



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
E INVESTIGACION
SECRETARIA DE SALUD
INSTITUTO NACIONAL DE PEDIATRIA

"EFICACIA DE LOS EJERCICIOS DE FLEXION DE COLUMNA
Y LA ELECTROTERRAPIA COMBINADOS EN LA CORRECCION
DE LA HIPERLORDOSIS LUMBAR EN NIÑOS CON
ACONDROPLASIA"

TRABAJO DE TESIS

QUE PRESENTA:

DRA. CRISTINA CABALLERO CERVANTES

PARA OBTENER EL DIPLOMA DE POSGRADO EN
MEDICINA DE REHABILITACION PEDIATRICA

Asesores:

Dra. María del Carmen García Cruz

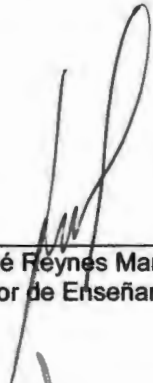
Dr. Ignacio Mora Magaña



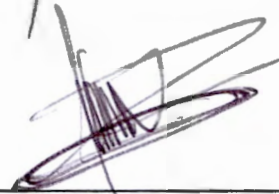
México, D. F.

2006

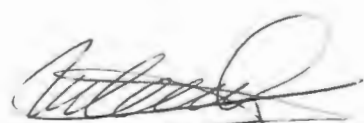
**EFICACIA DE LOS EJERCICIOS DE FLEXIÓN DE COLUMNA Y
LA ELECTROTERAPIA COMBINADOS EN LA CORRECCIÓN DE
LA HIPERLORDOSIS LUMBAR EN NIÑOS CON ACONDROPLASIA**



Dr. José Reyes Manzur
Director de Enseñanza



Dra. Mirella Vázquez Rivera
Jefe de Departamento de Pre y Posgrado



Dra. María del Carmen García Cruz
Tutor y Profesor Titular del Curso de Posgrado en Rehabilitación
Pediátrica

Dr. Ignacio Mora Magaña
asesor en Neurología y Bioestadística

DEDICATORIA

A mis padres, gracias a su ejemplo, cariño y apoyo he llegado hasta donde me encuentro ahora

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Ma. del Carmen García Cruz
Por su esfuerzo y empeño en la enseñanza de los conocimientos requeridos en
este curso y sobre todo por la paciencia y el apoyo que me brindó

Al Dr. Alejandro Medina Salas
Por otorgar parte de su tiempo y conocimientos

Al Dr. Ignacio Mora Magaña
Por su ayuda incondicional en la realización de este trabajo de investigación, por
su gran paciencia y por contagiarme de su optimismo

Al Dr. Armando de Uña Flores
Por colaborar amablemente en la medición radiográfica necesaria para este trabajo

A las TF María Eloisa González Sandoval y
Maricel Mallart Miro
Por trabajar en la parte práctica de este trabajo aplicando sus conocimientos,
tiempo y cariño a los pacientes

A la Dra. Leticia Díaz Martínez
Por ser compañera y sobre todo amiga, por saber escucharme y apoyarme en los
momentos difíciles y sobre todo por creer en mi

**EFICACIA DE LOS EJERCICIOS DE FLEXIÓN DE COLUMNA Y LA
ELECTROTERAPIA COMBINADOS EN LA CORRECCIÓN DE LA
HIPERLORDOSIS LUMBAR EN NIÑOS CON ACONDROPLASIA**

Dra. Cristina Caballero Cervantes¹, Dra. María del Carmen García Cruz², Dr. Armando de Uña Flores³, TF María Eloisa González Sandoval⁴, Dr. Ignacio Mora Magaña⁵.

- 1 Residente de curso de posgrado en rehabilitación pediátrica
- 2 Médico especialista en medicina de rehabilitación, profesor titular del curso de posgrado en rehabilitación pediátrica
- 3 Médico adscrito al servicio de radiología
- 4 Terapeuta físico
- 5 Asesor metodológico

Instituto Nacional de Pediatría. Insurgentes Sur 3700-C. Colonia Insurgentes Cuicuilco. México 04530 D.F.

