

LA POSICIÓN DE LA PELVIS COMO DETERMINANTE DE
ALTERACIONES BIOMECÁNICAS ASOCIADAS A DOLOR
LUMBAR, SINDROME PATELOFEMORAL Y DOLORES
DE CRECIMIENTO EN NIÑOS Y JÓVENES DE
MEDELLÍN

EXPERIENCIA A PARTIR DEL DISEÑO DEL ESTUDIO Y DE LA
APLICACIÓN DE UNA PRUEBA PILOTO

ALEJANDRA LOPERA ESCOBAR

UNIVERSIDAD CES
PROGRAMA DE FISIOTERAPIA

MEDELLIN
2010

LA POSICIÓN DE LA PELVIS COMO DETERMINANTE DE ALTERACIONES BIOMECÁNICAS ASOCIADAS A DOLOR LUMBAR, SÍNDROME PATELOFEMORAL Y DOLORES DE CRECIMIENTO EN NIÑOS Y JÓVENES DE MEDELLÍN

EXPERIENCIA A PARTIR DEL DISEÑO DE ESTUDIO Y APLICACIÓN DE UNA PRUEBA PILOTO

INVESTIGADORES

***VELEZ PATIÑO, Jorge Augusto:** Medico (MD) Ortopedista, Especialista en Columna, Docente Invetigador UNIVERSIDAD CES. saludaxial@une.net.co

***RIOS SANCHEZ, Lina María:** Fisioterapeuta (FT), Especialista Pedagogía, Candidata a Magister en Discapacidad. Docente Investigadora UNIVERSIDAD CES. mrios@ces.edu.co

* **DIAZ, Christian:** Ingeniero Biomédico, Magister em Ingeniería Informática. Investigador de Laboratorio de Análisis de Movimiento ESCUELA DE INGENIERÍA DE ANTIOQUIA EIA – UNIVERSIDAD CES. bmchdia@eia.edu.co

COINVESTIGADORES

ARIAS PEREZ, Ana María; JARAMILLO GIRALDO, Catalina; LOPERA ESCOBAR, Alejandra; TABORDA MARÍN, Diana; RESTREPO GUZMAN, Nora Mileth: Estudiantes de Pregrado en Fisioterapia UNIVERSIDAD CES – UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES UAM (Cohorte 2005 – 1)

RESUMEN

Objetivo: Determinar la correlación entre la posición de la pelvis y la presencia de dolor lumbar, síndrome patelo-femoral y dolores del crecimiento en niños y jóvenes en edades comprendidas entre 6 y 17 años de edad de la ciudad de Medellín.

Tipo de estudio: El estudio consiste en una investigación analítica de casos y controles con una relación 1: 1.

Resultados: Fue necesario definir una variable cuantitativa que a partir de los marcadores reflectivos ubicados en el sujeto, pudiera definir un valor de curvatura de la columna en flexión, con el propósito de tomar las coordenadas en la imagen de siete marcadores ubicados en la columna, calculando así, los parámetros de un círculo cuya circunferencia pasa por dichos marcadores y a partir de esto se obtiene el ángulo de circunferencia que determinará realmente la posición de la pelvis. Al realizar la prueba piloto real en el Colegio, con las modificaciones de los marcadores y resortes propuestas en la primera prueba; el proceso de colocación de marcadores y toma de fotografías fue más ágil, el equipo evaluador estaba repartido por funciones específicas, el abordaje de los

niños fue sencillo, y la dinámica de trabajo entre recibimiento de los niños, ubicación de marcadores, toma de fotos y aplicación de pruebas de evaluación de fuerza y flexibilidad fue muy coordinada y organizada. Las dificultades evidentes surgieron al ingresar datos de cada niño al software.

Conclusiones: La creación y modificación al Software CorpoMed es el principal avance de este estudio. Es una herramienta útil para el diagnóstico y evolución en salud. Si bien, los problemas encontrados en la prueba piloto y en las múltiples revisiones al Software han sido numerosos, la corrección y las modificaciones oportunas al mismo, han hecho posible que sea hoy, un elemento tecnológico trascendental y básico para esta y para otras investigaciones.

PALABRAS CLAVES: Dolor lumbar, síndrome patelofemoral, dolores de crecimiento, posición de la pelvis.

ABSTRACT

Objective: To determine the correlation between the position of the pelvis and the presence of lumbar pain syndrome, patella femoral pain and femoral growth pain in children and young people between 6 and 17 years of age in Medellín.

Type of study: The study consists of an analytical investigation of cases and controls with a 1: 1 relationship.

Results: It was necessary to define a quantitative variable from reflective markers placed on the subjects. This variable could define a value of spine's curvature in flexion, in order to take the coordinates in the image of seven markers located in the column, thus calculating the parameters of a circle whose circumference passes through the marker and from this is the angle of circumference that actually determine the position of the pelvis. In conducting the pilot in college, with the markers and springs changes proposed previously, the process of markers placement and taking pictures was more agile, the assessment team was divided in specific functions, and at the end, the reception of children, markers placement, taking photos and strength and flexibility tests application was very organized and coordinated.

Conclusions: The creation and modification CorpoMed Software is the main result so far in this study. It is an extremely valuable tool in the diagnosis and developments in health area. Although the multiple problems were found in the pilot test in all related with Software, the appropriate correction and modifications due to it, made The CorpoMed Software a basic and important technological tool for this and other investigations.

KEY WORDS: Low Back Pain, Patellofemoral Syndrome, Growth Pain, Pelvis Position.

INTRODUCCION

El dolor lumbar, el síndrome patelo-femoral y los dolores de crecimiento son afecciones de creciente incidencia y prevalencia en los niños y adolescentes actualmente (1), presentando alteraciones funcionales con repercusiones en la calidad de vida de los mismos que comprometerán la vida adulta al generar compensaciones músculo esqueléticas como respuesta adaptativa al estrés físico.

La pelvis es tomada como el centro del cuerpo, dado que a partir de ella se determina la alineación de miembros inferiores y de columna, en consecuencia se busca determinar la posición de la pelvis como base etiológica de las dolencias previamente mencionadas, razón de esta investigación (2).

Para corroborar la hipótesis trazada se plantea el desarrollo de un estudio analítico de casos y controles. Los casos están conformados por un grupo de niños y niñas entre los 6 - 17 años de edad quienes en algún momento de su vida hasta la recolección de los datos hayan presentado dolor lumbar, dolores de crecimiento o dolor en rodillas reportado por sus padres o acudientes. Los controles se encuentran constituidos con las mismas características en cuanto a la edad pero asintomáticos.

El presente estudio busca determinar la correlación entre la posición de la pelvis y la presencia de dolor lumbar, síndrome patelo-femoral y dolores del crecimiento en niños y jóvenes en edades comprendidas entre 6 y 17 años de edad de la ciudad de Medellín.

El dolor lumbar es un síndrome común en la población adulta, tiende a manifestarse frecuentemente con episodios repetitivos. La prevalencia del dolor de espalda de acuerdo a la publicación realizada por Galo (2005) a los 11 años corresponde a un 11.6% de la población y progresa hasta un 50.4% a los 15 años de edad (incidencia anual de un 11.8%). En el 40% de los casos la causa del dolor es orgánica (3). Sin embargo, el dolor de espalda sin causa orgánica se evidencia alrededor del 60%. Un 23% de los niños con dolor de espalda llega a consultar al médico. Un 50% de los niños que han sufrido dolor de espalda volverán a tenerlo y un 8% tendrán una evolución crónica. Un 25% deja de ir al colegio en algún momento debido a este dolor y un 86% de los pacientes con un dolor recurrente tienen dificultades para realizar actividades propias de su edad (3).

Los dolores de crecimiento, mejor llamados dolores de miembros inferiores es uno de los motivos de consulta más frecuente en pediatría (4). Son un

síndrome doloroso de etiología desconocida muy prevalente en la infancia, ya que entre un 10 y un 20% de los niños de entre 3 y 10 años los padecen. Su frecuencia es similar en niñas y en niños. Su denominación es incorrecta ya que no guardan relación con la velocidad de crecimiento ni con el cierre de los centros de crecimiento óseo (4).

En cuanto al dolor anterior de rodilla o síndrome patelo-femoral, frecuente en adolescentes y está favorecido por el desequilibrio producido entre el crecimiento óseo y el de tejidos blandos; de modo que, al ser más rápido el primero se produce una inestabilidad rotuliana (5).

Clínicamente, se manifiesta con dolor en zona prerrotuliana y perirrotuliana al subir escaleras, después de haber estado sentado mucho tiempo o haber andado en bicicleta.

Teniendo en cuenta que la flexión o anteversión de la pelvis se establece como una necesidad para la adopción de los diversos patrones motrices, dado que el ser humano ejecuta la gran mayoría de sus actividades en flexión (2), el problema radica en que la acción flexora no es contrarrestada por la extensora, generando desequilibrios musculares en la pelvis. Según Sherrigton (6): *“Para que un músculo agonista se contraiga, su antagonista se tiene que relajar; sin embargo una acción sostenida y prolongada de la musculatura flexora inhibe no sólo biomecánica, sino neurológicamente a su antagonista extensora”*. Como consecuencia, sucede un acortamiento muscular del psoas iliaco, de los músculos isquiotibiales, del recto anterior femoral y otros. Es decir, que a mayor flexión o anteversión pélvica, mayor lordosis lumbar; alterándose la alineación de los miembros inferiores y la adecuada alineación corporal en general.

Lo anterior se constituye en el fundamento teórico principal de esta investigación, dando origen a determinadas variables de análisis que pretenden relacionar la presencia de los síndromes mencionados con la posición de la pelvis.

Para la medición de todas las variables biomecánicas que serán tenidas en cuenta, se desarrolló un sistema especializado en la cuantificación de dichas medidas, que cuenta con un alto grado de precisión (CORPOMED) y que fue desarrollado por el ingeniero biomédico como uno de los investigadores de este estudio.

Este sistema hace uso de técnicas de procesamiento de imágenes para la identificación de marcas reflectivas que son ubicadas sobre puntos anatómicos específicos del sujeto. A partir de estas marcas anatómicas el software aplica cálculos matemáticos y geométricos con el fin de determinar variables

relacionadas con la postura del sujeto. Adicional a esto, el software tiene implementada una base de datos donde se almacena información clínica y biomecánica del sujeto, así como datos generales.

Las mediciones ejecutadas por el software, serán complementadas con pruebas semiológicas de función muscular y flexibilidad en la totalidad de la población objeto que respaldarán los resultados obtenidos en el análisis postural.

El presente artículo describe la experiencia obtenida a partir de la estructuración de esta investigación, el entrenamiento del equipo evaluador y de la aplicación de una prueba piloto, que ha dado lugar a una serie de modificaciones primordiales, tanto en la información en la que está sustentada como en el método, lo que ha permitido controlar una serie de sesgos y asegurar unos resultados más confiables.

METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

GENERALIDADES

El estudio consiste en una investigación analítica de casos y controles con una relación 1: 1.

El proyecto consta de 2 fases; una tecnológica y una clínica. En la fase 1 se llevó a cabo el desarrollo del software CorpoMed, posterior a éste se iniciaron las sesiones de entrenamiento, asesoría y pruebas piloto desarrolladas entre los meses de febrero y abril de 2009, donde se aplicó el instrumento en estudiantes en edades comprendidas entre los 6 y los 17 años (edad escolar) del colegio Colombo Británico de Envigado.

La segunda fase se iniciará con la selección del grupo de casos conformado por pacientes en edades de 6- 17 años diagnosticados con síndrome patelofemoral, dolor lumbar y dolores de crecimiento en el *Hospital Pablo Tobón Uribe*, y el grupo control que se obtuvo del colegio Colombo Británico de Envigado, conformado por niños entre 6 y 17 años, que comparten características similares a los casos, pero son asintomáticos.

La captación de la muestra para el grupo control (sujetos asintomáticos) se ejecutó mediante la aplicación de una encuesta en el colegio Colombo Británico de Envigado en el mes de octubre de 2008; para seleccionar los individuos debían cumplir los siguientes criterios de inclusión: Edad: 6-17 años, presencia de dolor lumbar, dolores de crecimiento o en las rodillas, capacidad de entender las instrucciones, un desarrollo motriz y cognitivo normal, consentimiento informado. Entre los criterios de exclusión se encuentran: Consumo habitual de analgésicos, niños en tratamiento para el problema de estudio, malformaciones en columna, cadera o extremidades, cirugía en las regiones anatómicas de estudio, antecedentes de trauma severo.

La prueba piloto fue desarrollada por el equipo investigador y el grupo de apoyo, conformado por estudiantes de último año de pregrado en Fisioterapia de la UNIVERSIDAD CES – convenio UAM. Gracias a esta prueba piloto y al entrenamiento del equipo evaluador se pudo valorar la calidad del instrumento, la pertinencia del cuestionario, la duración y facilidad en ser diligenciado, la calidad de la base de datos y la duración en la digitación.

SOFTWARE CORPOMED.

Para la toma de medidas biomecánicas necesarias para el proyecto en cuestión se desarrolló un software especializado. El software hace uso de herramientas de procesamiento de imágenes, visión por computador y biomecánica para el cálculo de las medidas y el manejo de la información de los pacientes. El proceso de diseño y desarrollo del software CorpoMED estuvo compuesto por varias etapas de desarrollo, propias de todo proyecto de software.

Definición de los requerimientos del software: Para desarrollar un sistema que cumpliera con las expectativas del proyecto a realizar, se desarrollo una primera etapa donde el equipo de investigadores y coinvestigadores definieron los requerimientos que debía cumplir el sistema CorpoMED. Dichos requerimientos son los siguientes:

Medición de las variables biomecánicas:

- ✓ Inclinación Cabeza en el plano lateral y anterior.
- ✓ Lordosis Cervical.
- ✓ Cifosis Dorsal.
- ✓ Lordosis Lumbar.
- ✓ Inclinación Pelvis en el plano lateral y anterior.
- ✓ Flexión - Extensión Cadera.
- ✓ Flexión - Extensión Rodilla.
- ✓ Dorsiflexión – Flexión plantar.
- ✓ Altura Cabeza Anterior.
- ✓ Altura Cabeza Posterior.
- ✓ Altura Espina Iliaca AnteroSuperior en el plano anterior y lateral.
- ✓ Altura Espina Iliaca PosteroSuperior en el plano anterior y lateral.
- ✓ Regla de Piollet. (7)
- ✓ Ángulo de Curvatura de la columna
- ✓ Altura Dedos Piso en flexión lumbar.
- ✓ Inclinación Talle en el plano anterior.
- ✓ Inclinación Rodillas en el plano anterior.
- ✓ Inclinación Tobillos en el plano anterior.
- ✓ Altura Centro Angulo de Talle Derecho en el plano anterior.
- ✓ Altura Centro Angulo de Talle Izquierdo en el plano anterior.
- ✓ Altura Articulación Acromioclavicular Derecha e izquierda en el plano anterior.
- ✓ Distancia Intercondilar Interna.
- ✓ Distancia Intermaleolar Interna.
- ✓ Ángulo Q y ángulo varo – valgo.

Almacenamiento de datos personales del paciente:

- ✓ Nombres y apellidos.
- ✓ Número de identificación.

- ✓ Fecha de nacimiento.
- ✓ Dirección, Teléfono y correo electrónico.
- ✚ *Almacenamiento de información clínica del paciente:*
 - ✓ Medidas de flexibilidad y fuerza de los músculos.
 - ✓ Antecedentes clínicos.
- ✚ *Almacenamientos de las variables biomecánicas medidas por paciente.*
- ✚ *Visualización de los resultados de las variables biomecánicas.*
- ✚ *Generación de los reportes:*
 - ✓ Medidas biomecánicas por paciente.
 - ✓ Información básica y clínica por paciente.
 - ✓ Lista de pacientes que coinciden en un rango de determinada medida biomecánica y medida de flexibilidad.
 - ✓ Lista de paciente que coinciden en un rango de determinada medida biomecánica y medida de fuerza.

Planteamiento, Diseño y construcción de los componentes de software:

A partir de estos requerimientos funcionales, se planteó y diseñó un sistema para la evaluación biomecánica. El sistema programado está compuesto básicamente por tres componentes:

✓ *Configuración Física del Sistema:*

Como se mencionó anteriormente, el objetivo básico del sistema es identificar ciertos puntos anatómicos del paciente y basados en estos realizar ciertos cálculos matemáticos para así poder definir ciertas variables biomecánicas. Con el fin de poder definir dichos puntos anatómicos sobre el paciente de una forma rápida y precisa, se recurrió al principio básico de funcionamiento de los sistemas de análisis de movimiento, el uso de cámaras fotográficas. De igual manera aplican algoritmos de detección de marcadores para determinar automáticamente en que sitios hay marcas reflectivas dentro de la imagen. De esta manera el sistema desarrollado está compuesto por un cámara fotográfica la cual permite la adquisición de la imagen, varios conjuntos de marcadores reflectivos los cuales son ubicados sobre el paciente, los niños en pantaloneta y las niñas en licra y top o traje de baño de 2 piezas, esto con el fin de ubicar los marcadores sobre los relieves óseos y dar exactitud a la toma de las medidas biomecánicas. Los niños estarán acompañados de su acudiente durante la ubicación de marcadores y toma de fotografías.

El sistema permite el análisis de tres planos, el plano anterior, lateral en bipedestación y lateral en flexión. Adicional, a esto para medir las variables biomecánicas relevantes en cada plano fue necesario plantear un juego de marcadores particular.

El cuarto estará adecuado con un telón de fondo de color oscuro y opaco ubicado detrás del paciente, el cual ayuda y facilita la identificación de los marcadores. La cámara está ubicada en frente del paciente a una distancia de aproximadamente 4 metros. En la siguiente figura se puede observar la configuración física del sistema.

En la siguiente tabla se define el juego de marcadores utilizado por el sistema CorpoMED (CUADRO 1).

CUADRO 1

Abreviación	Descripción
CD y CI	Marcadores ubicados en la sección lateral derecha e izquierda de la cabeza, encima de la oreja
HD y HI	Marcadores ubicados en el hombro derecho e izquierdo
TD y TI	Marcadores ubicados en el talle derecho e izquierdo
EIASD y EIASI	Marcadores ubicados en la espina iliaca anterosuperior derecha e izquierda
EFLD y EFLI	Marcadores ubicados en el epincondilo femoral lateral derecho e izquierdo
CRD y CRI	Marcadores ubicados en el centro de la rotula derecha e izquierda
EFMD y EFMI	Marcadores ubicados en el epicondilo femoral medial derecho e izquierdo
TTD y TTI	Marcadores ubicados en las tuberosidades tibiales derecha e izquierda
MLD y MLI	Marcadores ubicados en el maleolo lateral derecho e izquierdo
MMD y MMI	Marcadores ubicados en el maleolo medial derecho e izquierdo
C_{Pos} y C_{Ant}	Marcadores ubicados en la parte posterior y anterior de la cabeza
$Col_1 - Col_5$	Marcadores distribuidos en la columna desde C3 hasta el sacro
$EIPS$	Marcador ubicado en la espina iliaca postero superior
TM	Marcador ubicado en el trocanter mayor
CAL	Marcador ubicado en el calcaneo distal
MET_5	Marcador ubicado en la parte lateral de la quinta cabeza metatarsal
$Mano_{Der}$	Marcador ubicado en la punta de la mano derecha
$GROUND_1$ y $GROUND_2$	Marcadores ubicados en el suelo



Ubicación lateral de los marcadores

MEDICIÓN DE FUERZA Y FLEXIBILIDAD

Para la ejecución de las pruebas, dos evaluadores (estudiantes de fisioterapia) realizaron las pruebas de fuerza y flexibilidad aplicando un formato de valoración, según Kendall* que incluye la valoración de fuerza de los músculos: extensores de columna lumbar y dorsal (paraespinales), extensores de cadera (glúteo mayor), flexores de tronco (recto abdominal) y flexores de cadera (psoas iliaco). Y para flexibilidad se aplicaron los test de Thomas, Ely, y de extensión de pierna recta, (psoas iliaco, recto anterior e isquiotibiales respectivamente).

