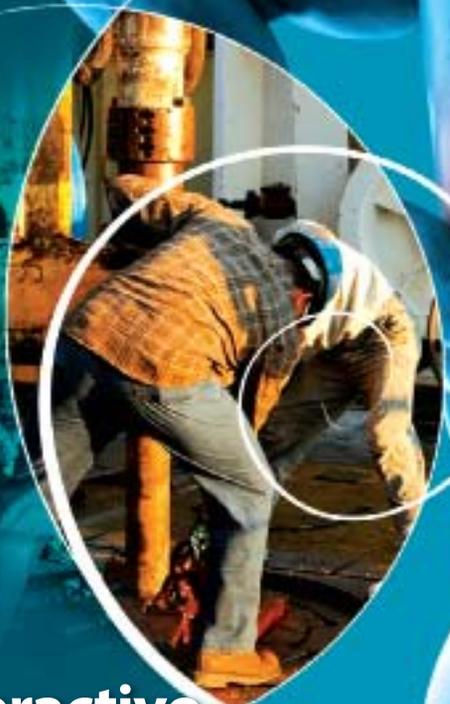


Claves para prevenir lesiones osteomusculares en el trabajo

Facultad de Rehabilitación
y Desarrollo Humano



Fascículo Interactivo

13



UNIVERSIDAD DEL ROSARIO

Acreditación institucional de alta calidad
Ministerio de Educación Nacional
Evaluación internacional
Asociación Europea de Universidades

La creciente presencia de lesiones osteomusculares que afectan, alteran o transforman los patrones de movimiento de los trabajadores que realizan actividades industriales, plantean serios interrogantes para las disciplinas científicas que tratan de estudiar la naturaleza del movimiento humano.

Conocedor de esta problemática, el Grupo de Investigación Salud, Cognición y Trabajo (GiSCYT) de la Facultad de Rehabilitación y Desarrollo Humano de la Universidad del Rosario, ha venido desarrollando herramientas para el estudio del movimiento en el trabajo, con el fin de identificar estrategias para la prevención de lesiones a través del análisis del gesto precursor de las mismas y poder así replantearlo en términos de funcionalidad y eficiencia.

Las necesidades de coordinación, velocidad y fuerza requeridas en el desarrollo de las actividades productivas están relacionadas con los patrones de movimiento de los trabajadores; por lo tanto, cualquier alteración en dichos patrones puede traer consecuencias para el sistema de producción y para la salud.

Para poder enfrentar estos problemas, los investigadores del GiSCYT, Juan Castillo y Alejandro Orozco, han logrado identificar las formas mediante las cuales los trabajadores logran la integración y desarrollo de habilidades para ejecutar movimientos bien orientados, con alto grado de precisión; movimientos que son de uso común en el mundo del trabajo y cuya importancia es frecuentemente subestimada.



Quando ocurren lesiones o daños en el aparato locomotor se presentan alteraciones en los patrones de movimiento humano, ésto trae como consecuencia problemas asociados a la autonomía y el control para desplazarse o ejercer fuerza y realizar movimientos. En algunas ocasiones incluso llega a limitar la capacidad individual para ejecutar las tareas domésticas y cotidianas más simples.

Es así como se evidencia un vínculo entre estudio del movimiento y lesiones osteomusculares al tratar de comprender los mecanismos que operan en el control del movimiento y de la postura. A la par, también se hace evidente la importancia de las estrategias de control y de anticipación desarrolladas por los individuos, y que en muchos casos hacen la diferencia frente al riesgo de lesión o trauma.

Continúe el tema en el fascículo interactivo en www.urosario.edu.co/investigacion



Este artículo es una síntesis de los temas que desarrollan los grupos de investigación de la Universidad del Rosario. Este material cuenta con documentos, capítulos de libros, entrevistas, fotografías y bibliografía de apoyo, entre otros soportes o estudios, que el lector podrá **consultar en la página web** www.urosario.edu.co/investigacion. **Las convenciones que encontrará a continuación y que aparecen a lo largo del texto le permitirán acceder a esta información.**

Fotografía 
Libro 

Documento 
Página web 

Leyes y sentencias 
Cuadro o gráfico 

Presentación 
Video 

Bibliografía 
Audio 

Combinación de fuerza y equilibrio



Las necesidades de coordinación, velocidad y fuerza requeridas en el desarrollo de las actividades productivas están relacionadas con los patrones de movimiento de los trabajadores; por lo tanto, cualquier alteración en dichos patrones puede traer consecuencias para el sistema de producción y para la salud.

