transversal, inclinación lateral a derecha e izquierda con eje sagital y rotación axial a derecha e izquierda con eje vertical). La extensión de los movimientos es mayor en la rotación axial, en especial entre las vértebras cervicales C1-2 con 70° promedio y la menor es en la inclinación lateral. En general, varias de estas traslaciones y rotaciones ocurren vinculadas al mismo tiempo (acoplamiento funcional) y todas decrecen con la edad o después de alteraciones mecánicas²³. Todos los movimientos tienen como finalidad hacer girar la cabeza 270° con respecto a la región pélvica, para obtener una visión binocular y mejor campo visual, necesarios en el ser humano, y poder ser conscientes de los hechos, resolver problemas e interpretar situaciones que nos circundan.

Las partes que integran el disco intervertebral tienen las siguientes funciones: en la flexión, el disco disminuye su grosor en la parte anterior o ventral y aumenta en la posterior o dorsal. El núcleo pulposo fibrocartilaginoso sirve de punto de apoyo, se desplaza hacia la parte posterior y aumenta la tensión y compresión en esta región del anillo fibroso. En extensión, se presenta el efecto contrario: el disco disminuye su altura en la región posterior y aumenta en la anterior. El núcleo pulposo va hacia adelante y aumenta la tensión del anillo fibroso. De esta manera, el anillo queda sometido a compresión en un lado y tensión en el otro, durante la flexión y extensión del raquis. Con relación a la inclinación o flexión lateral derecha o izquierda de la columna, el

disco disminuye su espesor del lado de la concavidad, el núcleo pulposo se desplaza hacia la convexidad y en esta parte se incrementa la tensión del anillo fibroso²⁴. Las cargas que actúan sobre el raquis se deben al peso y movimientos corporales, a la actividad muscular y a las fuerzas externas. La carga y la tensión no son soportadas solamente por los discos intervertebrales, las superficies articulares soportan entre 0 y 30 % de las mismas, principalmente durante la hiperextensión de la espina dorsal²⁵. La mayor parte de los movimientos del raquis se produce en las columnas cervical y lumbar (regiones en donde más patología se observa por los hábitos de postura exagerados)²⁶. La región cervical puede flexionarse y extenderse 45°, y puede rotarse medial y lateralmente de 55 a 60°. En cuanto a la región lumbar, puede alcanzar de 75 a 80° de flexión (con ayuda de la movilidad del tronco) y de 25 a 35° de extensión²⁷. En los movimientos de la columna son importantes también las acciones coordinadas del sistema nervioso central y periférico y del sistema muscular agonista que los producen y del antagonista que los controlan.

Otro de los aspectos primordiales en el estudio de la biomecánica de la columna vertebral está relacionado con las presiones intradiscales en los individuos. Hay estructuras del raquis que asimilan parcialmente la fuerza de compresión que se aplica sobre el disco intervertebral como los ligamentos, los músculos y las articulaciones interapofisarias. La presión intradiscal, es una propiedad que informa el estado de compresión al que se halla sometido el disco y varía con la posición del raquis, siendo más considerable en la columna lumbar por soportar más peso (masa) del cuerpo humano. En su importante estudio experimental, Schultz y su equipo hicieron un análisis de cargas en la columna vertebral a nivel lumbar y efectuaron la medición teniendo en cuenta la posición del individuo en bipedestación o sentado y la posición del raquis. En bipedestación (de pie) y relajado se obtuvo una presión de 270 kPa (kilopascuales) o 2.75 kg/cm². Esta presión sex-

tuplicó el valor cuando desde la bipedestación se flexionó la columna y se alzó una masa de 8 kg, alcanzando un valor de 1620 kPa, es decir, 16.51 kg/cm². Entre ambos valores, y de acuerdo con la postura, el disco intervertebral puede soportar diferentes presiones. Se pueden registrar mediciones de 710 y 720 kPa (7.23 y 7.34 kg/cm²) en posición de pie (erecta) y con la columna lumbar flexionada o extendida, respectivamente. Si el individuo está sentado y relajado, la presión obtenida es de 320 kPa (3.26 kg/cm²), pero si la columna se flexiona o extiende en esta posición, las cifras de la presión son de 780 y 630 kPa (7.95 kg/cm² y 6.42 kg/cm²)²⁸. En consecuencia, el estudio y medición de las presiones intradiscales nos enseña que la posición bípeda y en estado relajado produce menor presión, pero aumenta seis veces la cifra al flexionar el raquis y coger un peso (masa) al mismo tiempo.

Postura corporal. Es la posición habitual del cuerpo del hombre, parado libremente (ortostatismo u ortostasis), sin tensión muscular adicional alguna. Para precisar y describir la postura es fundamental tener en cuenta la posición de la cabeza y el cuello (región cervical), de la cintura escapular, de los miembros superiores e inferiores, de la columna vertebral, del ángulo de inclinación de la cadera, de las articulaciones, y la forma del tórax y del abdomen. El estado óptimo de los aparatos neuromuscular y osteoarticular (locomotor) y su capacidad para soportar una tensión estática prolongada, pero no exagerada, son básicos para una adecuada postura, al igual que las propiedades elásticas de los discos intervertebrales, las formaciones cartilaginosas y de tejido conjuntivo de las articulaciones y semiarticulaciones de la espina dorsal, de la pelvis y de los miembros inferiores. La figura del cuerpo humano, en etapa temprana, toma el carácter de arquetipo dinámico y puede quedar determinada en la edad preescolar. En muchos niños, sin embargo, la figura presenta todavía un carácter inestable y en el hombre normal se estabiliza al terminar el crecimiento¹⁸.