RESULTADOS OBTENIDOS

NUEVA VARIABLE CUANTITATIVA

Durante las sesiones de entrenamiento del equipo evaluador, y estimación del instrumento, surgió la necesidad de definir una variable cuantitativa que a partir de los marcadores reflectivos ubicados en el paciente, pudiera definir un valor de curvatura de la columna en flexión, con el propósito de tomar las coordenadas en la imagen de siete marcadores ubicados en la columna, calculando así, los parámetros de un círculo cuya circunferencia pasa por dichos marcadores y a partir de esto se obtiene el ángulo de circunferencia que determinará realmente la posición de la pelvis.(7)

MODIFICACIÓN DEL TAMAÑO DE LOS MARCADORES

La prueba piloto realizada en el laboratorio de sabaneta, con 2 niñas y un niño, permitió que el grupo evaluador realizara la ubicación de los marcadores, en donde se encontraron dificultades para adherir los marcadores al cuerpo de los niños, debido a que los resortes eran muy grandes;

Por otra parte, el tamaño de los marcadores era tan grande que no permitía la representación de los puntos anatómicos necesarios para la toma de medidas. Es decir que fue necesario modificar los marcadores, haciéndolos más pequeños para que se acomoden a las estructuras anatómicas de los niños, y las medidas arrojadas por el software fueran veraces para el análisis postural.

ESTABLECIMIENTO DEL PROCESO DE RECOLECCION DE DATOS

Así mismo para tomar la fotografía, se detectaron dificultades por la altura de la cámara la cual debía variar dependiendo de la estatura de los niños, al igual que la distancia entre la cámara y el telón. Se determinó también un orden específico de las 3 fotos (primero la vista anterior, segundo la lateral y tercero lateral en flexión) para facilitar la descarga y análisis de cada foto de los niños.

Además se reconoció que los niños requieren más tiempo para lograr la ubicación exacta de los marcadores, explicarles como deben pararse, mantener la posición y tolerar las molestias que le pueden causar los resortes de los marcadores.

Al realizar la prueba piloto real en el Colegio, con las modificaciones de los marcadores y resortes propuestas en la primera prueba; el proceso de colocación de marcadores y toma de fotografías fue más ágil, el equipo evaluador estaba repartido por funciones específicas, el abordaje de los niños

fue sencillo, y la dinámica de trabajo entre recibimiento de los niños, ubicación de marcadores, toma de fotos y aplicación de pruebas de evaluación de fuerza y flexibilidad fue muy coordinada y organizada.

REFORMAS DEL SOFTWARE

Para el ingreso de las fotos en el software, la opción de ingresar paciente no permitía el registro de ningún dato, lo que impedía relacionar el grupo de fotos con los datos del niño correspondiente.

Al realizar el análisis de las fotos en las 3 vistas, (anterior, lateral y lateral en flexión) las medidas tomadas no quedaban almacenadas en conjunto, si no divididas, como si fueran de diferentes sujetos, dando lugar a otro error del software.

Para perfeccionar el software y corregir los errores al ingreso de datos del paciente, se sugirieron nuevas variables y nuevos datos que complementarían la base de datos. Dichos cambios del software fueron realizados por el ingeniero biomédico en un periodo de 15 días, para poder continuar con el cronograma.

DETECCIÓN DE SESGO

Al aplicar el cuestionario a los niños, específicamente las preguntas sobre presencia de dolor, los niños respondían de manera inconsistente, no recordaban haber sentido dolor, o referían sentir dolor por haber realizado alguna actividad. La detección de este sesgo, obligó al equipo investigador a pensar en la opción de modificar la muestra correspondiente al grupo sintomático.

EVALUACIÓN DE FUERZA Y FLEXIBILIDAD

Durante la aplicación de las pruebas piloto se realizó previa estandarización y entrenamiento en pruebas específicas de flexibilidad y fuerza muscular, donde se observó un adecuado método evaluativo en un tiempo corto, siendo este un proceso ágil, coordinado, eficiente y exitoso; dándole veracidad a los resultados que arrojaran en el desarrollo real del proyecto.

ESTADO ACTUAL DEL PROYECTO

El grupo investigador encontró necesario desarrollar la captación de la muestra de sujetos sintomáticos, en una institución de salud, de alta calidad que proporcionara los registros clínicos de usuarios con historia comprobada de dolor lumbar, dolor anterior de rodilla y dolores de crecimiento.

Se presento el proyecto al comité de investigación del Hospital Pablo Tobón Uribe (HPTU), para tener acceso al expediente de salud de los usuarios que hayan consultado por cualquiera de las entidades patológicas en estudio.

El comité de ética del HPTU, sugirió realizar modificaciones y especificaciones de la estructura del proyecto. Actualmente se implementan estas condiciones propuestas por el HPTU, realizando los cambios necesarios para presentar nuevamente el proyecto.

DISCUSIÓN

Este es un proyecto de investigación que tiene su origen hace ya, más de una década, dado que el investigador principal ha concluido sus observaciones y hallazgos referentes a este tema, como producto del ejercicio de su práctica profesional. Sin embargo, comenzó una estructuración más clara hacia el año 2004.

Desde entonces, ha implicado un arduo proceso, debido a las numerosas modificaciones principalmente metodológicas que han sido requeridas según los estamentos de Investigación y de Ética de la Universidad CES, además de los requisitos solicitados en los lugares donde se ha pretendido aplicar las pruebas.

En el año 2008 se unen al equipo de trabajo, cinco estudiantes de séptimo semestre del Pregrado en Fisioterapia de la Universidad CES, y se inicia una revisión rigurosa al componente escrito de la investigación, por medio de asesorías del investigador principal con un asesor epidemiológico y otras de las estudiantes con los investigadores principales concerniente a la metodología de la investigación y al referente temático de la misma. El principal objetivo de dichas asesorías fue la unificación de criterios temáticos y metodológicos por parte de todos los integrantes del equipo de investigación.

Luego, hacia la segunda mitad del año 2008 se enfatiza la creación del Software CorpoMed por los investigadores principales y las estudiantes con los recursos físicos que facilitó el Laboratorio de Análisis del Movimiento Corporal Humano (CES- EIA). Y, finalmente a inicios del año 2009 fue posible entonces realizar una prueba piloto en varias sesiones, que ha sido el punto clave desde entonces en la re-estructuración de todo el estudio según los hallazgos.

Como resultado de todo este proceso el logro más importante hasta ahora es el desarrollo y la continua transformación del Software CorpoMed, una herramienta supremamente valiosa en cuanto al diagnóstico y a la evolución en el Campo de la Salud. Si bien, los problemas encontrados en la prueba piloto y en las múltiples revisiones al Software han sido numerosos y han contribuido al retraso del estudio, la corrección y las modificaciones oportunas al mismo, han hecho posible que sea hoy, un elemento tecnológico trascendental para esta y para muchas otras investigaciones. Además, se espera que con la correcta utilización del mismo, se logren validar y justificar los fines para los que fue creado y se posicione como una herramienta confiable y accesible en el medio.

Además se ha logrado la constitución exitosa de un grupo interdisciplinario (Medicina, Fisioterapia e Ingeniería Biomédica) que ha sido el responsable de la creación de CorpoMed, una herramienta que aparece en un contexto de salud como el de Antioquia, donde la tecnología en el análisis del movimiento corporal humano es escasa. La principal fortaleza en este grupo es el hecho de poder contar con conocimientos provenientes de diferentes épocas, métodos y puntos de vista.

Por otra parte, el hecho de no haber materializado la recolección de los datos, no significa que no se hayan logrado avances definitivos e igualmente valiosos. Ya que, un proceso lento como el que se ha llevado ha permitido que sea planificada la ejecución de esta recolección con mucho más control de los sesgos, es decir, que los datos y resultados que sean arrojados cuenten con una mayor confiabilidad y el estudio podrá tener entonces, un mayor impacto.

De acuerdo al proceso investigativo no es posible aun realizar una comparación oportuna y clara de los resultados con otras investigaciones similares o complementarias a ésta, debido a que el proceso investigativo no ha arrojado resultados contundentes de las pruebas piloto realizadas ya que fueron un medio de identificación de errores metodológicos que promovieron modificaciones importantes para la continuidad adecuada de la investigación.

El desarrollo del estudio investigativo hasta la actualidad ha contado con el aporte continuo desde el área de Fisioterapia, por lo que se proyecta como un avance no sólo a nivel científico sino como un aporte a la valoración integral que realiza el fisioterapeuta en su quehacer cotidiano. Determinar si la hipótesis de investigación es correcta o incorrecta conducirá a la reestructuración y clarificación de muchas dudas que surgen al momento de plantear un tratamiento adecuado y personalizado para el dolor lumbar no especificado, dolores de crecimiento o dolor anterior de rodilla en niños y adolescentes, teniendo en cuenta algunas de estas dolencias pueden tornarse crónicas con el paso de los años hasta mantenerse en la edad adulta.

CONCLUSIONES

- ✓ La infancia como etapa de surgimiento y de evolución de las capacidades físicas, motrices y socio afectivas, por tanto debe ser construida desde un proceso de salud adecuado que priorice el desarrollo integral del niño; es por esta razón todo factor que altere o cambie las características de este proceso deben ser identificado y tratado oportunamente para que a largo plazo no se transforme en entidades patológicas que necesiten de tratamientos más complejos, como lo es el dolor lumbar y el dolor anterior de rodilla.
- ✓ De acuerdo al método de selección aplicado en la población escolar; la presencia de dolor lumbar, dolor anterior de rodilla y dolores de crecimiento en niños y jóvenes ha generado la aparición de alteraciones en cuanto a funcionalidad y calidad de vida, que se manifiestan en adaptaciones posturales que conllevan compensaciones y comprometen de manera más relevante la condición músculo esquelética del niño y adolescente.
- ✓ La adecuada estructuración de la metodología en el proyecto investigativo se convierte en la guía de todo el proceso, orientando de manera apropiada y concreta el desarrollo de éste, brindando solidez y veracidad a la investigación misma y a los resultados que llegase a arrojar. Por tal motivo, es necesario realizar los ajustes necesarios al aporte metodológico antes y durante la ejecución de la investigación, perfeccionando de esta manera todo el proceso.
- ✓ Es pertinente estandarizar y establecer apropiadamente los grupos en estudio favoreciendo un mayor acercamiento a datos estadísticamente significativos relacionados con el objeto de la investigación y brindar continuidad a la misma.
- ✓ Las escalas utilizadas para la evaluación fisioterapéutica de fuerza y flexibilidad aplicadas durante la prueba piloto fueron acertadas y se ajustaron a las necesidades planteadas como complemento del objeto de estudio de la investigación, sin embargo queda constatar su eficacia con toda la población a evaluar.

AGRADECIMIENTOS

A los investigadores principales, a la UNIVERSIDAD CES, a la Universidad Autónoma de Manizales UAM, a las docentes de Cátedra de Investigación, al Colegio Colombo Británico de Envigado.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) Jones GT, Macfarlane GJ. **Epidemiology of low back pain in children and adolescents.** Arch Dis Child 2005 ; 90(3): 312-6.
- (2) Hungria Filho JS, **Postura: A primazia da pelvis no seu condicionamento e na correcao de seus desvios.** Revista brasileira de ortopedia 1986; 21(6) 236-242.
- (3) GALO FONTECHA, César. **DORSOLUMBALGIA EN EL NIÑO. ENFOQUE PARA EL PEDIATRA.** Enero de 2005. Disponible en: www.traumatologiainfantil.com
- (4) R. Garrido y C. Luaces. **Cojera en la infancia.** Pediatría en Atención Primaria. Doyma 2003
- (5) GUERRERO FERNÁNDEZ, J. **Dolores de crecimiento.** InfoFAMILIA. El Portal Médico para Padres de la Asociación Española de Pediatría. Hospital infantil La Paz, Madrid. Enero 2007. Asociación Española de Pediatría. <http://www.aeped.es/infofamilia>
- (6) González JL. **Tratamiento de la columna vertebral en la educación secundaria obligatoria.** Rev Int Med Cienc Act. FIS-Deporte 2000 ISSN: 1577-0354
- (7) Compendio de Gimnasia correctiva. Escrito por Francesco Tribastone, Mario Lloret Riera Publicado por Editorial Paidotribo, 1991. ISBN 8486475791, 9788486475796.
- (8) KENDALL, Peterson Florence; McCREARY, Kendall Elizabeth; PROVANCE, Geise Patricia. **KENDALL's MÚSCULOS, PRUEBAS Y DOLOR MUSCULAR.** 4a Ed. Editorial MARBAN.

ANEXOS

1. FOTOGRAFÍAS PRUEBA PILOTO EN COLEGIO COLOMBO BRITANICO DE ENVIGADO.



Fotografía en vista anterior



Fotografía en vista lateral



Fotografía en vista lateral en flexión.

2. COMPONENTES DEL SOFTWARE

The screenshot displays a patient registration form with two main sections: 'Datos Personales' and 'Datos Médicos y de Afiliación'. The 'Datos Personales' section includes fields for 'Número', 'Apellido 1', 'Sexo', 'Fecha Nacimiento', and 'Identificación'. The 'Datos Médicos y de Afiliación' section includes fields for 'Número', 'Apellido 1', 'Sexo', 'Fecha Nacimiento', and 'Identificación'. Below the form, there are buttons for 'Consultar' and 'Grabar'.

Section	Field	Value
Datos Personales	Número	0206183695
	Apellido 1	Leónida
	Sexo	M
	Fecha Nacimiento	02/02/2002
	Identificación	0206183695
Datos Médicos y de Afiliación	Número	0206183695
	Apellido 1	Leónida
	Sexo	M
	Fecha Nacimiento	02/02/2002
	Identificación	0206183695

The screenshot displays a patient registration form with two main sections: 'Datos Personales' and 'Datos Médicos y de Afiliación'. The 'Datos Personales' section includes fields for 'Número', 'Apellido 1', 'Sexo', 'Fecha Nacimiento', and 'Identificación'. The 'Datos Médicos y de Afiliación' section includes fields for 'Número', 'Apellido 1', 'Sexo', 'Fecha Nacimiento', and 'Identificación'. Below the form, there are buttons for 'Consultar' and 'Grabar'.

Section	Field	Value
Datos Personales	Número	0206183695
	Apellido 1	Leónida
	Sexo	M
	Fecha Nacimiento	02/02/2002
	Identificación	0206183695
Datos Médicos y de Afiliación	Número	0206183695
	Apellido 1	Leónida
	Sexo	M
	Fecha Nacimiento	02/02/2002
	Identificación	0206183695

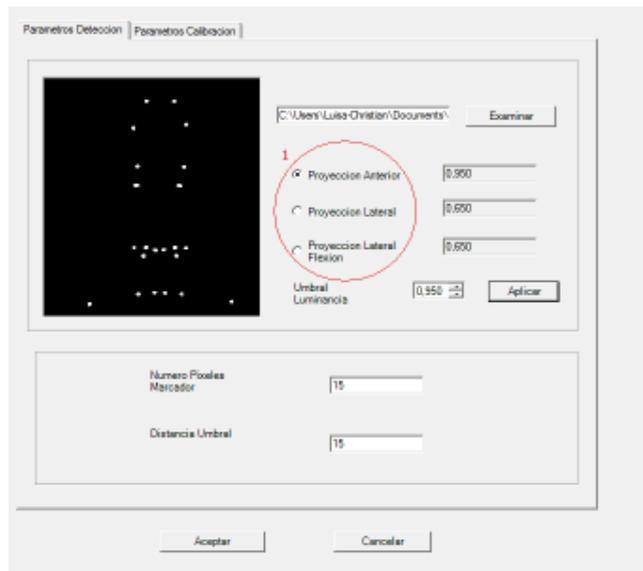
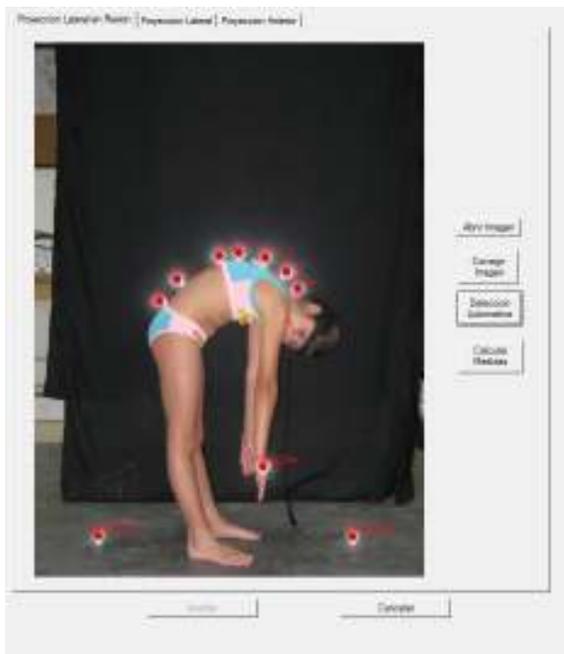
Ingreso del paciente: datos personales, datos médicos y afiliación.

Cedula Paciente: 8163695 Christian Diaz Leon

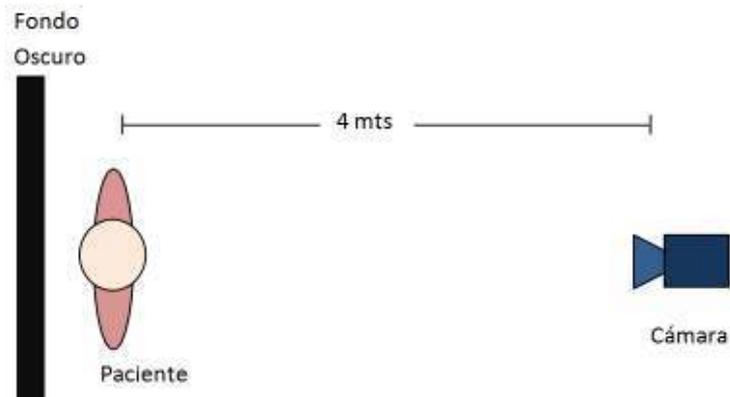
Grabar Consultar

REFERENCIA	MEDIDA	VALOR	FECHA	TIPO DE MUESTRA
PROYECCION ANTERIOR	ANGULO CABEZA	25	25/06/2008	AUTOMATICA
PROYECCION ANTERIOR	ANGULO HOMBROS	21	25/06/2008	AUTOMATICA
PROYECCION ANTERIOR	ANGULO TALLE	32	25/06/2008	AUTOMATICA
PROYECCION ANTERIOR	ALTURA ESPINA ILIACA ANTEROS	0.32	25/06/2008	AUTOMATICA
PROYECCION ANTERIOR	ALTURA ESPINA ILIACA ANTEROS	NORMAL	25/06/2008	AUTOMATICA
PROYECCION ANTERIOR	ANGULO Q DERECHA	5.739868543	25/06/2008	AUTOMATICA
PROYECCION ANTERIOR	ANGULO Q IZQUIERDA	8.421457606	25/06/2008	AUTOMATICA
PROYECCION ANTERIOR	DISTANCIA CENTRO TOBILLOS	2.196562674	25/06/2008	AUTOMATICA
PROYECCION ANTERIOR	DISTANCIA CENTRO RODILLAS	-0.702980422	25/06/2008	AUTOMATICA
PROYECCION ANTERIOR	ANGULO TALLE	6.458816378	25/06/2008	AUTOMATICA
PROYECCION ANTERIOR	ANGULO CABEZA	70.79800623	25/06/2008	AUTOMATICA
PROYECCION ANTERIOR	ANGULO PELVIS	3.209486317	25/06/2008	AUTOMATICA
PROYECCION ANTERIOR	ANGULO RODILLA	5.957131114	25/06/2008	AUTOMATICA
PROYECCION ANTERIOR	ANGULO VARO-VALGO DERECHA	-179.8892574	25/06/2008	AUTOMATICA
PROYECCION ANTERIOR	ALTURA CENTRO ANGULO TALLE	-1.432096184	25/06/2008	AUTOMATICA
PROYECCION LATERAL	ANGULO LORDOSIS LUMBAR	1.338219017	25/06/2008	AUTOMATICA
PROYECCION LATERAL	ANGULO RODILLA	0.892559215	25/06/2008	AUTOMATICA
PROYECCION LATERAL	ANGULO RODILLA	0.892559215	25/06/2008	AUTOMATICA

Puntos de referencia y medidas que arroja el software.