▶▶ El movimiento humano en el trabajo

Según Castillo y Orozco, analizar el movimiento humano implica estudiar los procesos que soportan cualquier conducta de tipo motor, con el fin de explicar el control y organización de los mismos (desde la función/fisiológico) para después describirlos (a partir de la física y de lo técnico).

Para lograrlo, es esencial partir tanto de la comprensión de la noción de control motor en el estudio de las posturas y los movimientos, como de las funciones mentales y corporales que rigen dichos comportamientos. Así, para establecer cómo se origina el control motor, se debe comprender cómo el sistema nervioso central controla el movimiento, cómo la información sensorial es usada para controlarlo, y cómo todos estos procesos proporcionan información en la selectividad del movimiento.

Se trata, por lo tanto, de explicar y describir la relación entre las estrategias propias del individuo (que emergen cuando éste debe interactuar con el ambiente que le rodea) y la conducta que tome para llevar a cabo la tarea. Es necesario destacar que en el ambiente se encuentran los referentes y los determinantes en la producción del movimiento.

Ahora bien, el control motor depende de la capacidad individual para adquirir habilidades, las cuales resultan del aprendizaje de experiencias previas y enseñan al individuo a predecir la aparición de posibles cambios en el ambiente o ejecutar tareas con certeza, realizando un gasto mínimo de tiempo y energía.

Este complejo mecanismo implica que el individuo desarrolle la capacidad para coordinar sus acciones. Por ejemplo, ubicar su centro de

masa corporal dentro de la base de sustentación y ésta en relación con la gravedad, lo que significa que el movimiento humano sólo puede efectuarse si existe un sistema de referencia.

Adicionalmente, para que el movimiento sea el adecuado debe existir una integración cognitiva perfecta de los referentes a la representación corporal del trabajador (ésto incluye la integración de las limitantes funcionales de cada individuo).

Por ello, en el estudio de las lesiones osteomusculares, los investigadores aseguran que es difícil imaginar el análisis del movimiento sin considerar la existencia de un referencial. Todo movimiento está orientado y se relaciona con objetivos físicos, espaciales y cognitivos que responden a un ambiente en particular.

La selección de trayectorias espaciales o la disposición del individuo en el espacio está relacionada directamente a un referente; por lo tanto, no se puede pensar en la posibilidad de efectuar el menor movimiento sin que se disponga de un referente, sea éste cognitivo (la belleza del movimiento mismo, por ejemplo) o físico (maximizar la eficiencia mecánica del esfuerzo realizado, por ejemplo).

El desarrollo de estas habilidades debe permitir a cada individuo el control y la estabilidad a través de la detección de su centro de masa (que es un proceso de selección sensorial) y la habilidad para mover este centro de masa (que es una estrategia motriz desarrollada por cada individuo en donde el aprendizaje motor adquirido y condiciones antropométricas como peso y talla son importantes, dando lugar a procesos de estabilización de los distintos segmentos corporales).

Finalmente, esto indica que para adaptarse a una situación particular, se realizan interacciones o ajustes que deben permitir al individuo mantener equilibrado el centro de gravedad de su cuerpo y las fuerzas de reacción generadas por el piso, al tiempo que lo conserva dentro de un centro de presión (estos son los procesos que dan estabilidad al individuo).

Si se comprenden estos mecanismos de regulación del movimiento, es posible entonces describirlos desde una perspectiva física y técnica. Se acude, así, a conceptos como la cinética, que se ocupa de estudiar las fuerzas que causan movimientos, y la cinemática, que se ocupa de describir los movimientos y determinar cuáles son sus características.

Entre los elementos que controlan y producen el movimiento se consideran las fuerzas que lo causan: de gravedad, de reacción generada por el piso, de inercia; externa, y aquellas generadas por articulaciones, músculos y ligamentos. Desde el punto de vista mecánico del equilibrio entre fuerzas, resultan momentos internos y externos que permiten el movimiento a una velocidad y cadencia acorde con las exigencias del ambiente.