La postura óptima no sobrecarga la espina dorsal, no altera ningún elemento del aparato locomotor (huesos, articulaciones y músculos). La postura normal (fisiológica) se caracteriza por la distribución simétrica de todas las partes del cuerpo humano, relacionadas con la columna vertebral; en ella se establece la posición vertical de la cabeza cuando el mentón (barbilla) se encuentra apenas levantado y la línea que une el borde inferior de la órbita con el trago de la oreja es paralela al suelo; los hombros se hallan a un mismo nivel y los ángulos que forman las partes laterales del cuello con los hombros son simétricos; los huesos escapulares se hallan precisos y adecuados contra el tronco y a igual distancia de la espina dorsal en su parte dorsal y sus ángulos inferiores se encuentran sobre una línea horizontal a nivel de la séptima vértebra torácica o dorsal (T7); el tórax y el abdomen, en sus vistas anterior y posterior, no presentan protuberancias o depresiones y guardan simetría con las líneas medias anterior y posterior. Lateralmente, la postura normal ofrece una vista en la cual la región torácica está poco elevada y el abdomen levemente hundido; los miembros inferiores están extendidos y las curvaturas fisiológicas del raquis forman una línea ondulada²⁹. A esta disposición anatómica adecuada se debe agregar una funcional normal del cuerpo y estar de acuerdo con la siguiente definición que sintetiza la postura normal: "Según criterios mecánicos la postura ideal se define como la que utiliza la mínima tensión y rigidez, y permite la máxima eficacia. Y permite a la vez un gasto de energía mínimo. Es aquella que para permitir una función articular eficaz, necesita flexibilidad suficiente en las articulaciones de carga para que la alineación sea buena, está asociada a una buena coordinación, a los gestos "elegantes" y a la sensación de bienestar"^{30, 31, 32}.

La postura anormal (patológica), o viciosa desgasta el cuerpo humano de manera permanente, sobrecarga el esqueleto axial y apendicular, los tendones, músculos y vasos sanguíneos, y afecta principalmente la colum-

na vertebral. Las desviaciones de la postura normal, son denominadas con frecuencia alteraciones o defectos de la postura y pueden estar relacionadas con variaciones y cambios funcionales del aparato locomotor, los cuales causan la formación de relaciones viciosas y establecen una posición incorrecta del cuerpo, haciendo que se pierda parcial o totalmente el hábito de la postura correcta.

Alteraciones. Los movimientos de la espina dorsal están limitados o restringidos por la compresibilidad, elasticidad y dimensiones de los discos intervertebrales; resistencia de los músculos (principalmente del cuello, dorso y región lumbosacra, relacionados con el origen e inserción en el raquis) y de los ligamentos (longitudinal anterior, posterior y accesorios); orientación, tensión y forma de las articulaciones cigapofisarias; fijación a la caja torácica y masa de los tejidos circundantes⁵. La columna vertebral debe conciliar dos factores mecánicos (aparentemente contradictorios): estabilidad y flexibilidad. La estabilidad (clínica y mecánica) es la capacidad de los elementos óseos (vértebras), musculares, ligamentosos, articulares (discos intervertebrales) de la espina dorsal para realizar las funciones ortostáticas (mantenimiento de la posición vertical del cuerpo y sostén de las cargas axiales), ortocinéticas (regular y mantener los movimientos normales del raquis e impedir movimientos de traslación o rotación más allá de los límites permitidos) y de protección de la médula espinal y los nervios espinales o raquídeos, y los vasos sanguíneos que cursan por el conducto vertebral. La flexibilidad se relaciona con las estructuras interconectadas del raquis (descritas arriba). Tanto la rigidez de la columna, que permite soportar presiones, como la elasticidad que le permite movilidad han logrado, a través de la evolución, un equilibrio adecuado a las necesidades, favoreciendo la estabilidad clínica y mecánica³⁰.

-Inestabilidad. Cualquier factor traumático o patológico (congénito o adquirido) que actúe

contra los constituyentes de la espina dorsal puede provocar alteración en sus movimientos, curvaturas o en su estructura, parcial o totalmente. En ocasiones el compromiso estructural puede ser tan severo que solamente la estabilización quirúrgica podría ayudar a recuperar y mantener las funciones³³. La inestabilidad clínica de la columna vertebral, está relacionada con la pérdida de su habilidad para mantener los patrones de desplazamiento bajo cargas fisiológicas sin iniciar un déficit neurológico^{34,35} adicional. Las cargas o fuerzas fisiológicas hacen referencia al estrés (desde el punto de vista de la Física significa presión y hace referencia a los efectos causados sobre un cuerpo cuando es sometido a una determinada presión)³⁶ recibido por la espina dorsal durante la actividad normal de una persona. La inestabilidad puede cursar, según su grado de intensidad, con deformidad vertebral, disminución de las funciones y dolor³⁷. Las funciones mecánicas como las ortostáticas y ortocinéticas se comprometen.

-Cervicalgia. Se trata del molesto dolor en el cuello y que según estadísticas más del 10 % de las personas lo padecen. Son numerosas las causas que provocan este padecimiento, siendo las más frecuentes las alteraciones musculares y ligamentosas del cuello por trabajo en exceso o por malas posturas en el mismo. Es frecuente observar el defecto postural que adoptan muchos usuarios de las Pantallas de Visualización de Datos y que a corto o mediano plazo presentan cervicalgia por el uso excesivo e incorrecto de las mismas (ordenador, telefonía móvil, videoconsolas, entre otros). También el diseño incorrecto del puesto o intentos del usuario de ver mejor la pantalla inclinando el tronco hacia delante o retorciéndose para evitar reflejos molestos. Por lo general, las posiciones incorrectas son mantenidas por largo tiempo³⁸ por los cibernautas (sin que de ello se percaten), lo cual puede conducir a sufrir alteraciones articulares y musculares, con el surgimiento del dolor que puede hacerse crónico.

