

"Evaluación de las capacidades funcionales en trabajadores con lesión de manguito de los rotadores. Aplicación Ergonómica"

**Cerda Díaz, Eduardo**

Licenciado en Kinesiología/ Master (c) en Ergonomía. Universidad Politécnica de Cataluña/ Av. Diagonal, 647, pl.10 / Barcelona, España
+34 934011758 / eduardo.cerda@upc.es

**Parreño, José Luis**

Licenciado en Ciencias de la Educación Física y del Deporte
Doctor en Medicina y Cirugía/ Laboratorio ABC/ C.Casanova 2,
2/+34934231473

**Querolt, Jordi**

Licenciado en Medicina y Cirugía/ Especializado en Medicina del Trabajo/
Máster en Gestión Hospitalaria/ Laboratorio ABC / C.Casanova 2,
2/+34934231473/+34934231473

Mañosa, Rachel

Fisioterapeuta/ Laboratorio ABC / C.Casanova 2,
2/+34934231473/+34934231473

ABSTRACT

Biomecánica Laboral y Ergonomía consideran el rendimiento de la persona, sus capacidades y limitaciones, así como también los sistemas de evaluación en procura de entender los fenómenos relacionados con los riesgos laborales, hacerlos comprensibles para dar una explicación racional y hacerlos manejables. Este artículo apunta a aplicar distintas Técnicas de Análisis Biomecánico para evaluar las capacidades físicas del trabajador en el campo de la prevención de riesgo laborales. Biomecánica Laboral permite la determinación experimental de las capacidades físicas de un individuo en una variedad de condiciones. Dichos datos permiten al Biomecánico tener datos objetivos y cuantitativos sobre la capacidad física funcional del trabajador. En este artículo se utiliza análisis descriptivo sobre la base de una muestra de 8 trabajadores con Ruptura de Manguito de Rotadores.

Palabras claves

Biomecánica Laboral, Ergonomía, Ruptura Manguito de los Rotadores

INTRODUCCIÓN

Es importante tener en cuenta que el mundo de la prevención de lesiones laborales debe buscar siempre nuevas herramientas que nos permitan tener un mejor dominio de las contingencias que se nos presentan es por ello que en este trabajo abarcamos el tema de la Biomecánica Laboral desde el punto de vista del conjunto de técnicas que nos permitirán tener mayor capacidad de análisis de la capacidad física funcional de un trabajador y ser objetivos en el momento de tomar decisiones ya sea en la concepción, corrección de puestos de trabajo y tareas.

La prevención de riesgos laborales en Ergonomía requiere evaluación crítica de los

puestos de trabajo, particularmente las actividades de la tarea (incluyendo tareas específicas, condiciones de puestos de trabajo, equipos y herramientas) para las características de la persona.

Se define Enfermedad Profesional en el artículo 116.1 de la Ley de la Seguridad Social (R.D.L. 1/94, de 20 de junio,) como "la contraída a consecuencia del trabajo ejecutado por cuenta ajena en las actividades que se especifiquen en el cuadro que se apruebe por las disposiciones de aplicación y desarrollo de esta Ley, y que está provocada por la acción de los elementos o sustancias que en dicho cuadro se indique para cada enfermedad profesional". Es decir, la enfermedad profesional aparece como efecto de un agente muy concreto, no manifiestamente externo, que suele actuar lenta y progresivamente.

Únicamente se consideran legalmente enfermedades profesionales las previstas en el mencionado cuadro, que se encuentra en el Anexo del R.D. 1995/78, de 12 de mayo; en él se hace referencia a un doble listado de actividades y enfermedades. El resto de enfermedades laborales, todas aquellas originadas por el trabajo pero que no están listadas, no son enfermedades profesionales. [1]