RESUMEN

Antecedentes. La acondroplasia es la causa más común de talla baja de miembros cortos. Una de sus características clínicas es la hiperlordosis lumbar que puede conducir al desarrollo de complicaciones graves como el conducto lumbar estrecho. **Objetivo.** Determinar la eficacia de la electroterapia y los ejercicios de flexión de columna en la disminución de la hiperlordosis lumbar en estos niños. **Material y método.** Estudio experimental, prospectivo, longitudinal, comparativo, de cohorte. Participaron 3 niñas y 4 niños con acondroplasia de 3 a 15 años quienes ingresaron a un programa de terapia física para incrementar fuerza muscular con electroterapia y ejercicios de flexión de columna. Se valoró al inicio y al final de la investigación la presencia de dolor lumbar y síntomas neurológicos, contracturas musculares y fuerza muscular. Se realizó medición de lordosis lumbar y ángulo sacro en radiografías de columna lumbosacra. **Resultados.** Ningún paciente manifestó dolor o síntomas neurológicos, el promedio de sesiones de terapia otorgadas fue de 18, no hubo diferencia significativa en la magnitud de contracturas musculares, si la hubo en la fuerza muscular de abdominales inferiores, gluteo mayor y cuádriceps así como en la medición de la lordosis lumbar. **Conclusiones.** Los ejercicios de flexión de la columna y la electroterapia combinados ayudan a la disminución de la lordosis lumbar al mejorar la fuerza de los músculos abdominales inferiores, gluteo mayor y cuádriceps. **Palabras clave:** Acondroplasia, ejercicios de flexión de columna, electroterapia, hiperlordosis lumbar.

ABSTRACT

Antecedents. Achondroplasia is the most common type of short limb dwarfism. One of its clinical characteristics is the lumbar hyperlordosis that can lead to the development of serious complications like spinal stenosis. **Objective.** To determine the effectiveness of electrotherapy and spinal flexion exercises in the correction of lumbar hyperlordosis in these children. **Material and method.** Prospective, longitudinal, cohort study. 7 children with achondroplasia from 3 to 15 years participated in a physical therapy program to increase muscular strength with electrotherapy and spinal flexion exercises. We evaluated the presence of lumbar pain and neurological symptoms, muscular contractures and muscular strength at the beginning and at the end of the investigation. The lumbar lordosis and sacral angle was measured in lumbosacral spine x-rays. **Results.** No patient showed neurological pain or symptoms, they received an average of 18 therapy sessions; there wasn't significant difference in the magnitude of muscular contractures, there was it in the inferior abdominal muscle force, gluteus maximus and quadriceps force, as in the measurement of the lumbar lordosis. **Conclusions.** The spinal flexion exercises combined with electrotherapy help to decrease lumbar lordosis while improving the force of inferior abdominal muscles, gluteus maximus and quadriceps. **Key words:** Achondroplasia, spinal flexion exercises, electrotherapy, lumbar hyperlordosis.

INTRODUCCION

Acondroplasia

La acondroplasia es la causa más común de talla baja de miembros cortos, en la cual existe un defecto en la formación de hueso endocranal mientras que la formación de hueso intramembranoso es normal.¹

Es una condición autosómica dominante, siendo siete de cada ocho casos mutaciones nuevas, la edad paterna avanzada parece ser un factor de riesgo. Mediante estudios con marcadores de DNA se ha observado que corresponde a una mutación característica en el gen que codifica el receptor 3 del factor de crecimiento fibroblástico mapeado en el brazo corto del cromosoma 4 (4p16.3).²

La incidencia de la acondroplasia en los Estados Unidos es de 17 a 26 por millón y afecta por igual a ambos sexos.³

Clinicamente se les reconoce por contar con talla baja desproporcionada con miembros cortos, el tronco es normal, la cabeza es desproporcionadamente grande, la cara es amplia con la región frontal prominente, alvéolos superiores sobresalientes y mandíbula prógnata, el puente nasal esta deprimido; el tórax es plano, la lordosis lumbar es extraordinariamente intensa y puede haber también una mayor cifosis dorsal; las manos son cortas y anchas, los dedos medio y

anular están separados y forman un espacio en V (mano en tridente); en los miembros inferiores hay varo predominantemente de la tibia, el peroné es relativamente más largo; el desarrollo muscular se encuentra por arriba de lo normal, existe exceso de piel y tejidos blandos.^{1,4}

Antes del inicio de la marcha el niño acondroplásico presenta cifosis en la unión toracolumbar y lordosis en la región torácica interescapular relacionadas con laxitud ligamentaria e hipotonía que resuelven espontáneamente después del inicio de la deambulación independiente. Es en este momento cuando se desarrolla un aumento exagerado de la lordosis lumbar con rotación anterior de la pelvis, la deformidad espinal está asociada con contractura en flexión de la cadera además de abdomen y nalgas prominentes. Siebens et al. agregan a lo anterior el aumento de volumen de la cabeza de estos pacientes con el consecuente aumento del peso que debe sostener la columna que contribuye al aumento de dicha lordosis.⁵

Hunter y cols y Wieting y cols han documentado una variedad de complicaciones médicas y sociales asociadas a la acondroplasia, la más seria es la disminución del diámetro del canal cervical, forámen magno o ambos, que puede ocasionar compresión cervicomedular y el consecuente riesgo de muerte, apnea central y signos y síntomas neurológicos incluyendo paraparesia. Las complicaciones neurológicas también pueden resultar de otros defectos estructurales como son el aumento exagerado de la lordosis lumbar, giba

toracolumbar, angulación del sacro o compresión de raíces nerviosas por un foramen neural reducido. Entre las complicaciones más comunes también se incluyen signos respiratorios como resultado ya sea de un tórax reducido o por obstrucción de la vía aérea superior; retraso motor grueso asociado con macrocefalia, hipotonía y laxitud ligamentaria, otitis medias frecuentes que pueden acompañarse de pérdida de la audición y retraso en el lenguaje, tibias varas e hidrocefalia. Puede ocurrir obesidad que puede exacerbar los problemas médicos y la dificultad de adaptación psicosocial.^{6,7}