La mayoría de tratadistas de patología de la columna vertebral centra más la atención en el dolor bajo de espalda (dorsalgia); actualmente, la región de importancia para la nueva investigación (relacionada con la utilización incorrecta de las PVD) es el dolor de cuello (cervicalgia) y cefalea, relacionados, entre muchas causas, a una mala postura en ambientes de trabajo, tales como el uso de computadoras³⁹.

Hipercifosis. Es el aumento de la curvatura, de concavidad anterior, de la columna dorsal. En la mayoría de los casos se debe a la adopción prolongada de posturas inadecuadas o a que falta potencia en la musculatura paravertebral. La postura de los usuarios de los dispositivos digitales se hace defectuosa con el tiempo al acercarse demasiado a la pantalla. El aumento de la curvatura se percibe en forma de joroba o giba cuando se observa de perfil al individuo afectado⁴⁰. Esta alteración se presenta en el plano sagital y puede haber ausencia casi total de la lordosis lumbar (principalmente en la forma crónica). También se la denomina espalda redonda y las personas afectadas pueden no referir síntomas de su gibosidad y pasar desapercibida para ellas.

-Hiperlordosis o lordosis patológica. Es el aumento de la curvatura, de convexidad anterior, de la región lumbar. La acentuación o pronunciamiento exagerado de esta curvatura se presenta también en el plano sagital y puede manifestarse clínicamente con dolor, localizado en la zona lumbar (dolor bajo de espalda). La causa más frecuente de esta desalineación vertebral es la postura defectuosa y se puede manifestar como una compensación de una curva cifótica. Con frecuencia este aumento de la curvatura se produce en la zona lumbar, pero puede darse también en la región cervical⁴¹.

-Espalda plana. Se caracteriza por descenso de la lordosis lumbar. Hace parte de las alteraciones posturales con disminución de las curvaturas fisiológicas del raquis. Los defectos se manifiestan con cifosis dorsal poco pronunciada, la caja torácica se halla

desplazada frontalmente y la parte inferior del abdomen sobresale. También se describe la espalda plana con disminución de la cifosis dorsal, aumento de la lordosis lumbar y caja torácica estrecha. Las dos alteraciones hacen parte de los defectos en el plano sagital y además del considerable desarreglo estético, los trastornos de la dinámica y estática vertebral⁴² pueden provocar patología funcional intratorácica: disminución de los movimientos de la caja torácica y del diafragma, capacidad vital reducida y presión intratorácica baja. Estos descensos anormales se reflejan en la función cardiovascular y respiratoria de tal manera que las reservas fisiológicas disminuyen y se altera la adaptación del organismo. Entre las causas de estas incurvaciones están los factores genéticos y ambientales (la postura viciosa crónica).

El deterioro de la función de resorte o amortiguación de la columna vertebral en individuos con espalda plana puede provocar microtraumas constantes y progresivos del encéfalo durante los movimientos, lo cual altera la función nerviosa superior, ocasionando el surgimiento de fatiga y cefalea frecuente. Se reduce la estabilidad de la espina dorsal, como consecuencia de los efectos deformadores posturales, y favorecen el surgimiento de distorsiones patológicas que compensan el descenso o ausencia de las curvaturas fisiológicas^{18, 43}. Un seguimiento clínico preciso, mostrará el curso natural de la fisiopatología de estas curvaturas sagitales anormales en aquellos usuarios asiduos de equipos con pantalla de visualización.

-Artrosis cervical. Esta patología, también denominada cervicoartrosis, es el resultado de la degeneración o desgaste progresivo del cartílago articular que cubre y protege las superficies de las articulaciones. El desgaste severo y crónico puede provocar la desaparición del cartílago; cualquier cambio estructural en el hueso subyacente (vértebras cervicales) es secundario, por esto la degeneración del cartílago es la característica fundamental de la artrosis. El cartílago articular tiene dos funciones en condiciones normales: proporcionar

movimiento sin fricciones en el interior de la articulación (junto con el líquido sinovial) y en las articulaciones de carga (columna vertebral -región cervical-) distribuye la misma a lo largo de la superficie articular, de tal manera que los huesos absorban el choque y el peso (amortiguación)⁴⁴. Las articulaciones comprometidas a nivel cervical son las interapofisarias y las intervertebrales. A medida que se pierde el cartílago, el hueso (vértebra) reacciona y crece lateralmente (osteofitos) con lo que la articulación se deforma por la prolongación anormal del borde de la vértebra. La enfermedad crónica hace que el disco intervertebral se desgaste, pierda altura, flexibilidad y elasticidad⁴⁵. Entre sus múltiples causas se encuentran los trastornos por sobrecarga, excesos de uso (trabajadores) y defectos posturales.

Un estudio muy revelador, publicado en la revista *Surgical Technology International*, con la dirección científica de Kenneth Hansraj, muestra que la acción de inclinar la cabeza diferente número de grados, supone diferentes pesos colgando del cuello. En su procedimiento, el equipo utilizó un modelo informático, creado

en Cosmosworks y con valores reales, de la columna cervical, y tuvo en cuenta que la cabeza promedio de una persona pesa de 8,81 a 11,02 lb (4 a 5 kg), y que al inclinarla para mirar la pantalla del teléfono celular aumenta la fuerza sobre la columna cervical. De acuerdo con los resultados, en posición neutral o 0° (grados) la cabeza pesó 10 a 12 lb [4,53 a 5,44 kg], a medida que la cabeza se inclinaba hacia adelante (flexión) su peso aumentaba. Según el experimento: a 15° (grados) la cabeza pesó 27 lb [12,24 kg]; a 30° (grados) pesó 40 lb [18,14 kg]; a 45° (grados) pesó 49 lb [22,22 kg] y a 60° (grados) pesó 100 lb [45,36 kg]. A 90° (grados) la predicción del modelo no era confiable. Todo el peso, según los grados, fue soportado por la columna cervical. Un ejemplo cotidiano puede comparar las cifras anteriores si tenemos en cuenta que el peso ejercido sobre la columna cervical de 59,52 lb (27 kg) corresponde a la posición de una llamada con un teléfono en la mano (¡se necesitan 27 kilogramos de peso en el cuello para mirar un teléfono móvil!).