Accidente laboral como se cita en el artículo 115 del texto refundido de la Ley General de la Seguridad Social (Real Decreto Legislativo 1/1994, de 20 de junio), se define el accidente de trabajo como: "Toda lesión corporal que el trabajador sufra con ocasión o por consecuencia del trabajo que ejecute por cuenta ajena. "Analizando la definición legal de accidente de trabajo se puede establecer tres condiciones o elementos que se estimen necesarios para que un accidente de trabajo sea considerado como tal: Trabajo por cuenta ajena. Trabajador asalariado que percibe un sueldo por realizar una actividad profesional. Existencia de lesión, lesión corporal que sufre el trabajador derivada de la realización de un trabajo determinado. Relación causal entre trabajo y lesión. El trabajo que realiza el trabajador ha causado la lesión que presenta. Una vez que se ha producido un accidente de trabajo, se pueden dar dos circunstancias: que el trabajador no sufra lesión invalidante y, por tanto, puede seguir su labor, o bien que sufra una incapacidad manifiesta, de tal manera que entonces habrá que darle de baja para que pueda reponerse. La incapacidad laboral puede ser, según su duración, permanente o transitoria. [2]

Debemos aclarar que las capacidades físicas de una población normal depende de la genética, edad, estado físico y muchos otros factores. Esto ha sido tradicionalmente un rol de la medicina ocupacional divisar los métodos para determinar la capacidad de la persona para desempeñar ciertos trabajos en forma segura. Por momentos desarrollos extensos en el campo de la fisiología del ejercicio y del trabajo han aportado bases científicas necesarias para determinar capacidad de la persona en la realización de trabajos dinámicos, evaluación cardiovascular Otros estudios, como el de Jorgensen en 1997 que describe la fatiga muscular y estudios como el de Millar y Nelson 1976 en relación a medicina física y del deporte han aportado información del desempeño musculoesquelético que pueden ser usados para predecir capacidades de la diversidad de la población en diversos sitios de trabajo.

A su vez se define Biomecánica Laboral como una disciplina que estudia las interacciones físicas de los trabajadores con sus herramientas, máquinas y materiales minimizando los riesgos en los desórdenes musculoesqueléticos. [3]

Es importante entender que varios principios de la biomecánica pueden ser aplicados en diferentes funciones ingenieriles y de gerenciamiento en la industria. Es por ello que aplicar la

Biomecánica Laboral en la evaluación de las capacidades físicas funcionales de un trabajador nos muestra la utilidad de esta, para tomar decisiones a favor de la Salud tanto del trabajador como de la empresa para determinar si este está o no capacitado para asumir sus labores en el puesto habitual garantizando un óptimo rendimiento.

Dentro del estudio biomecánico tenemos el estudio del movimiento que incluye variables como desplazamientos angulares y lineales, velocidades, aceleraciones y otras variables como fuerzas internas y externas. A través de la clasificación de los movimientos y la identificación de las acciones musculares responsables de esos movimientos, se proveen modelos descriptivos sobre las que modelos biomecánicos cuantitativos son formulados, el estudio del movimiento es prerequisite para desarrollar modelos biomecánicos y sus requisitos.

Un desarrollo importante en biomecánica laboral en los recientes años ha experimentado el área de bioinstrumentación, en la adquisición de datos. El desarrollo de la medición del movimiento humano y técnicas de análisis de computador, transductores de fuerza y técnicas de análisis electromiográfico, combinado con software de procesadores de señales, nos permite ahora determinación experimental del desempeño humano en laboratorio.

Es importante mencionar la estrecha relación que existe entre la Biomecánica Laboral y la Ergonomía, estas son dos disciplinas que se complementan estrechamente. Muchos problemas que se detectan en Ergonomía tienen origen en factores biomecánicos. En este contexto la Biomecánica es vista como una disciplina que trabaja directamente ligada a la ergonomía.

Las aplicaciones de la Biomecánica Laboral están presente en muchos campos, entre ellos tenemos: Industrial, Producción, Manufactura, Procesos Ingenieriles, Higiene Industrial, Medicina del Trabajo, Ortopedia, Rehabilitación, Ergonomía, Prevención de Riesgo y otros.