En síntesis, cuando un individuo se mueve, su cuerpo produce momentos internos (producidos por los músculos, ligamentos y otros tejidos) en respuesta a cargas externas (masa corporal y gravedad) resultando finalmente, en momentos externos (fuerzas de reacción del piso y otras fuerzas de inercia).

▸▸ La organización del movimiento

En el análisis del movimiento es necesario tener en cuenta, en primer lugar, que toda acción se desarrolla en un intervalo de tiempo. Por lo tanto, este elemento se convierte en el componente que permite identificar la intensidad, frecuencia, repetición, etc., con las cuales una acción se desarrolla en esta unidad de referencia.

En segunda instancia, toda acción se organiza en una estructura de precedencias que están ordenadas siguiendo criterios de eficiencia y de eficacia de la acción emprendida por el individuo, lo que explica en gran medida la diversidad de estrategias de control y de ejecución de movimientos que están presentes en el desarrollo de una tarea.

De la misma forma, es importante que la organización de la acción se relacione con el uso de conocimientos y de estrategias, estas están vinculadas, en primera instancia, con el manejo eficiente de los intervalos de tiempo disponibles y, en segunda, al uso eficiente de los recursos físicos y cognitivos de que dispone cada persona.

De esta manera, como todo individuo debe generar respuestas continuas en un ambiente determinado, las características de dichas respuestas pueden



clasificarse en dos categorías: anticipatorias (toda la actividad muscular se prepara en avance para adaptarse al ambiente o tarea) o compensatorias (la musculatura se activa para responder o contrarrestar información recibida).

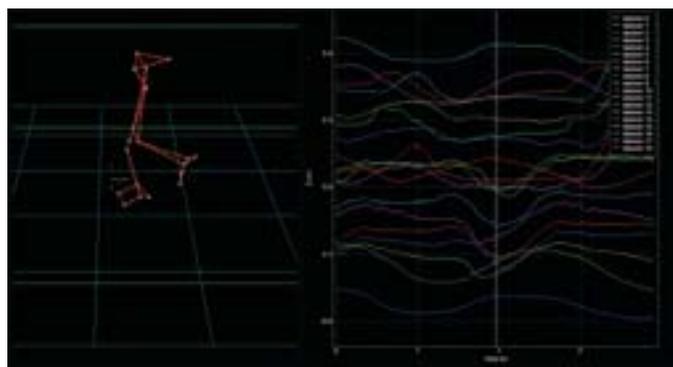
Es evidente que cuando estas habilidades son deficientes se presentan alteraciones en la biomecánica del sistema locomotor, lo cual puede acelerar la producción de futuras lesiones. Por ejemplo: cuando se realiza levantamiento de un objeto pesado es necesario que el trabajador tenga una 'respuesta anticipatoria' adecuada que le permita estabilizar el cuerpo.

En caso de que un individuo que realiza el movimiento no tenga suficiente habilidad para preparar su cuerpo, se producirán problemas de alineación y asimetrías de los segmentos corporales. En el proceso de levantamiento de carga, el efecto directo será en la columna vertebral, afirma Orozco.

▶▶ La estructura del movimiento

En el estudio de la producción de lesiones osteomusculares se deben considerar al menos tres elementos que permiten definir la estructura de un movimiento: la gestión del tiempo, la búsqueda de eficiencia y la importancia de la experiencia.

El primer elemento vincula los aspectos organizacionales, tecnológicos y cognitivos. El segundo,



Gráfica 1. El estudio del movimiento humano se basa en el análisis de las variables relativas a posición, velocidad y aceleración, a través de protocolos y modelos computacionales.

une aspectos colectivos, técnicos y operacionales. El tercero, vincula el aprendizaje, la acumulación de conocimientos y la resolución de problemas.

Estos tres elementos muestran la complejidad que se involucra en la producción de un movimiento orientado al cumplimiento de un objetivo en un contexto productivo; lo cual, finalmente, pone de relieve la necesidad de estudiar los tres elementos y sus componentes en el análisis de las lesiones osteomusculares.

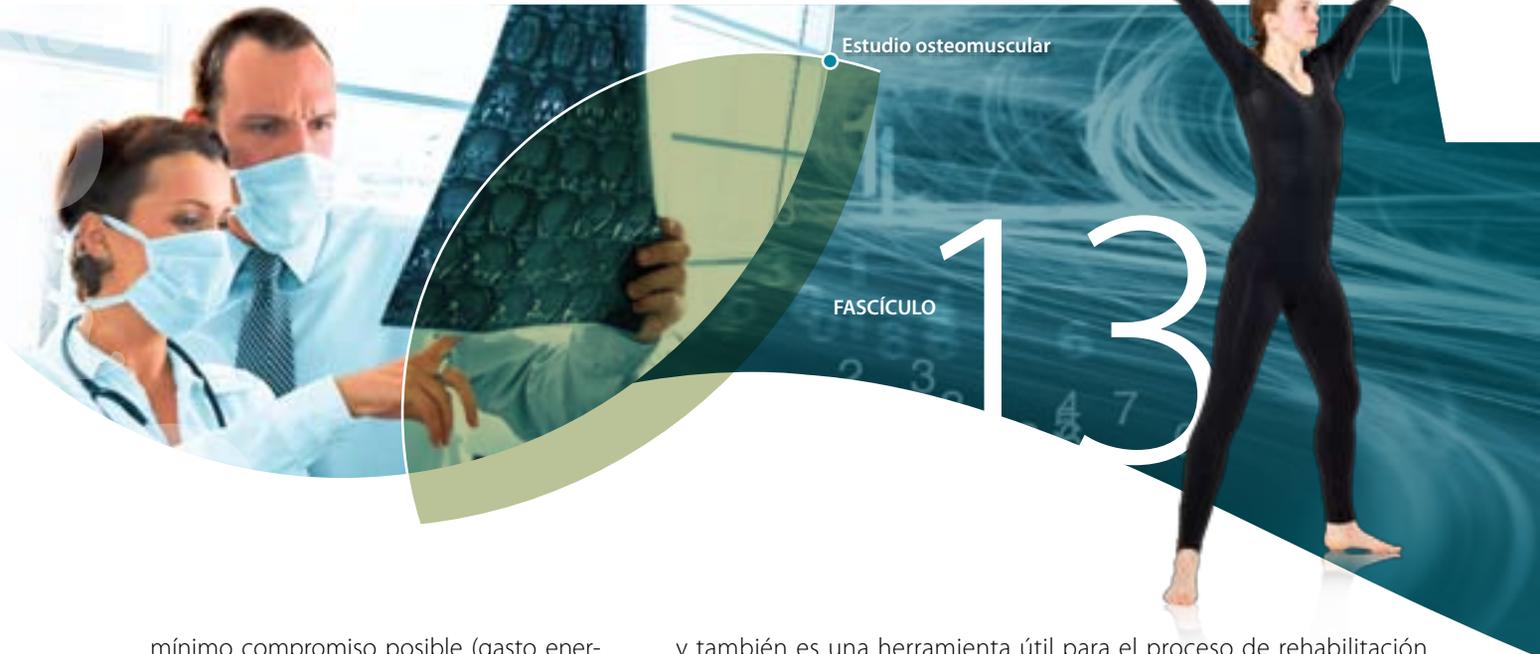
Dicho tipo de análisis permite describir las exigencias del trabajo sobre el individuo y también identificar cómo se generan las adaptaciones y respuestas desde el punto de vista del control motor para llevar a cabo su objetivo, afirma Castillo.

De otro lado, también permite estudiar todas las habilidades y compensaciones de tipo corporal que ha desarrollado un individuo, para hacer frente a las condiciones de ambiente laboral en donde debe regular la eficiencia de su actividad de trabajo con el

En el estudio de la producción de lesiones osteomusculares se deben considerar al menos tres elementos que permiten definir la estructura de un movimiento: la gestión del tiempo, la búsqueda de eficiencia y la importancia de la experiencia.

Gran exigencia muscular





mínimo compromiso posible (gasto energético, tiempo y fatiga), con el fin de resistir las demandas impuestas por la producción y a la vez preservar su salud.

▸▸ **La utilidad en el diagnóstico de enfermedad profesional**

El análisis del movimiento se convierte en un recurso básico para el estudio de la carga física y los riesgos derivados de la misma. Este es un campo que permite definir si las condiciones motrices de un individuo son suficientes al ejecutar un trabajo, así como para entender y replantearse el entrenamiento y aprendizaje que debe realizar un trabajador para el desarrollo de sus actividades laborales.

También, permite identificar las posibles causas de desordenes músculo-esqueléticos (lesiones de espalda, de hombro, de brazo, entre otras) relacionados con el gesto laboral adquirido, así como explicar procesos patológicos al relacionar el movimiento con las regulaciones del trabajador ante situaciones y referentes específicos en el trabajo.

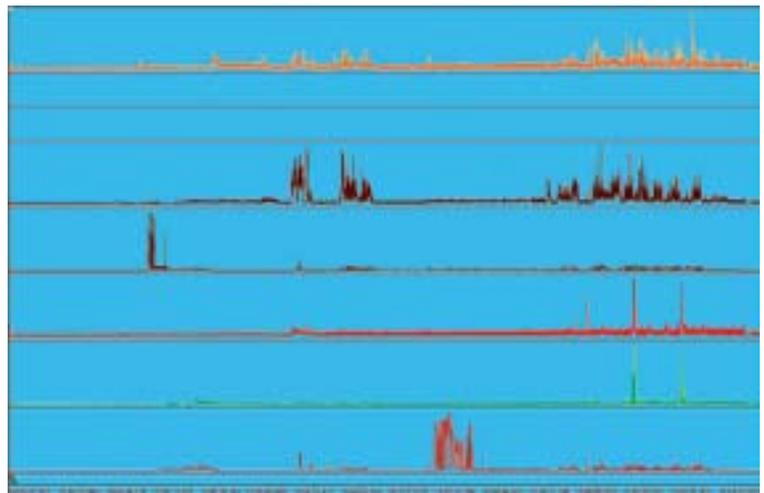
Por lo tanto, estudiar el movimiento de un trabajador en su contexto de trabajo facilita los procesos diagnósticos de enfermedad profesional (a nivel osteomuscular)

y también es una herramienta útil para el proceso de rehabilitación del trabajador, reubicación y reinserción laboral.

▸▸ **Un nuevo campo de investigación para salud de los trabajadores**

Gracias a los desarrollos recientes de la tecnología para los estudios del movimiento humano, actualmente es posible llevarlos a cabo fuera del laboratorio, incluso es posible estudiar los fenómenos mecánicos y ergonómicos asociados al movimiento en la realización efectiva de las tareas.

El uso de la tecnología Wifi, telemetría, tecnología infrarroja, así como el desarrollo de marcadores inerciales, permite que el estudio de las lesiones asociadas a movimientos repetidos se pueda llevar a cabo



Gráfica 2. Con el análisis de frecuencia y tiempo de activación de los músculos que intervienen en la producción del movimiento, es posible estudiar la actividad muscular desplegada, y por ende comprender el fenómeno de la fatiga.



puntos de referencia que permitan establecer la evolución del movimiento en el cumplimiento de una tarea.

Así, los estudios desarrollados ayudan a comprender mejor las diferencias de orden individual al tiempo que establecen la forma en que una acción se desarrolla o adapta a los cambios de orden organizacional y técnico, y precisa las exigencias físicas, mecánicas y energéticas.

Así, los estudios desarrollados ayudan a comprender mejor las diferencias de orden individual al tiempo que establecen la forma en que una acción se desarrolla o adapta a los cambios de orden organizacional y técnico, y precisa las exigencias físicas, mecánicas y energéticas.

con el uso de indicadores de movimiento articular, de registro de zonas de presión, de monitoreo de la actividad muscular, de medición de la aceleración de masas y del movimiento giratorio de segmentos, entre otros.

Estos indicadores permiten identificar, en el desarrollo de un movimiento, la actividad específica de segmentos, músculos y articulaciones en cada una de las etapas de la acción, y da acceso a la identificación de los gestos eficientes.

Esta caracterización permite precisar las formas de requerimiento físico, así como identificar las estrategias particulares a cada acción. Igualmente, permite la recolección de información objetiva acerca del compromiso físico de un individuo en la interacción con un sistema de trabajo.

Dicho análisis explicita la naturaleza y complejidad de estas interacciones, pone en evidencia de un lado el grado de compromiso físico y permite también precisar aspectos biomecánicos y antropométricos, lo que, acompañado de una codificación precisa de las tareas, proporciona un análisis multifactorial del trabajo. Estos recursos son útiles para determinar límites, intervalos y

▶▶ **Compromiso con los trabajadores colombianos**

El trabajo del Grupo de Investigación Salud, Cognición y Trabajo (GiSCYT) de la Facultad de Rehabilitación y Desarrollo Humano de la Universidad del Rosario en el desarrollo de protocolos para el estudio de desórdenes del movimiento humano en entornos productivos, ha permitido generar datos objetivos acerca de la producción de lesiones osteomusculares.

Para aplicar estos desarrollos, la Universidad del Rosario puso en marcha un laboratorio de análisis del movimiento en el trabajo, el cual utiliza instrumentos de registro telemétrico de los principales indicadores de movimiento y actividad en el trabajo.

Adicionalmente, participa en el desarrollo de una red de estudios del movimiento, conformada por clínicas y universidades de tres países latinoamericanos y tres europeos liderada por el Instituto Politécnico de Milán y el Instituto Karolinska de Suecia. El objetivo de la red es la producción de protocolos de análisis del movimiento que sean aplicables, en situaciones clínicas y en entornos laborales.

Con estas herramientas, el GiSCYT muestra un claro compromiso por seguir ofreciéndoles a los empresarios las mejores alternativas para la disminución de lesiones de sus trabajadores, con el fin de mejorar el nivel de productividad del país pero, principalmente, para el bienestar de los trabajadores colombianos. Actualmente, presta consultorías y asesorías a empresas colombianas con problemáticas que afectan la salud del trabajador, en campos específicos como el estudio e intervención en desórdenes osteomusculares entre otros.



■ Oficina de Recursos Donados

Apoyar

el crecimiento de los jóvenes
como mañana es proyectar el país
aceite en el tiempo.

La Universidad del Rosario cuenta con la Oficina de Recursos Donados, área económica y de responsabilidad social, encargada de gestionar todas las actividades relacionadas con la extensión, administración y la eficiente y efectiva aplicación de los recursos recibidos como donaciones.

Desde de los proyectos que apoyamos se encuentran:

1. Programa de Becas
2. Proyectos de Investigación
3. Proyecto de Construcción de la Sede Complementaria
4. Proyectos de Gestión Social

www.urosario.edu.co
recursos.donados@urosario.edu.co
InfoRosario: 422 5321,
01 8030 511 888



UNIVERSIDAD DEL ROSARIO

Grupo de Investigación GiSCYT – Salud, Cognición y Trabajo – Facultad de Rehabilitación y Desarrollo Humano Universidad del Rosario

Líneas de Investigación

La inclusión y la exclusión por el trabajo
Nuevas formas de trabajo y producción-aspectos
individuales, colectivos y organizacionales.

La cuestión del Riesgo y los Sistemas
de Management de la Prevención.

Los Desordenes del movimiento en actividades
productivas

Decano

Leonardo Palacios MD.

Director del Grupo de Investigación

Juan Alberto Castillo M. Mg. PhD.

Investigadores

Juan Alberto Castillo Martínez

Rene Alejandro Orozco Acosta

María Constanza Trillos Chacón

Ivonne Peñuela Díaz

María Esperanza Rodríguez Ferro

Hugo Hernán Piedrahita Lopera

Este estudio hace parte del proyecto "Training in Motion Analysis - TRAMA", financiado por la Comunidad Europea a través de las iniciativas ALFA II

Para mayor información escriba al correo electrónico
juan.castilloma@urosario.edu.co

Para profundizar en este tema,
consulte la página web

<http://www.urosario.edu.co/investigacion>

Espere el
próximo
fascículo
el 5 de Agosto



Rector Hans Peter Knudsen Q. ● Vicerrector José Manuel Restrepo A. ● Síndico Carlos Alberto Dossman M. ● Secretario General Luis Enrique Nieto A. ● Gerente Comercial y de Mercadeo Marta Lucía Restrepo T. ● Director del Programa de Divulgación Científica y Director del Centro de Gestión del Conocimiento y la Innovación Luis Fernando Chaparro O. ● Gerente del Programa de Divulgación Científica - Margarita María Rivera V. ● Periodistas Científicos - Julio Norberto Solano J. y Claudia Bedoya M. ● Diseño y Diagramación Ekon7 - Juan Manuel Rojas De La Rosa ● Corrección de Estilo - Editorial Universidad del Rosario ● Impresión OP Gráficas ● Pre-prensa y circulación El Tiempo.

ISSN 1909-0501