Según el autor, miles de millones de personas, en el planeta, utilizan dispositivos de tele-

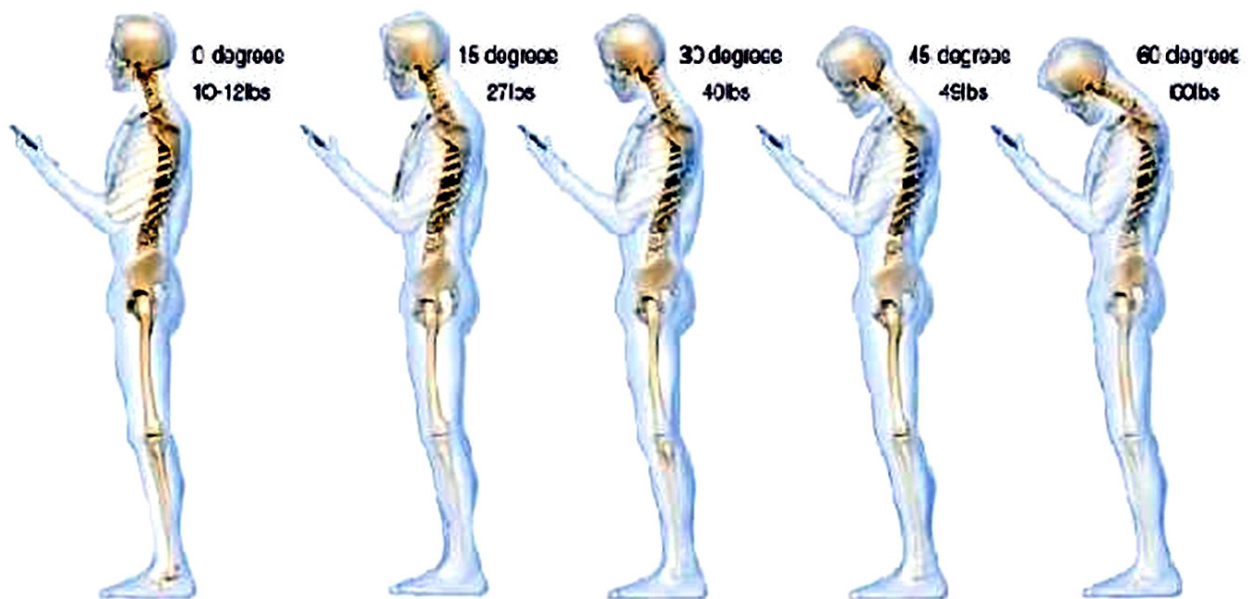


Figura 4. A 0° (grados) la cabeza pesó 10 a 12 lb [4,53 a 5,44 kg], a medida que la cabeza se inclinaba hacia adelante su peso aumentaba: a 15° (grados) la cabeza pesó 27 lb [12,24 kg]; a 30° (grados) pesó 40 lb [18,14 kg]; a 45° (grados) pesó 49 lb [22,22 kg] y a 60° (grados) pesó 100 lb [45,36 kg]. A 90° (grados) la predicción del modelo no era confiable⁴⁶.

fonía celular diariamente y la mayoría lo usan con postura viciosa o defectuosa. El propósito de su investigación fue evaluar las tensiones en la columna cervical causada por la postura y la posición de la cabeza. Los estadounidenses pasan en promedio una hora al día mirando su teléfono celular y acumulan (cada persona) entre 700 y 1400 horas de tensiones cervicales excesivas al año. Los efectos adversos, de acuerdo con Kenneth Hansraj, pueden llevar a un desgaste temprano de la columna, roturas, degeneración [artrosis cervical] y posible necesidad de recurrir a una cirugía (Figura 4.)⁴⁶.

El túnel (conducto o canal) carpiano

Anatomía. Es un espacio anatómico rígido y estrecho situado en el tercio distal de la cara anterior del antebrazo (región de la muñeca), en la base de la mano. Sus límites están constituidos por los huesos pequeños del carpo: proximalmente, desde la parte lateral hacia la parte medial, el escafoides, semilunar, piramidal y pisiforme; distalmente, en la misma dirección, el trapecio, trapezoide, grande y el ganchoso. La parte anterior o techo del conducto está limitado por el retináculo de los músculos flexores, cuyas inserciones laterales se realizan en los tubérculos de los huesos escafoides y trapecio y medialmente en los huesos pisiforme y gancho del ganchoso, y está relacionado con la fascia profunda del antebrazo, ligamento carpiano transverso y la aponeurosis entre los músculos de la región tenar e hipotenar.