Detección de los Marcadores



**AUTORIZACIÓN DE DIFUSIÓN Y USO DE LOS TRABAJOS DE GRADO
EN LA BIBLIOTECA FUNDADORES DE LA UNIVERSIDAD CES**

Entre quien(es) suscribe(n) este documento, a saber

Apellidos completos	Nombres completos
<u>Alvarez Castaño</u>	<u>Jenny Catalina</u>
<u>Escobar Zuluaga</u>	<u>Leidy Johana</u>
<u>Arias Becerra</u>	<u>Nidia Johana</u>
<u>Castaño Isaza</u>	<u>Mauricio</u>

Mayor(es) de edad, identificado(s) como aparece al pie de mi (nuestras) firma(s), obrando en nombre propio, en calidad de autor(es) del trabajo:
Asociación entre la posición de la pelvis y el raquis con la presencia de imbalances musculares en las cadenas rectas del tronco, recto femoral e isquiotibiales en adolescentes de 12 a 15 años de un centro de desarrollo integral de la ciudad de Medellín.

Presentado para optar al título de:

Fisioterapeuta.

A través de este acto manifiesto (amos) libre y espontáneamente lo siguiente:

PRIMERO. DECLARACIONES.

- En el contenido de nuestro escrito se respetaron todos los derechos morales y patrimoniales de autor en consecuencia no se transgredieron ni usurparon derechos de terceros.
- Asumimos toda la responsabilidad civil y penal que se derive de lo contenido en nuestro escrito, por ende exoneramos a la Universidad CES y a todos sus organismos, dependencias, empleados, mandatarios y/o representantes, de cualquier responsabilidad penal, civil patrimonial o extrapatrimonial que se derive en razón de nuestra obra.
- Las opiniones expresadas por los autores no constituyen ni comprometen la filosofía institucional de la Universidad CES.

SEGUNDO. ENTREGA.

Por medio del presente acto hago (hacemos) entrega a la Universidad CES del ejemplar del trabajo descrito con sus anexos de ser el caso en forma de:

- a. Monografía ____ b. Tesis de grado c. Artículo de revista ____
d. Libro ____ e. Capitulo de libro ____ f. Informe de Avance ____
g. Informe de Investigación ____

En formato: Impreso ____ Digital

TERCERO. AUTORIZACIONES.

- a. Autorizo(amos) la difusión y puesta a disposición del público de nuestra obra en las instalaciones de la BIBLIOTECA FUNDADORES de la Universidad CES, o en donde esta lo señale, incluyendo medios electrónicos o digitales, ya sea a través de redes alámbricas o inalámbricas, o por el medio que la Universidad disponga para el efecto.
- b. Autorizo(amos) la utilización de nuestra obra con fines académicos, por lo cual delegamos en la universidad la disposición de los medios necesarios para ello, en la medida justificada para dicho fin.
- c. Se autoriza la difusión en texto completo SI NO ____

CUARTO. Todo lo aquí estipulado se sujeta a las normas vigentes sobre la materia.

Para constancia de lo anterior y en señal de conformidad y aceptación, se suscribe el presente documento, en Medellín, a los 22 días del mes Junio del año 2010.

Catalina A.C.
c.c. 1017145051 de Medellín.

Johana Escobar
c.c. 1017.726.644 de Medellín.

Nidia Chauva Amas B.
c.c. 1028272846 de Medellín.

Mauricio Catana L.
c.c. 1036614297 de Itagüí.

c.c.

c.c.

**ASOCIACIÓN ENTRE LA POSICIÓN DE LA PELVIS Y EL RAQUIS CON LA PRESENCIA DE
IMBALANCES MUSCULARES EN LAS CADENAS RECTAS DEL TRONCO, RECTO FEMORAL E
ISQUIOTIBIALES EN ADOLESCENTES DE 12 A 15 AÑOS DE UN CENTRO DE DESARROLLO
INTEGRAL DE LA CIUDAD DE MEDELLÍN.**

YENNY CATALINA ÁLVAREZ CASTAÑO.
NIDIA JOHANA ARIAS BECERRA.
MAURICIO CATAÑO ISAZA.
LEIDY JOHANA ESCOBAR ZULUAGA

UNIVERSIDAD CES- UAM
PROGRAMA DE FISIOTERAPIA
2010

**ASOCIACIÓN ENTRE LA POSICIÓN DE LA PELVIS Y EL RAQUIS CON LA PRESENCIA DE
IMBALANCES MUSCULARES EN LAS CADENAS RECTAS DEL TRONCO, RECTO FEMORAL E
ISQUIOTIBIALES EN ADOLESCENTES DE 12 A 15 AÑOS DE UN CENTRO DE DESARROLLO
INTEGRAL DE LA CIUDAD DE MEDELLÍN.**

YENNY CATALINA ÁLVAREZ CASTAÑO.
NIDIA JOHANA ARIAS BECERRA.
MAURICIO CATAÑO ISAZA.
LEIDY JOHANA ESCOBAR ZULUAGA

Trabajo de grado

María Cristina Pérez Hurtado
Fisioterapeuta, Especialista en Rehabilitación de Mano y Miembro superior

Diana Isabel Muñoz
Fisioterapeuta, Master en Epidemiología

UNIVERSIDAD CES- UAM
PROGRAMA DE FISIOTERAPIA
2010

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	5
1. FORMULACION DEL PROBLEMA	6
2. OBJETIVOS	11
3. MARCO TEORICO	12
3.1 BIOMECANICA GENERAL	12
3.1.1 Disposición muscular y ósea durante el crecimiento (postura)	23
3.1.2 Alteración de la disposición muscular y factores motrices (desequilibrios musculares) e influencia postural.	29
4. METODOLOGIA	36
5. DIAGRAMA DE VARIABLES	37
6. TABLA DE VARIABLES	38
7. CRITERIOS DE INCLUSION Y EXCLUSION	43
8. TECNICAS DE RECOLECCION DE LA INFORMACION	43
9. FUENTES DE INFORMACION	45
10. INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE LA INFORMACION	45
11. CONSIDERACIONES ETICAS	63
12. ADMINISTRACION DEL PROYECTO	64
13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
CONSENTIMIENTO INFORMADO	70
FORMATO DE EVALUACIÓN	72

RESUMEN

Esta investigación es un estudio de prevalencia realizado en niños de 12 a 15 años en un Centro de Desarrollo integral de la ciudad de Medellín, que tiene como objetivo establecer la asociación entre la posición de la pelvis y el raquis con la presencia de imbalances musculares en las cadenas rectas del tronco, recto femoral e isquiotibiales teniendo como base las alteraciones presentes en fuerza, flexibilidad y postura presentes en esta población. La pelvis y el raquis forman la base del tronco; ambas son estructuras que permiten movimiento, y juegan un papel importante en la estabilidad del cuerpo y por tanto cualquier divergencia generada en una, repercutirá inevitablemente en la otra estructura, siendo el resultado de la existencia de imbalances entre cadenas musculares. Una de la causa de estos imbalances puede ser causado por la adopción de posiciones incorrectas durante la vida cotidiana; las cuales ocasionan cambios en la disposición de estructuras óseas, hasta provocar la aparición de enfermedades tan frecuentes e incapacitantes como la lumbalgia, pero al momento de establecer la normalidad y anormalidad en cuanto a la biomecánica infantil como pilar para generar procesos de prevención primaria en salud, se pone de manifiesto la dificultad para realizar dicho procedimiento: no hay bases científicas y teóricas que permitan avanzar en dicho proceso y por el contrario, se dificulta notablemente la intervención fisioterapéutica, a todo esto se suma el vacío teórico en lo que concierne al análisis biomecánico del niño y el adolescente, por lo cual es necesario determinar la relación existente entre las estructuras ya mencionadas, y reconocer las variaciones más frecuentes que se originan en los adolescentes y como estas pueden desencadenar la aparición de cuadros fisiopatológicos en el adulto; que pueden ser prevenibles o reversibles desde edades tempranas, por medio de la aplicación de técnicas y estrategias fisioterapéuticas que disminuyan las variaciones encontradas, logrando reducir la tasa de morbilidad asociada a alteraciones posturales durante el ciclo vital. Para esto se realizarán evaluaciones de pruebas específicas de fuerza y flexibilidad establecidas para la edad específica del estudio y la evaluación de la posición de la Pelvis y el raquis se hará a través de un software CorpoMED que hace uso de herramientas de procesamiento de imágenes, visión por computador y biomecánica para el cálculo de las medidas y el manejo de la información, posteriormente se hará el análisis respectivo de los datos arrojados por las evaluaciones ya mencionadas.

1. FORMULACION DEL PROBLEMA

Planteamiento del problema

La disposición de las estructuras osteomusculares en el hombre, resulta de la necesidad de crear un sistema óptimo, formado por subsistemas interconectados que le permita realizar movimientos de una manera eficaz, tratando de mantener un gasto energético eficiente para poder asegurar la supervivencia y evolución es así como la disposición de cada una de las estructuras corporales en el hombre, se conforman con respecto a diversos factores tanto intrínsecos como extrínsecos; la gravedad, el tamaño, la forma, entre otras por todo esto hacemos referencia a la teoría de la selección natural planteada por Charles Darwin donde sostiene que “es un proceso por el cual los efectos ambientales (falta de recursos, cambios, llegada de nuevas especies) conducen a un grado variable de éxito reproductivo entre los individuos de una población de organismos con características, o rasgos, diferentes y heredables” a esto se deben los cambios anatómicos y fisiológicos en el hombre, encontrando entre los más característicos la adopción de la posición bípeda, el poder mantenerse de pie implicó extender el raquis, descargar el centro de gravedad del cuerpo sobre las caderas; que la pelvis desarrollara un isquion pequeño con grandes fosas ilíacas para aumentar la superficie de inserción de glúteos, abdominales e ilíacos y mantener una actividad muscular permanente, lo cual demanda un alto consumo de energía.

Continuamente el ser humano genera adaptaciones o compensaciones para soportar tensiones, fuerzas e incluso el propio peso corporal, además, asume posiciones incorrectas durante la vida cotidiana; las cuales ocasionan cambios en la disposición de estructuras óseas que generan desbalance musculares, hasta provocar la aparición de enfermedades tan frecuentes e incapacitantes como la lumbalgia.

En la estructura humana cada componente por pequeño que sea tiene unas funciones determinadas, estas a su vez son específicas y por tanto si se alteran pueden ocasionar grandes variaciones por ejemplo cuando hablamos de alteraciones musculo-esqueléticas no es válido tomar elementos aislados, de acuerdo a Panjabi (1992) quien fue el primero en proponer que el modelo de lesión de la columna basado en la estabilidad se componía de tres subsistemas: el subsistema pasivo, que consistía en las estructuras ligamentarias y los discos, el subsistema activo, constituido por los músculos y el control motor, una disfunción de cualquiera puede producir o conducir a un problema clínico que debe ser compensado por los demás subsistemas”¹.

¹ Boyling, Jeffrey. Terapia manual contemporánea, columna vertebral. Tercera edición. Editorial Masson. España. Pág. 77.

Dicho proceso es claro e investigado en la población adulta pero cuando se piensa en el mismo proceso adaptado a la población infantil o adolescente no hay una descripción clara del mismo, aunque autores tales como Arroyo (2008) hacen una diferenciación clara entre estos procesos con supuestos como “el niño no es un adulto pequeño, el organismo del niño tiene particularidades propias, tanto en lo anatómico como en lo fisiológico y psicológico” sin embargo a realizar revisiones teóricas de biomecánica basadas en Malagòn (1994), Kapandji (1991) y Nordin (2004) No se evidencia apartados que hagan una diferencia considerable.

La biomecánica del niño y al adolescente ha sido investigada pero poco registrada tal y como se demostró en lo citado anteriormente, tal vez con la concepción de que este fenómeno se asemeja al del adulto o su análisis puede realizarse a partir de lo descrito, pero cada niño y adolescente tiene un proceso de crecimiento y desarrollo heterogéneo, influenciado por factores biológicos, ecológicos, psicológicos y posturales además de que este se da en función del ciclo vital y cada etapa trae consigo cambios e incluso degeneraciones que incidirán directamente sobre el desarrollo como lo plantea Havighurst (1948/1972) quien cita un enunciado en el cual “fórmula para cada fase vital unas tareas características de desarrollo; estas nacen del juego entre el desarrollo biológico, el contexto histórico-social, la personalidad de cada uno y las metas individuales”². Con respecto a lo anterior se deja de manifiesto que el niño y la niña son seres que se desarrollan de manera heterogénea y con ello se posibilita la construcción del ser postura como rasgo característico del ser social. El ser postural lleva implícito factores propios de control motriz de coordinación intermuscular por lo cual un desbalance postural genera una serie de alteraciones que confluyen con los estados de normalidad y anormalidad corporal pudiendo agravarse considerablemente o estar presentes como un proceso fisiológico propio del desarrollo.

Cuando se habla de establecer la normalidad y anormalidad en cuanto a la biomecánica infantil y del adolescente como pilar para generar procesos de prevención primaria en salud, se pone de manifiesto la dificultad para realizar dicho procedimiento: no hay bases científicas y teóricas que permitan avanzar en dicho proceso y por el contrario, se dificulta notablemente la intervención fisioterapéutica, a todo esto se suma el vacío teórico en lo que concierne al análisis biomecánico del niño y el adolescente, siendo estas edades de preferencia cuando se habla de prevención primaria en salud y sabiendo que el ser humano en si, nace siendo un ser postural es importante considerar dicho aspecto desde los primeros años de vida, establecer la normalidad y anormalidad y desde allí generar estrategias y planes de acción desde fisioterapia para cada una de las etapas del ciclo vital.

² Ocampo Chaparro, José Mauricio. Ciclo vital individual: Vejez. Revista asociación colombiana de gerontología y geriatría. Vol. 21 N°3. 2007. Pág. 1075.

Estas alteraciones presentes desde la infancia se pueden convertir en factores de riesgo, aumentando la aparición de complicaciones y alteraciones en etapas más avanzadas del ciclo vital; por lo cual es necesario determinar la relación existente entre las estructuras ya mencionadas, y reconocer las variaciones más frecuentes que se originan en los niños y adolescentes y como estas pueden desencadenar la aparición de cuadros fisiopatológicos en el adulto; que pueden ser prevenibles o reversibles desde edades tempranas, por medio de la aplicación de técnicas y estrategias fisioterapéuticas que disminuyan las variaciones encontradas, logrando reducir la tasa de morbilidad asociada a alteraciones posturales durante el ciclo vital.

Pregunta de investigación

¿Cuál es la asociación entre la posición de la pelvis y el raquis con la presencia de imbalances musculares en las cadenas rectas del tronco, recto femoral e isquiotibiales en adolescentes de 13 a 15 años de un Centro de desarrollo integral de la ciudad de Medellín?

Justificación de la propuesta

Los niños y adolescentes son tratados con frecuencia como adultos en miniaturas por la falta de conocimiento sobre sus aspectos biomecánicos, sociales y psicológicos; además se puede ver a menudo que se dirigen a ellos como un grupo totalmente homogéneo cuando estos en realidad se encuentran en un periodo de constante cambio debido a su crecimiento que hace particular a cada uno de los adolescentes y por ende las características y problemas son muy diversos a los ya establecidas o planteados en etapas posteriores del ciclo vital; lo anterior se ha convertido entonces en una de las razones por las cuales se hace necesario generar procesos investigativos que incluyan estas poblaciones y algunos de sus aspectos biopsicosociales.

Comúnmente se puede ver que los planes de tratamiento y los beneficios de la actividad física se enfocan y se han justificado clara y primordialmente en la población adulta, y de este modo se aplicado con pocas restricciones en niños y adolescentes, dichas actividades pueden promover, interferir o limitar el crecimiento y desarrollo físico de ciertas capacidades condicionales y de la estructura corporal que se pueden manifestar a través de imbalances musculares o alteraciones posturales.

Se puede decir que el adolescente; “se encuentra en un periodo de crecimiento y desarrollo muy importante. Todas las actividades que realiza van a repercutir en su evolución y estructura corporal. La práctica deportiva, actividad física o por el contrario el sedentarismo van a influir en la constitución osteomuscular” “La debilidad muscular más

o menos localizada parece ser la causa de algunas de las anomalías posturales”³ su sistema muscular es mucho más “lábil” que el de un adulto, predisponiéndolos a posibles lesiones o alteraciones a causa de la mala formación o imbalances de su sistema osteomuscular. Cabe anotar que los hábitos y actitudes posturales en los adolescentes pueden convertirse en factores de riesgo o factores protectivos muy influyentes en su condición de salud actual como en la adultez, haciendo necesario determinar factores que puedan influenciar positivamente la mayor parte del ciclo vital; con esto se pueden crear estrategias de promoción y prevención bien dirigidas a esta población, logrando generar un mayor impacto en la disminución de morbilidad a nivel osteomuscular.

Lo que buscan los planes de prevención y promoción es generar una influencia positiva sobre el proceso de salud de las personas, estas acciones enmarcan factores biológicos, culturales, educativos y socio-demográficos; por ende es fundamental delimitar la población que se desea impactar; de este modo las actividades de promoción y prevención van a estar mejor dirigidas y permitirán potencializar las capacidades condicionantes de la población adolescente, en busca de un mayor bienestar, lo cual se manifiesta dentro del proceso de salud. Con dichas medidas se pretende, disminuir o evitar conductas de riesgo y adoptar estilos de vida más saludables desde etapas tempranas del crecimiento y desarrollo; es aquí en donde la educación en salud toma relevancia, para que el autocuidado y empoderamiento se conviertan en el pilar fundamental de un adecuado desarrollo.

La ausencia de la intervención en los niveles de prevención conlleva a mayores morbilidades, complicaciones y consecuencias las cuales terminan generando mucho más gastos y demandas económicas, profesionales y sociales.

La estructura corporal del hombre, es un sistema organizado, formado por subsistemas interconectados que le permiten realizar movimientos de una manera eficaz; cada estructura cumple una función determinada, sin la cual se pueden generar grandes imbalances; por tanto es importante reconocer la relación existente entre los diferentes sistemas para lograr entender las alteraciones, adaptaciones y/o compensaciones que se dan en el cuerpo humano; es así como se puede decir que la pelvis y el raquis forman la base del tronco; y permiten unir el cuadrante superior e inferior; ambas son estructuras que permiten movimiento, y juegan un papel importante en la estabilidad del cuerpo y por tanto cualquier divergencia generada en una, repercutirá inevitablemente en la otra estructura, dando lugar o siendo el resultado de la existencia de imbalances entre cadenas musculares.

³ Arroyo Cuevas, Pedro. Aspectos técnicos: club de baloncestos Alhaurin de la Torre. Disponible online en: <http://www.darrax.es/typo/index.php?id=440>. última actualización 2008.

La forma, tamaño, estabilidad, distribución u organización de la columna vertebral y la pelvis es dependiente de un sistema muscular complejo, que aporta el sostén, protección, estabilidad y movilidad de estas estructuras; de acuerdo a lo anterior se podría decir que los músculos que hacen parte de las cadenas rectas de tronco, el recto femoral e isquiotibiales tienen una importante relación en cuanto a los rangos normales de movilidad y posición de la columna y la pelvis. De acuerdo a lo anterior esta investigación pretende entre otras cosas ; aportar ideas interesantes y de gran valor científico, entre las cuales pueden estar la descripción biomecánica del posicionamiento de la pelvis en adolescentes de 12 a 15 años y su relación con otras capacidades condicionales que predisponen la aparición de patologías, como alteraciones posturales y algias asociadas al déficit postural; resaltando que el adolescente no es un adulto pequeño puesto que su organismo tiene particularidades propias, tanto en lo anatómico como en lo fisiológico y psicológico, que merecen ser conocidas y tenidas en cuenta; que según lo encontrado en la bibliografía este tema es poco descrito y tratado por autores representativos como Nordin, Malagon, Salter.