Saber la verdadera capacidad funcional de un trabajador ya sea para evaluar la posibilidad de una pronta reinserción o determinar su retraso, detectar el valor real de la discapacidad, reinsertarlo de manera adecuada a un puesto de trabajo según su discapacidad, disminuir gastos por lesiones recidivantes o nuevas lesiones por sobreesfuerzo. [3]

Se ha avanzado mucho en estas últimas décadas en la investigación de los factores etiológicos de las lesiones musculoesqueléticas, sin embargo aún queda mucho por investigar y llevar estos resultados a la aplicación en los puestos de trabajo. Malas posturas y prácticas erróneas de trabajo contribuye a tensiones excesivas en la parte del cuerpo que biomecánicamente esté exigida. [4,5,6,7,8,9,10]

En relación, a las lesiones de extremidad superior de todos los tipos, ergonomía y biomecánica abordan 4 factores de importancia: El usuario, la tarea, la herramienta y el ambiente. Con respecto al estudio del usuario que va directamente ligado a las capacidades físicas del trabajador y su evaluación, importante es evaluar antropometría, estado físico, susceptibilidad individual, experiencia y postura.

Especial atención se debe prestar para seguir los factores estresores a parte de la atención que se merecen los factores ergonómicos. Entre estos factores estresores físicos tenemos: Fuerza ejercida (en relación a la capacidad muscular), posturas inapropiadas (con respecto a extremidad superior y peso corporal), actividades repetitivas, duración y frecuencia. [11,12,13]

Un objetivo de los procesos ergonómicos es diseñar o modificar las tareas de las personas u otras actividades según sus capacidades y limitaciones. La modificación de estos riesgos, tanto físicos como psicológicos son por lo tanto estrategias que se deben tomar para prevención primaria y secundaria. La biomecánica ofrece un acercamiento al análisis y

entendimiento de la función mecánica del sistema musculoesquelético y de este modo relación entre actividad en el trabajo y cargas en tejidos, emparejando esto con los conocimientos de las respuestas de tejidos a cargas y pueden dar soporte y credibilidad a las investigaciones epidemiológicas y dar directrices en que sentido la organización del trabajo, condiciones y ambientes laborales pueden cambiar.

La aplicación de la Biomecánica Laboral permite la determinación experimental de las capacidades físicas de un individuo en una variedad de condiciones. Dichos datos permiten al investigador tener datos objetivos y cuantitativos sobre la capacidad física funcional del trabajador [9,14]

El rol de la biomecánica se basa en entender el daño potencial de las actividades con manipulación manual de cargas. La relación entre trabajo y lesiones de extremidad superior se puede describir con mayor detalle según tipo de tejido involucrado: tendón, nervio y músculos. Trabajadores que presentan problemas relacionados con extremidad superior tienen síntomas muy complejos, es el resultado de la compleja interacción entre muchos subsistemas.

Acercamientos biomecánicos y desórdenes musculoesquelético nos dicen que la etiología de estos tienen relación con factores mecánicos. Carga muscular intensa en extremidad superior se enlazan con desarrollo de problemas musculoesqueléticos crónicos mecanismos sugeridos para el dolor muscular incluye fatiga inducida por hipoxia debido a cambios metabólicos como el resultado de cargas continuas , aumentando presión intracompartimental, ruptura física del músculo por fuerzas realizadas.

Como se dijo anteriormente otras estructuras están relacionadas en las patologías de hombro a parte de los músculos, entre ellos están los tendones y los nervios los cuales van a estar expuestos a desórdenes debido a riesgos biomecánicos. [15]

Técnicas de Análisis

La bioinstrumentación ha tenido un gran desarrollo en estos últimos años por lo que su utilización para lograr un mejor estudio de las incidencias en relación a problemas biomecánicos es imperativa. Existen diferentes métodos para adquirir datos biomecánicos que son relevantes en la evaluación del movimiento humano y actividades laborales.

Entre ellos tenemos Goniometría, Electromiografía, Análisis Cinemático del Movimiento y Dinamometría.