Las alteraciones de la columna vertebral en la acondroplasia originan una complicación grave: la estenosis del conducto lumbar. Esta es secundaria a sinostosis prematura de los centros de osificación del cuerpo vertebral y el arco posterior que resultan en la disminución en la altura del cuerpo vertebral, aumento de espesor de la lámina y acortamiento de los pedículos. Factores adicionales como prolapso o hernia de uno o varios discos intervertebrales, espondilosis degenerativa, cifosis toracolumbar y, sobre todo, una importante hiperlordosis lumbar, contribuyen a comprometer el canal lumbar. De ellos el único factor constante es la hiperlordosis lumbar que está presente en el 78% de los niños y 98% de los adultos con acondroplasia.⁸

Hiperlordosis lumbar

La columna vertebral forma el pilar central del tronco, su flexibilidad se debe a su constitución por múltiples piezas superpuestas, unidas entre si mediante elementos ligamentosos y musculares, por tanto puede deformarse bajo la influencia de los tensores musculares.

En el plano sagital la columna presenta una lordosis cervical, una cifosis dorsal, una lordosis lumbar y la curvatura sacra de cavidad anterior.

Durante el desarrollo del individuo la columna es cóncava hacia delante a la edad de un día, a los cinco meses la curvatura sigue siendo ligeramente cóncava hacia delante, a los trece meses el raquis lumbar se hace rectilíneo; a partir de los tres años se aprecia una ligera lordosis lumbar que se afirma a los ocho años y adopta su curvatura definitiva a la edad de diez años.⁹

La lordosis se define como la angulación posterior de dos o más segmentos adyacentes de la columna en el plano sagital. La hiperlordosis de la columna lumbar puede ser un problema primario o secundario a alguna otra deformidad. La tracción de los elementos posteriores que puede ser debida a alteraciones fibrosas, musculares u óseas y que afecta el crecimiento de los mismos puede producir un aumento de la lordosis progresivo.¹⁰

Los músculos de la región posterior del tronco, entre los que podemos citar al transverso espinoso, los interespinosos, el espinoso dorsal, el dorsal largo y el iliocostal; acentúan la lordosis lumbar, ya que constituyen las cuerdas parciales o totales del arco formado por el raquis lumbar que al tirar de él lo incurvan, manteniendo siempre el máximo de curvatura a la altura de la tercera vértebra lumbar.

Como el músculo psoas, que forma parte de la pared lateral del tronco, se inserta en la porción más prominente de la lordosis lumbar, además de determinar una flexión de la región lumbar respecto a la pelvis aparece claramente una hiperlordosis lumbar.⁹

Existen técnicas para medir radiográficamente la lordosis lumbar así como la angulación del sacro y de la pelvis. El ángulo lumbosacro tomado entre el eje longitudinal del cuerpo de L5 y el eje longitudinal de S1, mide normalmente 140°. El ángulo sacro medido entre una línea que pasa por el borde proximal del cuerpo de S1 y la horizontal es de 30° y el ángulo pélvico 30°. También es posible medir solamente la curvatura lumbar sin la participación del sacro mediante el ángulo de Cobb en el cual se toma de referencia el borde superior de la 1ª vértebra lumbar y al borde inferior de la 5ª vértebra lumbar.¹¹

De acuerdo al método de Wiltse y Winter el ángulo de la lordosis lumbar, que se toma entre el borde proximal de la primera y la 5ª vértebras lumbares

mide en los sujetos normales de 10° a 50°, sin embargo en los pacientes con acondroplasia este ángulo mide entre 45° y 80°. ³

En el raquis lumbar las diferentes posturas pueden aumentar la presión en el disco intervertebral, por ejemplo la tos aumenta 5 a 35 % la presión en el disco intervertebral L3, el caminar la aumenta en 15%, la inclinación hacia delante 150% la inclinación lateral 25%. La pelvis es la clave para una postura correcta de la espalda. Para que la pelvis se "siente" adecuadamente en las piernas, los músculos abdominales, los flexores y extensores de la cadera y los extensores de la espalda deben ser fuertes, dóciles y equilibrados. Los músculos posturales o estáticos tienden a responder a alteraciones con tensión que se manifiesta por espasmo o acortamiento adaptativo; los músculos dinámicos o fásicos, suelen responder con atrofia. Por ejemplo el músculo psoasiliaco se acortará adaptativamente pero los músculos abdominales se debilitarán en ciertas alteraciones ^{11, 12}