Así mismo se puede contribuir a la formación de nuevas líneas de investigación para el desarrollo de nuevas hipótesis a partir de los resultados obtenidos; donde se tome como punto de partida su desarrollo osteomuscular.

La Fisioterapia permite abarcar diferentes áreas asociadas siempre al estudio del movimiento corporal humano, incluyendo amplios conceptos de la anatomía, fisiología, y biomecánica; que determinan el criterio fundamental para la evaluación y tratamiento. Dentro de estos extensos conceptos, se ha decidido abordar la relación existente entre la posición de la pelvis, el raquis y la presencia de imbalances musculares en las cadenas rectas del tronco, recto femoral e isquiotibiales en adolescentes entre 12 y 15 años, y asociar diferentes factores causantes de las posibles variaciones o alteraciones de la relación entre estas estructuras osteomusculares.

Esta investigación se convertirá en un referente con relevancia social, debido a que se analizarán las relaciones existentes entre diferentes componentes osteomusculares en los adolescentes; quienes representan un gran porcentaje de la población dentro de la cual según el DANE de un total de 42.021.856 personas en el país 27% (11'325.963), corresponde al grupo poblacional de 5 a 17 años edad, de ellos el 51.2% son hombres y el 48.8% son mujeres, cuyas áreas de residencia son la cabecera para el 69.6% de niños, niñas y adolescentes y la zona rural para el 30.4% de la población infantil. Una vez descritas las asociaciones planteadas por este estudio se podrán realizar acciones que impactarán gran parte de la población.

De acuerdo a lo descrito y expuesto anteriormente, se considera que es pertinente la realización del estudio, con el cual se pretende contribuir a diferentes escenarios locales,

regionales y universales, pudiendo sugerir nuevas recomendaciones o el planteamiento de futuros estudios en relación a los hallazgos descritos y encontrados, debido a que aportan datos válidos para la progresión de otras líneas investigativas que presenten vacíos teóricos relacionados con la estructura de esta investigación.

2. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Establecer la asociación de la posición de la pelvis y el raquis con la presencia de imbalances musculares en las cadenas rectas de tronco, recto femoral e isquiotibiales en adolescentes de 12 a 15 años de un Centro de desarrollo integral de la ciudad de Medellín

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar las características sociodemográficas, (estrato social, edad y género) de los adolescentes de 12 a 15 años de un Centro de desarrollo integral de la ciudad de Medellín
- Determinar las características biomédicas (IMC y Actividad física) de los adolescentes de 12 a 15 años de un Centro de desarrollo integral de la ciudad de *Medellín*
- Determinar la posición de la pelvis y el raquis de los adolescentes de 12 a 15 años de un Centro de desarrollo integral de la ciudad de Medellín
- Determinar la relación entre la fuerza de las cadenas flexoras y extensoras de tronco, recto femoral e isquiotibiales con la posición de la pelvis y el raquis de los adolescentes de 12 a 15 años de un Centro de desarrollo integral de la ciudad de Medellín.
- Determinar la relación entre la flexibilidad de las cadenas flexoras y extensoras de tronco, recto femoral e isquiotibiales con la posición de la pelvis y el raquis de los adolescentes de 12 a 15 años de un Centro de desarrollo integral de la ciudad de Medellín

3. MARCO TEORICO

3.1. BIOMECÁNICA GENERAL

COMPONENTE OSEO: CINTURA PELVICA

Para establecer la relación existente entre la posición de la pelvis y el raquis con la presencia de imbalances musculares se debe describir claramente la biomecánica de dichas estructuras, sabiendo que la dinámica muscular determina el correcto funcionamiento postural y que una alteración en la misma, incide directamente, sobre este último.

La mecánica corporal parte de un supuesto sencillo en el cual se establece que “cada articulación posee una amplitud fisiológica de movimiento que depende de la buena relación articular y del equilibrio de las tensiones musculares que se aplican a ella”⁴, dicho supuesto aplica para todas y cada una de las articulaciones del cuerpo pero genera cierto escepticismo cuando se piensa en aquella articulación que soporta grandes cargas y sobrecargas corporales desde el nacimiento y hasta la muerte del ser humano: la cintura pélvica.

La cintura pélvica constituye la base del tronco y por tanto es piso y sostén de la cavidad pélvica y abdominal, se trata de un anillo osteoarticular cerrado que comprende 3 articulaciones.

- 2 articulaciones sacroiliacas
- La sínfisis púbica

La cintura pélvica tiene 2 partes funcionales una base superior y otra inferior. La importancia fisiológica de estas, especialmente de la superior es que es mucha más ancha en las mujeres que en los hombres, esto con el fin biológico de la función gestacional, además, estos cambios, surgieron durante la evolución humana en la cual el hombre decidió ponerse en bípedo obligando al organismo a hacer cambios estructurales como: agrandamiento de extremidades y columna para sostener el peso del cuerpo y absorber las cargas generadas, el desarrollo de un arco plantar y un cambio dramático en la pelvis donde pasó de ser una estructura ósea en forma de paleta larga y delgada propia de los monos, para ser una estructura ancha y

⁴tomado de: Léopold Busquet. las cadenas musculares. Tronco, columna cervical y miembros superiores. Séptima edición. Editorial Paidotribo. Pág 9. 2004.

plana, haciendo que el peso del tronco recayera sobre las piernas y exigiendo la incorporación de músculos grandes y es aquí donde se pone de manifiesto la importancia de la configuración pélvica

Las diferencias morfológicas existentes entre una pelvis femenina y otra masculina hacen que la configuración muscular para cada una de ellas sea distinta implicando disposiciones musculares elongadas o acortadas que intervienen positiva o negativamente sobre el equilibrio musculoesquelético.

Funcionamiento de la cintura pélvica

La cintura pélvica en conjunto con la columna lumbar trasmite las fuerzas desde el raquis hasta los miembros inferiores. El peso proveniente de todas las cadenas musculares y los pesos externos soportados por el cuerpo se concentran en la quinta vértebra lumbar L5 desplazándose caudalmente en 2 partes iguales hacia el sacro y luego a los alerones iliacos, allí, las fuerzas van a la sínfisis púbica y finalmente a la cavidad cotiloidea donde serán opuestas a las que ejerce el suelo en dirección craneal sobre los miembros inferiores. Las estructuras por las cuales pasa el recorrido realizado por las fuerzas y que constituyen un mecanismo económico de absorción de cargas son las que conforman el anillo pélvico.

La unión sacroiliaca está dada por los ligamentos además de tener una adhesión en cuña en la cual el sacro se incrusta verticalmente en los huesos iliacos, esta unión se hace más fuerte cuanto mayor es el peso ejercido sobre el sacro, esto es llamado sistema de autobloqueo.

Con respecto a lo anterior, es evidente que hay una total interdependencia entre las estructuras del anillo pélvico y cualquier alteración en alguna de ellas compromete la resistencia mecánica total soportada por esta estructura. Por tanto la cintura pélvica considerada en conjunto, trasmite fuerzas entre el raquis y los miembros inferiores: el peso que soporta la quinta vértebra lumbar se reparte en dos partes iguales a los alerones del sacro, para que a través de las espinas ciáticas se dirija a la cavidad cotiloidea, en este sitio, se recibe la resistencia del suelo al peso del cuerpo que trasmite el cuello del fémur y la cabeza femoral; una parte de esta resistencia queda anulada por la resistencia opuesta a la altura de la sínfisis púbica tras haber atravesado la rama horizontal del pubis. La articulación

sacro- ilíaca aunque tiene mínimo movimiento, desempeña un papel muy importante durante la marcha tanto en el apoyo como en el balanceo.

Relación entre la carilla auricular del sacro y la curvatura del raquis.

La carilla auricular es aquella que se articula con cada uno de los huesos iliacos su importancia radica en la existencia de una correspondencia entre el tipo de raquis y la morfología del sacro y de su carilla auricular.

- Cuando las curvas raquídeas están muy acentuadas, lo que corresponde a un tipo dinámico, el sacro es muy horizontal y la carilla auricular muy incurvada sobre sí misma y a la par muy cóncava, dotando a la articulación sacroiliaca de gran movilidad, función correspondiente a una adaptación en la marcha.
- Cuando las curvas raquídeas están poco pronunciadas, lo que corresponde a un tipo estático, el sacro está casi vertical y la carilla auricular muy alargada verticalmente, su superficie es casi plana describiendo de esta manera una articulación con poca movilidad, este aspecto se encuentra frecuentemente en los niños.

Ligamentos de la articulación sacroiliaca

Iliolumbares (plano profundo):

- Haz superior
- Haz inferior

Iliosacros (plano medio)

- Iliotrasverso sacro (3)
 - Iliotrasveros 1
 - Iliotrasverso 2
 - Iliotrasverso 3

Ligamentos sacrociaticos (plano superficial)

- mayor
- menor

sacroiliaco anterior

- haz anterosuperior
- haz anteroinferior

La disposición de estos ligamentos de manera oblicua, hacia abajo, delante y atrás permite limitar la nutación del sacro.

Ligamento axial: Se encuentra en plano profundo a los ligamentos sacroiliacos

Movimientos del sacro

Nutación

El sacro gira en torno al ligamento axial haciendo que el promontorio se desplace hacia abajo y adelante mientras que el vértice del sacro y el extremo del cóccix lo hace hacia atrás haciendo que el diámetro antero posterior del estrecho superior disminuya y el del del estrecho inferior aumente además las alas iliacas se aproximan mientras que la tuberosidades isquiáticas se alejan.

El movimiento de nutación es limitado por la tensión de los ligamentos sacrociáticos mayor y menor además de los haces anterosuperior y anteroinferior del ligamento sacroilíaco anterior.

Contranutación

Cuando el sacro rebota con el ligamento axial el promontorio de desplaza hacia arriba y hacia atrás y el vértice del sacro y el extremo del cóccix se desplaza hacia abajo y adelante.

Haciendo que el diámetro anteroposterior del estrecho superior aumente el del estremo inferior disminuya, las alas iliacas se alejan y las tuberosidades isquiáticas se aproximan.

El movimiento de contranutación está limitado por la tensión de los músculos sacroilíacos distribuidos en el plano superficial y profundo.

Para complementar la descripción de los fenómenos de movilidad ósea mencionados anteriormente, se realizó una fundamentación teórica basada en los conceptos de cadenas musculares propuestos por Leopold Busquet, en los cuales se define el concepto de la siguiente manera:

Cadenas musculares: "las cadenas musculares representan circuitos en continuidad de dirección y de planos a través de los cuales se propagan las fuerzas

organizadoras del cuerpo”⁵, es así entonces como el enfoque esta dado desde una perspectiva más global y dirigida hacia el funcionamiento conjunto de todas las partes del cuerpo para disponer una función determinada, siendo estas construcciones multi-compuestas que proporcionan balance y estabilidad al cuerpo humano, es por esto que no solo influyen las estructuras óseas sino también los músculos y sus fascias.

COMPONENTE MUSCULAR: CADENAS RECTAS DEL TRONCO.

Composición:

Las cadenas rectas son las encargadas de la flexión y extensión de tronco, por lo cual dichos movimientos dependen de estas.

Estos dos movimientos se ejecutan con relación a dos ejes miotensivos, anterior y posterior.

Cadenas de flexión

Conformadas por:

- **Intercostales medios.**
- **Rectos abdominales.**
- **Músculos del periné:** Se extienden desde la sínfisis púbica hasta la punta del cóccix.

Límites del periné:

- La región posterior: triángulo o región anal, contiene el conducto anal y las fosas isquioanales a cada lado.
- La región anterior: triángulo o región urogenital, contiene los genitales externos y las porciones terminales de los conductos urogenitales
- La porción posterior está cerrada por el Diafragma pelviano
- Y la porción anterior del estrecho inferior de la pelvis está cerrada por el Diafragma Urogenital

Diafragma pelviano: formado por el elevador del ano y los músculos coccígeos.

⁵ Busquet, Leopold. Las cadenas musculares. Tronco, columna cervical y miembros superiores. 7º Edición. Tomo I. Ed paidotribo. 2004. Pág 15.

Diafragma urogenital:

Porción fina de músculo estriado que se extiende entre las dos caras del arco del pubis.

Las fibras más anteriores y más posteriores forman el músculo transverso.

Las fibras mediales rodean la uretra (músculo esfínter externo de la uretra).

Centro tendinoso del periné:

Situada en el centro del periné, aquí convergen diversos músculos:

- Transversos
- Bulbo esponjosos
- Elevadores del ano
- Esfínter externo del ano

Músculos del periné:

Bulbocavernoso.

Constrictor de la vulva.

Elevador del ano.

Esfínter externo de la uretra.

Esfínter externo del ano.

Isquiocavernoso.

Isquiocoxigeo.

Transverso profundo del periné.

Transverso superficial del periné.

Enlace con la cintura escapular (cadena anterior):

Triangular del esternón.

Pectoral menor.

Trapezio inferior.

Enlace con el miembro superior (cadena anterior):

Pectoral mayor.

Redondo mayor – romboides.

El eje anterior une a D1 con el sacro por medio de estos músculos que conectan esternón (primera costilla D1), el pubis y el cóccix.

Los intercostales medios, rectos abdominales y músculos perineales son quienes van intercalados entre estas tres estructuras óseas para unirlos.

Cadenas de extensión

Conformada por la columna vertebral, los discos y los músculos paravertebrales.

Su función principal es de apoyo, funciona como un resorte de retroceso que equilibra y regula la acción del eje anterior.

Conformada por:

Plano profundo:

- Transverso espinoso.
- Elevador de las costillas (supracostales).
- Espinoso.
- Dorsal largo.
- Sacro-lumbar.
- Cuadrado lumbar (ilio-costal)

Plano medio:

- Serrato dorsal craneal.
- Serrato dorsal caudal.

Enlace con cintura escapular:

- Trapecio inferior.

Enlace con miembro superior:

Redondo mayor. ***Movilidad anterior y posterior del iliaco:***

En la posición bípeda esta movilidad anterior y posterior esta dada por la articulación coxo-femoral, es decir la traslación anterior iliaca esta dada por la rotación anterior del

iliaco sobre la cabeza femoral y por ende causa anteversión de pelvis, mientras que la traslación posterior esta dada por la rotación posterior del iliaco sobre la cabeza femoral. “En el movimiento de anterioridad la porción coxo-sacro-iliaca realiza un movimiento semicircular que lleva la articulación sacro-iliaca hacia arriba y hacia adelante”(leopold Busquet), es decir hacia anteversión de pelvis, que se define como la “rotación anterior de las dos crestas iliacas sobre las coxo-femorales”, (Leopold Busquet).

Para realizar dicho movimiento el sujeto necesita la acción acoplada del cuadrado lumbar presente en las cadenas de extensión de tronco y el recto anterior presente en las cadenas de extensión de los miembros inferiores; es decir que al realizar dicho movimiento se traduce en un aumento de la lordosis lumbar e hiperextensión de la rodilla con tendencia al recurvatum; al mismo tiempo la anterioridad iliaca genera un sacro posteriorizado o verticalizado o con direcciones hacia arriba y hacia adelante.

En la posterioridad iliaca las crestas iliacas realizan una rotación posterior alrededor de la cabeza del fémur, en este movimiento “la porción coxo-sacro-iliaca realiza un movimiento en semicírculo que conduce la articulación sacro-iliaca hacia abajo y hacia atrás” (Leopold Busquet), entonces en donde se entra a describir el movimiento de retroversión de la pelvis, el cual consiste en la programación de ciertos grupos musculares para su utilización, en este caso los rectos abdominales constituidos en las cadenas de flexión de tronco y los isquiotibiales presentes en las cadenas de flexión de los miembros inferiores, en consecuencia con la realización de dicho movimiento se encuentra la rectificación lumbar y la flexión de la rodilla.

Las consecuencias de cada uno de los movimientos son variadas pero pueden resumirse como sigue a continuación:

Anterioridad iliaca	Posterioridad iliaca
Elevación de la espina iliaca postero-superior.	Descenso de espina iliaca postero-superior.
Descenso de la espina iliaca antero-superior.	Elevación de espina iliaca antero-superior.
Elevación de las crestas iliacas: por verticalidad del iliaco.	Descenso de crestas iliacas, por la horizontalización del iliaco.
Descenso y retroceso del pubis.	Elevación y avance del pubis.
Elevación y retroceso del isquion.	Descenso y avance del pubis.
Articulación sacro-iliaca va hacia arriba y	Descenso y avance del isquion.

hacia adelante. Nutación del sacro Apoyo discal lumbar posterior. Músculos cuadrado lumbar y recto anterior forman esta pareja activa.	La articulación sacro-iliaca se conduce hacia abajo y hacia atrás. Contranutación del sacro Disminución lordosis lumbar: retroceso de L4 y L5. Apoyo discal lumbar central. Músculos rectos abdominales e isquiotibiales forman esta pareja activa.
---	---

Cuadro 1: Adaptado de L. Busquet. Las cadenas musculares, tomo IV miembros inferiores. Editorial Paidotribo. 4 edición. 2001.

La pelvis posee también movimientos de torsión, es decir mientras un hueso iliaco esta en posición anterior el otro puede estar en posición posterior, es este caso se hace necesario la cohabitación de influencias opuestas en la pelvis, es decir, una pelvis en anteversión y otra en retroversión en este caso en específico cada hemipelvis cumple con los aspecto anteriormente mencionados dependiendo de la posición que tenga.

Torsión de la pelvis y la columna lumbar:

Es la respuesta dada por la columna lumbar en el momento de producción de la torsión lumbar, en este caso en el plano horizontal, poniendo un ejemplo:

- El iliaco anterior es el de la izquierda: en este caso se lleva el sacro junto con L4 y L5 hacia adelante.
- El iliaco posterior es el de la derecha: en este caso se lleva el sacro junto con L4 y L5 hacia atrás.

Esta oposición en los movimientos implica que haya una rotación horizontal de L5 y L4 en la cual se da: avance de las apófisis transversas hacia la izquierda y retroceso de las apófisis transversas hacia la derecha.

Torsión de la pelvis y del sacro:

Consiste en la adaptación del sacro a la torsión de la pelvis en los tres planos del espacio.

Plano horizontal:

- A la izquierda: la articulación sacro-iliaca va hacia adelante.
- A la derecha: la articulación sacro-iliaca va hacia atrás.

El presentarse esta oposición en los movimientos conlleva una rotación horizontal del sacro en el **eje vertical:**

- La base sacra izquierda avanza.
- La base derecha retrocede.

En el plano frontal:

- A la izquierda: la articulación sacro-iliaca va hacia arriba.
- A la derecha: la articulación sacro-iliaca va hacia abajo.

Esta oposición de movimientos implica nuevamente una rotación frontal del sacro en un **eje antero-posterior**

Plano sagital:

- Si el iliaco en posición anterior esta en la izquierda se produce:
Avance de L4 y L5.
Aumento de lordosis lumbar.
Apoyo discal posterior.
Disminuye proyección vertical de la columna lumbar.
- Si el iliaco en posición posterior es el derecho:
Retroceso de L4 y L5.
Disminución de la lordosis lumbar.
Apoyo discal medio.
Aumenta proyección vertical lumbar.

En el sacro:

La base izquierda se eleva.
La base derecha desciende.
Torsión de la pelvis y de los miembros inferiores:

- Para su explicación se da el ejemplo con una anterioridad iliaca izquierda y una posterioridad derecha:

La cresta iliaca más alta hacia la izquierda.

La rama pubiana más baja hacia la izquierda.

La espina iliaca antero-superior más baja a la izquierda.

Sacro inclinado hacia abajo y hacia la derecha.

Compensación lumbar con concavidad izquierda y una rotación posterior hacia la derecha.

Iliaco posterior hacia la derecha:

Descenso de cresta iliaca.