Sistema de análisis del movimiento humano

Los estudios biomecánicos del movimiento humano comienzan con la descripción del movimiento o postura de la persona. La recolección de datos pueden ser simple o compleja dependiendo de la evaluación a realizar. Si realizamos una evaluación estática basta con colocar los goniómetros en varias articulaciones para evaluar posturas. Como alternativa tenemos el análisis 3D en el cual aplicamos marcadores en los puntos anatómicos de interés y luego realizamos una captura de imagen que luego será interpretada por software y nos dará los resultados previo elaboración de un modelo biomecánico.

Modelo biomecánico realizado según objetivos de la evaluación en el cuál se definen puntos, segmentos a analizar y datos de interés como por ejemplo ángulos, velocidades angulares y otros. A estas dos primeras técnicas de análisis citadas que estudian principalmente

la cinemática del cuerpo podemos agregarles dos otras técnicas que se encargan de evaluar la carga física a la cual es sometido el sistema musculoesquelético de una persona, entendiendo por éste el conjunto que representan: músculos, huesos, articulaciones, tendones. Ellos son la electromiografía y la dinamometría que serán brevemente explicados más adelante.

La aplicación del estudio del movimiento humano tiene muchas direcciones ya sea en lo deportivo, laboral, domésticos, en la elaboración de productos, en el diseño de todo aquello que de alguna manera se relacionará con el ser humano en su quehacer diario. Siempre recordando el concepto en la aplicabilidad de estos métodos que todo aquello que se relaciona con el hombre en sus actividades de la vida diaria deben tener armonía con él.

Análisis Cinemático del Movimiento

Estos métodos son frecuentemente utilizados en biomecánica laboral aplicada a la ergonomía. Una cámara se utiliza cuando se estudia un movimiento en un plano, a su vez en el análisis 3D del movimiento se emplean dos o más cámaras. Cuando las cámaras son posicionadas en ejes perpendiculares, coordenadas en tres dimensiones de un punto en el espacio pueden ser obtenidas. Estas técnicas requieren un sistema digital fiable, requiere calibración del sistema para definir el punto cero dentro del sistema de coordenadas para luego analizar los puntos a estudiar con respecto al sistema previamente definido.

Otro requerimiento es la capacidad para localizar el movimiento del punto determinado para realizar el estudio, esto se puede obtener usando un set de reflectores. Los marcadores reflectores son colocados directamente sobre los centros de articulaciones en la piel. Esto resulta en un set de puntos en un frame de película, cuando unidos, nos da un diagrama. El rango de frecuencia de captación de imágenes depende de la velocidad del movimiento analizado. En general, la regla es usar la mayor frecuencia de imagen para distinguir fácilmente durante un movimiento específico.

El problema de la sobreposición de los puntos de referencia es eliminado usando un sistema de filiación de imágenes o técnicas de video. Un set por lo menos tres estaciones de referencia de marcadores debe ser incluido en cada frame. Las coordenadas de cada marcador son entonces medidas relativamente para este punto estacionario en cada análisis de frame. La estimación de velocidad angular y aceleración pueden ser obtenidos dando una localización precisa de los centros de articulaciones para cada tiempo de intervalo específico. La primera y segunda derivada de los resultados ecuación predictora polinomial previamente calculados representan las funciones de velocidad y aceleración.

Todas las técnicas requieren análisis computacional de los datos y todo depende en cuanto el usuario desea pulir la información. Una regla general en este sistema de medición es hacer repetidas mediciones de cualquier movimiento con datos seleccionados [3,16,17]

Ventajas:

- Produce estimaciones de movimiento en una referencia universal (frame) y entonces son usadas fácilmente en estudios biomecánicos.
- Centros de articulaciones pueden ser fácilmente localizados proyectando las intersecciones de los ejes de los segmentos (tres o más) a través de los marcadores puestos en cada segmento.
- Las referencias en los cuerpos son pequeñas y livianas, la interferencia con el movimiento es mínima.
- A través de sistema de cámaras permite determinar el movimiento en tres dimensiones

y diversas actividades pueden ser estudiadas.