A través del túnel pasan diez estructuras: cuatro tendones del músculo flexor superficial de los dedos; cuatro tendones del músculo flexor profundo de los dedos, que comparten una vaina sinovial tendinosa común junto con los tendones del músculo flexor superficial de los dedos; un tendón del músculo flexor largo del dedo pulgar, revestido por su propia vaina sinovial tendinosa y el nervio mediano. Cada tendón entra en la vaina fibrosa de su dedo y

el músculo flexor profundo es posterior al superficial⁵. De esta manera los músculos tienen relación funcional con los movimientos flexores de los dedos de la mano. El nervio mediano es mixto (es decir, se relaciona con la sensibilidad y motilidad, principalmente en el antebrazo y en la mano) y entra en ésta a través del túnel carpiano, en profundidad al retináculo de los músculos flexores. Inerva músculos de la región tenar del dedo pulgar (oponente y flexor corto del pulgar) y los músculos lumbricales primero y segundo, y emite ramas sensitivas para la piel de la región anterior o palmar, los tres primeros dedos lateralmente, la mitad del cuarto dedo y las puntas dorsales de los mismos. También inerva los músculos flexor superficial y profundo de los dedos que cruzan el túnel carpiano. Está vinculado funcionalmente con todos los movimientos del primero dedo (pulgares) y con la flexión y extensión de los otros dedos de la mano⁴⁷.

Síndrome del túnel carpiano (STC). En términos clínico-médicos, es el conjunto de síntomas (que refiere el paciente afectado) y signos (que observa y estudia el médico) que caracterizan cualquier padecimiento o lesión que reduce de modo significativo las dimensiones del túnel o conducto carpiano o incrementa el tamaño de alguna de las estructuras que cruza a través de él: ligamentos, vainas sinoviales, tendones, fascias o vainas fibrosas⁴⁸. Hay muchas causas que pueden provocar inflamación de estas estructuras. La tendinitis o inflamación de los tendones y la tenosinovitis, o inflamación de las vainas sinoviales, son muy comunes por causa del ejercicio excesivo con los dedos de las manos (muy observado en los usuarios de los computadores y de la telefonía móvil), lo cual provoca presión sobre el nervio mediano, la estructura más sensible del túnel carpiano y el surgimiento de los síntomas molestos, referidos por los afectados: dolor difuso en la mano (la causa más común de dolor en la mano es el síndrome del túnel carpiano) por compresión del nervio mediano dentro del conducto, causada por aumento de volumen

de sus componentes (tendinitis, tenosinovitis); parestesias (el paciente afectado refiere hormigueo o entumecimiento) en el dedo medio de la mano alterada, que se propagan luego a los dedos índice y pulgar; hipoestesia o anestesia (disminución o ausencia de la sensibilidad, respectivamente). En casos muy avanzados puede haber atrofia de los músculos tenares (disminución del tamaño de estos músculos y de su fuerza muscular, con pérdida o disminución de su inervación)^{44, 49, 50}.

Fisiopatología. Las alteraciones de la sensibilidad y el dolor difuso pueden indicar otras alteraciones, pero la causa más común es el síndrome del túnel carpiano, el cual puede ser provocado por la inflamación de la vaina que cubre el tendón (tendinitis) y ésta causada por movimientos repetidos de la flexión de la mano como en los digitadores^{51, 52} (por el manejo intensivo y habitual del teclado y el “ratón”)¹ o instrumentistas musicales. Muchas evidencias actuales muestran que en el síndrome, la lesión del nervio mediano es causada por factores mecánicos⁵³ los cuales proceden como fuerzas compresivas y de rozamiento que alteran la mielina (vainas que rodea y protege los axones de las neuronas en el sistema nervioso central y periférico; desde el punto de vista químico es un sistema de capas dobles de fosfolípidos constituidas por **esfingolípidos**, que facilita la transmisión de los impulsos nerviosos a las diversas regiones corporales mediante un efecto aislante)⁵⁴, afectan la circulación sanguínea local y en etapas tardías lesionan los axones (prolongaciones de las neuronas). Otro factor muy asociado al síndrome es el exceso de actividad motora con la articulación carpiana, lo cual se traduce en una mayor producción de microtraumatismos por fricción que el nervio mediano no puede reparar rápidamente⁵⁵.

- **Etiología.** Son numerosas las causas (metabólicas, circulatorias, traumáticas, hormonales, genéticas) que pueden provocar este padecimiento y que tanto la Medicina Interna, Ortopedia, Traumatología, Neurocirugía como la Endocrinología, se ocupan en profundidad

de las mismas y de su tratamiento. Aquí se trata lo relacionado con factores laborales y de entretenimiento (videoconsolas, telefonía móvil y PVD). El Síndrome del túnel carpiano es uno de los principales problemas de salud de los trabajadores y de las personas que desarrollan trabajos relacionados con esfuerzos manuales intensos y movimientos repetitivos del miembro superior. De acuerdo con un estudio realizado por Valdéz y colaboradores, las principales causas del síndrome del túnel carpiano, de origen laboral, son el uso inadecuado o indebido de herramientas [computadoras, teléfonos móviles], técnicas laborales deficientes y trabajos manuales repetitivos con empleo de fuerza. La prevención primaria, señalan muchos autores, debe tener en cuenta, entre muchas consideraciones de la Salud Pública, la adaptación de las herramientas de trabajo (por ejemplo el teclado del ordenador), adecuados programas laborales y conducta del trabajador o profesional^{56, 57}. La causa más frecuente de esta neuropatía por atrapamiento, entonces, es el estrés constante o repetitivo^{58, 59, 60} ejercido sobre el conducto de manera crónica y una posición inadecuada o anormal del carpo (muñeca), en extensión o movimiento rápido⁶¹. El nervio mediano es sometido a fuerzas de compresión y distensión por trabajos o aficiones que requieren movilidad repetitiva^{62, 63, 64, 65, 66}.