Descenso del sacro con L4 y L5 al tiempo que se deslinda la columna lumbar.

Aumento de la proyección vertical de la columna lumbar.

En su totalidad la torsión de la pelvis implica muchas compensaciones y movimientos acoplados dentro de las estructuras de la cintura pélvica, que en final implican:

Desigualdad de las crestas iliacas pero no de miembros inferiores inicialmente.

Inclinación del sacro hacia abajo y hacia la derecha.

Concavidad lumbar hacia la izquierda.

Posterioridad de las apófisis transversas hacia la derecha.

Es estos casos las curvaturas lumbares se adaptan en relación a los músculos que provocan la **torsión pelviana**:

- El cuadrado lumbar y el recto anterior izquierdo implican concavidad lumbar izquierda centrada en L3.
- Los isquiotibiales y el recto abdominal hacia la derecha conllevan a posterioridad iliaca hacia la derecha y la deslindosis hacia la derecha.

Como complemento de la apertura y cierre de la pelvis caben mencionar su influencia sobre la columna lumbosacra, es como desde este punto de vista encontramos:

Durante el cierre iliaco, el sacro se horizontaliza y desciende, esta aproximación de las crestas iliacas hacia la línea central predispone al avance de L4 y L5 por relajación de los ligamentos ilio-lumbares, produciéndose una lordosis lumbar.

Complemento de las cadenas rectas

Estas se refieren a la cintura escapular, columna cervical y los brazos, que pueden influenciar en el sistema recto del tronco para acompañarlo o reforzarlo.

Cintura escapular:

Empieza la relación desde la apófisis coracoides con el origen del pectoral menor y luego con su inserción en la tercera, cuarta y quinta costilla, y en la cara profunda de estas costillas se encuentra el músculo triangular del esternón que asegura la continuación de las fuerzas hasta el esternón y es así como se unen a la cadena recta anterior.

Estas uniones proporcionan una correcta propagación de las fuerzas como si fueran bandas que realizan relevos de fuerzas miotensivas; pero para que puedan realizarlo la apófisis coracoides debe estar fija desde la parte trasera; es así como aparece la relación con la parte posterior.

Esta porción posterior esta entonces controlada por:

Trapezio inferior: controla la elevación del omóplato.

Romboides: controla el aleteo de las escápulas.

Es así entonces como esta cadena sale de la cadena de flexión para también unirse a la cadena de extensión.

Columna cervical y la cabeza:

La unión se da por encima del pectoral menor, por los escalenos (1 y 2 costillas) y por el esternocleidoccipitomastoideo en la costilla cero (clavícula).

La columna cervical soporta la cabeza, y se relaciona con el tórax por su nacimiento inferior, esto para asegurar la relación coordinada entre tórax y cabeza, sin embargo al mismo tiempo debe preservar cierta independencia para que la cabeza pueda liberar de influencias provenientes de zonas inferiores, esto con el fin de:

- Mantener horizontal la mirada.
- Mantener el equilibrio (oído interno).

Miembro superior:

Se da por el pectoral mayor, redondo mayor y el romboides, que se insertan en estas cadenas de una forma más libre, y su función puede estar relacionada con la de completar el enrollamiento y el enderezamiento.

3.1.1 Disposición muscular y ósea durante el crecimiento (postura)

Durante el crecimiento hay múltiples factores interactuando entre si, estos por si mismos son mecanismos normales que van generando adaptaciones morfológicas que proporcionan balance dependiendo de su función y los fines para los cuales se encuentren diseñados.

Durante la etapa de mayor cambio físico, siendo esta la niñez y la adolescencia se presentan variadas e importantes modificaciones que van a determinar diferentes características y composición corporal de un individuo como tal, incluyendo dentro de estas los cambios musculares y óseos determinantes de procesos de adaptación corporal que van a proporcionar la identidad, rasgos y actitud postural de cada individuo independientemente.

Desde el nacimiento surgen múltiples procesos que se van generando de manera organizada, y que complementados entre si constituyen al ser físico y postural desde esta etapa infantil hasta la adultez.

El desarrollo de la postura tiene por lo tanto un lineamiento de desarrollo general que puede describirse teniendo en cuenta diferentes investigaciones y documentación sobre el tema:

Desde el útero el feto presenta una disposición en flexión, con una convexidad raquídea, y agregado a esto la cabeza, brazos y piernas se encuentran flexionadas sobre el torso, para posteriormente luego del nacimiento encontrar igualmente una posición con hombros, codos, caderas y rodillas en flexión con las extremidades ligeramente en rotación interna,

presentando dicha disposición debido a que los músculos estáticos activos durante esta etapa son precisamente los flexores, aductores y rotadores internos.

“Luego del nacimiento y durante la etapa de crecimiento constante los músculos sufren un gran crecimiento en longitud y diámetro, y el número de miofibrillas contráctiles aumenta notablemente debido a la división longitudinal de las miofibrillas existentes” (Goldspink y Williams 1990), es así como todos estos factores producen influencia directa en el desarrollo de la capacidad de la fuerza y la coordinación; ya que teniendo en cuenta dichos aspectos se puede afirmar que el desarrollo muscular durante el crecimiento depende directamente del grado de madurez neurológico, que avanza desde el primer año de vida por medio de la mielinización en direcciones cefalocaudal y proximodistal dando control progresivo al niño sobre su propio cuerpo.

En este orden que comienza por los músculos antigravitatorios para ganar el control de la postura erguida y finaliza con las extremidades para su control fino, se da una progresión fácilmente definible como una aventura motriz de fases en las que primeramente el bebé intentará sostener la cabeza, reclutando los músculos extensores de cuello; para pasar luego a la posición sedente reclutando los músculos espinales inferiores, siendo en este punto en el cual el peso de la cabeza en combinación con la persistente posición en flexión de las caderas y la asociación con la pelvis y la columna, produce una curvatura convexa a lo largo de toda la columna. Luego de estas fases el bebé se dispone a pasar al gateo en posición cuadrúpeda, en donde recluta los músculos extensores de las extremidades de manera estática para mantener la posición.

Al haber pasado por todas estas fases posturales importantes en el desarrollo el bebé pasará a una posición de bipedestación inmadura inicialmente sin lordosis lumbar y con una curvatura convexa de normalidad con presencia de flexo-rotación externa de rodilla, para finalmente cambiar a una reagrupación funcional de los miembros y una formación de la lordosis lumbar por tracción de psoas iliaco al iniciar la marcha; adquiriendo así parcialmente la postura adulta, en la cual los músculos extensores de la espalda, cuello y caderas están bien desarrollados pero el resto de la columna puede estar rectificadas.

En esta posición vertical la gravedad ejerce una fuerza en este mismo sentido, es por esto por lo cual se produce una exagerada lordosis lumbar y un abdomen protruido, esto debido a que los músculos estáticos de la cadena posterior (espinales, glúteos,

isquiotibiales, tríceps sural, plantares), y la cadena anterior y lateral (psoas ilíaco, aductores pubianos, deltoides, glúteo, fascia lata y músculos estáticos de la pierna, especialmente el tibial anterior), predominan sobre los músculos dinámicos como por ejemplo los abdominales y los cuádriceps, que en esta etapa se encuentran menos desarrollados, es así como durante el crecimiento el niño desarrollará luego mayor fuerza y condición muscular ya que se sabe que la fuerza muscular es directamente proporcional a la sección transversal del músculo (Rutherford y Jones 1992, Young 1984, Young et al 1984, 1985), y al número de miofibrillas (Goldspink y Williams 1990), que son cambios compensatorios dinámicos, progresivos y controlados que se dan durante toda la etapa de crecimiento.

Al desarrollo postural también se agregan factores como el crecimiento óseo debido a la presencia de algunas etapas que generan mayores cambios en el alargamiento muscular que se debe sufrir para compensar la longitud del hueso.

En general la longitud y forma del hueso están determinados genéticamente, pero estos también pueden verse modificados por algunas actividades, y dicha estructura puede verse alterada en respuesta a cargas o soporte de peso, el hueso cambia dependiendo de las demandas estructurales a las que se le somete, es decir, en este caso la tracción muscular.

El crecimiento óseo de las diferentes partes del cuerpo no es homogéneo y se da por etapas:

En los primeros meses de vida se crece en sentido cráneo – caudal, en este orden empezando por cabeza, miembros superiores y parte alta de la columna, mientras que el crecimiento de la región lumbar es irregular hasta los 15 meses.

A los 7 u 8 años hay una estabilización de este crecimiento en la cual los segmentos que dan longitud total al cuerpo van de sentido caudal a proximal en este orden dado por los pies, miembros inferiores y tronco.

Uno de los acontecimientos mas importantes del crecimiento se produce a una edad promedio de 12 a 15 años, haciendo este presencia mas ligeramente en las niñas que en niños (12 a 13 años en las niñas), ya que en este punto las físis óseas persisten abiertas para el alargamiento desde los 13 a 16 años en niñas y hasta los 16 a 17 años en niños por lo general; siendo esta etapa del “estirón” uno de los responsables en muchos cambios

visibles en la forma y la estructura del cuerpo, ya que es un proceso continuo que se da hasta una edad promedio de los 18 años.

Cada físis tiene un potencial de crecimiento propio relacionado con la madurez general del niño. En la extremidad inferior, las físis dominantes son las situadas alrededor de las rodillas: físis distal del fémur y proximal de la tibia. La físis distal del fémur genera el 70 – 75% de la longitud del fémur, y la proximal de la tibia el 60% del crecimiento del hueso. En la extremidad superior las físis dominantes son las alejadas del codo (la proximal del humero y la distal del radio), de las cuales depende un 40% del crecimiento respectivamente.

Es así como todos estos factores juntos explican como el crecimiento de los huesos largos hace necesario el alargamiento en longitud del músculo, y los cambios que este debe sufrir para adaptarse a las nuevas demandas generadas por la magnitud de las modificaciones estructurales explicadas desde la fisiología como la yuxtaposición de sarcómeros sucesivos para mantener la superposición entre los filamentos de actina y miosina conservando así la capacidad de generar fuerza (Goldspink y Williams 1990).

Es importante tener en cuenta los cambios posturales que se sufren durante el desarrollo debido a que proveen información valiosa en cuanto a la determinación de factores normales o predisponentes para posteriores problemas futuros como deformidades espinales y síndromes dolorosos.

Algunos estudios posturales como “el desarrollo postural en niños en edad escolar” realizado por Danik Lafond y colaboradores en el 2007, reportan evidencia sobre los cambios experimentados desde los 4 a los 12 años en la alineación sagital en 1084 niños y niñas, con el fin de documentar fases de evolución postural en dichas edades.

El estudio exhibe grandes cambios durante las edades mencionadas representado en un incremento de la traslación anterior de la cabeza, hombros, pelvis y rodillas en el plano sagital, encontrando similitud con estudios como el de Thiong et al, en donde la postura sagital analizada radiográficamente exhibe un ajuste dependiendo de la edad, probablemente más con el fin de evitar o compensar el desplazamiento anterior del centro de gravedad.

En el presente estudio se indica que al obtener un desplazamiento anterior de las estructuras previas mencionadas se genera un desplazamiento posterior del centro de masa en el tórax con el fin de mantener el balance sagital.

En otros estudios breves presentados en esta revisión también se tuvieron en cuenta aquellos en los cuales la información radiográfica proporcionó hallazgos sobre las curvaturas en planos sagitales en lordosis lumbar y cifosis dorsal en la niñez y adolescencia.

Poussa et al, estudiando el desarrollo postural en edades de 11 a 22 años en 1060 sujetos descubrieron que la cifosis torácica era mas prominente y acentuada en hombres en todas las edades y que esta incrementaba con la edad en hombres pero no en mujeres. También se observó una lordosis lumbar acentuada en mujeres en todas las edades.

En otro estudio longitudinal de análisis postural en edades de 5 a 6 y 15 a 16 años en 90 niños y niñas mostró que la cifosis dorsal y lordosis lumbar incrementaban durante los 5 a 16 años, mientras que la movilidad espinal disminuía.

Cil et al, mostraron en un estudio radiográfico un incremento en la lordosis lumbar de 44º a 57º en niños y niñas de 3 a 12 años y luego un descenso de la misma de los 13 a 15 años.

En otros estudios sin embargo oponiéndose a esto mostraron que la cifosis incrementa hasta los 10 años de edad y decrece en edades entre 10 a 12 años, y luego incrementa desde los 13 a 15 años donde la cifosis dorsal se aproxima a la lordosis lumbar.

Solo pocos estudios han descrito la alineación postural en el plano sagital de la cabeza, tórax y pelvis en los niños.

Ihme et al, en un estudio vertical de 144 niños y niñas de 6 a 17 años estudiaron la alineación perpendicular del centro de gravedad de los hombros, el trocánter mayor y el maléolo externo, encontrando que el centro de gravedad no difería en los grupos, a excepción del centro de los hombros el cual estaba anteriorizado con una creciente insuficiencia postural. El centro pélvico en los niños y niñas fue encontrado en posición anterior en niños sanos comparados con aquellos quienes presentaban insuficiencia postural.

McEvoy et al, analizando la postura estática usando fotografía sagital en 38 niños y niñas de 5 a 12 años, midieron 5 ángulos posturales (tronco, cuello, mirada, cabeza sobre cuello, y extremidades inferiores), en el cual encontraron que el tronco, cuello y extremidades inferiores estaban muy influenciadas por la edad, pero sin embargo no se encontró ningún cambio influenciado por el género.

Mellin et al, en un estudio de 294 niños y niñas de 8 a 16 años, encontraron que la alineación sagital torácica era mas vertical en niñas que en niños.

Todos los hallazgos representados en el estudio en edades de 4 a 12 años, sugieren que las modificaciones posturales pueden estar representadas en cambios musculoesqueléticos normales durante la maduración desde la niñez a la pubertad, o que estos mismos pueden reflejar un proceso de adaptación atribuido a mantener un balance sagital apropiado en términos de carga musculoesquelética y el desarrollo de las curvaturas en el plano sagital.

Desde otro punto de vista muchos autores han sugerido que los hábitos posturales y otros factores ambientales pueden influir el desarrollo postural, sin embargo estas observaciones no son tan sorprendentes desde que los niños van a la escuela y gastan cerca del 95% de su tiempo escolar en posición sedente estática. Es entonces como con el mayor número de horas en posición sedente tanto en casa como en la escuela las traslaciones posturales en el plano sagital pueden incrementar con la edad.

Apoyados en referencias investigativas es cómo podemos apreciar los hallazgos encontrados sobre personas de las edades inscritas para esta investigación, por lo cual se tienen bases científicas que apoyan los fundamentos teóricos a tener en cuenta.

3.1.2 Alteración de la disposición muscular y factores motrices (desequilibrios musculares) e influencia postural.

La postura o sistema postural es un grupo acoplado de múltiples estructuras y órganos sensoriales en funcionamiento sinérgico para la armonía estática y dinámica que proveen al individuo de las herramientas necesarias para asumir una actitud determinada.

Desde hace ya mucho tiempo y principalmente desde el siglo XIX muchos y variados autores se han preocupado por describir los mayores captos responsables del mantenimiento de la postura y sus determinantes, para comenzar con la definición podemos decir que la misma es “un estado compuesto del conjunto de las articulaciones del cuerpo en un momento determinado” (Henry Otis Kendall).

Es así entonces como a través de la evolución en el conocimiento funcional del cuerpo humano se fueron creando nuevos y múltiples modelos y teorías que hoy en día son las claves de la pirámide del entendimiento postural.

Por esto todos los estudios realizados desde hace ya más de 100 años, nos llevan a tener una idea mayor y mejor fundamentada del control postural como un “todo estructurado” que depende de la sinergia funcional de complementariedad de acciones entre las cuales se encuentran la lucha contra la gravedad, la oposición a fuerzas externas, ubicación espacio-temporal y el equilibrio del movimiento.

Es entonces como se hace evidente el funcionamiento de múltiples sistemas orgánicos para realizar dicha hazaña:

La función exteroceptiva que nos da información sobre el entorno, en este caso tacto, visión y audición.

La propiocepción, que provee de información de ubicación de las diferentes partes del cuerpo en relación con el conjunto en una posición determinada.

Los centros superiores, que integran la selección de estrategias, los procesos cognitivos (Paillard) y tratan los datos provenientes de las dos estructuras anteriores para perfeccionar el movimiento.

En el dominio postural también entran a mediar procesos intrínsecos de la evolución filogenética, entre los cuales el oído interno juega un papel fundamental basado en la cantidad de información aferente que este mismo proporciona, es así como en la clasificación de estas entradas son predominantes el pie y el ojo.

En este sentido se trata de un tiempo para exteroceptores y de propioceptores.

Es por esto que un ligero defecto de convergencia ocular o una asimetría podal pueden provocar un desequilibrio de las cadenas musculares posturales.

La piel es también un elemento postural debido a que algunas cicatrices pueden provocar en el sistema informaciones aberrantes como por ejemplo rotación de la pelvis y vertebras lumbares, es por esto que incluso algunos dolores solo aparecen luego de intervenciones quirúrgicas.

Este trastorno estático entonces provocará unas demandas anormales en todo el sistema locomotor.

Las diferentes adaptaciones generadas por cambios normales durante la infancia y adolescencia pueden provocar cambios en el sistema muscular representados en los llamados imbalances musculares, que deben ser definidos partiendo del concepto de balance muscular.

Retomando las definiciones encontradas de balance muscular; este es entendido como: “Equilibrio de fuerzas y elasticidad muscular en el cuerpo.” “equilibrio muscular en cuanto a fuerza y flexibilidad de agonistas y antagonistas” partiendo entonces de estas definiciones podemos asumir como imbalance muscular: Al desequilibrio muscular en cuanto a fuerza y flexibilidad de agonistas y antagonistas que predispone a la aparición de alteraciones posturales descompensadas.

En esta medida y para la investigación el factor teórico más importante a tener en cuenta es el balance e imbalance muscular en los adolescentes y sus determinantes posturales (entre las cuales cabe mencionar capacidades físicas como fuerza y flexibilidad principalmente) por lo cual es importante definir como dentro de las alteraciones del tejido blando causantes de adaptaciones inadecuadas representadas luego en la postura, se encuentran:

- **Perfil óseo:** la forma de las vértebras puede modificarse por enfermedades como tuberculosis o enfermedad de Scheuermann, que produce cifosis dorsal.
- **Ligamentos:** el grado de laxitud de los ligamentos difiere de persona a persona dando lugar a hiperlaxitud o rigidez de las articulaciones. La columna esta

compuesta de muchas articulaciones y es por si misma dependiente de las articulaciones inferiores, tales como las del pie, rodillas y caderas.

- **Rigidez fascial y tendinomuscular:** la rigidez del tejido blando, especialmente del tensor de la fascia lata, isquiotibiales, capsula anterior de la cadera y pectorales, afectan la postura.
- **Fuerza muscular:** En particular la fuerza de el glúteo mayor, abdominales, erectores espinales y aductores de escápula puede producir cambios o alteraciones significativas en la disposición y actitud postural.
- **Inclinación pélvica:** la pelvis es la base sobre la cual reposa la columna vertebral. Cualquier cambio en su inclinación puede generar un cambio en la posición de la quinta vértebra lumbar en relación con el sacro, la cual a su vez altera la postura de la columna entera. La inclinación de la pelvis esta controlada por los músculos alrededor de la cadera.
La inclinación de la pelvis se aumenta por la contracción de los extensores de cadera. Por ejemplo: los glúteos, isquiotibiales, y la porción posterior de los aductores de cadera, y se disminuye por la contracción de los flexores de cadera. La movilidad de la columna vertebral es mayor en la región lumbar; en la región torácica sin embargo, la rotación es de magnitudes considerables, pero la extensión y flexión están limitadas.
- **Los músculos de la respiración** (diafragma e intercostales) producen un efecto secundario en la postura, esto es una leve extensión de la columna dorsal durante cada inspiración.