- El sistema provee un feedback gráfico en las posiciones espaciales de los segmentos del cuerpo en el tiempo.

Desventajas:

- Tiempo a emplear por el investigador.
- Requiere calibración del sistema.
- El ocultamiento de marcadores nos puede llevar a una captura errónea.
- Cálculos adicionales requieren apoyo.

Electromiografía

La técnica de electromiografía puede ser una herramienta ergonómica potente, sin embargo es una herramienta selectiva y que requiere gran entendimiento. El mayor acercamiento para determinar potenciales desarrollos de desórdenes musculoesqueléticos ha sido la electromiografía. Esta ha sido extensamente usada en trapecio y otros músculos de hombro, cuello y antebrazo, como han sido los extensores de muñecas que se han declarado áreas críticas a tomar en cuenta. [17,18,19,20,21]

Electromiografía puede responder algunas cuestiones en forma decisiva, otras ambiguas y otras no del todo. Puede proveer respuestas cuantitativas pero no tanto cualitativas o semicuantitativas. El ergónomo debe saber precisamente la cuestión a ser respondida y escoger la técnica adecuada para evaluarlo, músculos a evaluar, aplicar los electrodos apropiadamente, analizar e interpretar los datos correctamente para obtener respuestas válidas.

Electrodos de superficie de los que parten los amplificadores, recogen información de una zona muscular determinada, son confortables pero también captan señales de otros músculos adyacentes. Estos datos serán registrados por una tarjeta de adquisición de datos que posteriormente nos permitirán ver gráficas y resultados en el ordenador.

Bases Fisiológicas de la Técnica de Electromiografía

Está basada en el fenómeno acoplamiento electromecánico en el músculo. Señales eléctricas generadas en el músculo en el evento de la contracción muscular. Como uno o una cadena de potenciales de acción en la membrana muscular (sarcolema), esta diferencia de potencial eléctrico (voltaje) se introduce en células musculares a través del túbulo t, estas son numerosas invaginaciones que transportarán el potencial de acción provocando la liberación de Ca^{2+} desde el retículo sarcoplasmático al citoplasma del músculo. Este calcio es el responsable de la contracción muscular que transformará energía química en energía mecánica a través de la relación que tomarán partes las miofibrillas de actina y miosina que se solaparan provocando la contracción muscular. Por lo tanto se lleva a cabo una cadena de eventos electroquímicos y mecánicos llevando a la contracción muscular.

Actividad muscular:

La unidad funcional de la contracción muscular es la unidad motora que está compuesta por una motoneurona cuyo cuerpo celular está localizado en el asta anterior de la médula, su axón y una serie de fibras musculares inervadas por dicho axón. Al igual que las células nerviosas, las células musculares o fibras, en reposo, poseen una diferencia de potencial eléctrico (voltaje) a través de la membrana celular. Cuando el potencial de acción viaja por una ramificación terminal de axón de una motoneurona y alcanza la placa terminal motora, se libera

un neurotransmisor, acetilcolina, a la membrana presináptica. Este transmisor excita la membrana post sináptica, y si es óptimo para alcanzar el umbral, se produce un potencial de acción que se desplaza por la fibra muscular en cualquier dirección de la placa motora terminal hasta los extremos del músculo. Esto último se traduce en tensión muscular o fuerza. [19]

La electromiografía intenta capturar los fenómenos eléctricos asociados con la contracción muscular. El volumen de señales conducidas vendrán a componer el potencial de acción. En ergonomía lo que más se utiliza es la electromiografía de superficie, esta tienen un área de captura en la superficie a través de los electrodos. La señal de entrada que se mide es consecuencia de una señal de comando generada centralmente para ejecutar una tarea esto es un índice fidedigno que involucra actividad muscular.[18]

Agonistas, Antagonistas y Sinergias:

Información que permite reconocer y entender el rol de los músculos en relación a la tarea y determinar agonistas y antagonistas para definir fuerzas biomecánicas en la región. También permiten evaluación cuantitativa de la duración de la carga muscular y la relación temporal con la postura y ciclos de tarea. La relevancia para el ergónomo es clara, esto permite focalizar la atención en mecanismos relevantes y factores de importancia.