Discusión y conclusiones

Los operadores y usuarios de Pantallas de Visualización de Datos (PVD), quienes realizan tareas repetitivas o necesitan mantener el cuerpo en una postura fija, describen con frecuencia trastornos musculoesqueléticos (TME) en el cuello, los hombros y los miembros superiores⁶⁷. Dichos trastornos son nombrados de manera muy variable de un país a otro en la clase de investigaciones realizadas. En Australia y el Reino Unido como lesiones por esfuerzos repetitivos (LER) en Estados Unidos como trastornos por traumas acumulativos (TTA) y en Japón como trastornos cervicobraquiales profesionales (TCP). En una revisión efectuada en

1990 por Bammer se encontró en tres estudios, de 70 investigados, que el 80 % de trabajadores que usaban PVD padecían TME. En relación a trastornos específicos (como la epicondilitis o el síndrome del túnel carpiano), 20 estudios, de 43 realizados, encontraron estos trastornos en un 0.2 a un 4 % de los operadores y en 5 estudios se hallaron indicios de 20 a 49 % de los trabajadores. En cuanto a las partes específicas del cuerpo, de 72 estudios revisados, 15 mostraron trastornos cervicales en un 40 a un 49 % de los trabajadores. Niveles elevados de problemas cervicales se han encontrado en distintas partes del mundo, como Australia, Finlandia, Francia, Alemania, Japón, Noruega, Singapur, Suecia, Suiza, el Reino Unido y Estados Unidos. En 18 estudios se investigaron los problemas de las muñecas; de éstos, siete observaron este tipo de problemas en un 10 % a un 19 % de los trabajadores. Un estudio los describió en un 0,5 a un 4 % de los trabajadores y otro, entre un 40 - 49 %, de acuerdo con Brammer⁶⁸.

En México se han realizado varios estudios en 200, en relación con el uso de PVD, entre los cuales se destacan el de Alejandra Ramos⁶⁹, en donde se concluyó que los problemas más frecuentes en relación con el uso de PVD son de tipo músculo esqueléticos (principalmente en la zona lumbar) con una incidencia del 37.14 % entre la población estudiada. En la investigación de Virginia López⁷⁰ el 82 % de los trabajadores afirmó sufrir dolores de espalda y musculares (82%) y un 71% malestares en la nuca, producto de la tensión en las articulaciones.

El uso y abuso de las PVD afecta en mayor o menor grado la calidad del sistema musculoesquelético del operador o usuario. Entre las principales causas que provocan alteraciones de la columna vertebral están los defectos pos-

turales (por el aumento de la carga estática), los cuales se relacionan con actividades laborales, de diversión o entretenimiento. Dichas alteraciones condicionan el surgimiento a mediano o largo plazo de cervicalgia (dolor en la región cervical o cuello), artrosis cervical o cervicoartrosis (degeneración del cartílago), hipercifosis, hiperlordosis, espalda plana e inestabilidad de la espina dorsal. El síndrome del túnel carpiano (neuropatía por atrapamiento del nervio mediano), asociado con los movimiento repetitivos, ha sido relacionado con el uso de las PVD por el apoyo defectuoso de las manos en el teclado del computador, el tiempo prolongado del uso del teléfono celular, la indebida posición o las técnicas deficientes en su ocupación. La constancia y dedicación al teléfono celular por el usuario, genera movimientos repetitivos de estrés mecánico y microtraumas por la flexión-extensión permanentes y seguidas de la mano, lo cual hace que el nervio mediano se lesione en el interior del túnel carpiano por aumento de la presión y surgimiento subsecuente del síndrome del túnel carpiano.

La educación y los cambios o modificaciones en el trabajo podrían disminuir la incidencia de los TME o del síndrome del túnel carpiano entre operarios, trabajadores y estudiantes asiduos a las PVD. La prevención primaria debe tener en cuenta la adaptación de las herramientas de trabajo (el teclado del ordenador, el "ratón" tabla o teléfono celular), la organización e instalación de programas ergonómicos (para empleados y trabajadores) y el establecimiento de códigos y actas de compromiso entre los estudiantes. La intervención precoz debe ser multifactorial. Los programas de educación, de difusión obligatoria a través de todos los medios de comunicación, de contenido didáctico y pedagógico serán primordiales para el usuario en genera

Literatura citada

1. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). **Instrucción básica para el trabajador usuario de pantallas de visualización de datos.** España [Internet]. 2006. Madrid, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT)
2. Gardner H, Davis K. **Análisis de las generaciones: de la biología a la cultura ya la tecnología.** En: *La Generación APP.* Cómo los jóvenes gestionan su identidad, su privacidad y su imaginación en el mundo digital. Barcelona: Paidós; 2014. p. 47-68.
3. Torres CR. **La Columna Cervical: Evaluación clínica y Aproximaciones Terapéuticas.** Principios anatómicos y funcionales, exploración clínica y técnicas de tratamiento: dos Tomos. Tomo 1. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2008.
4. Thomsen JF, Gerr F, Atroschi I. **Carpal tunnel syndrome and the use of computer mouse and keyboard: a systematic review.** *BMC Musculoskeletal Disord* 2008; 9:134.
5. Moore LK, Dailey AF, Agur AMR. **Dorso.** En: *Anatomía con orientación clínica.* 7ª ed. Barcelona: Wolters Kluwer Health, S.A., Lippincott William & Wilkins; 2013. p. 439-507.
6. Wolf-Heidegger G. **The Color Atlas of Human Anatomy.** New York: Barnes & Noble; 2004.
7. Herbert L. **Anatomía con orientación clínica.** Madrid: Marbán Libros, S.L.; 2005.
8. Bushkovich V. **Parte pasiva del aparato de sostén y de locomoción. Osteoartrosindemología. Osteología general. Sistema esquelético (Systema Skeletale).** En: Prives M, Lisenkov N, Bushkovich V. *Anatomía humana.* Moscú: MIR; 1989. p. 95 – 271.
9. Ganong WF. **Circulating bodily fluids.** In: Ganong WF. *Review of Medical Physiology,* Twentt 2º Ed. México: The McGraw – Hill Companies, Inc.; 2005. p. 485 – 589.
10. Walker R. **Sistema Óseo. Columna y costillas.** En: *Enciclopedia del Cuerpo Humano.* Bogotá: Periódicos Asociados Ltda; 2003. p. 42–73.
11. Haines DE, Mihailoff GA, Yezierski RP. **Médula espinal.** En: Haines DE. *Principios de Neurociencia. Aplicaciones básicas y clínicas.* 4ª ed. Barcelona: Elsevier España, S.L.; 2014. p. 124–145.
12. Netter FH. *Atlas de Anatomía Humana.* 5ª ed. Barcelona: Masson; 2011.
13. Parker S. **The Human Body Book.** London: Dorling Kinderslay Limited, 2007.
14. Ross MH, Pawlina W. **Tejido cartilaginoso.** En: *Histología: Texto y Atlas color con Biología Celular y Molecular.* 5ª ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2007. p.198–217.
15. Bogduck N. **Clinical Anatomy of the Lumbar Spine and Sacrum.** London: Elsevier/Churchill Livingstone; 2005.
16. Wraith JE. **Mucopolysaccharidoses and oligosaccharidoses.** In: Saudubray J-M, van den Berghe G, Walter JH, eds. *Inborn Metabolic Diseases: Diagnosis and Treatment.* 5ª ed. New York, NY: Springer; 2012.
17. Kapandji AI. **Fisiología articular.** Tronco y Raquis. 6ª ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2006.
18. Fonarieva TA. **La cultura física terapéutica en los defectos de la postura, las escoliosis y los pies planos.** En: Popov SN. *La cultura física terapéutica.* Libro de texto. La Habana: Editorial Pueblo y Educación; 1988. p.107-135.
19. Snell RS. **El dorso.** En: *Anatomía Clínica para estudiantes de Medicina.* 6ª ed. México: McGraw-Hill Interamericana; 2002. p. 855-898.
20. Gilroy AM, Mac Pherson BR, Lawrence MR. **Espalda. Columna vertebral: elementos constitutivos.** En: *Prometheus.* Atlas de Anatomía. Madrid: Editorial Médica Panamericana, S.A.; 2009. p.1-42.
21. Miralles MR, Miralles RI. **Biomecánica Clínica de los tejidos y las articulaciones del Aparato Locomotor.** 2ª ed. Barcelona: Masson S.A.; 2005.
22. Nordin M, Frankel V. **Biomecánica básica del Sistema Musculo-esquelético.** Madrid: McGraw-Hill Interamericana; 2004.
23. Wilder DG: **Cervical Spine Biomechanics.** In: Camins MB, O'Leary PF. *Disorders of the Cervical Spine.* Baltimore: William & Wilkins; 1992.
24. Miralles MR, Puig CM. **Biomecánica Clínica del Aparato Locomotor.** Barcelona: Masson; 2000.
25. Konstantinov BI, Sherbacova VA. **Biomecánica de la columna vertebral: cinemática, dinámica y estática.** Kiev: Ciencia; 1993.
26. Prodan AI, Pashchuk AIU, Radchenko, GX, Gruntovsky. **Espondiloatrosis lumbar.** Járkov: Fundación, 1992.
27. Reinhardt B. **La Escuela de la espalda.** Barcelona: Editorial Paidotribo, 1997.
28. Schultz AB, Andersson GBJ. **Analysis of loads on the lumbar spine.** *Spine* 1981; 6:76-83.
29. Fishchenko VJ, Martynenko GF. **Biomecánica de la columna vertebral.** En: Fishchenko VJ, Martynenko GF, Shargorodsky VC, Shvets VC. *Tratamiento conservador de la osteocondrosis de la columna vertebral.* Kiev: Salud; 1989. p. 4-9.
30. Cantó R, Jiménez J. **La columna vertebral en la edad escolar. La postura correcta, prevención y educación.** Madrid: Gymnos; 1998.
31. Pazos JM, Arangunde JL. **Educación postural.** Barcelona: Inde; 2000.
32. Gagey PM, Weber B. **Posturología: regulación y alteraciones de labipedestación.** Barcelona: Elsevier; 2001.
33. Griggs RC, Jozefowicz RF, Aminoff MJ. **Approach to the patient with neurologic disease.** In: Goldman L, Schafer AI, eds. *Cecil Medicine.* 24º ed. Philadelphia: Saunders Elsevier; 2011.
34. White AA, Panjabi MM, editors. **Clinical Biomechanics of the Spine.** 2º ed. Philadelphia: JB Lippincott; 1990.