En cuanto a la cifosis dorsal durante el crecimiento y primordialmente durante la etapa de crecimiento se puede afirmar lo siguiente:

“Es denominada como una actitud postural y se caracteriza por una cifosis dorsal compensada con una hiperlordosis lumbar y por lo general no hay alteraciones estructurales ni de cuerpos ni de discos intervertebrales. Se considera la primera fase de la cifosis juvenil. Se establece entre lo 8 y 12 años y se caracteriza por su evolución

disimulada y lenta. Esta afirmación se apoya en 3 teorías sin embargo la más acorde con lo que se busca en esta investigación es la teoría muscular:

- Teoría vertebral: el equilibrio funcional de la columna se vería interrumpido por causas osteoarticulares.
- Teoría psíquica: la constitución flácida podría definir la cifosis dorsal.
- Teoría muscular: según la cual una debilidad de los músculos extensores, derivada de un crecimiento irregular entre el tejido óseo y el tejido muscular, determinara una actitud relajada por la insuficiencia muscular.

Diversos autores reconocen como causa determinante la acción de los músculos erectores del raquis como el dorsal largo, el epiespinoso, los transversos espinosos entre otros constituyentes de las cadenas extensoras del tronco, que se encuentran en una situación de constante estiramiento y trabajan estáticamente. Los músculos modificados de esta manera resultan incapaces de contraerse en la medida suficiente para mantener la actitud del raquis en extensión. A largo plazo la actitud postural incorrecta asumida establece del SNC un esquema postural erróneo:

- Un sentido cenestésico erróneo
- Una incapacidad para percibir los propios errores
- Unos esquemas posturales erróneos debido a informaciones propioceptivas alteradas (de lo que deriva una adaptación permanente del grado de concentración de los erectores del dorso) y asimilación por parte de los centros del SNC, de una situación anormal de la postura.⁶

Postura en términos de fuerza flexibilidad:

⁶ Francesco Tribastone. Compendio de gimnasia correctiva. 3ª edición. Editorial paidotribo. 1998. Pag. 192 – 195.

La postura humana normal depende del armónico interjuego de reflejos de equilibración (Vayer, 1980), en el cual el sistema muscular es quien juega un papel importante como órgano efector en respuesta a los procesos creados por centros superiores.

“Se define flexibilidad, como la amplitud de movimiento de una sola articulación o de una serie de articulaciones y refleja la capacidad de las unidades musculotendinosas para elongarse tanto como se lo permitan las restricciones físicas de la articulación (Hubley – Kozey, citado por Mac Dougall, J.D., Wenger, H.A., Green, H.J., 1995).

Otra definición que viene a completar la anterior, sería la aportada por Pila (Pila, A., 1985) como la capacidad de amplitud de un movimiento en un segmento articular determinado, facultad que puede verse afectada, tanto por la capacidad de elongación de los distintos tejidos que constituyen una articulación, como por la morfología anatómica de la misma y que pueden tener una causa genética o patológica.”

La flexibilidad es una capacidad determinada por ciertos factores encontrándose dentro de los más importantes la disposición y el tipo de músculo implicado en la amplitud de una articulación determinada, por tanto se tiene que el ser humano tiene dos tipos de músculos: estáticos ó posturales (muy tónicos) que permiten la posición erguida y la bipedestación y los dinámicos ó fásicos (poco tónicos), que realizan los movimientos de gran amplitud y que están relacionados con la locomoción. Los primeros representan las dos terceras partes de la musculatura y suelen soportar un trabajo continuado como es la adopción de posturas estáticas durante largos periodos de tiempo. Un ejemplo de ellos hablando propiamente de las cadenas rectas de tronco serían: los rectos abdominales y los músculos del perineo en cuanto a cadenas flexoras; y en cuanto a las extensoras tenemos a: dorsal largo, epiespinoso, trapecio inferior entre otros.

En situaciones de sobrecarga o estrés, la musculatura estática evoluciona siempre hacia el acortamiento. Sin embargo, la musculatura dinámica tiende al relajamiento y a la debilidad, sobre todo en niños y niñas sedentarias o que realizan poca actividad física. Si aparece una falta de amplitud articular, será debido a la rigidez de los músculos estáticos. La amplitud de movimiento de una articulación está limitada por varios factores: las estructuras óseas, el cartílago articular y los tejidos blandos que rodean la articulación: músculos, tendones, fascia, ligamentos y piel (Johns y Wright, 1962)

El mantenimiento de la actividad tónica sostenida para el control postural en diferentes grupos musculares genera por exceso de actividad que con el paso del tiempo se produzcan acortamientos de los tejidos conectivos principalmente musculares y de fascia como se explicó anteriormente.

La sarcómera es la unidad contráctil del músculo. Consta de filamentos proteicos de actina y miosina que se interpenetran.

Durante la contracción aumenta el grado de penetración, y en la relajación vuelven a su posición inicial. Pero cuando un músculo es sometido a un esfuerzo prolongado, la sarcómera ya no vuelve a la posición inicial en la fase de relajación. El músculo se ha hecho más resistente, pero ha perdido elasticidad.

Al perder elasticidad, también pierde fuerza contráctil, por lo que deberá esforzarse más. A mayor esfuerzo, mayor acortamiento, cerrándose así el círculo vicioso que es el causante de todo tipo de lesiones musculares, tendinosas, articulares y óseas. La artrosis, tendinitis, protrusiones discales y deformaciones, no son más que la expresión de la rigidez de los músculos estáticos.

Según Meinel (1978), “hacia los 8 y 9 años de edad la movilidad de las grandes articulaciones sigue siendo buena. No obstante en lo que respecta a la abducción coxofemoral y la extensión escápulo humeral se verifica una reducción. La columna esta en su punto óptimo de movilidad (Fomin y Fillin, 1975). Precisamente, más que prevenir lesiones, el propósito general de desarrollo de la flexibilidad es compensar los desequilibrios y disbalances musculares.

En un estudio realizado en el 2003 con 111 niños y niñas de 9 a 10 años con el fin de analizar la flexibilidad anatómica se encontró que no habían diferencias entre el genero masculino y femenino con aparente disminución de la misma con el paso del tiempo en un periodo de 7 meses, encontrando prevalencia de menor flexibilidad en hombros con acortamiento de pectoral mayor y porción anterior del deltoides.

“Un concepto muy relacionado con la flexibilidad y amplitud articular es el de acortamiento y desequilibrio muscular. Para Janda (citado por Liebenson, C.,1999), “...la base para la mayoría de los desequilibrios musculares proviene la respuesta a las exigencias estresantes ambientales”. En el caso que de los niños y niñas, las posturas forzadas en las aulas, tareas repetitivas, tensión de la gravedad e inactividad son algunas de las causas que degeneran en tal situación”.

Sabiendo que los adolescentes de este estudio se encuentran en una edad escolar se hace gran énfasis de la influencia de las posturas en la escuela; con ello tenemos

que los músculos posturales de los escolares tienen tendencia hacia el acortamiento eventual, mientras que los músculos fásicos tienden hacia el desuso y la debilidad. Estos músculos están agrupados con frecuencia como antagonistas emparejados y parecen estar afectados por la Ley de Sherrington de la Inhibición Recíproca. Así, si un músculo postural como el recto abdominal se acorta por sobreuso, no sólo limitará mecánicamente el alcance de los movimientos de su antagonista, el glúteo mayor, sino que también inhibirá neurológicamente su acción. Esta combinación de influencias biomecánicas y neurofisiológicas es un fuerte estímulo para la creación y mantenimiento de desequilibrios musculares en los escolares (Liebenson, C., 1999). La expresión desequilibrio muscular describe la situación en la cual algunos músculos se inhiben y debilitan, mientras otros quedan acortados, perdiendo su extensibilidad. Los músculos moderadamente acortados suelen ser más fuertes de lo normal, aunque en el caso de tensión pronunciada, se produce alguna reducción de la fuerza muscular. Esto se denomina *debilidad de tensión* (Janda citado por Liebenson, C., 1999).

Así por ejemplo, el permanecer sentados durante largas horas en la escuela en sillas rígidas va a suponer el acortamiento de determinados grupos musculares y el agotamiento y finalmente distensión de otros. Este acortamiento va a ser provocado en la musculatura flexora de determinadas articulaciones implicadas y la distensión es ocasionada en aquellos grupos musculares antagonistas a los primeros (González, et al., 2002).

Existe un desequilibrio muscular cuando la musculatura tónica y fásica no están compensadas. Los músculos acortados están duros y no tienen elasticidad en la fase de relajación, por ello se fatigan y producen sobrecargas dolorosas. Así pues, una vida sedentaria provoca el sobreuso de los músculos posturales, favoreciendo así el desarrollo de la rigidez. Simultáneamente, los músculos fásicos o dinámicos tienden a debilitarse por el desuso.

Es totalmente factible encontrar una alteración de la flexibilidad entre los músculos componentes de las cadenas rectas de tronco y asociado a ello generar la aparición de imbalances musculares que me modifiquen la posición de la pelvis, esto como principal signo evidente.

4. METODOLOGIA

Enfoque metodológico de la investigación

Es un estudio cuantitativo, de prevalencia, correlacional ya que busca medir en un solo momento, condiciones específicas de adolescentes (12 a 15 años) como flexibilidad, fuerza, postura y otras características socio demográficas con el fin de identificar las características de la población y ver si dichas variables permiten establecer la relación entre la posición de la pelvis y el raquis con la presencia de imbalances musculares en las cadenas rectas de tronco, recto femoral e isquiotibiales.

Población

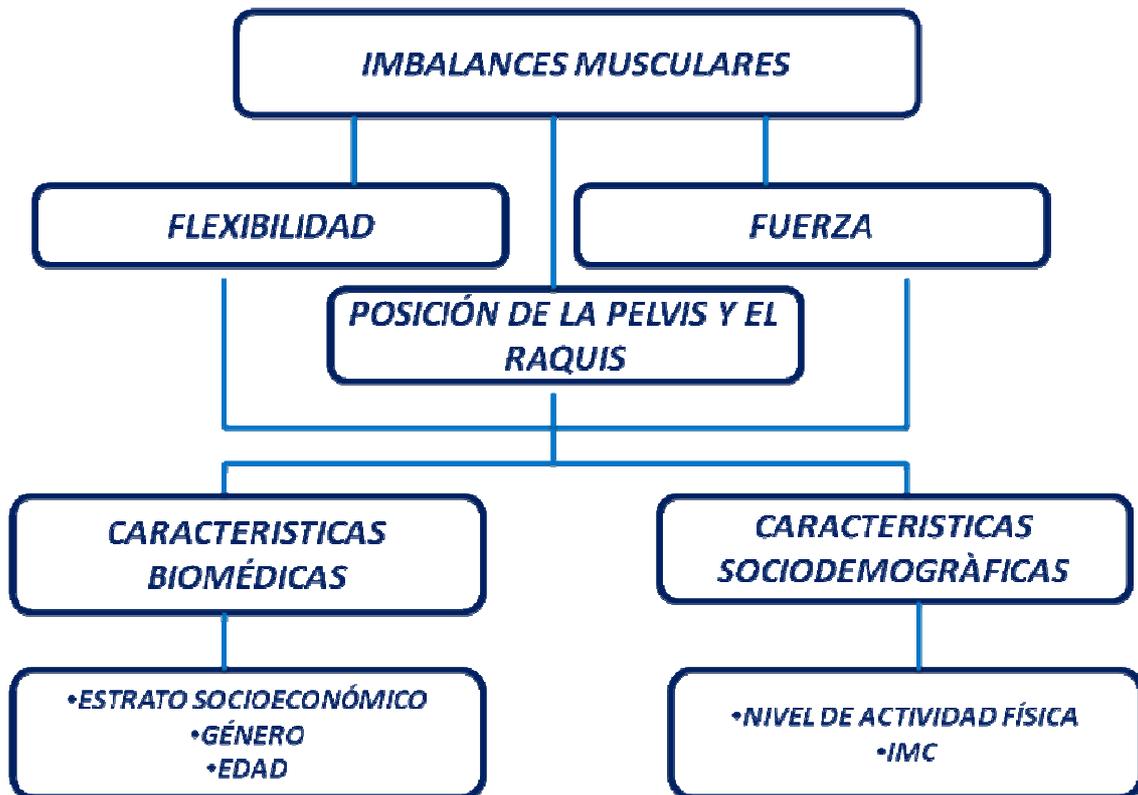
Adolescentes de 12 a 15 años de un Centro de desarrollo integral de la ciudad de Medellín

Diseño muestral

En una población de aproximadamente 60 adolescentes quienes cumplen con los criterios de elegibilidad, se seleccionaran 46 pacientes que cumplan los criterios de inclusión; esto determinado a través de un muestreo aleatorio simple, con una DS de 1,41 (constante), un error permisible de 0.3 y un nivel de confianza del 95%.

Tamaño de la población	60
Desviación Estándar	1,4142
Error Permisible	0,3
Nivel de Confianza	95%
Valor z	1,960
Error estándar de la media muestral	0,1531

5. DIAGRAMA DE VARIABLES



6. TABLA DE VARIABLES

CARACTERÍSTICAS SOCIODEMOGRÁFICAS	NOMBRE	DEFINICION	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICION	CATEGORIZACION
	Estrato Socioeconómico	Los estratos socioeconómicos son una herramienta que se utilizara para establecer y clasificar la condición económica del usuario en estudio, además de de ser un indicador indirecto del estado de salud del mismo.	Independiente Cualitativa Ordinal	Cuestionario , según lineamientos del DANE	Clasificación por estratos de 1 a 6
	Género	El concepto de género refiere a la asignación social y a la valorización diferenciada de responsabilidades y roles a hombres y mujeres, en este estudio permitirá la diferenciación, caracterización y asociación con otra variable en estudio.	Independiente Cualitativa. Nominal	Masculino: 1 Femenino: 2	Masculino Femenino.
	Edad	Es la cantidad de años transcurridos desde el nacimiento hasta el momento de la evaluación.	Independiente Cuantitativa Razón	Años cumplidos	Clasificación por edades adolescentes de 12 a 15 años

CARACTERÍSTICAS BIOMÉDICAS			discreta		
	Nivel de actividad física	Todos los movimientos naturales y/o planificados que realiza el ser humano obteniendo como resultado un desgaste de energía, con fines deportivos, recreativos entre otros.	Dependiente Cualitativa Nominal	Sedentarismo: 1 Deporte: 2 Educación física: 4 Deporte de alto rendimiento: 5 Otro: 3	Sedentarismo Deporte Educación física Deporte de alto rendimiento Otro
	IMC	El índice de masa corporal (IMC) es una medida de asociación la talla y el peso del individuo.	Dependiente Cuantitativa De razón Continua	Peso: Kg. Talla: metros Normal :1 Bajo peso: 2 Reducción severa de peso : 3 Obesidad: 4	Normal (22-27) Bajo peso (menor 21) Reducción severa de peso (menor de 15) Obesidad (mayor 27) Aumento de

CAPACIDADES CONDICIONALES				Aumento de mortalidad: 5	mortalidad (mayor a 30)
	Flexibilidad	Se define flexibilidad, como la amplitud de movimiento de una sola articulación o de una serie de articulaciones que refleja la capacidad de las unidades musculotendinosas para elongarse tanto como se lo permitan las restricciones físicas de la articulación influyendo directamente en la flexibilidad por cadenas musculares.	Dependiente Cualitativa Ordinal	Rotadores internos y aductores de hombro. Prueba de Kendall. Diagonal posterior. Prueba del pectoral. Prueba de Ridge. Prueba de Thomas. Aductores de cadera. Rotadores de cadera. Prueba de Nachlas	Flexibilidad: Normal Aumentada Disminuida
	Fuerza	La Fuerza es la capacidad que tiene el músculo o una cadena muscular de producir tensión a una velocidad específica, además de mantener una postura o asumir una posición.	Dependiente Cualitativa Ordinal	Prueba de Abalakov Salto horizontal a pies juntos Prueba de extensores de	Fuerza: Normal Aumentada

			<p>miembro superior, tronco y miembro inferior.</p> <p>Lanzamiento de balón con apoyo de una o dos rodillas.</p> <p>Lanzamiento de balón medicinal desde sentado.</p> <p>Lanzamiento de peso hacia atrás.</p> <p>Prueba de abdominales superiores.</p> <p>prueba de elevación de piernas sobre el suelo</p> <p>Prueba de extensión de tronco.</p>	Disminuida
Postura		Dependiente	Software de medición de posición de pelvis y raquis.	Alterada
POSICIÓN DE PELVIS	La postura corporal se define como la posición de todo el cuerpo o de un	Cualitativa.		

	POSICIÓN DE RAQUIS	segmento de éste en relación con la gravedad; o sea, es el resultado del equilibrio entre esta última y las fuerzas musculares antigravitatorias y pudiesen variar en relación a la situación en que se enfrenta	Nominal		No alterada
--	--------------------	--	---------	--	-------------

7. CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN:

Criterios de inclusión

- Adolescentes entre 13 y 15 años cumplidos
- adolescentes que asistan regularmente a la Institución
- Consentimiento informado: padres.

Criterios de exclusión

- adolescentes con alteraciones osteomusculares congénitas o adquiridas, reportados en historia clínica
- Obesidad infantil
- adolescentes deportistas de nivel competitivo.
- Alteraciones del tono muscular de tipo neurológico
- Alteraciones visuales.
- Alteraciones vestibulares.

8. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Recolección de datos

Estudio correlacional con un solo grupo de medición (postura de pelvis y raquis, flexibilidad u fuerza de cadenas rectas del tronco) que busca encontrar la prevalencia de la asociación entre los imbalances musculares de las cadenas rectas y la posición del raquis y la pelvis, en donde se incluyen pacientes de 13 a 15 años de ambos sexos; que cumplan con los criterios de inclusión propuestos para la participación en el estudio.

Se tomaran como datos fundamentales la medición de la fuerza, la flexibilidad en niños de 8 a 10 años del centro de desarrollo integral de la ciudad de Medellín, además de una evaluación de postura. Habrá otra medición que es la posición de la pelvis y el raquis a través de un software proporcionado por la EIA y la universidad CES. Esta información será recolectada por 2 estudiantes que hacen parte del estudio para disminuir los sesgos. La evaluación de fuerza y flexibilidad se realizara a través de mediciones manuales y aplicaciones de test específicos.

Control de sesgos y errores

Selección aleatorizada del total de adolescentes entre las edades de 13 a 15 años para conformar la muestra.

Entrenamiento: se realiza entrenamiento al fisioterapeuta evaluador en la implementación de las metodologías de evaluación para que sean lo más correctas y exactas posible, con el fin de evitar sesgos de información.

Control de sesgos de selección

Se realiza según criterios de inclusión

1. Observador:

- Se controlarán los sesgos del observador con la capacitación en el manejo de las escalas de evaluación.
- Manejo del software.
- Estandarización de los resultados; se elegirá un único evaluador para la aplicación de las pruebas y tendrá el mismo nivel de formación y práctica que el resto de los participantes del proyecto.

2. Instrumento:

Se controlarán los sesgos del instrumento por medio de la realización de:

- Prueba piloto,
- Capacitación del equipo en la metodología adecuada para aplicar las pruebas.
- Se aplicaran instrumentos válidos para la evaluación de fuerza, flexibilidad y posición de la pelvis.
- Medición siempre con los mismos equipos, calibrados y monitorizados sobre su funcionamiento correcto por ingenieros biomédicos.
- Prueba piloto sobre las pruebas de evaluación incluidas en el instrumento y realizadas por el mismo evaluador que realizará las mediciones para el estudio.

3. Información:

Se controlarán los sesgos solicitando a los participantes copia del documento de identidad y de servicios públicos.

Plan de divulgación de los resultados

- Participar en una jornada de investigación de la Universidad CES
- Publicación de un artículo científico

Técnicas de recolección:

La recolección será realizada totalmente por los evaluadores que han sido entrenados para la realización de las pruebas.

Para la recolección de información se utilizará un cuestionario: en él hay una serie de preguntas abiertas y otras cerradas. La aplicación de este será simultánea a la aplicación del instrumento de evaluación.