Un método para evaluar la fuerza muscular es el propuesto por Lovett quien describe 6 grados: grado 5 fuerza normal, grado 4 fuerza buena, grado 3 fuerza débil, grado 2 fuerza pobre, grado 1 fuerza residual, grado 0 fuerza nula. ¹³

Se realiza la medición de contracturas musculares con el propósito de determinar si la amplitud de longitud muscular es normal o si es limitada o excesiva. Los músculos con excesiva longitud suelen presentar atrofia y

permiten el acortamiento compensatorio de los músculos opuestos; los músculos con longitud limitada suelen poseer elevada potencia y mantienen a los músculos oponentes en posición elongada. Estas pruebas consisten en la ejecución de una serie de movimientos que aumentan gradualmente la distancia entre su origen y su inserción, alargando los músculos en dirección opuesta a la de su acción muscular. Para realizarlas se debe mantener fijo el hueso que sirve de origen al músculo, mientras se desplaza el hueso de inserción en la dirección de elongación del músculo. ¹⁴

La hiperlordosis lumbosacra se corrige con la sedestación si es flexible y aumenta cuando el individuo se coloca de pie por lo que debe valorarse en bipedestación. Asimismo suele ser progresiva con la edad.

La hiperlordosis lumbar desempeña un papel muy importante en la producción de sintomatología neurológica derivada de la estenosis del conducto lumbar, por ello la corrección de la misma evita la aparición de dichos síntomas.⁸

El dolor lumbar y en alguna de las piernas pueden ser el signo inicial de la estenosis. El dolor de pierna en la infancia de los pacientes con acondroplasia es debido principalmente a cambios en la rodilla secundarios al sobrecrecimiento del peroné. En el estudio realizado por Hunter et al. menos del 10% de los pacientes de 10 años presentaron síntomas neurologicos elevandose el

porcentaje hasta el 20% en los pacientes adolescentes y 80% en los pacientes mayores de 50 años. El dolor lumbar presentó un porcentaje paralelo.⁶

El dolor en los niños puede ser evaluado por la escala verbal análoga que clasifica al dolor en: 1) sin dolor, 2) dolor leve, 3) moderado, 4) severo, 5) muy severo y 6) insoportable.¹⁵

En cuanto al tratamiento de la hiperlordosis en pacientes con acondroplasia Vilarubias et al. realizaron en su estudio alargamiento de los miembros pelvicos por medio de una técnica denominada Icatme, alargando como mínimo 10 cm por segmento en 104 pacientes con diagnóstico de acondroplasia. Encontraron que esto corrige la hiperlordosis lumbar consiguiéndose, no solo una mayor estatura del individuo sino también, se evita la aparición de sintomatología neurológica derivada de la estenosis del conducto lumbar. Sin embargo a pesar de los resultados mostrados refieren que aún existen dudas entre los médicos y los padres de los pacientes sobre la necesidad, conveniencia y utilidad de dicho procedimiento.¹⁶

Mendoza y cols. (2002) usaron como tratamiento para disminuir la lordosis lumbar los ejercicios de Williams también llamados ejercicios de flexión de la columna, en 40 niños con diabetes mellitus tipo 1. La disminución de la curvatura lumbar fue valorada por medio de la medición radiográfica de la misma por el método de Cobb. El promedio de curvatura al inicio del estudio fue de 43°

y de 39° al finalizar el mismo, además observaron un aumento significativo en la fuerza muscular de los abdominales y glúteos.¹⁷

El propósito de los ejercicios de flexión de la columna es la disminución de la curvatura lordótica, estiramiento de los músculos extensores tensos, fortalecimiento de los músculos abdominales y glúteos, así como apertura de los forámenes intervertebrales. Esto contribuye a colocar el centro de gravedad previamente desviado anteriormente, en una posición más posterior lo que a su vez disminuye la carga en la región lumbosacra posterior.

Dettori y cols (1995) así como Elnaggar y cols (1991) estudiaron la respuesta a los ejercicios de flexión de la columna comparándolos con ejercicios de extensión en pacientes adultos con dolor lumbar crónico y encontraron que con ellos disminuye el dolor después de 8 y 2 semanas de tratamiento respectivamente.^{18, 19, 20}

La electroestimulación del músculo normal ha sido propuesta como complemento de los programas de fortalecimiento muscular, como método para prevenir la atrofia muscular en articulaciones inmovilizadas y como medio para facilitar la rehabilitación de trastornos musculoesqueléticos álgicos. Esta terapia puede producir potenciales de acción en el nervio y en el músculo que son indistinguibles de los generados por la acción del sistema nervioso. El efecto visible o palpable es la contracción muscular.²¹

La electroestimulación con corrientes de baja frecuencia de menos de 250 Hz es la que tiene efecto motor al actuar sobre las fibras musculares y/o las fibras nerviosas motoras.²²

Las corrientes rusas o de Kots, es una corriente alterna cuyo objetivo es incrementar la fuerza muscular. El autor de estas corrientes, el Dr. Kots recomendó que este tipo de electroestimulación se use como coadyuvante del ejercicio. Lo anterior debido a que la electroestimulación recluta preferentemente las fibras musculares rápidas, fatigables, asociadas con movimientos rápidos y precisos; mientras que el ejercicio voluntario promueve la producción de fuerza por fibras musculares lentas, resistentes a la fatiga.²³

El área de piel a ser tratada debe limpiarse previa aplicación de los electrodos para reducir la resistencia. La intensidad de la corriente aplicada se incrementa gradualmente hasta llegar a la intensidad que el paciente tolera sin sentir dolor. Los nervios cutáneos se acomodan rápidamente a la intensidad por lo que esta puede incrementarse aún más después de algunos segundos sin producir dolor.²⁴

Laughman y cols (1983) estudiaron a 29 pacientes sanos en quienes compararon el incremento de fuerza muscular del cuádriceps con dos técnicas diferentes, la electroestimulación y los ejercicios isométricos, teniendo también

un grupo control con 19 pacientes. Los grupos experimentales se sometieron a 25 sesiones en 5 semanas de uno u otro tipo de fortalecimiento, mientras el grupo control no realizó ningún tipo de ejercicio. La fuerza muscular del cuádriceps fue medida antes del programa de fortalecimiento y posteriormente cada semana de entrenamiento por medio de un sensor electrónico de torque. Se promediaron los resultados obtenidos y al final del programa se observó que la fuerza del cuádriceps había aumentado 2% en el grupo control, 18% en el grupo con ejercicio isométrico y 22% en el grupo con electroestimulación, en ambos grupos experimentales se obtuvo una p menor a 0.001. Concluyen que bajo las circunstancias adecuadas la electroestimulación produce un cambio estadísticamente significativo en la fuerza muscular.²⁵

Snyder-Mackler y cols (1995) también analizaron la fuerza muscular del cuádriceps pero después de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior de la rodilla, todos los pacientes realizaron ejercicios de cadena cerrada sin embargo a un grupo se agregó electroestimulación de alta intensidad a otro electroestimulación de baja intensidad y el tercer grupo solo recibió terapia con ejercicios de cadena cerrada de manera intensiva, participaron 110 pacientes quienes habían sido sometidos a cirugía de la rodilla. La fuerza muscular fue evaluada al principio y después de cuatro semanas de tratamiento por medio de un dinamómetro. Encontraron que la fuerza mejoró en 70% en los pacientes que recibieron electroterapia de alta intensidad, 51% en los pacientes con electroterapia de baja intensidad y 57% en los pacientes que solo recibieron

ejercicios de cadena cerrada. Los autores concluyen que la aplicación adecuada de electroestimulación mejora la fuerza y funcionalidad de la rodilla después de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior de la rodilla.²⁶

MATERIAL Y METODO

Se realizó un estudio experimental, prospectivo, longitudinal, comparativo, de cohorte. La población objetivo fueron niños y niñas con edades de 3 años 6 meses a 17 años de edad con diagnóstico de acondroplasia confirmado por genética y la población elegible aquellos que acudieron al servicio de rehabilitación del Instituto Nacional de Pediatría en el periodo de octubre-noviembre del 2005 y que aceptaron participar en el estudio.

Criterios de inclusión

- Pacientes de 4 a 17 años con diagnóstico de acondroplasia
- Pacientes con capacidad de obedecer indicaciones
- Pacientes cuyos padres aceptaron el tratamiento propuesto

Criterios de exclusión

- Pacientes con instrumentación previa de columna lumbar
- Pacientes con lesiones en la piel del abdomen
- Pacientes que hayan sido sometidos a procedimientos quirúrgicos abdominales un mes antes de la fecha propuesta para iniciar la terapia física

Criterios de eliminación

- Pacientes que faltaron a 4 ó mas de las sesiones de terapia

- Pacientes que no acudieron a la valoración final, sin embargo se consideraron en el análisis estadístico final en intención a tratar

Descripción del programa de trabajo

Una vez autorizado el proyecto de investigación se procedió a la realización del estudio. El primer paso fue captar a los pacientes con diagnóstico de acondroplasia que acudieron al servicio de rehabilitación del Instituto, quienes fueron evaluados y seleccionados de acuerdo a los criterios de inclusión anteriormente descritos. El procedimiento fue realizado por el investigador.

A los pacientes y padres o tutores de los seleccionados se les invitó a participar en el presente trabajo de investigación, explicando ampliamente en que consistía el estudio y los beneficios que obtendrían del mismo. A aquellos que lo aceptaron se les pidió firmar una hoja de consentimiento informado y se les solicitó una radiografía lateral de columna lumbosacra en bipedestación.

En la primera evaluación del estudio se interrogó la presencia o no de dolor lumbar, la intensidad del mismo por medio de la escala verbal análoga en caso de haber sido afirmativa la respuesta, la existencia de alteraciones sensitivas y otros síntomas neurológicos. En el examen físico se identificó la magnitud de las contracturas musculares del psoas iliaco y los isquiotibiales, la fuerza muscular en los erectores de la espina dorsolumbar, abdominales

superiores e inferiores, gluteo mayor, flexores de cadera y cuádriceps. En las radiografías de columna lumbosacra se cuantificó el ángulo de la curvatura lumbar por medio del método de Cobb y el ángulo sacro por medio del método de Ferguson realizados por un médico radiólogo.

Los pacientes ingresaron a un programa de terapia física institucional individual que consistió en la realización de 6 ejercicios de flexión de columna y en la aplicación de electroterapia para relajación de los músculos erectores de la espina dorsolumbar por medio de corriente bipolar aplicada por 15 minutos en modo continuo con una frecuencia de 60 Hz y para fortalecimiento de los músculos abdominales por medio de corriente rusa por diez minutos en modo surgente y con frecuencia de 50 Hz. El número de terapias recibido en promedio fue de 18. Al término de las terapias se realizó una segunda evaluación con los mismos criterios de la primera.

La muestra se determinó mediante la fórmula de cálculo de tamaño de muestra para proporciones: $n = \frac{N \cdot Z\alpha \cdot pq}{\delta^2(N-1) + Z\alpha \cdot pq}$, resultando un total de 6 pacientes tomando en cuenta las posibles pérdidas.

Análisis estadístico

Se realizó análisis univariado de cada una de las variables, así como bivariado para evaluar la asociación (χ^2 o prueba exacta de Fisher para las variables cualitativas y t pareada).

Consideraciones éticas

En este estudio se aplicó estimulación eléctrica a los músculos abdominales que produce una contracción muscular percibida por el paciente y visible para el terapeuta lo cual se explicó ampliamente al paciente y a los padres del mismo solicitando su autorización por escrito mediante firma de la Carta de Consentimiento Informado para proceder en su aplicación, además el paciente realizó guiado por el terapeuta los ejercicios de flexión de columna los cuales son inocuos, todo lo anterior se llevó a cabo en presencia de los padres. Se les informó a los padres que tenían la libertad de retirar a su hijo del estudio si así lo consideraban conveniente sin que esto afectara la prestación de la atención en el servicio de rehabilitación ni en los demás servicios de este INP que requiera el paciente.

RESULTADOS

Se incluyeron 7 pacientes 4 masculinos y 3 femeninos con un promedio de edad de 9 años (rango de 3 años 9 meses a 15 años 6 meses). De ellos solo un paciente fue eliminado debido a que dejó de acudir a las sesiones de terapia física. El promedio de sesiones recibidas fue de 17.5, con un rango de 10 a 30. Ningún paciente manifestó presentar dolor en la región lumbar o parestesias antes, durante o después del protocolo de tratamiento. Y durante la exploración física no se encontraron alteraciones sensitivas.

Los cambios en las contracturas musculares fueron pocos o nulos, siendo estos no significativos. La medición de la contractura de los paravertebrales no fue posible por medio de la distancia dedos piso ya que todos los pacientes tocaban el piso debido a los miembros cortos, principalmente los inferiores.

La fuerza muscular de los erectores de la espina no mostró diferencia entre las valoraciones, los abdominales superiores mostraron cambios no significativos. Por su parte los abdominales inferiores gluteos superiores y cuádriceps si mostraron diferencia significativa con una p de 0.04 en ambos los casos. (Cuadro 1)

La valoración de los reflejos de estiramiento muscular patelar mostraron una moda de 3+ que podemos considerar normal, sin embargo los reflejos aquileos en la mitad de los pacientes se encontraron aumentados (4+).

Las mediciones radiográficas iniciales de la lordosis lumbar por método de Cobb en general variaron de 32° a 48°, solo una fue menor de 32 grados (17°), en la segunda valoración el rango fue de 12° a 40° ($p= 0.02$), mostrando una mejoría significativa. El ángulo sacro mostró una variabilidad de 34° a 65° en la valoración inicial y de 32° a 48° en la subsecuente ($p= 0.18$) siendo éste cambio no significativo estadísticamente. (Cuadro 2)

DISCUSIÓN

El objetivo principal de este estudio fue valorar la disminución de la hiperlordosis lumbar en niños con acondroplasia después de un programa de rehabilitación con electroterapia y ejercicios de flexión de columna. La importancia de esta reducción radica en que con el aumento de la lordosis existe mayor riesgo de desarrollar conducto lumbar estrecho. Se ha reportado que más del 50% de estos pacientes presentan síntomas relacionados a conducto lumbar estrecho después de la adolescencia. Es importante mencionar que en este estudio ningún caso refirió dolor lumbar o sintomatología neurológica sin embargo en tres pacientes en quienes se demostró radiográficamente un aumento exagerado de la lordosis lumbar se encontraron también los reflejos aquileos exaltados, a diferencia del resto de los pacientes que presentaron reflejos dentro de parámetros normales.³

El papel más importante en la corrección de la lordosis lumbar lo desempeñan los músculos del abdomen, en particular los rectos mayores ya que estos músculos se encuentran en el lado de la convexidad de la curvatura lumbar y constituyen un gran brazo de palanca al unir el apéndice xifoides a la sínfisis del púbis.⁹

Los ejercicios de flexión de la columna o de Williams contribuyen al fortalecimiento de dichos músculos, además de ayudar al estiramiento de los

músculos paravertebrales. Estas dos acciones conjuntas disminuyen la lordosis lumbar como fue demostrado en el estudio de Mendoza y cols. donde reportan una disminución de 4 grados mediante estudio radiográfico.^{17, 20}

La corriente rusa o de Kots, es una corriente alterna con una frecuencia de 2.5 kHz con disparos modulados a una frecuencia de 50 Hz. El estímulo se aplica durante 10 segundos con descansos también de 10 segundos por un tiempo recomendado de 10 minutos por sesión. El objetivo es incrementar la habilidad del músculo para generar fuerza.²³

En el presente estudio encontramos una diferencia en el promedio de la lordosis lumbar de 9.7° y un aumento significativo en la fuerza muscular de los músculos abdominales y gluteo mayor en todos los pacientes, así mismo observamos que con grados mayores de fuerza en los músculos abdominales los grados de lordosis lumbar fueron menores.

Siebens et al. intentaron corregir la hiperlordosis por medio del uso de una faja toraco-lumbo-sacra en 31 pacientes con acondroplasia. La mayoría de los pacientes presentaron disminución de la hiperlordosis y de los síntomas neurológicos, especialmente los niños de 11 meses a 4 años. La corrección de la curvatura fue incompleta y fue particularmente difícil la corrección cuando el sacro y coccix se encontraban exageradamente horizontalizados. El ángulo del sacro bajo estas circunstancias usualmente no es modificado por una órtesis, lo

sacro bajo estas circunstancias usualmente no es modificado por una órtesis, lo cual implica que la posición horizontal del sacro puede ser un factor etiologico de la aparente hiperlordosis lumbar. Lo anterior lo pudimos corroborar al no encontrar diferencia significativa en el ángulo sacro entre la primera y segunda valoración.⁵

También encontramos que la magnitud de las contracturas musculares del psoas iliaco e isquiotibiales no se correlacionan con los grados de lordosis lumbar, ya que los cambios en dichas contracturas después de la terapia no fueron significativos contrario a lo que sucedió con la lordosis.

Un hallazgo importante fue la debilidad en los músculos de cuello, lo cual dificulta la estabilización de la cabeza con respecto al tronco para la reeducación muscular de los abdominales. En los pacientes con más debilidad abdominal se observó mayor debilidad en flexores de cuello.

CONCLUSIONES

La lordosis lumbar disminuyó en la valoración radiológica y la fuerza muscular de los abdominales inferiores y gluteos aumentó de manera significativa, lo que confirma que el tratamiento combinado de electroterapia y ejercicios de flexión de la columna es efectivo, sin embargo la fuerza de los abdominales superiores se mantuvo sin cambios lo que sugiere que es necesario un mayor número de sesiones. Las contracturas musculares a diferencia de lo esperado no correlacionan con los grados de lordosis lumbar. Los autores de este trabajo sugerimos que la terapia propuesta comience al momento de iniciar la marcha para prevenir el desarrollo de hiperlordosis marcada y las consecuencias derivadas de la misma. También sugerimos fortalecimiento de musculos de cuello para favorecer estabilidad entre cabeza y tronco y de esta manera facilitar la reeducación de los abdominales superiores. Así mismo creemos conveniente la realización de más estudios al respecto, sobre todo con una población mayor, ya que en el presente la muestra fue muy pequeña.

REFERENCIAS

1. Tachdjian. Ortopedia pediátrica, 2ª edición, editorial Interamericana, 1994 pp 776-784
2. Baitner A, Maurer S, Gruen M, Di Cesare P. The genetic basis of the osteochondrodysplasias. *J Pediatr Orthop* 2000;20:594-605
3. Park H, Kim H, Hanhn S, Yang K, Choi C, Park J, Jung S. Correction of lumbosacral hyperlordosis in achondroplasia. *Clin Orthop Rel Res* 2003; 414: 242-249
4. Lovell, Winters. *Pediatric orthopaedics*. 5ª edición, editorial Lippincott-Raven, 2001 pp 205-213
5. Siebens A, Hungerford D, Kirby N. Achondroplasia: effectiveness of an orthosis in reducing deformity of the spine. *Arch Phys Med Rehabil* 1987; 68: 384-388
6. Hunter A, Bankier A, rogers J, Sillence D, Scott C. Medical complications of achondroplasia: a multicentre patient review. *J Med Genet* 1998; 35(9): 705-712
7. Wieting M, Krach L. Spinal cord injury rehabilitation in a pediatric achondroplastic patient: case report. *Arch Phys Med Rehabil* 1994; 75: 106-108
8. Gómez A, García L, Ginebreda I, Gairí T, Villarubias J. Estenosis del canal lumbar en la acondroplasia. Prevención y corrección de la lordosis lumbosacra. *Anales Españoles de Pediatría* 2001; 54(2):126-13

9. Kapandji I. Cuadernos de fisiología articular. 2ª edición, editorial Masson, España 1981. pp 14-110
10. Herring J. Hyperlordosis. J Ped Orthop 1988; 8(1):93-96
11. Harrison D, Cailliet R, Janik T, Holland B. Radiographic analysis of lumbar lordosis. Spine 200; 26(11): E235-E242
12. Maguee D. Ortopedia. 2ª edición, editorial Interamericana, México 1992. pp 246-251
13. Krusen Medicina física y rehabilitación. Kottke, Lehmann. 4ª edición. Editorial médica panamericana. España 1993. pp 2-67
14. Kendall Músculos, pruebas, funciones y dolor postural. Peterson, Kendall, Geise. 4ª edición. Editorial Marban. España 2000. pp 29-68
15. Clínica del dolor, Vol I. 1ª edición, editorial Merck. México 1999. pp 56-71
16. Vilarrubias J, Ginebreda I, Jimeno E. Lengthening of the lower limbs and correction of lumbar hyperlordosis in achondroplasia. Clin Orthop Rel Res 1990; 250:143-149
17. Mendoza L, Coutiño B, Torres A, Sánchez P, Altamirano N, Mora I. Manejo de la hiperlordosis lumbar con ejercicios de Williams en niños con diabetes mellitus tipo 1. Rev Mex Med Fis Rehab 2002; 14:41-44
18. Dettori J, Bullock S, Suttle T, Franklin R, Patience T. The effects of spinal flexion and extension exercises and their associated postures in patients with acute low back pain. Spine 1995; 20(21): 2303-2312

19. Elnaggar I, Nordin M, Sheikhzadeh A, Parnianpour M, Kahanovitz N. Effects of spinal flexion and extension exercises on low-back pain and spinal mobility in chronic mechanical low-back pain patients. *Spine* 1991; 16(8): 967-971
20. Liemhon Wendell. *Exercise prescription and the back*. Editorial McGraw-Hill. 2001. pp 138-141
21. Martínez-Morillo M, Pastor-Vega J, Sendra-Portero F. *Manual de medicina física*. Editorial Harcourt. España 1998. pp 169-184
22. Rodríguez Martín. *Electroterapia en fisioterapia*. Editorial Médica Panamericana. 1a edición. España 2001. pp 87-117
23. Ward A, Shkuratova. Russian electrical stimulation: the early experiments. *Phys Ther.* 2002; 82(10): 1019-1030
24. Goats G. Interferential current therapy. *Br J Sp Med* 1990; 24(2): 87-91
25. Laughman R, Youdas J, Garret T, Chao E. Strength changes in the normal quadriceps femoris muscle as a result of electrical stimulation. *Phys Ther.* 1983; 62(4): 494-499
26. Snyder-Mackler L, Delitto A, Bailey S, Stralka S. Strength of the quadriceps femoris muscle and functional recovery after reconstruction of the anterior cruciate ligament. *J Bone and Joint Surg.* 1995; 77-A(8): 1166-1173

Cuadro 1. Resultados de la valoración de fuerza muscular

Músculo	Promedio 1ª valoración	Promedio 2ª valoración	Desviación Estándar		p
			1ª val	2ª val	
Erectores de la espina	3.5	3.6	0.51	0.51	0.363
Abdominales superiores	1.8	2.1	0.89	0.75	0.004
Abdominales inferiores	2.8	3.6	0.75	0.51	0.004
Gluteo mayor derecho	2.4	3.3	0.54	0.51	0.004
Gluteo mayor izquierdo	2.4	3.3	0.54	0.51	0.004
Cuadriceps derecho	3.7	4.5	0.51	0.54	0.004
Cuadriceps izquierdo	3.7	4.5	0.51	0.54	0.004

Cuadro 2. Resultados de la medición de lordosis lumbar y ángulo sacro

Ángulo	Promedio 1ª valoración	Promedio 2ª valoración	Desviación Estándar		p
			1a	2a	
Cobb	37	27.3	6.7	9.3	0.022
Ferguson	45	37.6	11.4	5.8	0.182