Interrelación de fases Agonista y Antagonista:

Todas las articulaciones del cuerpo están operadas por un número variable de músculos pero nunca por uno solo. El músculo responsable de crear el primer movimiento se llama agonista. Los músculos que asisten al agonista en su función contribuyendo con fuerza adicional se llaman sinergista. Es esencial tener un músculo opositor a las acciones de los agonistas y sinergistas.

A este grupo de músculos opositores de agonistas y sinergistas se le llama Antagonista. La combinación de la geometría de articulación, sistema de tejido conectivo de soporte y músculos de contracción de todos los tipos determina el rango completo de función de toda articulación. En vías de evaluar la contribución de los músculos en rango funcional de actividad determinando su interrelación temporal en un contexto mecánico.

Adquisición de Técnica:

Efectividad y eficiencia en el puesto de trabajo son los primeros objetivos de la ergonomía. [22,23]. En muchos puestos de trabajo la adquisición de un nivel apropiado de técnicas es esencial para la salud del trabajador y para la eficiencia en la tarea. La electromiografía nos puede dar una noción de la ganancia de la eficiencia en la actividad realizada mediante la medición de parámetros electromiográficos.

Cuantificación en Electromiografía(EMG):

Cuando se requiere análisis cuantitativo de las señales electromiográficas es importante conocer los fundamentos básicos en los procesamiento de señales y también las distintas clasificaciones de las señales de EMG de acuerdo a cómo éstas fueron generadas. Uno de los conceptos es el ancho de banda y otro concepto es el de volumen de conducción. Es importante establecer que los procesamiento, interpretaciones y conclusiones de señales electromiográficas son absolutamente diferentes en los distintos tipos de contracciones, sean estas dinámicas como estáticas, ya que muchas veces no se consideran todas las variables involucradas en el momento de realizar un procesamiento de la señal. Diferencias entre contracciones dinámicas y estáticas es el cambio de relación longitud tensión en el músculo, la velocidad de contracción, la variación de la posición de los electrodos con respecto a la fibra muscular y otros. Estas variables pueden afectar dramáticamente las características de una señal electromiográfica

El análisis cuantitativo de una señal EMG se pueden dividir en análisis de amplitud y frecuencia:

Cada espiga representa el potencial de acción de un músculo activo. Con una contracción fuerte un gran número de unidades motoras son recluidas creando más números de espigas y generando mayor fuerza muscular. A pesar de que la magnitud de una espiga individual permanece constante, sus frecuencias tanto como el número se incrementarán. Debido a la naturaleza de conducción de volumen del potencial de acción, fusión y sumatoria de señales se tomarán. El fenómeno posterior resulta en un incremento de la frecuencia tanto como el incremento de la magnitud de la sumatoria de las espigas. Existe una relación lineal entre frecuencia de espigas y el área bajo la curva de la electromiografía. Varios autores investigaron la relación entre frecuencia y amplitud EMG. Encontraron una relación lineal entre magnitud y frecuencia de espiga por segundo. Muchos autores explotaron esta relación para entender la carga muscular y tareas de estrés.

Otra forma de cuantificar es calcular el área bajo la curva en la señal electromiográfica, esto partiendo de la premisa que ninguna parte de la señal no es importante y que pueda ser descuidada. Por lo tanto, una línea es dibujada alrededor de la señal en bruto cubriendo todas las señales bajo esta línea. La magnitud del área puede ser indicada como la carga muscular. [19]

Estudios ergonómicos han aplicado estos conocimientos en el estudio de puestos de trabajo relacionando las señales electromiográficas obtenidas a través de electromiografía de superficie y la mediación de tensión o fuerza realizada. Se ha podido comprobar que a través de EMG se puede tener una noción clara de la carga del músculo. Lipool relató la relación lineal existente entre tensión isométrica y EMG, este reportó un rango de correlación entre 0.93 y 0.99. Para este experimento uso el grupo muscular del tríceps sural ejerciendo una flexión plantar, usó electrodos de superficie para captar la electromiografía. La señales fueron integradas. Diferentes niveles de carga fueron utilizados para generar contracción isométrica.