35. Roy-Camille R, Mazel Ch. **Spine**. In: Laurin CA, Riley LH, Roy-Camille R. *Atlas of orthopaedic surgery: three volumes*. Volume 1. Edited by Laurin CA, Riley LH, Roy-Camille R. Paris: Masson; 1989: p. 297 – 349.
36. Mow VC, Huiskes R. **Basic Orthopaedic Biomechanics and Mechano-Biology**. 3ª ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2005.
37. Giraldo RJH. **Inestabilidad de la columna vertebral**. En: Uribe PH, Giraldo RJ, editores. Medellín: Editorial Universidad de Antioquia; 1999. p.86–103.
38. Gattorochieri V. **La postura correcta**. Barcelona: De Vecchi; 2005.
39. Bogduk N, McGuirk B. **Management of Acute and Chronic Neck Pain: An Evidence-based Approach**. Barcelona: Elsevier; 2006.
40. Kovacs F, Gestoso M, Vecchierini D. **Cómo cuidar su espalda**. Barcelona: Paidotribo; 2001.
41. Kim DH. **Atlas de lesiones vertebrales en adultos y niños**. Barcelona: Elsevier; 2010.
42. Jiménez CL, Palomino AB. **Trastornos de la estática vertebral, dolor y discapacidad**. Barcelona: Ergon Creación S.A.; 2010.
43. Quintero M, Monfort J, Mitrovic DR. **Osteoartritis. Biología, fisiopatología, clínica y tratamiento**. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2010.
44. Kumar V, Abbas AK, Fausto N, Mitchell RN. **Robbins Patología humana**. 8ª ed. Barcelona: Elsevier; 2008.
45. Sociedad Española de Reumatología (SER). **Artritis. Fisiopatología, diagnóstico y tratamiento**. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2010.
46. Hansraj KK. **Assessment of stresses in the cervical spine caused by posture and position of the head**. *Surg Technol Int* 2014; 25:277-279.
47. Bustamante JB. **Neuroanatomía funcional y clínica**. 4º ed. Bogotá: Editorial Médica Celsus; 2007.
48. Grine FE. **Anatomía humana regional: Manual para prácticas de laboratorio para usarse con modelos y proyecciones**. 3º ed. Madrid: McGraw Hill Interamericana; 2008.
49. Bruns JG. **Lesiones de la mano: cuidado primario y rehabilitación**. 4º. ed. Cali: Aspromedica; 1994.
50. Argente HA, Álvarez M. **Semiología Médica: Fisiopatología, Semiotécnica y Propedéutica. Enseñanza basada en el paciente**. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana; 2008.
51. Villarejo F. **Síndrome del túnel carpiano. Actualización en el diagnóstico y tratamiento**. Barcelona: Ergon Creación S.A.; 2011.
52. PORTILLO R, SALAZAR M, HUERTAS MA. **Síndrome del túnel del carpo: Correlación clínica y neurofisiológica**. *An Fac med* 2004; 65:247-254.
53. Sunderland S. **Nervios periféricos y sus lesiones**. Barcelona: Salvat; 1985.
54. Naftel JP, Ard MD, Fratkin JD. **Biología celular de las neuronas y la glía**. En: Haines DE. Principios de Neurociencia. Aplicaciones básicas y clínicas. 4º ed. Barcelona: Elsevier, S.L.; 2014: p.14-31.
55. Lombos FM, Permuy RJ. **Síndrome del túnel carpiano: breve revisión, discusión y experiencia personal**. *Rehabilitación (Madr)* 2002; 36(5):293-298.
56. Valdéz JR, Luque VA, Pérez ER. **Epidemiología del síndrome del túnel carpiano de origen laboral en la provincia de Alicante, 1996-2004**. *Rev Esp Salud Pública* 2006; 80(4):395-409.
57. Silverstein B, Fine LJ, Armstrong TJ. **Occupational factors and CarpalTunnel Síndrome**. *Am J Ind Med* 1987; 11:343-58.
58. Atroshi I, Gummesson C, Ornstein E, et al. **Carpal tunnel syndrome and keyboard use at work: a population-based study**. *Arthritis Rheum* 2007; 56(11):3620-3625.
59. Katz JN, Simmons BP, Swartz RA, Fossel AH, Koris MJ. **Symptoms, functional status, and neuromuscular impairment following carpal tunnel release**. *J Hand Surg* 1995; 20(4):4549-555.
60. Gelfman R, Melton LJ, Yawn BP, Wollan PC, Amadio PC, Stevens JC. **Long-term trends in carpal tunnel syndrome**. *Neurology* 2009; 72(1):33-41.
61. Ferry S, Hannaford P, Warskyj M, et al. **Carpal tunnel syndrome: a nested case-control study of risk factors in women**. *Am J Epidemiol* 2000; 151(6):566-574.
62. Roquelaure Y, Ha C, Pelier-Cady MC. **Work increases the incidence of carpal tunnel syndrome in the general population**. *Muscle Nerve* 2008; 37:477-482.
63. Fung BK., Chan KY., Lam LY. y cols. **Study of wrist posture, loading and repetitive motion as risk factors for developing carpal tunnel syndrome**. *J Hand Surg* 2007; 12(1):13-18.
64. Violante FS, Armstrong TJ, Fiorentini C, Graziosi F, Risi A, Venturi S, et al. **Carpal tunnel syndrome and manual work: a longitudinal study**. *J Occup Environ Med* 2007; 49(11):1189-96.
65. Lundborg G, Dahlin LB. **The pathophysiology of nerve compression**. *Hand Clin* 1992;8(2):215-27.
66. Fuchs PC, Nathan PA, Myers LD. **Synovial histology in carpal tunnel syndrome**. *J Hand Surg* 1991; 16(4):753-8.
67. Bammer G. **How technologic change can increase the risk of repetitive motion injuries**. *Seminars in Occup Med* 1987; 2:25-30.
68. Bammer G. **Enciclopedia de Salud y Seguridad en el trabajo**. Capítulo 52. Pantallas de Visualización de Datos. Trastornos musculoesqueléticos. Madrid: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Subdirección General de Publicaciones; 1998. p.23.
69. Ramos A. **Estudio de factores de riesgo ergonómico que afectan el desempeño laboral de usuarios de equipo de cómputo en una institución educativa** [Tesis de Maestría]. México DF: Instituto Politécnico Nacional; 2007.
70. López V. **Prácticas ergonómicas en las PYMES mexicanas: análisis y mejoras**. Revista Gestión Práctica de Riesgos Laborales, N° 40, Madrid: Editorial Wolters Kluwer; 2007.