9. FUENTES DE INFORMACION

- Niños de 8 a 10 años del instituto parroquial de la buena esperanza del municipio de Bello (proporcionarán los datos de la evaluación y medición)
- Padres de familia (facilitarán los datos personales de cada niño y la autorización del consentimiento informado)
- Evaluador (estudiante de último grado de fisioterapia quien aplicará las pruebas semiológicas de evaluación de las cadenas rectas de tronco y reportará los resultados)
- Evaluación fisioterapéutica (pruebas semiológicas: evaluación de fuerza y flexibilidad de cadenas rectas de tronco)
- Evaluación posición pelvis y raquis (software)
- Medición de peso y talla (báscula digital y cinta métrica para calcular IMC)
- Cuestionario (contiene información personal, más casillas para registro de datos de evaluación y medición)

10. INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE INFORMACION

Evaluación de flexibilidad y AMA: instrumento basado en pruebas de flexibilidad de cadenas musculares y rangos de movimiento articular que permiten observar el acortamiento de las cadenas musculares tanto globales (bilaterales) como unilaterales, para la observación de posibles restricciones funcionales.

Especificaciones:

- El test se realiza siempre de forma pasiva, hasta el límite donde se percibe la resistencia al desplazamiento.
- Test basados en mediciones goniométricas.
- Todos los test deben ser evaluados bilateralmente.

PRUEBAS DE HOMBRO:**ROTADORES INTERNOS Y ADUCTORES DEL HOMBRO (DANIELS Y WORTHINGHAM, 1981)**

- En posición decúbito supino, rodillas en flexión, con las manos detrás del cuello, descansando la columna lumbar lo más plana posible y apoyados los codos sobre el suelo sin tensión. La presencia de cifosis impide realizar la prueba. Se debe anotar el contacto o no de los codos en el suelo. Asimismo y para comprobar posibles descompensaciones, se deben anotar diferencias entre el lado derecho y el izquierdo.

**PRUEBA DE KENDALL**

- Con esta prueba se evalúa la capacidad de movilidad del hombro, en cuanto al posible acortamiento de los aductores y su asimetría. Sin acortamiento de los aductores y rotadores internos del hombro, la articulación del hombro puede ser flexionada completamente mientras la porción inferior de la espalda está aplicada sobre el suelo. Con acortamiento de los aductores y rotadores internos del hombro, la articulación del hombro no puede ser flexionada completamente con la porción de la espalda aplanada. Esto indica un posible acortamiento del dorsal ancho, pectoral mayor y redondo mayor. Se considera angulación normal 180° , es decir, articulación escápulo-humeral y húmero en contacto con el suelo.

**DIAGONAL POSTERIOR (CLARKSON, 2003)**

- En bipedestación, con los brazos por detrás de la espalda, uno de ellos llevado por la zona dorsal de la espalda, y el otro por la zona lumbar. Anotar si existe el contacto o no de las manos, con distinción del lado derecho e izquierdo. Se mide el lado del brazo que pasa hacia atrás por la zona dorsal. Su objetivo es conocer los desequilibrios y disimetrías de la cintura escapular.

**PRUEBA DEL PECTORAL (DANIELS Y WORTHINGHAN, 1981)**

- En bipedestación, el sujeto de frente a la pared, eleva el brazo del mismo lado que el pectoral medido de forma que todo el que quede paralelo al suelo y apoyado a la pared, tratar de llevar el hombro del lado contrario lo más atrás posible rotando el tronco, sin separar el brazo de la pared. Se mide el ángulo que forma el brazo con la espalda, tomando como origen el acromion, siendo uno de los lados del ángulo, el brazo y el otro la línea que describen las tuberosidades acromiales del hombro derecho e izquierdo. No superar los 90°, implica una deficiente flexibilidad de los grupos musculares implicados.



Estructuras evaluadas: se ponen en juego músculos de cadena recta posterior (dorsal) y relés de las cadenas recta anterior y posterior con los brazos (pectoral mayor)

PRUEBAS DE CADERA Y RODILLA:

FLEXIÓN DE CADERA CON RODILLA EN EXTENSIÓN (RIDGE, 1985) acortamientos que se producen a nivel de la musculatura posterior de la pierna (isquiotibiales).

Procedimiento

- En posición decúbito supino, con los brazos rectos y colocados a los lados del tronco, flexionar lo máximo posible la cadera sin flexionar la rodilla. La extremidad opuesta, que ayuda a evitar el movimiento bascular posterior de la pelvis, debe permanecer en contacto con el banco. Se mide el ángulo formado por ambas extremidades. La pierna que está en contacto con el banco se inmovilizará con una eslinga o un compañero, para evitar la flexión de rodilla y la basculación pélvica, y así facilitar la medición al examinador. El goniómetro se colocará con un brazo paralelo al banco y el otro eje coincidiendo con trocánter mayor del fémur y la rodilla. Se considera una angulación normal 90°.



FLEXORES DE CADERA Y EXTENSORES DE RODILLA, MEDIANTE LA PRUEBA DE THOMAS (LIEBENSON, 1999): valora la zona lumbar, perteneciente a la cadena de flexión (continuadora de la cadena recta anterior), Se aprovecha el test para valorar posibles acortamientos del recto anterior, músculo perteneciente a la cadena de extensión. Posibles acortamientos en la musculatura del psoas iliaco suelen ir acompañados de acortamientos del recto anterior.

Procedimiento:

- El sujeto se colocará encima de la camilla o plinto, tendido decúbito supino y a continuación el examinador cogerá con sus manos una de sus piernas por la rodilla y la acercará al pecho. La pierna correspondiente a la cadera a examinar fuera de camilla. Si existe acortamiento del psoas iliaco, se producirá elevación del muslo apoyado en la camilla. Si existe acortamiento del recto anterior, se producirá extensión de la rodilla de apoyo en la camilla.



ADUCTORES DE CADERA (DAZA, 1996): acortamientos y descompensaciones de músculos pertenecientes exclusivamente a la cadena de cierre.

Procedimiento:

- Decúbito supino, caderas flexionadas (o abducidas), medir el ángulo por ambas extremidades inferiores, buscando el punto de giro de ambos ejes. No superar los 90º, implica una deficiente flexibilidad de los grupos musculares implicados.



ROTADORES DE CADERA INTERNOS Y EXTERNOS (RIDGE, 1985): cadena de apertura, continuadora de la cadena cruzada posterior, En los externos, el piramidal, trabajará en la cadena de apertura. Los obturadores en la cadena de flexión y el cuadrado crural en la cadena de extensión.

Procedimiento:

- En posición sentada sobre una superficie elevada y con la pelvis estabilizada (el sujeto se agarra de los extremos del banco), rotación del muslo hacia adentro (medimos la flexibilidad de los rotadores externos) y hacia fuera (medimos la flexibilidad de los rotadores internos). Se mide el ángulo formado por la pierna y la perpendicular del suelo a la rótula. Se considera normal las mediciones comprendidas entre 38 y 45° en la prueba de rotadores internos de cadera y de 35 a 45° en la prueba de rotadores externos de cadera (Ridge, 1985). El movimiento lo realiza el examinador de forma pasiva.



PRUEBA DE NACHLAS Y PRUEBA DE RIDGE (DAZA, 1996 Y RIDGE, 1985): donde el recto anterior y el crural, pertenecen a la cadena de extensión y el vasto externo a la cadena de apertura. Con esta prueba complementamos la medición del cuádriceps, uniéndolo a los posibles acortamientos que obtenemos en la prueba de Thomas (recto anterior y psoas iliaco).

Procedimiento:

- El sujeto está tumbado en posición prona sobre la camilla. Se flexiona de forma pasiva la rodilla. Se mide el ángulo antes de que la columna lumbar comience a extenderse o la cadera comience a elevarse. El movimiento es realizado de forma pasiva ayudado por el examinador.

**ANÁLISIS POSTURAL:**

Se realizará por medio de dos técnicas:

- Evaluación postural con el modelo de Kendall.
- Evaluación postural pélvica computarizada, por medio de software de medición pélvica.

ANÁLISIS DE FUERZA:

El análisis de fuerza en niños y niñas se realizará por medio de un instrumento basado en bibliografía estructurada en la evidencia sobre medición de fuerza en la edad escolar.

Se deben tener en cuenta varios factores:

- Esperar 2 horas luego de comer.
- Correcto calentamiento: ejercicios de estiramiento para mejorar el punto óptimo de efectividad muscular.
- Se tienen en cuenta que no son test que impliquen la utilización de sobrecargas adicionales o esfuerzos intensos en edades tempranas.

PRUEBAS:**Miembro inferior:**

PRUEBA DE ABALAKOV: mide fuerza explosiva de piernas. Valoración de la capacidad de salto del ejecutante.

Posición inicial:

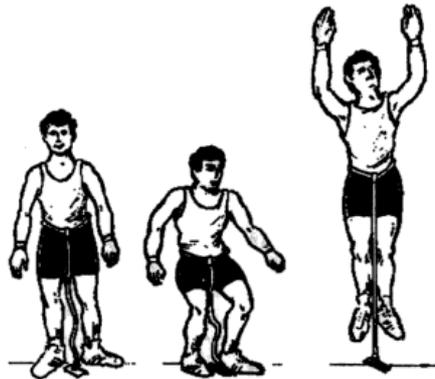
- El sujeto se colocara un cinturón sobre la cintura, estará situado de pie, con piernas separadas entre 15 a 20 cm. Cinta métrica adosada a la cintura que se mantendrá tensa verticalmente sobre un punto de sujeción en el suelo.

Procedimiento:

- el ejecutante flexiona las piernas tanto como desee, y realizará una extensión máxima de todo el tren inferior, pudiendo ayudarse durante el salto con el impulso de los brazos.
- Durante la fase de vuelo el cuerpo permanecerá extendido y la caída se producirá sobre el mismo lugar de batida.

Medición:

- Se anotará la distancia en centímetros de la cinta métrica desplazada, restándole a la distancia total, los centímetros utilizados en la posición inicial.
Realizar tres intentos.

**Evidencia:**

- Según Beuker referido por Grosser y col (1988), esta prueba tiene una validez factorial atendiendo al factor “factor denominación velocidad” de 0.75 En hombres y 0.58 en mujeres.

SALTO HORIZONTAL A PIES JUNTOS: valorar la fuerza explosiva del miembro inferior.

Posición inicial:

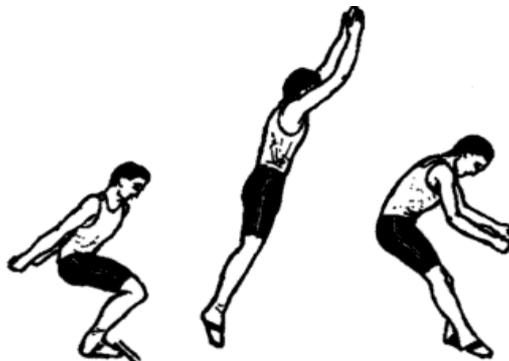
- sujeto de pie tras la línea de salto y de frente a la dirección del impulso, el tronco y las piernas estarán extendidas y los pies juntos o ligeramente separados.

Procedimiento:

- Con la señal el ejecutante flexionara el tronco y las piernas, pudiendo balancear los brazos para realizar posteriormente un movimiento explosivo de salto hacia adelante. La caída debe ser equilibrada, no permitiéndose ningún apoyo posterior con las manos.

Medición:

- Se anotara el numero de centímetros avanzados entre la línea de salto y el borde más cercano a esta midiendo desde la huella más retrasada tras la caída. Se toma la mejor marca de dos intentos tras descanso mínimo de 45 segundos.



Evidencia:

- Nupponen (1981) afirma que el coeficiente de fiabilidad esta por encima del 0,90. Telama y col (1982) obtuvieron coeficientes de fiabilidad de 0,80 a 0,96 en niños y niñas de 12 años respectivamente, valores de 0,94 y 0,87 en niños y niñas de 15 años...

Este test presenta sobretodo en varones una gran dispersión de resultados, observándose en alumnos de la misma edad resultados muy diferentes:

- Farrally y col (1980) fiabilidad del test de salto horizontal desde parado presenta una fiabilidad del 0,96.

- Beune y Simon (1977 – 78) coeficiente de fiabilidad del 0,91.

PRUEBAS DE FUERZA CON LANZAMIENTO

Sirven para valorar fuerza explosiva de los extensores de miembros superior, tronco y miembro inferior, así mismo permiten la valoración aislada modificando componentes de las pruebas.

PRUEBA DE EXTENSORES DE MIEMBRO SUPERIOR, TRONCO Y MIEMBRO INFERIOR:

Posición inicial:

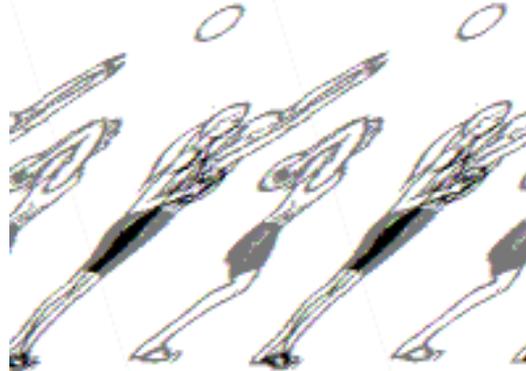
- Ejecutante en posición de pie, detrás de línea de lanzamiento, pies separados al ancho de los hombros. Cuerpo dispuesto en dirección de lanzamiento, balón agarrado simétricamente con ambas manos.

Procedimiento:

- Señal, alumno elevará con ambas manos el balón por encima y detrás de la cabeza, simultáneamente podrá extender el tronco flexionar brazos y piernas, elevando talones, pero sin despegar la punta del suelo; desde aquí realizara un movimiento explosivo de lanzamiento hacia adelante para lanzar el balón lo mas lejos posible.

Medición:

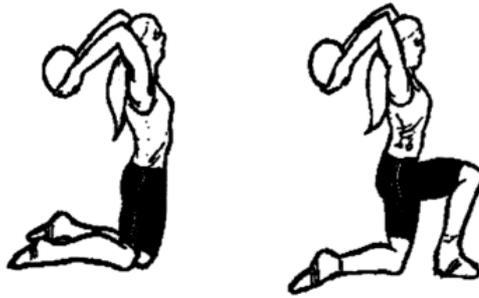
- Desde línea demarcadora, hasta punto de caída del balón, se anota el mejor de dos lanzamientos, distancia en centímetros.



Evidencia:

- La mayoría de los autores diferencian el peso del balón por sexo del ejecutante: Blázquez (1991) establece 3 kg para hombres y 2 kg para mujeres.
- Legido y col (1995) recomiendan para esta prueba un peso de 3 kg sin diferencia de sexo, pero añaden que su aplicación en **menores de 10 años se debe realizar con un balón de 2 kg.**

LANZAMIENTO DE BALÓN CON APOYO DE UNA O DOS RODILLAS: tiene el mismo objetivo de la anterior, pero eliminando la influencia de las piernas.



LANZAMIENTO DE BALÓN MEDICINAL DESDE SENTADO: valorar fuerza explosiva de músculos extensores del tronco y miembro superior.

Posición inicial:

- Ejecutante sentado sobre el suelo o colchoneta, detrás de la línea de lanzamiento. El tronco permanecerá recto y las piernas extendidas y abiertas a un ancho de aproximadamente 50 cm, manteniéndose los talones apoyados sobre el suelo.
- Ejecutante mirando en dirección del lanzamiento, balón simétricamente agarrado con ambas manos.

Procedimiento:

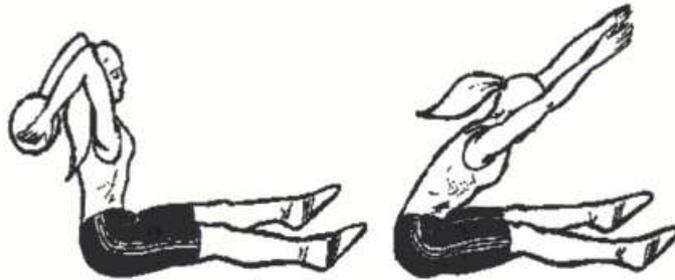
- Señal, ejecutante elevará las manos el balón por encima y detrás de la cabeza, posteriormente podrá extender tronco y flexionar brazos, sin despegar los talones del suelo ni flexionar las rodillas; desde ahí relajará

un movimiento explosivo de la lanzamiento hacia adelante para lanzar el móvil lo mas lejos posible.

- Durante la fase de lanzamiento y hasta que el balón impacte con el suelo el sujeto no puede separar los pies del suelo, no permitiéndose saltar en el momento del lanzamiento.

Medición:

- Distancia entre la línea de lanzamiento y la marca dejada por el impacto del balón, anota el mejor de dos intentos.



LANZAMIENTO DE PESO HACIA ATRÁS: fuerza explosiva de tronco y miembro superior.

Posición inicial:

- Sujeto de pie y de espaldas a la dirección del lanzamiento, piernas separadas al ancho de los hombros, el cuerpo permanecerá recto y el peso sostenido por ambas manos, quedando los brazos extendidos y situados por delante del cuerpo.

Procedimiento:

- Señal, el ejecutante deberá flexionar piernas y tronco. Balanceando los brazos para posteriormente realizar un movimiento explosivo de lanzamiento hacia atrás, con extensión violenta de piernas, tronco y brazos, con el objeto de trasladar el móvil a la mayor distancia posible.
- Durante la fase de lanzamiento y hasta que el balón impacte con el suelo el sujeto no podrá separar los pies del suelo. No se podrá saltar en el momento del lanzamiento.

Medición:

- Distancia entre línea de lanzamiento y la marca dejada por el impacto del balón, anotándose el mayor de dos intentos.

Evidencia:

- Legido y col (1996), utilizan una carga de peso de 7,250 kg para hombres y de 4 kg para mujeres. **Para ejecutantes menores de 10 años y mayores de 50 años recomiendan manejar peso de 3 kg.**

**PRUEBA DE ABDOMINALES SUPERIORES:****Posición inicial:**

- Decúbito supino, rodillas ligeramente flexionadas y abiertas al ancho de los hombros, los brazos están extendidos en prolongación del tronco, por detrás de la cabeza, de modo que el dorso de las manos descansen sobre la colchoneta, los pies estarán inmovilizados.

Ejecución:

- Señal acústica, el ejecutante realizara un flexión de tronco adelante completa, hasta tocar con las manos la barra inferior de la espaldera, e inmediatamente volver a la posición inicial.

Procedimiento:

- El sujeto repetirá el ejercicio cuantas veces pueda durante un periodo de 15, 30 ó 60 segundos, contabilizándose el número de repeticiones realizadas correctamente en ese periodo.

Se debe realizar un calentamiento completo adecuado y realizar de 3-4 intentos previos sin registrar.

**Evidencia:**

- Jeschke (1971) la fiabilidad de esta prueba se sitúa entre el 0,86 y 0,91 en sujetos masculinos de 12 años...
- Telama (1982), obtiene sobre una duración de la prueba de 30 segundos, y un test – retest tras dos meses, una fiabilidad en la misma de 0,83 en jóvenes de entre 11 y 19 años.
- Albl, Baldauf y col y Jeschke (1971), presentaron resultados de objetividad de entre 0,71 y 0,97 en sujetos de entre 12 y 18 años.

PRUEBA DE ELEVACIÓN DE PIERNAS SOBRE SUELO (ABDOMINALES

INFERIORES): capacidad de fuerza de resistencia de musculatura del tronco.

Posición inicial:

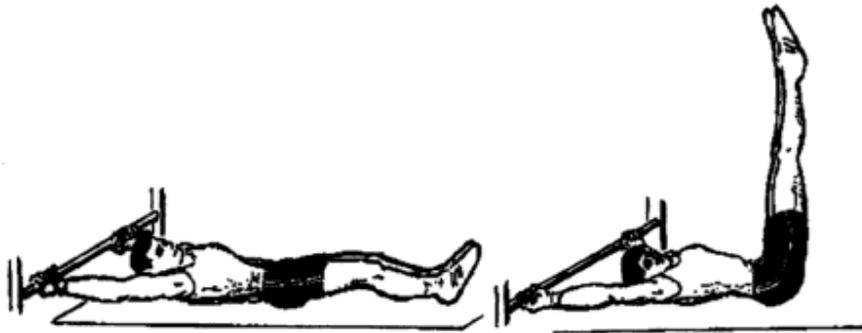
- Ejecutante en decúbito supino sobre colchoneta. El cuerpo estará totalmente extendido y brazos en prolongación del tronco por detrás de la cabeza y con las manos agarradas a la barra inferior de la espaldera.

Procedimiento:

- Señal, el sujeto deberá realizar elevación de las piernas hasta la vertical, formando un ángulo de 90º con el tronco, para volver de nuevo a la posición inicial.

Medición:

- Se registrara el máximo número de repeticiones realizadas correctamente (incluye el ciclo completo levantar las piernas y volver a la posición inicial) con un tiempo predeterminado en segundos.
- Las piernas permanecerán extendidas durante todo el recorrido de la prueba, no se podrá aprovechar el impulso de la bajada para realizar una nueva subida, ni golpear las colchonetas con los talones.

**Evidencia:**

- Beuker, es prueba, presenta un índice de validez “en hombres y mujeres del 0,72 y 0,64 respectivamente”, la fiabilidad tras realizar el test – retest es de 0,70 y alcanza valores de objetividad superiores al 0,72 (en grosser y col, 1988).
- Beunen y Simon (1978) obtienen valores de fiabilidad de 0,77 en jóvenes de entre 11 y 18 años.

PRUEBA DE EXTENSIÓN DE TRONCO: fuerza explosiva y resistencia muscular de músculos extensores del tronco.

Posición inicial:

- Decúbito prono sobre colchoneta, brazos colocados detrás de la cabeza, con las manos entrelazadas, la barbilla permanecerá apoyada y en contacto con la colchoneta, los pies juntos y firmemente sujetos por un compañero.

Procedimiento:

- Señal acústica, el sujeto realizará una extensión de tronco, elevándose hasta tocar la cabeza o cuello, una cuerda o listón situado en sentido horizontal, amarrada sobre dos postes y a una altura equivalente a la medida que existe desde la parte superior de la rotula al suelo (colocando el sujeto en posición de pie), posteriormente volverá a la posición inicial

Medición:

- Número de repeticiones (subida y bajada) realizadas correctamente en un periodo de 15 segundos.
- Se debe calentar correctamente y relazarán varios intentos previos sin contabilizar.

**Evidencia:**

- La fiabilidad de esta prueba es muy variable dependiendo de la edad de los ejecutantes.

- Albl, Baldauf y col asignan un coeficiente de fiabilidad de 0,62 para niños de 12 años, 0,92 para niños de 13 y 15 años y 0,55 en sujetos de entre 16 y 18 años.

EVALUACIÓN DEL INDICE DE MASA CORPORAL (IMC):

Se tomará como base la escala propuesta en la literatura, especificada para niños o población escolar prepúber.

Gonzales y Villa (1998) establecen la siguiente escala de valoración general para el IMC:

Normal: 22 -27.

Bajo peso: menor a 21.

Reducción severa de peso: menor a 15.

Obesidad: mayor a 27.

Incremento de la mortalidad y movilidad: mayor a 30.

SOFTWARE DE MEDICIÓN DE POSICIÓN DE PELVIS Y RAQUIS: CorpoMED

Para la toma de medidas biomecánicas necesarias para el proyecto en cuestión se desarrollo un software especializado. El software CorpoMED hace uso de herramientas de procesamiento de imágenes, visión por computador y biomecánica para el cálculo de las medidas y el manejo de la información de los pacientes.

Con respecto a nuestra investigación el software cuenta con los siguientes requerimientos:

- **Medición de las siguientes variables biomecánicas:**

- Lordosis Lumbar.
- Inclinación Pelvis en el plano lateral y anterior.
- Flexión - Extensión Cadera.
- Altura Espina Iliaca AnteroSuperior en el plano anterior y lateral.
- Altura Espina Iliaca PosteroSuperior en el plano anterior y lateral.

-
- Ángulo de Curvatura de la columna
 - Altura Dedos Piso en flexión lumbar.
 - Inclinación Talle en el plano anterior.
 - Altura Articulación Acromioclavicular Derecha e izquierda en el plano anterior.
 - Ángulo Q y ángulo varo – valgo.
- **Almacenamiento de datos personales del paciente:**
 - Nombres y apellidos.
 - Número de identificación.
 - Fecha de nacimiento.
 - Dirección, Teléfono y correo electrónico.
- **Almacenamiento de información clínica del paciente:**
 - Medidas de flexibilidad y fuerza de los músculos.
 - Antecedentes clínicos.
- Almacenamientos de las variables biomecánicas medidas por paciente.
 - Visualización de los resultados de las variables biomecánicas.
 - Generación de los siguientes reportes:
 - Medidas biomecánicas por paciente.
 - Información básica y clínica por paciente.
 - Lista de pacientes que coinciden en un rango de determinada medida biomecánica y medida de flexibilidad.
 - Lista de paciente que coinciden en un rango de determinada medida biomecánica y medida de fuerza

11. CONSIDERACIONES ETICAS

De acuerdo a la resolución 008430 de 1993, art 4, este estudio comprende acciones que contribuyen a conocimiento de los procesos biológicos en los seres humanos, al conocimiento de los vínculos entre las causas de enfermedad y el ciclo vital y a la prevención y control de los problemas de salud

Debido a que la investigación tiene como objeto de estudio a los seres humanos, prevalece el criterio del respeto a su dignidad como persona humana sin olvidar la protección de sus derechos fundamentales y su bienestar. Por tanto, se desarrolla conforme al respeto a principios científicos y éticos teniendo en cuenta la condición de vulnerabilidad de los adolescentes de 12 a 15 años, que se encuentran en un periodo de crecimiento y desarrollo crítico los diferencia de los adultos ya que en esta etapa tienen un comportamiento orgánico y evolutivo diferente al del adulto.

La especificidad de las características de los adolescentes y de lo que se busca con el estudio obliga a los investigadores del actual proyecto a plantear su ejecución directamente en esta población. En todo momento será primordial la seguridad de los usuarios; para ellos se protegerá la privacidad de los individuos, se mantendrá la confidencialidad de sus datos de identificación en el momento de divulgación de los resultados.

Antes de iniciar la investigación se contará con el consentimiento informado de los padres o representante legal de los adolescentes, el cual será explicado de forma completa y veraz. Si bien la presente investigación tiene como sujeto a adolescentes de 12 a 15 años (menores de edad) no requiere cumplir lo estipulado en el párrafo 3, art 16 de la resolución quien otorgara el consentimiento será el representante legal, quien se sabe tiene plena capacidad de determinación.

Para la realización del presente estudio, se cuenta con profesionales con el conocimiento y la experiencia adecuados para realizar los procesos de observación y medición garantizando la integridad y el respeto por los usuarios.

El diseño es cuantitativo, lo cual permite certificar la imparcialidad de los participantes y mantener las garantías de seguridad en los sujetos de la investigación.

Conforme con el decreto referenciado en su artículo 11 se clasifica la presente investigación como: Investigación con riesgo mínimo ya que el registro de los datos se realizara a través de un examen físico de diagnostico.

12. ADMINISTRACION DEL PROYECTO

CRONOGRAMA

ACTIVIDADES	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octub.	Nov.	Dic
1. Revisión de instrumentos	X	X						
2. Estudio piloto			X	X				
3. Análisis de prueba piloto				X				
4. Corrección del instrumento				X	X			
5. Aplicación de instrumento evaluación					X	X		
6. Procesamiento de datos						X		
7. Análisis de resultados						X	X	
8. Publicación de resultados							X	X

PRESUPUESTO

CONCEPTO GASTOS	FUENTE FINANCIADORA	RECURSOS CES	TOTAL
gastos de personal	\$ 6,240,000.00	\$ 0.00	\$ 6,240,000.00
equpos personales	\$ 900,000.00	\$ 30,000.00	\$ 930,000.00
software	\$ 0.00	\$ 5,000,000.00	\$ 5,000,000.00
salidas de campo	\$ 1,250,000.00	\$ 20,000.00	\$ 1,270,000.00
materiales	\$ 600,000.00	\$ 440,000.00	\$ 1,040,000.00
TOTAL	\$ 8,990,000.00	\$ 5,490,000.00	\$ 14,480,000.00

14. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- PALACÍN, Montserrat. La Reeducción Postural Global (RPG) de Philippe Souchard: Puntos de ruptura con la fisioterapia clásica. *Natura Medicatrix*. Número 45. Invierno 1996-1997. Disponible online en: <http://free-news.org/monpal01.htm>
- MIRALLES MARRERO, Rodrigo; MIRALLES RULL, Iris. *Biomecánica Clínica de las patologías del aparato locomotor*. Editorial: Elsevier España. 446 páginas.
- PAL SINGH, Arun. *Posture and Postural Defects In Children*. May 3, 2008. Disponible online en: www.boneandspine.com.
- QUINTANA APARICIO, E; MARTÍN NOGUERAS, A; BARBERO IGLESIAS, FJ; MENDEZ SANCHEZ, R; RUBENS REBELATTO, J; CALVO ARENILLAS, J.I. Relación entre la postura sendente y el mobiliario utilizado por una población escolar. *Revista Iberoamericana de Fisioterapia y kinesiología*. 2004. paginas de la 22-34.
- LAFOND, Danik; DESCARREAU, Martin; C NORMAND, Martin; DEDD E, Harrison. *Postural development in school children: a cross-sectional study. Chiropractic and osteopathy*. 2007. Disponible en: <http://www.chiroandosteo.com/content/15/1/1>.
- BRICOT, Bernard. *Postura normal y posturas patológicas*. *Revista del instituto de posturología y podoposturología (IPP)*. 2008. Disponible en: <http://www.ub.edu/revistaipp>.
- DI SANTO, Mario. *La flexibilidad en las distintas edades de la vida*. *PubliCE Standard*. 05/04/2000. Pid: 37. Disponible en: <http://www.sobreentrenamiento.com/PubliCE/Articulo.asp?ida=37&tp=s>.
- DI SANTO, Mario. *Importancia de la flexibilidad*. *PubliCE Standard*. 02/05/2001. Pid: 42. Disponible en: <http://www.sobreentrenamiento.com/PubliCE/Articulo.asp?ida=42&tp=s>.

- GONZÁLEZ SANCHEZ, Amaury. Estudio de la flexibilidad anatómica en escolares de 9 a 10 años de edad con un enfoque postural. 2003. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos15/flexibilidad-anatomica/flexibilidad-anatomica.shtml>.
- BOYLING, Jeffrey. Terapia manual contemporánea, columna vertebral. Tercera edición. Editorial Masson. España.
- RAMOS ESPADA y cols. Evolucion de la amplitud articular en educación primaria y educación secundaria. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol. 7 (26) pp. 147 <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista26/articiclismo53.htm>
- OCAMPO CHAPARRO, José Mauricio. Ciclo vital individual: Vejez. Revista asociación colombiana de gerontología y geriatría. Vol. 21 N°3. 2007.
- ARROYO CUEVAS, Pedro. Aspectos tecnicos: club de baloncestos alhaurin de la Torre. Disponible online en: <http://www.darrax.es/typo/index.php?id=440>. ultima actualizacion 2008
- TRIBASTONE, Francesco. Compendio de gimnasia correctiva. 3° edición. Editorial paidotribo. 1998.
- GOMEZ ALONSO Maria Teresa; MACON IZQUIERDO, Eugenio. El raquis en el niño y el adolescente; una linea basica de actividades. Revsita deporte y salud: I congreso de la asociación española de ciencias del deporte.

• HUNDI BENUA Patrícia, AMADO JOÃO Sílvio Maria, JOÃO Amado, CASAROTTO

das crianças, jovens, e idosos, universidade de São Paulo, Brasil 2000

-
- RAMOS ESPADA David, José Luis GONZÁLEZ MONTESINOS Jose Luis y MORA VICENTE Jesús. Diferencias en las amplitudes articulares entre varones y mujeres en edad escolar. *Apuntes Medicina del deporte*. España. 2007. Pag 13- 25
 - RAMOS ESPADA David, José Luis GONZÁLEZ MONTESINOS Jose Luis y MORA VICENTE Jesús. Propuesta de test de evaluación de la movilidad articular y estudio de los acortamientos musculares en una población de educación secundaria obligatoria. <http://www.efdeportes.com/> Revista Digital - Buenos Aires - Año 12 - N° 109 - Junio de 2007.
 - KAPANDJI, A.I. Fisiología articular: tronco y raquis. Quinta edición. Editorial medica panamericana. 1998.
 - BUSQUET, Léopold. Las cadenas musculares: Tronco, columna cervical y miembros superiores. Séptima edición. Editorial Paidotribo. págs. 189. 2004.
 - ROJAS ROJAS, Marlen. Desarrollo kinesiológico: la interpretación de un proceso para facilitar el movimiento corporal humano. *Revista de ciencias de la salud*. Universidad del Rosario, Bogotá, Colombia. 2006. Vol, 4. pp 59-72.
 - RODRIGUEZ GARCÍA, Pedro Luis. Alteraciones de la columna vertebral. Universidad de Murcia. Instituto de ciencias del deporte.
 - KOREL, Mario E. La globalidad como camino. *KINESIO en la web*. 2001. disponible en: <http://www.kinesiologia.com/trabajos/la-globalidad-como-camino.htm>.
 - Héctor Silva M. “Ángulos del plano sagital de la columna lumbo-sacra en una muestra de adolescentes de la ciudad de Temuco, Chile”. *Scielo, revista chilena de anatomía [Revista en Internet]**. Diciembre 2001. (Acceso: Mayo 28 de 2008). Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0716-98682001000300007&script=sci_arttext
 - Rubén Enrique Goldstein. Juan Manuel Laborda Arrillaga. Sobrado Héctor Emiliano. “Lumbalgia en la escuela primaria. Incidencia de la posición de sentado y factores predisponentes en las lumbalgias entre alumnos de 7 grado”. *Revista Kinesiología y fisioterapia de la universidad Maimonides [Revista*

en Internet]*. 2005. Acceso: Mayo 28 de 2008). Disponible en: www.acampilongo.com.ar/Maimonides/Lumbalgia%20en%20Escuela.pdf

- Kompan, playful living, Escolares [Sede web]*. Barcelona. (Acceso: 1 de junio de 2008). Disponible en: <http://www.kompan.com/sw29153.asp>
- CRISTANCHO HOYOS, Enrique. Universidad de la Sabana. 2005. Disponible en: <http://sabanet.unisabana.edu.co/medicina/semestre3/inmunologia/morfo/Milog%C3%ADa%20del%20perin%C3%A9o.ppt>
- AFSHANI, Ebsan; KUHN, Jerald P. Common causes of low back pain in children. Marzo de 1991. Department of Radiology, **Children's** Hospital, Buffalo, NY 14222. RadioGraphics, Vol 11, 269-291. Págs 269 a 291.
- LUEDTKE, Lael. Back pain in children and adolescents. Understanding and diagnosis of spondylolysis and spondylolisthesis. February 2002. A pediatric perspective. Volumen 11 número 1.
- GÓMES, Alonso; E. IZQUIERDO, M^a Teresa; MACÓN, Eugenio. El raquis en el niño y adolescente; una línea básica de actividades. No de Pág.11. Publicado: I congreso de la asociación española de ciencias del deporte.
- APARICIO MEIX, Juan Manuel; HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, Manuel. Pediatría, capítulo: crecimiento osteomuscular. [Ediciones Díaz de Santos](#). Publicado en 1994. 1463

ANEXOS



CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo _____ identificado con C.C _____, y yo _____ identificada con C.C padres del niño (a), _____ identificado con T.I O R.C _____ aceptamos que el Adolescente sea parte de la investigación “asociación entre la posición de la pelvis y el raquis con la presencia de imbalances musculares en las cadenas rectas de tronco, recto femoral e isquiotibiales en adolescentes de 12 a 15 años en la ciudad de Medellín”, con el propósito de analizar la asociación existente entre dichas estructuras osteomusculares y determinar imbalances que generan alteraciones posturales en los adolescentes.

Se nos ha informado que el presente pretende identificar, evaluar y relacionar variantes sociodemográficas y osteomusculares para determinar alteraciones posturales de la columna y pelvis como consecuencia de imbalances musculares.

Aparte, nos ha se nos ha dado a conocer el método de evaluación utilizado por los investigadores. Si en caso tal de que dentro del proceso de la investigación se le vayan a tomar fotografías o videos al niño (a), autorizamos que se lleven a cabo pero solo utilizadas para fines científicos y académicos siempre y cuando se nos garantice el más absoluto respeto a la intimidad y anonimato de nuestro hijo(a).

Adicionalmente, nos ha quedado claro que dentro del proceso de investigación no existe ningún tipo de riesgo que comprometa la vida del niño(a) o ningún tipo de complicación que se pueda presentar durante el proceso de la investigación diferente a los procesos normales o que pueda tomar la enfermedad de base.

Es claro además que podemos rechazar o revocar este consentimiento informado en el momento que decidamos retirar al niño (a) de la investigación por algún motivo.

Nos queda clara la información recibida y las respuestas dadas a las dudas que hemos planteado.

Investigación que se realizara del: ____/____/____/ al ____/____/____

Firma del padre: _____ CC: _____

Firma de la madre _____ CC: _____

Firma del Evaluado: _____ RC o TI _____

Firma del evaluador _____ CC: _____



FORMATO DE EVALUACION

INFORMACION PERSONAL

Apellidos y Nombres del Estudiante: _____

Género: M___ F___ Edad: _____ Estrato Socioeconómico: _____

Documento de identidad: _____ teléfono: _____

Lugar y fecha de nacimiento: _____

Lugar de residencia: _____ dirección: _____

Apellidos y Nombres del Acudiente: _____

Parentesco: _____

EVALUACION Y MEDICION

1. Nivel de actividad física

CONDICION	
Sedentarismo	
Deporte	
Educación física	
Deporte de alto rendimiento	

OBSRVACIONES: _____

2. Índice de masa corporal (IMC)

IMC TOTAL	
Normal: 22 -27.	
Bajo peso: menor a 21.	
Reducción severa de peso: menor a 15.	
Obesidad: mayor a 27.	
Incremento de la mortalidad y morbilidad: mayor a 30.	

3. Medición de flexibilidad

PRUEBA APLICADA	parámetro normal	Normal		Aumentada		Disminuida	
		D	I	D	I	D	I
Rotadores internos y aductores	Toca el piso con los codos						
Prueba de Kendall	Articulación escápulo-humeral y húmero en contacto con el suelo.						
Diagonal posterior	Contacto de las manos						
Prueba de pectoral	Angulo que forma el brazo con la espalda igual o mayor a 90°						
Flexión de cadera con rodilla extensión.	Angulo de 90° entre la pierna y la camilla						
Flexores de cadera y extensores de rodilla, Thomas.	pierna en camilla: rodilla flexionada y cadera extendida						
Aductores de cadera	superar los 90°						
Rotadores internos y externos de cadera	rotadores int: 38° a 45° rotadores ext: 35° a 45°						
Prueba de Nachlas y prueba de Ridge							

1. Medición de fuerza

Prueba	sexo	Edad			Puntaje	Calificación		
		12 o 13 años	14 años	15 años		A1	N2	D3
Salto horizontal	Masculino							
	femenino							
Lanzamiento de balón con apoyo de una o dos rodillas	Masculino							
	femenino							
Test de Abalakov	Masculino							
	femenino							
Prueba de extensores de miembro superior, tronco y miembro inferior	Masculino							
	femenino							
Lanzamiento de balón medicinal desde sentado	Masculino							
	femenino							
Lanzamiento de peso hacia atrás.	Masculino							
	femenino							
prueba de abdominales superiores	Masculino							
	femenino							
prueba de elevación de piernas sobre el suelo	Masculino							
	femenino							
Prueba de extensión de tronco.	Masculino							
	femenino							