La unidad de magnitud absoluta de las señales electromiográficas pueden estar dadas en microvolts o milivolts esto debe permitir determinar la fuerza de contracción y permite comparar entre diferentes tareas y posturas.

Fatiga Muscular:

En estudios de ergonomía muchas veces nos interesa tener datos sobre la fatiga muscular que tiene un músculo en una tarea determinada para luego poder realizar los cambios y las mejoras correspondientes al diseño del puesto de trabajo y a la tarea.

Existen dos puntos de vista para determinar fatiga una es aquel de fatiga como indicador de fatiga muscular. Esto condiciona el hecho que la fatiga ocurre en un momento específico del tiempo, pero esta determinación indica desventajas prácticas por que de esta forma la fatiga podría ser detectada una vez que esta ocurre. Por lo tanto es un concepto de poca aplicación en ergonomía y biomecánica en el cual se busca adelantar a los hechos para poder tener mayor control sobre ellos.

Estos índices de rendimiento muscular que son basados en parámetros espectrales de EMG pueden proporcionar una medición objetiva de la función muscular y no solamente del índice mecánico de cambio de fuerza o torque. Esto último se basa en el hecho que los cambios EMG son tiempo-dependientes y por lo tanto estos cambios preceden cualquier cambio de fuerza y torque que ocurran de manera posterior.

Los cambios que más se han descrito son de amplitud y frecuencia de la señal electromiográfica en función del tiempo. Estos cambios son:

- Disminución de la frecuencia (Potenciales de Acción de Unidades Motoras).
- Aumento de la amplitud de la señal EMG, durante una contracción sobre el 30% de la contracción voluntaria máxima y bajo el 80% de la misma. [18]

Dinamometría:

Técnica de medición de fuerzas en el puesto de trabajo. El sistema musculoesquelético genera fuerzas internas las cuales permiten vencer las diferentes fuerzas externas que demandan los elementos propios de cada tarea. La dinamometría permite medir las fuerzas externas y valorarlas en función de la frecuencia y el tiempo por medio de estándares y normas.

Es un sistema computadorizado en el cual se grafican las fuerzas ejercidas sobre el dinamómetro. El dinamómetro es el sistema de medición de las fuerzas ejercidas, este posee sensores de presión que nos proporcionarán datos en kilogramos que se reflejarán en la gráfica del computador, tratado en Newton finalmente.

La gráfica está dada en fuerza v/s tiempo lo que nos permitirá hacer análisis del comportamiento de la fuerza en el tiempo. Este sistema de medición es un sistema objetivo de medición de fuerzas que deja atrás la evaluación subjetiva muscular aplicada durante tanto tiempo en los ámbitos de salud.

METODOLOGÍA

OBJETIVOS

Objetivos Generales

- Determinar en forma experimental las capacidades físicas de un individuo.
- Aplicar técnicas de análisis biomecánico, EMG, Dinamometría y Análisis 3D del movimiento en la evaluación de las capacidades físicas funcionales y limitaciones de un grupo de trabajadores con diagnósticos previos de Ruptura de Manguito de los Rotadores.

Objetivos Específicos

- Registrar parámetros cinemáticos del movimiento de hombro.
- Cuantificar déficit funcionales en el movimiento de extremidad superior segmento hombro.

Se tomaron para estudio aquellos sujetos que durante el período entre julio del 2003 y marzo de 2004 fueran sometidos a estudio biomecánico de extremidad superior, en el marco de este estudio fueron 38 sujetos. Estos sujetos presentaban patologías de extremidad superior, con actividades laborales diversas, y rangos de edades sin exclusiones. Luego se seleccionaron aquellos sujetos que presentaban Ruptura de Manguito de los Rotadores, para realizar un análisis biomecánico de su condición.

Protocolo de Evaluación:

-Evaluación Clínica: