

Plan de ejercicios en bicicleta para la recuperación de la motricidad en una preadolescente con  
mielitis aguda transversa

Proyecto de grado para obtener el título de  
Profesional en ciencias del deporte y la educación física  
Universidad de Cundinamarca, Soacha

Asesor (a): Nubia Estela Florián Rodríguez

Geraldine Bejarano Galindo

Octubre 2019.

Este estudio de caso cuantitativo se realiza en una preadolescente con 12 años de edad, que presenta una patología poco común a nivel mundial. Por lo tanto, se desconocen sus posibles causas y tratamientos. Estamos hablando de mielitis aguda transversa (ATM), cuya afección se produce a nivel de la médula espinal, a través de la inflamación, que provoca la desmielinización, ataca y debilita el sistema nervioso central.

Por lo tanto, ante la poca información sobre las intervenciones y el difícil acceso a un tratamiento continuo, se propone un plan de ejercicios en bicicleta, que busca causar efectos a nivel de miembros inferiores, a través de ejercicios que permitan el desarrollo motriz, el fortalecimiento muscular, mejoras en la coordinación y el equilibrio.

La bicicleta se elige en este proyecto, porque es una práctica que permite mejorar las capacidades físicas que han sido afectadas por la ATM. Además de ser una práctica que permite el trabajo cardiovascular, no genera impacto en las articulaciones ni fatiga muscular considerable.

Para concluir con el proyecto, se realiza una recolección de variables cuantitativas, algunas son la motricidad, la frecuencia cardíaca, IMC, entre otras, que se toman antes y después de la aplicación del plan de ejercicios, para luego hacer una comparación y verificar los efectos positivos.

**Palabras clave**

Mielitis, bicicleta, motricidad, actividad física, ejercicio.

This quantitative case study is performed on a preteen with 12 years of age, who presents an uncommon pathology worldwide. Therefore, its possible causes and treatments are unknown. We are talking about acute transverse myelitis (ATM), whose involvement occurs at the level of the spinal cord, through inflammation, which causes demyelination, attacks and weakens the central nervous system.

Therefore, given the little information about the interventions and difficult access to continuous treatment, a bicycle exercise plan is proposed, which seeks to cause effects on the level of the lower extremities, through exercises that allow motor development, muscle strengthening, improvements in coordination and balance.

The bicycle is chosen in this project, because it is a practice that allows to improve the physical capacities that have been affected by the ATM. In addition to being a practice that allows cardiovascular work, it does not generate impact on the joints or considerable muscular fatigue.

To conclude with the project, a collection of quantitative variables is carried out, some are motor skills, heart rate, IMC, among others, which are taken before and after the application of the exercise plan, to then make a comparison and verify the positive effects.

**Key words**

Myelitis, bicycle, motor, physical activity, exercise.

## Tabla de Contenidos

iv

Introducción.....	1
Justificación.....	3
Planteamiento del problema.....	6
Pregunta problema.....	11
Objetivos.....	12
General.....	12
Específicos.....	12
Estado del arte.....	13
Marco conceptual.....	15
Marco teórico.....	19
Marco metodológico.....	23
Población.....	27
Instrumentos.....	28
Análisis de resultados.....	32
Discusión.....	36
Conclusiones.....	39
Lista de referencias.....	41
Anexos.....	44

## Lista de tablas

v

Tabla 1. Evaluación de tareas diarias.....	32
Tabla 2. Cambios físicos.....	34

## Lista de figuras

vi

Figura 1. Cronograma ejercicios .....	26
Figura 2. Mesociclo ejercicios.....	26
Figura 3. Escala de Borg.....	30
Figura 4. Resultado equilibrio en un pie.....	33
Figura 5. Resultados pruebas equilibrio.....	34
Figura 6. Consentimiento informado.....	44
Figura 7. Movilidad articular.....	45
Figura 8. Fortalecimiento muscular.....	46
Figura 9. Equilibrio bicicleta.....	46
Figura 10. Estiramientos.....	47
Figura 11. Equilibrio en bici 1.....	48
Figura 12. Equilibrio en bici 2.....	48
Figura 13. Equilibrio de pie 1 .....	48
Figura 14. Equilibrio de pie 2 .....	48
Figura 15. Equilibrio caminando 1 .....	48
Figura 16. Equilibrio caminando 2 .....	48
Figura 17. Coordinación bicicleta.....	49
Figura 18. FC después de elíptica.....	49

## **Introducción**

A nivel mundial cientos de millones de personas sufren trastornos neurológicos, algunos de ellos son por enfermedades poco comunes y de difícil explicación de la causalidad y su desarrollo. Según las estadísticas estas patologías se presentan en una persona dentro de otros miles. Entre esas patologías esta la Mielitis Transversa Aguda (ATM). De acuerdo a los estudios de la Fundación Christopher & Dana Reeve (2019), la cantidad pico de casos nuevos de mielitis transversa por año parece producirse entre los 10 y 19 años, y entre los 30 y 39 años. En los E.E.U.U. se diagnostican aproximadamente 1400 nuevos casos de MT por año; aproximadamente 33000 estadounidenses tienen algún tipo de discapacidad producida por MT. [1]

Esta patología (ATM) que afecta el sistema nervioso central, es una de las que no se tiene clara la causa y tampoco el tipo de intervención, se maneja un tratamiento con medicamentos vía intravenosa u oral, terapias por medio de ejercicios de fortalecimiento de los músculos y también férulas en miembros inferiores. Además de un tratamiento a nivel físico como la fisioterapia, se hace un seguimiento basado en controles con especialistas en psicología, terapia ocupacional, terapia vocacional, entre otras que se enfocan en el estado mental y emocional del paciente (National, 2016).

Teniendo en cuenta lo anterior, en este trabajo se realizará un estudio de caso de una preadolescente de 12 años de edad que presenta una patología llamada Mielitis Aguda Transversa, teniendo un enfoque en el tratamiento de rehabilitación a nivel físico, por medio de la prescripción y aplicación de un plan de ejercicios con bicicleta, entre los cuales se aplicará actividad física, resaltando como beneficios además de la recuperación

de esta patología a nivel de la motricidad en miembros inferiores, la prevención de enfermedades cardiovasculares.

Se realizará una recolección de datos con la previa autorización y por medio de entrevistas con el padre de familia, adicionalmente de ser posible se tendrá soporte con el historial clínico, obteniendo así las fechas aproximadas en las que la preadolescente comenzó a presentar los signos y síntomas de la patología ATM, también los controles de las diferentes terapias, medicamentos y/o intervenciones médicas hasta el momento y en el transcurso de la investigación.

Adicionalmente se aplicarán test y evaluaciones para obtener las variables que se van analizar, teniendo en cuenta que se obtendrán resultados antes y después de la aplicación del plan de ejercicios. De acuerdo a esos resultados, se realizará una comparación a nivel físico, observando las mejoras de la motricidad y la coordinación en miembros inferiores, equilibrio y el estado del IMC de acuerdo a su biotipo.

## **Justificación**

Este trabajo se realiza porque se quiere detectar los efectos que causa la práctica de la bicicleta en una preadolescente con ATM, por medio de la prescripción e implementación de un plan de ejercicios, como estrategia de intervención para mejorar la motricidad de los miembros inferiores. También se ejecuta esta terapia física como alternativa al uso de las férulas, ya que el uso prolongado o inadecuado puede generar debilidad o pérdida de independencia en los músculos de los miembros en los que son usados estos elementos, además son un poco incómodos y por esta razón los pacientes las dejan de usar por completo.

La práctica de actividad física trae diversos beneficios a nuestro organismo, entre ellos está la prevención de enfermedades y también como tratamiento para quienes poseen patologías como la Mielitis Aguda Transversa, Diabetes Tipo II u Obesidad, pues estas pueden ser tratadas o intervenidas con terapias físicas que no generen impacto, entre las actividades que se deben evitar están correr o saltar. Como alternativa se presenta una práctica que además de divertida, puede prevenir otro tipo de enfermedades cardiovasculares: montar bicicleta.

Está comprobado que la actividad física y el ejercicio mejoran la condición de un paciente con mielitis transversa en cuanto a la motricidad. “La rehabilitación no puede revertir el daño físico resultante de la mielitis transversa u otras lesiones de la médula espinal, pero puede ayudar a las personas, a volverse tan funcionalmente independientes como sea posible” (National, 2016). Por esta razón se planea realizar una serie de ejercicios con la bicicleta y actividad física que permitan aumentar la movilidad en las

extremidades inferiores. La terapia física ayuda a las personas a mejorar su movimiento, postura y a aliviar su dolor. El objetivo de la terapia física es hacer las tareas y actividades diarias más fáciles (Genetic, 2018). Se elige la práctica de la bicicleta porque no genera impacto en las articulaciones como la coxofemoral, patelo femoral y tibio peronea astragalina de ambas piernas, evitando así diferentes lesiones o desgaste en las zonas del cuerpo anteriormente mencionadas. Adicionalmente la práctica de la bicicleta es una actividad cíclica que permite que quien la realice, quemar grasa rápidamente y por ende baje de peso de una manera entretenida.

Se tiene como expectativa que la preadolescente de doce años que posee esta patología, mejore la motricidad en sus extremidades inferiores, adicionalmente se espera que obtenga otros beneficios a nivel físico como coordinación en sus movimientos que se pueden desarrollar por medio de la bicicleta realizando circuitos de habilidades, equilibrio, aumento de la flexibilidad (elasticidad en los músculos y mayor rango de movimiento en articulaciones) que facilita el desarrollo de los ejercicios, reducción en riesgo de lesiones y una mejora a nivel postural, fortalecimiento de los músculos del tren superior y tren inferior principalmente.

Todos estos aspectos hacen parte de los efectos que pueden causar una terapia de recuperación física para la mielitis aguda transversa (ATM, por sus siglas en inglés), basada en un plan de ejercicios con bicicleta, adicionalmente puede haber un aumento de la autoestima debido a un estado físico más saludable y la facilidad para desarrollar las actividades cotidianas, permitiendo una mejora en las relaciones interpersonales.

Para la evaluación y comparación mencionada anteriormente, se utilizan las siguientes variables, cuyos valores iniciales y finales se encuentran referenciadas al final del trabajo:

Frecuencia cardiaca basal

Frecuencia cardiaca en reposo

Frecuencia cardiaca durante la ejecución de ejercicios específicos

Perímetro abdominal

IMC

Patrones motores de los miembros inferiores

Equilibrio

Coordinación viso pédica

## Planteamiento del problema

A nivel nacional e internacional, existen patologías que son poco comunes de las cuales se desconocen sus posibles causas e intervenciones, pero si se tiene conocimiento de tratamientos con medicamentos, terapias físicas y/o psicológicas. Entre ellas la mielitis aguda transversa, que según el Instituto Nacional De Trastornos y Accidentes Neurológicos NINDS (2016), es un trastorno neurológico causado por una inflamación a nivel de la médula espinal, causando un daño o destrucción de la mielina, sustancia grasa aislante que cubre las fibras celulares nerviosas. “Este daño causa cicatrices en el sistema nervioso que interrumpen las comunicaciones entre los nervios de la médula espinal y resto del cuerpo, por eso se pueden presentar síntomas de dolor, dificultad a nivel motor, sensorial y control de esfínteres”. [1]

La mielitis aguda transversa, según National (2016), afecta determinadas partes del cuerpo, según el segmento de la médula espinal en el que se produce el daño:

Los nervios de la región cervical controlan las señales al cuello, brazos, manos y los músculos que controlan la respiración. Los nervios de la región torácica envían señales al torso y algunas partes de los brazos. Los nervios de la zona lumbar controlan las señales a las caderas y las piernas. Finalmente, los nervios sacros, envían señales a la ingle, los dedos de los pies y algunas partes de las piernas. El daño en un segmento afectará la función en ese segmento y los segmentos por debajo de éste [1].

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, se puede contextualizar el tipo de investigación que se aplicara en este trabajo. Se realizará un estudio de caso a una

preadolescente de doce años de edad que padece ATM. Como se puede evidenciar esta patología trae diversas dificultades para quienes la padecen; en el presente caso, es notable que ella aumento de peso en poco tiempo, tiene dificultad para caminar rápido o correr (evidente en algunos días en los que se hacía acompañamiento de la casa al colegio), presenta problemas a nivel de la motricidad en las extremidades inferiores, lo que conlleva a una disminución de la actividad física y la práctica de deportes, debido a que diversos ejercicios se realizan con dificultad, de manera incorrecta o simplemente no se logran ejecutar.

Esta dificultad a nivel físico altera también el desarrollo de actividades cotidianas como caminar de la casa al parque, subir escaleras, participar en juegos o actividades que requieran de capacidades físicas coordinativas y condicionales, habilidades locomotoras, no locomotoras, de proyección (lanzar) y de recepción (atrapar). Dentro de las diferentes Instituciones o Centros de Salud que se especializan en enfermedades del sistema nervioso, está National Center for Advancing Translational Sciences NCATS (por sus siglas en inglés). National (2018) indica que, dentro de los síntomas de la ATM, están:

La debilidad de las piernas (tropiezan, arrastran un pie o ambas piernas parecen más pesadas) y de los brazos, problemas de coordinación o de la fuerza, dolor generalmente en la zona posterior del cuerpo irradiado hacia abajo de las piernas, los brazos o alrededor del torso, pérdida o alteración de la sensibilidad al dolor o a la temperatura (entumecimiento, hormigueo, frío o ardor), sensibilidad al tacto, disfunción intestinal o vesical: mayor frecuencia o ganas de

orinar o defecar, incontinencia, dificultad para vaciar, sensación de evacuación incompleta o estreñimiento [1].

Debido a esas dificultades a nivel físico se pueden presentar afectaciones a nivel emocional, tales como la disminución de la autoestima (notable por algunos comentarios que ella hace relacionados a su aspecto físico), bullying en el colegio (respecto a experiencias que ella misma contaba), discusiones con integrantes de su familia por diferencias de opinión en cuanto a la dieta alimentaria que debe consumir, disminución de su círculo de amigos debido a que cambió el trato entre ellos, poca interacción con sus compañeros del colegio en actividades que antes podía realizar, pues empezando este año le suspendieron las clases de la asignatura de educación física por una incapacidad médica a causa de su enfermedad. Estas dificultades en sus relaciones interpersonales pueden causar en ella una deserción en algún deporte o incomodidad al momento de realizar actividad física que la puede conducir al sedentarismo, lo que trae consigo enfermedades cardiovasculares.

Otras afectaciones que se pueden desprender de las anteriores dificultades, se dan a nivel psicológico, pues se presenta bullying por parte de sus compañeros, a quienes les causa gracia como ella camina, corre o realiza otras actividades similares con dificultad; esto puede causar en ella pensamientos depresivos, un nivel de desconcentración que conlleva a una incorrecta ejecución de movimientos y actividades, por ende, una interrupción en su proceso de aprendizaje motor e intelectual.

De acuerdo a las dificultades mencionadas anteriormente, puede desencadenar otras consecuencias si no se realiza el tratamiento adecuado o con disciplina, debido a

que existen varios tipos de mielitis y cada uno tiene su respectivo tratamiento. Por lo que se pueden desarrollar procesos de recuperación más extensos (causando así inasistencias y retroceso en su proceso académico) y costosos.

Dentro del tratamiento para esta patología se encuentra la prescripción de actividad física que requiere de solicitudes de citas con especialistas (fisioterapeutas) por parte de la EPS, estas citas son autorizadas y agendadas aproximadamente uno o dos días por semana, lo cual no es suficiente para una recuperación oportuna de la ATM. En el caso de que se desearan citas más recurrentes con un fisioterapeuta, este sería privado, por lo que el costo económico sería mayor, un gasto que no podría ser cubierto totalmente por parte de su padre, debido a que es de un nivel socioeconómico bajo.

Adicionalmente existen otras intervenciones médicas para dar tratamiento a esta patología. Según Mayo (2017), administran y recetan variedad de medicamentos a los pacientes, entre ellos “antivirales, analgésicos, antidepresivos, anticonvulsivos, corticosteroides, inmunodepresores, esteroides intravenosos, terapias de intercambio de plasma; todos ellos para reducir los signos y síntomas, tales como la inflamación de la medula espinal, el dolor, disfunción urinaria, la depresión y la espasticidad muscular” [1]. Como se había mencionado anteriormente, además de afectar físicamente, esta patología también afecta mentalmente y por ello se dispone de un psicólogo que puede tratar la ansiedad, depresión y otros problemas emocionales que se pueden desencadenar (Mayo, 2017).

Como estrategia de intervención se propone un plan de ejercicios con bicicleta y otros elementos que fortalezcan los músculos de miembros superiores e inferiores

principalmente. Se elige la práctica de la bicicleta porque además de permitir el aprendizaje de habilidades, mejoramiento de la motricidad, desarrollo de la seguridad e independencia, disminución de masa grasa en corto tiempo, también puede dar como resultado un aumento de autoestima que permita una mejor relación con su familia, amigos y compañeros de colegio.

Además de ser una práctica saludable y divertida, es un medio de transporte sostenible, es decir que no requiere de mucho dinero para sus arreglos, mantenimiento y funcionamiento, pero ahí no acaban sus beneficios, también se usa para diversos fines, pues mientras se transporta de un punto a otro, también está realizando al tiempo un trabajo de aprendizaje y recuperación. Como resultado se espera que vuelva a desarrollar sus actividades de la cotidianidad con normalidad o mayor facilidad, como caminar, correr, jugar en campo abierto que requieran de alta movilidad, aumentando así su autoestima, aprendizaje e independencia.

**Pregunta problema**

¿Qué efectos trae la práctica de la bicicleta en la motricidad de las extremidades inferiores en una preadolescente de 12 años de edad que padece Mielitis Aguda Transversa?

## **Objetivos**

### **General**

Identificar los efectos en la motricidad de las extremidades inferiores en una preadolescente de 12 años de edad que padece Mielitis Aguda Transversa con la práctica de la bicicleta.

### **Específicos**

Evaluar la condición motriz de los miembros inferiores antes y después de la ejecución de un plan de ejercicios con bicicleta.

Diseñar un plan personalizado de ejercicios en bicicleta enfocado a la recuperación motriz.

Ejecutar el plan personalizado de ejercicios en bicicleta.

Comparar el estado motriz de los miembros inferiores de la preadolescente antes y después de la ejecución del plan de ejercicios en bicicleta, por medio de los resultados obtenidos en las evaluaciones.

### **Estado del arte**

De acuerdo al artículo Transverse Myelitis, realizado por Sade, et al, (2016), en pacientes con diagnóstico de Esclerosis Múltiple “los fármacos inmunomoduladores típicos deben iniciarse después del tratamiento del período agudo. La consulta con especialistas en medicina física y rehabilitación es necesaria para comenzar la rehabilitación lo antes posible, también deben iniciarse los programas de continencia vesical e intestinal” (P.597). En este sentido, “los fármacos anticolinérgicos como la oxibutinina o la tolterodina pueden ser útiles. En algunos pacientes, pueden ser necesarios medicamentos como la gabapentina, la carbamazepina, la fenitoína, la amitriptilina o el baclofeno para aliviar el dolor” (P.597)

Por otra parte, según un estudio realizado por Hernández, et al, (2012), describe el caso clínico de un adulto, previamente saludable, que presentó mielitis transversa con daño sensitivo luego de padecer infección viral por dengue, y fue ingresado en el Hospital General Docente Dr. Juan Bruno Zayas Alfonso de Santiago de Cuba, donde se le diagnosticó una “paraplejía flaco-espástica y recibió tratamiento de rehabilitación. Después de 7 meses bajo fisioterapia intensiva, la función motora del paciente continúa evolucionando y la recuperación neurológica no ha sido completada” (P.1784)

Por otro lado, Meneses (2016) realiza un reporte de caso de tipo retrospectivo en una paciente de 15 años de edad, de sexo femenino procedente de la ciudad de Bogotá, Colombia, con paraparesia flácida con nivel sensitivo D8 sometida a rehabilitación integral intensiva con alta tecnología durante 4 meses. “La rehabilitación con alta tecnología evidenció mejoría en aspectos funcionales como movilidad articular, fuerza,

propiocepción, equilibrio, marcha y patrones fundamentales como salto y carrera; lo que llevó a la recuperación completa en todas sus actividades diarias sin restricción en su rol social” (P.11)

Se realiza un estudio de caso por parte de profesionales médicos Martínez, et al, (2018), a mujer de 17 años de edad consultó por dificultad para la marcha y disnea. 48 horas de inicio de síntomas, con progresión paulatina. “Dolor torácico opresivo en reposo, asociado con disnea de medianos esfuerzos con irradiación retroesternal. Durante la hospitalización presentó disestesias en miembros inferiores que progresan al abdomen, arreflexia en miembros inferiores, nivel sensitivo T4; posteriormente presenta paraparesia, retención urinaria, incontinencia fecal” (P.140). Recibe tratamiento inicial con bolos de metilprednisolona, y luego mantenimiento de 1mg/kg/día con mejoría clínica significativa. Se evidencia “recuperación de la sensibilidad en ambos miembros, se logró control de esfínter anal, sin recuperación completa del esfínter vesical. La evolución de la paciente ha sido favorable, con rehabilitación física, recuperación de la fuerza y sensibilidad de miembros inferiores, marcha independiente” (P.141)

## **Marco conceptual**

Para esta investigación se buscará entender desde distintas teorías la repercusión, posibles causas y una opción de tratamiento para la mielitis aguda transversa, utilizando como medio la práctica de la bicicleta, observando los beneficios y cambios que esta trae en la preadolescente que padece esta enfermedad. Por lo anterior se realizará una definición y relación de los conceptos principales de esta investigación entre los cuales están mielitis transversa, práctica en bicicleta, motricidad y el ejercicio como tratamiento.

Según la Organización Mundial de la Salud (2016) los trastornos neurológicos son enfermedades del sistema nervioso central y periférico, es decir “del cerebro, la médula espinal, los nervios craneales y periféricos, las raíces nerviosas, el sistema nervioso autónomo, la placa neuromuscular, y los músculos. El sistema nervioso puede verse afectado por variedad infecciones: bacterianas (*Mycobacterium tuberculosis* y *Neisseria meningitidis*), víricas (VIH virus de Zika), fúngicas (*Cryptococcus* y *Aspergillus*) y parasitarias (paludismo y enfermedad de Chagas). Los síntomas neurológicos pueden deberse a la infección en sí misma o a la respuesta inmunitaria” [1].

Básicamente lo que se conoce por mielitis es un conjunto de enfermedades humanas que se caracterizan por la inflamación de la médula espinal. Aunque no toda inflamación en la médula espinal significa padecer de mielitis, pues puede tratarse de otra patología que afecta el Sistema Nervioso Central. Esa inflamación “puede dañar o destruir la mielina, la sustancia grasa aislante que cubre las fibras celulares nerviosas. Este daño causa cicatrices en el sistema nervioso que interrumpen las comunicaciones entre los nervios de la médula espinal y el resto del cuerpo” (National, 2018). Lo

mencionado anteriormente puede afectar el segmento inflamado y los segmentos por debajo de éste, como por ejemplo dificultad para mover las piernas, dolor, pérdida de control de los esfínteres y debilidad en las extremidades.

En este orden de ideas, a continuación, se mostrarán los tipos de mielitis, se clasifican según la duración de la enfermedad y la zona a la que afecte. Así, según el primer parámetro se encuentran:

Aguda: Empieza de repente y los síntomas se manifiestan claramente. Es la más difícil de tratar.

Subaguda: Los síntomas aparecen gradualmente y va empeorando con el tiempo.

Crónica: Se desarrolla en jóvenes que padecen trastornos inmunitarios, aunque es más común en ancianos.

Y según la zona a la que afecte encontramos:

Limitada: Afecta a un foco localizado de la médula espinal.

Difusa: La inflamación cubre toda la médula espinal.

Multifocal: Afecta a varias partes del cuerpo.

Mielitis transversa: En este tipo se enfocará la investigación. El proceso inflamatorio afecta a múltiples segmentos dispuestos uno junto al otro. Para esta investigación se tomará la definición de National Institute Of Neurological Disorders And Stroke, NINDS (2016), para explicar lo que es la mielitis transversa aguda. Según esta Fundación “la mielitis es una inflamación que se presenta a nivel de la médula espinal, el término transversa simplemente describe la posición de la inflamación, a lo ancho de la médula espinal” [1].

Varios factores pueden causar mielitis transversa, Mayo (2017) confirma “infecciones y trastornos en el sistema inmunitario que atacan los tejidos del cuerpo, reacciones inmunológicas anormales o flujo sanguíneo insuficiente a través de los vasos sanguíneos de la médula espinal. También puede producirse por otros trastornos de la mielina, como la esclerosis múltiple” [1].

A pesar de que en la actualidad se dispone de mejores medios diagnósticos y de realizar una extensa búsqueda de posibles agentes causales, aproximadamente de un 15 a un 30% de los casos se consideran como MT Idiopática (Yucumá, et al, 2017). Idiopática se refiere a cualquier proceso o síndrome con varias causas posibles conocidas, pero que, en el caso concreto que se estudia, se desconoce la causa específica, porque no se puede demostrar ninguna de las posibles causas (Clínica, 2019).

Actualmente no existe una solución definitiva y eficaz para las personas con mielitis transversa. Los tratamientos están diseñados para reducir la inflamación de la médula espinal y aliviar o controlar los síntomas. National (2016) confirma que a menudo los médicos recetan terapia antiinflamatoria con corticosteroides en cuanto se hace el diagnóstico con el fin de “disminuir la inflamación y mejorar las probabilidades y la velocidad de recuperación neurológica. La terapia consiste en mantener el cuerpo de la persona en funcionamiento en anticipación de la recuperación espontánea parcial o completa del sistema nervioso” [1].

Dentro de los beneficios que trae el uso de la bicicleta, es que mientras se transporta, ya sea por gusto o por necesidad, permite al mismo tiempo realizar actividad física, disminuyendo esa grasa corporal sobrante, aumentando el trabajo no solo cardiopulmonar

sino musculo-esquelético lo que conlleva a largo plazo a mejorar el bienestar general.

Teniendo en cuenta lo anterior, la práctica de la bicicleta, además de permitir un trabajo cardiovascular sin tanto esfuerzo, se puede utilizar como tratamiento para enfermedades que afectan el funcionamiento normal del SNC y desarrollo motor, por ejemplo, la ATM.

Lo anterior es porque montar bicicleta es una práctica de fácil ejecución y bajo impacto a nivel articular, comparado con la natación y el atletismo.

### **Marco teórico**

La mielitis aguda transversa, según Chaves et al (2011) es un “cuadro neurológico inflamatorio focal de la médula espinal causado por diferentes etiologías, representando un subgrupo de mielopatías agudas en las que la presencia de inflamación dentro de la médula espinal es necesaria para considerar su diagnóstico. Su incidencia estimada es 1-4 nuevos casos por año por millón de habitantes, afectando individuos de todas las edades y siendo una causa significativa de discapacidad en todo el mundo” (P.348). Teniendo en cuenta el diagnóstico y la discapacidad que genera la ATM, mencionados anteriormente, es que se propone el plan de ejercicios en bicicleta, con el fin de disminuir esos síntomas como la debilidad en miembros inferiores y la disminución de la motricidad, que no permiten el desarrollo normal de actividades cotidianas.

Para la prescripción del plan de ejercicios con bicicleta se tuvo como guía el libro “Manual ACSM para la valoración y prescripción del ejercicio” que explica lo siguiente:

No se deben emplear pesos en los que el niño(a) no pueda hacer más de ocho repeticiones por serie. A medida que el entrenamiento surja efectos, se puede realizar una sobrecarga aumentando el número de repeticiones y posteriormente aumentar la contra-resistencia. En cada uno de los ejercicios, realizar de 8 a 12 repeticiones por serie. Máximo dos sesiones semanales de entrenamiento de fuerza. (American, 2005, P.271)

Por otra parte, en cada una de las sesiones se deben desarrollar 3 fases: calentamiento, actividad principal y estiramiento. Lo anterior basado en Lopategui (2013) “antes de comenzar cualquier tipo de ejercicio, especialmente de naturaleza aeróbica, el

participante deberá llevar a cabo un calentamiento. El objetivo de éste es aumentar progresivamente la tasa metabólica en reposo. Al calentar antes de un ejercicio, se disminuyen los riesgos de lesiones musculoesqueléticas, porque durante el calentamiento aumenta la circulación, temperatura corporal y la flexibilidad de las articulaciones. El incremento en la circulación sistémica durante el calentamiento reduce las posibilidades de un mareo y/o desmayo. Después sigue el período de actividad principal, que una vez completado, el individuo no debe detenerse por completo, sino continuar con la misma actividad a una intensidad menor o mantenerse en movimiento a través de un ejercicio moderado. El enfriamiento provee los siguientes beneficios: previene complicaciones cardiovasculares después del ejercicio, reduce las posibilidades de una hipotensión, mareo, desmayo y/o arritmias cardíacas” [1].

La duración de las fases mencionadas anteriormente debe ser la siguiente:

Laverde (s.f.) afirma que el calentamiento debe durar al menos de 5 a 10 minutos a una intensidad leve a moderada y con actividades de fortalecimiento muscular. El condicionamiento o actividad principal, debe durar entre 20 y 60 minutos de actividades aeróbicas, de resistencia, neuromusculares y/o deportes. En el enfriamiento al menos de 5 a 10 minutos a una intensidad leve a moderada y con actividades de fortalecimiento muscular. Y se finaliza con un estiramiento de por lo menos 10 minutos, compuesto de estiramientos de los músculos ejercitados. (P.30)

La intensidad de los ejercicios se determinó de acuerdo al puntaje de 1 a 10 que la preadolescente le asignaba a cada uno, basándose en la escala de Borg (escala de percepción subjetiva del esfuerzo). Que según Ortín (2011) “es uno de los métodos para

el control de la intensidad o carga. Otras formas de determinar la carga de entrenamiento es el valor real de 1RM o valor estimado de 1RM a partir de una prueba de múltiples RM” (P.103)

Adicionalmente para el diseño del plan de ejercicios se tuvo en cuenta los principios generales para la prescripción del ejercicio, los cuales son: frecuencia, intensidad, tiempo y tipo de ejercicio. A continuación, se explicará cada uno, según Plan (2016):

**Frecuencia:** Se recomienda que realice actividad física de 3 a 5 días por semana para formar un hábito, además es determinante para obtener beneficios.

**Intensidad:** se puede identificar por medio de la frecuencia cardiaca, la escala de Borg, talk test (leve: habla/canta, moderado: habla/no canta, fuerte: no habla/no canta) o por medio de la respiración (normal, cómoda, más profunda un jadeo, jadeo profundo, profundo y rápido, muy profundo y rápido, gran jadeo, no puedo más).

**Tiempo/duración:** es el tiempo dedicado a la actividad física, debe ser inversamente proporcional a la intensidad, se recomiendan sesiones de 30 a 60 minutos todos los días, 150 minutos a la semana de actividad física moderada o 75 minutos semanales de actividad física vigorosa.

**Tipo de ejercicio:** debe ajustarse a quien lo va a realizar, dependiendo de la motivación y de la vida cotidiana. Hay variedad de deportes, hobbies, actividades recreativas y familiares, que generan un gasto calórico, por lo tanto, se consideran actividad física.

Continuando ahora con las capacidades físicas que se ejercitan en el plan de ejercicios planteado en este trabajo, tenemos que según Guío (2010) “Se definen como las características individuales de la persona, determinantes en la condición física, se fundamentan en las acciones mecánicas y en los procesos energéticos y metabólicos de rendimiento de la musculatura voluntaria” (P.81). Las capacidades físicas son fuerza (fuerza máxima, fuerza resistencia y fuerza explosiva), velocidad (reacción, gestual y desplazamiento), resistencia (aeróbica y anaeróbica) y la flexibilidad (estática y dinámica). En este trabajo se aplican ejercicios de fuerza, resistencia y flexibilidad.

Ahora en cuanto a las capacidades coordinativas, tenemos que Platonov (2001) nos dice que las “las capacidades de coordinación basadas en las manifestaciones de las reacciones motrices y anticipaciones espaciotemporales son el fundamento de la actividad de los deportistas en situaciones inesperadas y muy variables” (P.360). Dentro de estas capacidades están el ritmo, acoplamiento, diferenciación, reacción, orientación, equilibrio. En las que se busca causar efectos son equilibrio y ritmo.

Finalmente, en cuanto al ciclismo, según Carmichael & Burke (2004) “expertos reconocen que es una de las mejores formas de ejercicio aeróbico, (...) es excelente para desarrollar fitness cardiorrespiratorio y muscular, (...) con el ciclismo podemos fortalecer nuestro cuerpo y nuestro ánimo” (P.3). En ese sentido, el ciclismo es una buena opción para ejercitar y fortalecer los miembros inferiores, por lo cual se espera obtener efectos a nivel motriz que es lo que se busca con este trabajo.

### **Marco metodológico**

En este trabajo se realiza un estudio de caso que utiliza un tipo de investigación cuantitativa. Pita & Pértegas (2002) la definen como “aquella en la que se recogen y analizan datos cuantitativos sobre variables (...) trata de determinar la fuerza de asociación o correlación entre variables, la generalización y objetivación de los resultados a través de una muestra para hacer inferencia a una población de la cual toda muestra procede. Tras el estudio de la asociación o correlación pretende, a su vez, hacer inferencia causal que explique por qué las cosas suceden o no de una forma determinada.” (P.76)

La investigación se desarrolla en el barrio Bosa la Estación, en un nivel socioeconómico bajo, ubicado en la ciudad de Bogotá D.C. del país de Colombia. Específicamente se realiza el trabajo con una preadolescente de 12 años de edad, con un diagnóstico desde hace aproximadamente 4 años, de Mielitis Aguda Transversa, quien hace aproximadamente dos meses no realiza terapias de recuperación dirigidas por parte del personal de su EPS. Adicionalmente, por un tiempo se vinculó con el programa Al Colegio en Bici (ACB), es decir que ella realizaba un poco más de actividad física antes que ahora, pero presentó dificultades como llegadas tarde al colegio, lo que la llevó a retirarse del programa.

Como solución a lo anterior, se plantea una evaluación de patrones de motricidad, elasticidad, equilibrio y coordinación a nivel de sus miembros inferiores, teniendo en cuenta la frecuencia cardiaca, el perímetro abdominal, el IMC y la escala de Borg. Posteriormente se estipula por medio de un cronograma el acompañamiento en sus desplazamientos de la casa al colegio y viceversa utilizando como medio de transporte la

bicicleta. Después de un mes de adaptación a un nivel de actividad física mayor al que tenía, se diseñó y ejecuta para su tiempo libre, un plan de ejercicios con bicicleta, dirigido a la recuperación a nivel motriz, el fortalecimiento de los músculos y aumento de la elasticidad principalmente de miembros inferiores, por medio de ejercicios entre los cuales se utilizará la bicicleta, el propio peso, entre otros.

Previo a los desplazamientos en bicicleta y a los ejercicios que se ejecuten en cada una de las sesiones, se realizan movilidad articular y calentamiento de los músculos para evitar riesgo de lesión, cada fase de 10 minutos aproximadamente. Los calentamientos se realizan dependiendo de la actividad que se vaya a ejecutar posteriormente, en el caso de los desplazamientos en bicicleta, se hace con este mismo medio de transporte, iniciando con una cadencia de pedaleo suave; para las sesiones de entreno, también se desarrollan sobre una bicicleta en un espacio amplio y abierto, exceptuando los días lluviosos en los que se realiza utilizando una elíptica y en un espacio cerrado.

Posteriormente se ejecuta la fase principal, en la que se desarrollan los ejercicios de fortalecimiento muscular, coordinación y flexibilidad, con una duración de aproximadamente 40 minutos. Teniendo en cuenta lo recomendado en el libro “Manual ACSM para la valoración y prescripción del ejercicio”, el plan de ejercicios se diseñó con 8 microciclos compuestos por dos sesiones de fortalecimiento muscular, dos sesiones de mejoramiento de las capacidades coordinativas y una sesión de aumento de la flexibilidad. Cada uno de los ejercicios se realizaron con un volumen de 3 series de 12 repeticiones, inicialmente algunos se empezaron a realizar con una carga de 10 repeticiones por cada serie y fue aumentando de acuerdo a las adaptaciones.

En esta fase, inmediatamente después de que realizaba cada uno de los ejercicios, se le preguntó a la preadolescente por medio de la escala de Borg, que tanto esfuerzo percibió al momento de hacer el ejercicio.

Para finalizar cada sesión, se realizan estiramientos de 30 segundos por cada de unos de los músculos, evitando así la pérdida de la flexibilidad y mejorando los rangos de movimiento. Además de la bicicleta, la elíptica y los espacios, se utilizan los siguientes recursos: casco, banda elástica, pelota de tenis, balón de caucho, pesas de máximo 3 libras, báscula, metro, oxímetro de pulso, tiza, cinta de enmascarar, conos, cámara, silbato, cronometro, reloj.

Teniendo en cuenta la rigurosidad de este plan de ejercicios personalizado, se realiza una evaluación final, recolección y comparación de los datos obtenidos antes, durante y después de la intervención, para concluir cuales son los efectos de este plan de ejercicios con bicicleta y que busca una recuperación a nivel motriz de los miembros inferiores, después del ataque al sistema nervioso central que causa la patología Mielitis Aguda Transversa.

Adicionalmente, para la correcta ejecución de cada uno de los ejercicios de fortalecimiento muscular se tiene en cuenta los libros “Guía de los movimientos de musculación. Mujeres” del año 2006 y “Guía de los movimientos de musculación” del año 2017, ambos del mismo autor Frederic Delavier, en los que se explica la técnica de los ejercicios y cuales grupos musculares se ejercitan.

### Cronograma

Plan de ejercicios: A continuación, se muestran los cronogramas y mesociclos a nivel general del plan de ejercicios con bicicleta. Inicialmente se hicieron desplazamientos en bicicleta de la casa al colegio y viceversa durante un mes para generar una adaptación, posteriormente se realizaron las evaluaciones y luego se empezó con el plan de ejercicios en bicicleta, para finalizar se realizan nuevamente las evaluaciones que se aplicaron al principio.

ACTIVIDAD	SEPTIEMBRE	01/09/19	02/09/19	03/09/19	04/09/19	05/09/19	06/09/19	07/09/19	08/09/19	09/09/19	10/09/19	11/09/19	12/09/19	13/09/19	14/09/19	15/09/19	16/09/19	17/09/19	18/09/19	19/09/19	20/09/19	21/09/19	22/09/19	23/09/19	24/09/19	25/09/19	26/09/19	27/09/19	28/09/19	29/09/19	30/09/19
TRANSPORTE EN BICI																															
EVALUACIÓN																															
FORTALECIMIENTO MUSCULAR																															
ACTIVIDAD	OCTUBRE	01/10/19	02/10/19	03/10/19	04/10/19	05/10/19	06/10/19	07/10/19	08/10/19	09/10/19	10/10/19	11/10/19	12/10/19	13/10/19	14/10/19	15/10/19	16/10/19	17/10/19	18/10/19	19/10/19	20/10/19	21/10/19	22/10/19	23/10/19	24/10/19	25/10/19	26/10/19	27/10/19			
TRANSPORTE EN BICI																															
EVALUACIÓN																															
FORTALECIMIENTO MUSCULAR																															
COORDINACIÓN Y EQUILIBRIO EN BICICLETA																															
FLEXIBILIDAD																															

Figura 1. Cronograma ejercicios

MESES		SEPTIEMBRE	OCTUBRE
MESOCICLO		ENTRANTE	ENTRANTE
MICROCICLOS		1 2 3 4 5 6 7 8	
TIPO DE MICRO		I I I I I I I I	
FECHA DE MICRO		2 9 16 23 30 7 14 21	
		6 13 20 27 4 11 18 25	
DIAS	ENTRENO	5 5 5 5 5 5 5 5	
	DESCANSO	2 2 2 2 2 2 2 2	
SESIONES		5 5 5 5 5 5 5 5	
HORAS		3 3 3 4 10 10 10 4	
VOLUMEN	MAXIMO		
	SUBMAX		
	MEDIO		
	SUD MED		
	BAJO		
INTENSIDAD	MAXIMO		
	SUBMAX		
	MEDIO		
	SUD MED		
	BAJO		

Figura 2. Mesociclo ejercicios

### **Población**

Se realiza el estudio con una adolescente de 12 años de edad, que hace 4 años aproximadamente posee mielitis aguda transversa (ATM), una patología que presenta una inflamación a nivel de la medula espinal, afectando el funcionamiento normal de sistema nervioso central.

En cuanto al tratamiento fisioterapéutico, hace aproximadamente 2 meses dejó de asistir a sus controles médicos que le brindaban en la EPS, adicionalmente solo le recetaron al inicio de la patología, medicamentos como antibióticos y analgésicos, actualmente no está tomando ningún tipo de medicamento.

Actualmente vive con su padre cabeza de familia, en un nivel socioeconómico bajo en la localidad de Bosa, ubicada en Bogotá, distrito capital de Colombia. Allí también se encuentra cursando séptimo grado de bachillerato en un colegio distrital.

En el desarrollo de la intervención no se realiza ninguna modificación a sus hábitos alimenticios, solamente se implementa la práctica de ejercicio supervisado haciendo uso principalmente de la bicicleta.

### **Instrumentos**

Para observar las capacidades coordinativas y físicas, se diseña una evaluación del desarrollo de actividades diarias (equilibrio, ritmo, coordinación al caminar), pues en la búsqueda de un test que evalué el desarrollo motor, solo se encontraban ítems en los que se tenían en cuenta la calidad de movimiento en actividades como correr y saltar, es decir ejercicios que además de no ser realizados con facilidad y de manera correcta por la preadolescente con ATM, pueden afectar las articulaciones por su impacto y causar lesiones a nivel general.

A continuación, se explicarán la realización de los test y los recursos utilizados:

Equilibrio en un pie: en bipedestación, se pasará todo el apoyo a solo un pie, se mide y registra el tiempo que más pueda durar solo apoyando un pie en el suelo. Se utiliza cronometro.

Equilibrio caminando: deberá caminar sobre una línea recta de 3 metros, evitando apoyar los pies por fuera de la línea. Se contarán la cantidad de apoyos que hace con los pies por fuera de la línea. Se utiliza tiza, cinta métrica.

Equilibrio caminando en punta de pies: deberá caminar sobre una línea recta de 3 metros, apoyando únicamente la punta de los pies, tratando de apoyar la menor cantidad de veces posible toda la planta de los pies dentro y fuera de la línea. Se contarán la cantidad de apoyos que hace dentro y fuera de la línea, apoyando toda la planta de los pies. Se utiliza tiza, cinta métrica.

Equilibrio caminando en talones: deberá caminar sobre una línea recta de 3 metros, apoyando únicamente los talones de los pies, tratando de apoyar la menor

cantidad de veces posible toda la planta de los pies dentro y fuera de la línea. Se contarán la cantidad de apoyos que hace dentro y fuera de la línea, apoyando toda la planta de los pies. Se utiliza tiza, cinta métrica.

Equilibrio en bicicleta: sobre la bicicleta se realiza el siguiente circuito. Se ubica una fila de 6 conos separados a una distancia de 1 metro cada uno. Sobre la bicicleta se debe hacer 1 recorrido de slalom (zig zag) entre los conos, evitando cometer la menor cantidad de penalizaciones posibles: tocar o tumbar un cono, bajar cualquiera de los dos pies al suelo. Cada una de las anteriores faltas se contarán como una unidad. Se utiliza conos, cinta métrica, bicicleta, casco.

Coordinación viso pédica: Ubicarse a un metro y medio de distancia de una cancha de 10 cm de ancho. Intentar hacer la mayor cantidad de goles con una pelota de tenis. 10 intentos con cada pie. Se cuenta la cantidad de goles que realice con cada pie. Se utiliza tiza, cinta métrica, cinta métrica, conos, pelota de tenis.

Coordinación viso manual: Montar bicicleta y usar la lateralidad (al lado derecho del manubrio se encuentran los cambios de los 7 piñones y al lado izquierdo los cambios de los 3 platos). Cuando se desplace sobre pavimento deberá colocar la relación 2/5 de plato y piñón respectivamente. Cuando se desplace sobre pasto deberá colocar la relación 1/3. Se contará como unidad de falta cuando: no realice correctamente un cambio de relación entre piñones y platos, se demore más de 3 segundos en empezar a ejecutar el cambio de relación entre piñones y platos. Se utiliza superficie amplia de pavimento, superficie amplia de zona verde, cinta métrica, bicicleta, casco.

Para la medición de aspectos físicos se realizan antes, durante y después del desarrollo del plan de ejercicios para hacer las comparaciones respectivas. A continuación, se encuentra las variables evaluadas y sus respectivos elementos para la medición:

Frecuencia Cardíaca En Reposo: oxímetro de pulso

Frecuencia Cardíaca En Bicicleta: oxímetro de pulso

Frecuencia Cardíaca En Elíptica: oxímetro de pulso

Perímetro Abdominal: cinta métrica

Peso: báscula

Talla: cinta métrica

IMC: Valores de talla y peso, calculadora

Adicionalmente para la prescripción del plan de ejercicios y para efectuar cambios en las cargas durante el tiempo de ejecución, se aplicó una escala de percepción subjetiva del esfuerzo, la escala de Borg. Inmediatamente después de la realización de cada uno de los ejercicios y actividades contenidas en el plan de ejercicios, se le preguntó a la preadolescente, cuánto esfuerzo percibía que debía hacer para ejecutar el ejercicio correctamente.

ESCALA DE BORG - ESFUERZO PERCIBIDO	
0	REPOSO TOTAL
1	MUY MUY SUAVE
2	MUY SUAVE
3	SUAVE
4	MODERADO
5	ALGO DURO
6	DURO
7	
8	MUY DURO
9	
10	MUY, MUY DURO

*Figura 3. Escala de Borg*

En el plan de ejercicios se ejecutaron las siguientes actividades: movilidad articular de 30 segundos de duración con cada articulación. Calentamiento de 20 minutos de duración, se realizaba montando bicicleta o en la elíptica. Posteriormente en la fase principal se hicieron ejercicios de fortalecimiento muscular, coordinación y flexibilidad, a continuación, se explicará la aplicación de las cargas.

Dentro de los ejercicios para el fortalecimiento muscular que se realizaban dos días por semana, se encuentran los abdominales, sentadillas, pasos de gigante y flexiones de brazo. Cada uno de ellos se realizaban inicialmente con un volumen de 3 series por 10 repeticiones, después de dos semanas se aumentó la carga quedando de 3 series por 12 repeticiones. En cuanto a los ejercicios de coordinación en bicicleta que se aplicaron dos veces por semana, tenían una duración inicial de 15 minutos, a partir de la segunda semana quedaron con una duración de 20 minutos. Para los ejercicios de flexibilidad que se realizaron una vez por semana y los estiramientos que se realizaron al final de cada sesión, se mantuvo durante todo el plan de ejercicios, un volumen de 30 segundos por cada segmento.

### Análisis de resultados

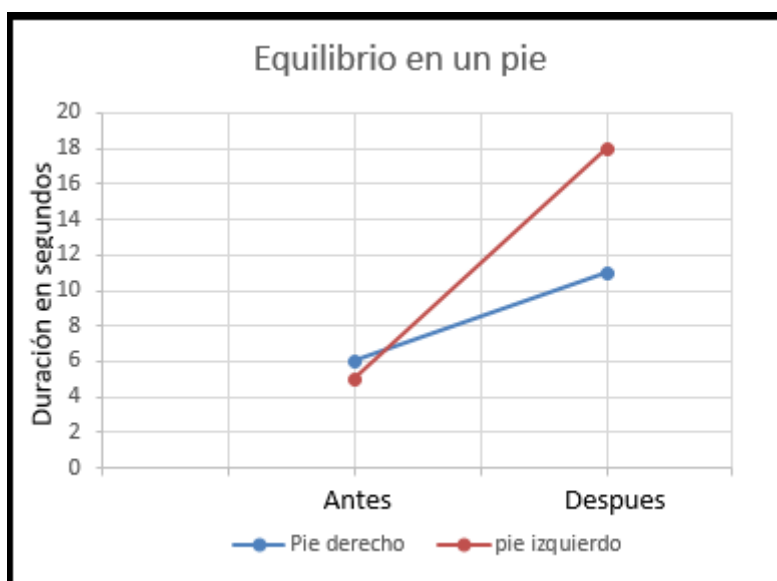
En cuanto a datos personales, psicológicos y entorno social, se obtienen por medio de medio de preguntas abiertas a la preadolescente y a su padre. Los datos de las variables que se evalúan (frecuencia cardiaca, perímetro abdominal, peso, talla, IMC, equilibrio, coordinación, fuerza), se obtienen por medio de mediciones con elementos especiales, registro video gráfico, fotográfico y evaluaciones de tareas cotidianas.

<i>Variable</i>	<i>Recursos</i>	<i>Antes</i>	<i>Después</i>
Equilibrio: la mayor cantidad de tiempo que dure apoyada en un pie.	Cronometro	Pie derecho: 6 segundos Pie izquierdo: 5 segundos	Pie derecho: 11 segundos Pie izquierdo: 18 segundos
Equilibrio: caminando por una línea recta de 3m x 5cm. Evitar tocar por fuera del rango de la línea.	Tiza, cinta métrica.	Pasos por fuera de la línea recta demarcada: 6	Pasos por fuera de la línea recta demarcada: 3
Equilibrio: caminando con puntas de los pies sobre línea recta de 3m x 5cm. Evitar apoyar un pie por completo.	Tiza, cinta métrica	Veces en las que apoyo por completo un pie: 2	Veces en las que apoyo por completo un pie: 1
Equilibrio caminando con talones, sobre línea recta de 3m x 5cm. Evitar apoyar un pie por completo.	Tiza, cinta métrica	Veces en las que apoyo por completo un pie: 8	Veces en las que apoyo por completo un pie: 5
Equilibrio en bici: slalom, bajar la menor cantidad de veces los pies de los pedales, por cada recorrido del circuito.	Bicicleta, casco, conos	Veces que bajo algún pie en un recorrido: 3	Veces que bajo algún pie en un recorrido: 0

Coordinación viso pédica: hacer la mayor cantidad de goles.	Pelota, conos	Pie derecho: 2 goles de 10 intentos. Pie izquierdo: 2 goles de 10 intentos.	Pie derecho: 7 goles de 10 intentos. Pie izquierdo: 9 goles de 10 intentos.
Coordinación viso manual: cada vez que se le indique realizar un cambio en la relación deberá hacerlo sin pensar más de 3 segundos.	Bicicleta, casco, superficie amplia de pavimento, superficie amplia de zona verde.	10 ordenes: 3 ejecutadas.	10 ordenes: 3 ejecutadas

*Tabla 1. Evaluación tareas cotidianas*

En la siguiente gráfica, se muestra cuanto tiempo dura en la prueba de equilibrio cada pie. También se visualiza el resultado de la evaluación antes y después de aplicar el plan de ejercicios. Es evidente que tiene un mayor desarrollo del equilibrio en el pie izquierdo.



*Figura 4. Resultado equilibrio en un pie*

A continuación, se muestran los resultados de las demás pruebas de equilibrio, antes y después del plan de ejercicios con bicicleta. La mejoría es notable en todas las

pruebas de equilibrio, excepto en equilibrio sobre línea recta en talones. Lo anterior podría indicar que los ejercicios de coordinación en bicicleta y el fortalecimiento muscular, inciden positivamente en el equilibrio de los miembros inferiores.

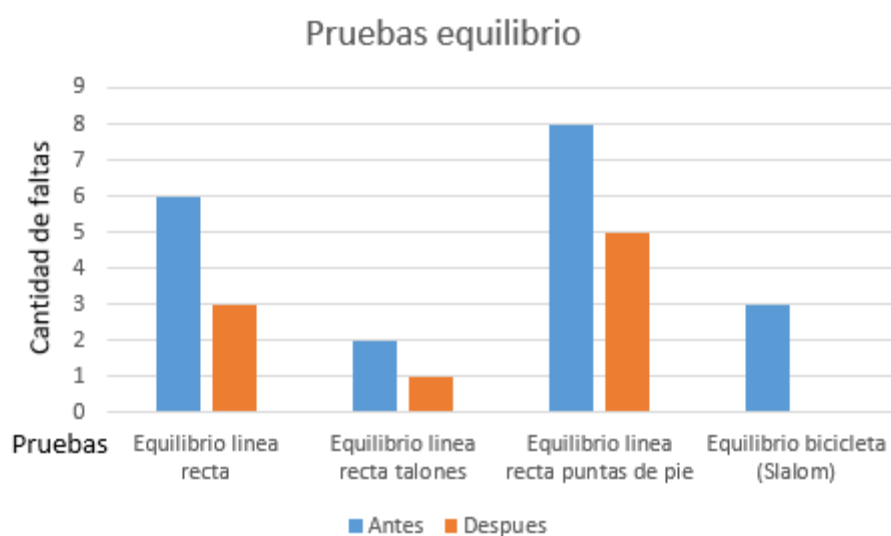


Figura 5. Resultados pruebas equilibrio

En la siguiente tabla se muestran los valores del estado físico antes y después de la aplicación del plan de ejercicios.

<i>Variable</i>	<i>Recursos</i>	<i>Antes</i>	<i>Después</i>
Frecuencia cardiaca en reposo	Oxímetro de pulso	Entre 85 y 95 Ppm	Entre 78 y 83 ppm
Frecuencia cardiaca después de montar en bicicleta	Oxímetro de pulso	124 ppm	115 ppm
Frecuencia cardiaca después de montar en elíptica	Oxímetro de pulso	111 ppm	99 ppm
Saturación de oxígeno	Oxímetro de pulso	95%	96%

Perímetro abdominal	Cinta métrica	100 Cm	95 Cm
Peso	Báscula	69,87 kg	67,15 kg
Talla	Cinta métrica	1.59 m	1.59 m
IMC	Valores de talla y peso, calculadora	27,63	26,56

*Tabla 2. Cambios físicos*

Observando los valores anteriores y comparándolos, se logra evidenciar que hay cambios leves a nivel de las capacidades y estado físico, evaluadas y posteriormente entrenadas. Se evidencia un mejor trabajo cardiovascular, debido a su disminución de la frecuencia cardiaca tanto en reposo, como durante y después del ejercicio. A nivel motriz tiene un mayor control y precisión para caminar, aumentó la coordinación para manejar con sus pies una pelota y mayor equilibrio al momento de desplazarse en bicicleta.

Se puede afirmar que la práctica de la bicicleta puede emplearse como un tratamiento para la mielitis aguda transversa, permitiendo una mejoría a nivel motriz principalmente de las extremidades inferiores, facilitando el desarrollo de actividades cotidianas.

Se concluye que la práctica de la bicicleta si causa efectos positivos e influye en el desarrollo de las capacidades coordinativas, el equilibrio, la disminución de grasa abdominal y un mejor trabajo cardiovascular. Adicionalmente se puede decir que hay probabilidad de que, si se extiende este plan de ejercicios con bicicleta, los efectos positivos pueden ser mayores.

## Discusión

La investigación realizada, identifica que hubo efectos motrices a nivel de los miembros inferiores, después de aplicar el plan de ejercicios con bicicleta que se diseñó para tal fin. Dichos efectos se comprobaron, comparando los resultados obtenidos en las evaluaciones de la condición motriz y la recolección de datos que se hicieron antes y después de ejecutar el plan de ejercicios con bicicleta. Cabe aclarar que dentro de este plan no se realizó ninguna modificación en su dieta alimentaria ni tampoco se brindó una asesoría nutricional.

Los hallazgos encontrados en diversos estudios, afirman que efectivamente la actividad física genera efectos positivos a nivel motriz, fortalecimiento muscular y permite el desarrollo de actividades diarias con mayor facilidad. En este sentido, la actividad física en bicicleta cumple varias funciones, entre las que se encuentran el trabajo cardiovascular, pues se generaron adaptaciones a nivel de este sistema como la disminución de la frecuencia cardiaca y una recuperación más rápida después de hacer ejercicio, estos pueden ser signos de que el corazón es más fuerte y debe trabajar menos para bombear la misma cantidad de sangre en cada latido. Se concuerda con Carmichael y Burke (2004) pues afirman que “practicar el ciclismo con vigor, puede reducir el riesgo de padecer enfermedades cardiacas. Este ejercicio aeróbico, favorece el fortalecimiento del corazón” (P.6).

La mayor cantidad del trabajo que se realiza cuando se monta bicicleta, lo realizan las piernas (de las que más efectos positivos se buscaba causar), lo anterior se afirma en el libro Bicicleta. Salud y ejercicio, de Carmichael y Burke (2004) en el que menciona

“El ciclismo ejercita principalmente los músculos de las piernas, de las caderas y de las nalgas, empleándose la parte superior del cuerpo al ascender pendientes. Incrementa la capacidad de estos músculos y el cuerpo, para hacer ejercicios de larga duración” (P.6), que dan como resultado la mejora de la función contráctil del músculo esquelético, y en consecuencia una mayor producción de fuerza, aumento en la velocidad de respuesta ante estímulos, mayor capacidad de control en los movimientos, reflejados en la mejora de la coordinación y equilibrio, entre otros beneficios.

Inicialmente se midió la fuerza, la frecuencia cardiaca, el perímetro abdominal, el IMC (relación entre talla y peso) y se evaluaron capacidades coordinativas mediante el diseño y aplicación de un test, basado en tareas diarias. Antes, durante y después de la aplicación del plan de ejercicios, se aplicó una escala de percepción subjetiva del esfuerzo, escala de BORG, para realizar la prescripción, aplicar cambios en las cargas de los ejercicios y llevar un control general de la intensidad en la ejecución de las actividades. Se evidencia en esta intervención la existencia de una mejora significativa en la coordinación de miembros inferiores y superiores, mejoramiento del equilibrio al desplazarse caminando o en bicicleta, aumento del trabajo cardiovascular, aumento de la fuerza en los dedos de los pies y disminución del perímetro abdominal, esta última se puede comprobar según investigadores del ejercicio aeróbico que afirman que “el ciclismo es un modo divertido y rápido de quemar grasas y calorías y de incrementar el peso magro. Además, es tan bueno como la carrera y la natación, pero produce menos desgaste en las articulaciones” (Carmichael y Burke, 2004). Otro experto en ciclismo Barbado (2014) mas exactamente en Ciclo Indoor (actividad cardiovascular en la que se

pedalea al ritmo de la música) dice que otro punto a favor “es la intervención predominante de grandes grupos musculares del tren inferior en la pedalada. La tonificación de dichos músculos a través de ejercicios de fuerza sobre la bicicleta resulta muy importante a la hora de aumentar el gasto calórico basal” [1].

No sólo se encontraron mejoras en la fuerza, sino en la percepción del esfuerzo, una escala que proporciona información sobre el estado de fatiga de un sujeto, ante un esfuerzo dado. También se evidenciaron adaptaciones a nivel de las capacidades coordinativas, entre ellas el equilibrio y el ritmo, pues en el transcurso del estudio, las desarrollaba con mayor facilidad.

Aun así, es necesario realizar futuros estudios donde se evidencien no solo las adaptaciones agudas como es este el caso cuya intervención fue de 2 meses, sino adaptaciones crónicas a nivel las capacidades físicas y coordinativas, pero también en los niveles fisiológico, social, nutricional y psicológico.

## Conclusiones

El presente proyecto de investigación se constituyó en un estudio de caso, cuyo fin fue identificar efectos en la motricidad principalmente a nivel de las extremidades inferiores, por ejemplo, mejoras en la coordinación, equilibrio, fuerza; disminución de la grasa abdominal y la frecuencia cardiaca. Para lograr lo anterior, inicialmente se realizaron evaluaciones a la condición motriz y del estado físico. Luego se diseñó y ejecutó un plan de ejercicios con bicicleta y su uso frecuente como medio de transporte. Al final del plan de ejercicios se realizaron nuevamente las evaluaciones de condición motriz y estado físico. Posteriormente y para finalizar, se compararon los resultados obtenidos en las evaluaciones de la condición motriz y el estado físico, que se realizaron antes y después de la ejecución del plan de ejercicios con bicicleta.

Tras la realización del proyecto de investigación, se ha encontrado que la práctica de la bicicleta causa efectos positivos e influye en el desarrollo de las capacidades coordinativas como el equilibrio, el ritmo, la orientación y la velocidad de respuesta. En cuanto a capacidades físicas se evidenciaron también cambios, como aumento de la fuerza, aumento de la flexibilidad que, aunque no se hizo evaluación sobre esta, era notable que tenía mayor rango de movimiento en sus articulaciones cuando realizaba los estiramientos, aumento de la resistencia que se evidenció en sus calentamientos, pues al inicio del plan de ejercicios, realizaba varias pausas mientras calentaba en la elíptica y al final del plan, realizaba continuamente el calentamiento. A nivel de signos vitales hubo disminución en la frecuencia cardiaca y aunque muy poco, aumento de la saturación de oxígeno. Para finalizar, se obtuvieron otros efectos positivos, la disminución en los

valores de IMC, peso y grasa abdominal; mayor trabajo cardiovascular y pulmonar, fortaleciendo los órganos principales en estos sistemas: corazón y pulmones.

Adicionalmente, se puede decir que hay probabilidad de que los efectos positivos puedan ser de mayor alcance, si se extiende la duración de este plan de ejercicios y se aumenta progresivamente la carga de acuerdo a la capacidad de adaptación del sujeto a quien se aplica.

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, la invitación a la comunidad académica es la de continuar realizando estudios que permitan el alcance a poblaciones que posean enfermedades neurodegenerativas, con efectos negativos a nivel físico o a personas que por algún acontecimiento posean algún tipo de discapacidad física y les impida realizar sus actividades diarias con normalidad, pues esta población es propensa a no tener alcance a tratamientos de recuperación por ser muy costosos (que no son cubiertos por el POS) o porque no hay la cantidad suficiente y disponible de personal especializado para tratar este tipo de patologías. Se sugiere finalmente que además de investigar en el aspecto físico, se realicen estudios con enfoque psicológico, fisiológico, social y nutricional, con este último se pueden obtener mejores resultados en cuanto a su peso y talla (en caso de niños) causando así un cambio considerable en el índice de masa corporal.

### Lista de referencias

American College Of Sports Medicine. (2005). *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and prescription*. Badalona: Editorial Paidotribo.

Barbado, C. (2014). En bici contra el sobrepeso. *Blog de Ciencias del Deporte y Salud*.

Carmichael, C., & Burke, E. (2004). *Bicicleta salud y ejercicio*. Barcelona: Editorial Paidotribo.

Chaves, M., Rojas, J., Patrucco, L., & Cristiano, E. (2011). Acute transverse myelitis in Buenos Aires, Argentina. A retrospective cohort study of 8 years follow up. *Elsevier Doyma*, 348-353.

Christopher & Dana. Reeve Foundation. (2019). *Christopher & Dana Reeve Foundation*.

Obtenido de Mielitis transversa:

<https://www.christopherreeve.org/es/international/top-paralysis-topics-in-spanish/transverse-myelitis>

Clínica Universidad de Navarra. (2019). *Clínica Universidad de Navarra*. Obtenido de

<https://www.cun.es/diccionario-medico/terminos/idiopatico>

Genetic And Rare Diseases Information Center . (26 de Marzo de 2018). *National Center For Advancing Translational Sciences*. Obtenido de

<https://rarediseases.info.nih.gov/espanol/13500/mielitis-transversa#diseaseTratamientoSection>

- Guío, F. (2010). Conceptos y clasificación de las capacidades físicas. *Revista De Investigación Cuerpo, Cultura Y Movimiento*, 77-86.
- Hernández, M., Vigil, I., Rubio, B., Uribearte, M., & castro, L. (2012). Rehabilitación de pacientes con paraplejía por mielitis transversa atribuible a dengue. *Medisan* .
- Laverde, R. (s.f.). *Asociación Colombiana de Endocrinología, Diabetes y Metabolismo*.  
Obtenido de <http://www.endocrino.org.co/wp-content/uploads/2016/10/Simposio-11.-Dr.-Robert-Giorgi-Ejercicio.pdf>
- Lopategui, E. (2013). Prescripción de ejercicio - delineamientos más recientes: American College of Sports Medicine (ACSM) - 2014. *Ciencias del Movimiento Humano y de la Salud*.
- Martinez , C., Mena , A., Roldan, I., Moreno, E., Alvaro, M., & Ocampo, J. (2018).  
Mielitis Transversa Análisis Clínico. *Revista Médica Risaralda*, 139 - 142.
- Mayo Clinic*. (17 de Noviembre de 2017). Obtenido de <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/transverse-myelitis/symptoms-causes/syc-20354726>
- Meneses, C. (2016). Neurorrehabilitación con alta tecnología en la mielitis transversa con aracnoiditis. Reporte de un caso clínico. *Revista Colombiana de Medicina Física y Rehabilitación*, 11 - 18.
- National Center For Advancing Translational Sciences. (20 de Marzo de 2018). Obtenido de <https://rarediseases.info.nih.gov/diseases/7796/transverse-myelitis>

*National Institute Of Neurological Disorders And Stroke*. (2016, Diciembre 21).

Retrieved from [https://espanol.ninds.nih.gov/trastornos/mielitis\\_transversa.htm](https://espanol.ninds.nih.gov/trastornos/mielitis_transversa.htm)

Organización Mundial de la Salud. (2016). *OMS* . Obtenido de Organización Mundial de

la Salud: <https://www.who.int/features/qa/55/es/>

Ortín, E. J. (Mayo de 2011). Valoración de la prescripción de Ejercicio Físico en los profesionales de Atención Primaria de la Región de Murcia. pág. 103.

Pita, S., & Pértegas, S. (2002). Investigación cuantitativa y cualitativa. *Atención Primaria en la Red* .

Plan Nacional de Capacitación en Actividad Física y Salud. (2016). *Comisión Honoraria*

*para la Salud Cardiovascular*. Obtenido de

[https://cardiosalud.org/files/documents/curso\\_actividad\\_fisica\\_y\\_salud\\_ppt\\_final\\_2016\\_1.pdf](https://cardiosalud.org/files/documents/curso_actividad_fisica_y_salud_ppt_final_2016_1.pdf)

Platonov, V. (2001). *Teoría general del entrenamiento olímpico: la coordinación y la metodología de su perfeccionamiento*. Barcelona: Paidotribo.

Sade, R., Polat, g., Bayraktutan, U., Yesilyurt, H., Ogul, H., & Kantarci, M. (2016).

*Transverse Myelitis. The Spine Journal, 16(9):e597-8.*

Yucumá, S., González, G., Alzate, V., & Mondragón, A. (2017). Caracterización de la

mielitis transversa en un hospital referencia del sur colombiano. *Acta Médica*

*Peruana*, 34(1):23-6.

## Anexos

Consentimiento informado y autorización, firmada por el acudiente de la preadolescente a quien se le realiza el estudio.

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA - SEDE SOACHA  
FACULTAD DE CIENCIAS DEL DEPORTE Y LA EDUCACIÓN FÍSICA  
NÚCLEO TEMÁTICO PROYECTO DE GRADO II  
AUTORIZACIÓN Y CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA PARTICIPACIÓN EN ACTIVIDADES DEPORTIVAS  
Y/O RECREATIVAS**

**ACTIVIDAD DEPORTIVA Y/O RECREATIVA: PROYECTO DE GRADO "EFECTOS MOTRICES EN UNA PREADOLESCENTE CON MIELITIS AGUDA TRANSVERSA POR MEDIO DE UN PLAN DE ENTRENAMIENTO CON BICICLETA"**  
**FECHA DE REALIZACIÓN: 02 / 09 / 2019 al 22 / 11 / 2019**

La participante en el PROYECTO DE GRADO "EFECTOS MOTRICES EN UNA PREADOLESCENTE CON MIELITIS AGUDA TRANSVERSA POR MEDIO DE UN PLAN DE ENTRENAMIENTO CON BICICLETA", estará realizando actividades diferentes a las habituales, cambios de clima, actividades de 1 a 2 horas, compartirá tiempo con la estudiante encargada de la ejecución del proyecto, lo cual seguramente le generarán estímulos diferentes tanto físicos como emocionales. La participante va a realizar una serie de actividades deportivas y/o recreativas que generan un esfuerzo de sus capacidades funcionales, y al practicarlas puede tener algunos riesgos, por lo cual el personal capacitado para la orientación, acompañamiento y ejecución de la actividad que estudia en la Universidad de Cundinamarca, sede Soacha, Facultad de Ciencias del deporte y la educación física, le explicará a la menor de edad y a su acudiente en qué consiste, cómo realizarla y los posibles riesgos que conlleva.

La ejecución del proyecto consiste en el desarrollo de un plan de entrenamiento, enfocado a fortalecer los músculos, aumentar la flexibilidad, mejorar la motricidad, la coordinación y el equilibrio, por medio de ejercicios en bicicleta y elementos como bandas elásticas, pelotas, pesas, propio peso, entre otros.

### AUTORIZACIÓN Y CONSENTIMIENTO INFORMADO

Con mi firma al respaldo de este documento hago constar que he leído, recibido la explicación y la información necesaria sobre las dinámicas del PROYECTO DE GRADO, declaro conocer perfectamente las características de las actividades que se realizarán, las eventuales circunstancias que pudieran surgir, cuya responsabilidad asumo plenamente. Declaro que acepto los términos de este documento y asumo la responsabilidad de las condiciones de la actividad y las exoneraciones de responsabilidad de la organización de la actividad.

En consecuencia, acepto y asumo todos los riesgos asociados con la participación en la actividad incluyendo acciones u omisiones, de la estudiante encargada, así como también entiendo y asumo los riesgos relacionados con caídas, lastimaduras, cortadas, enfermedades generales, infecciones, secuelas presentes o futuras derivadas de cualquier incidente que afecten su salud e integridad física, entre otras razones producto de la interacción con elementos para el desarrollo de los ejercicios, así como el riesgo derivado de los efectos del tiempo y del ambiente, como frío o calor extremo, humedad relativa, tránsito vehicular, condiciones del escenario donde se realiza la actividad y en general todo riesgo, que declaró conocido y valorado por mí.

Declaro y asumo todos los riesgos asociados a la ocurrencia de circunstancias de fuerza mayor tales como desastres naturales, ataques de animales, alteraciones de orden público, asonada, actos de terrorismo o vandalismo, sedición o revuelta, acciones delincuenciales, muerte súbita o cualquier otro evento no previsible ni controlable durante la participación en la actividad.

Así mismo, declaro que acepto el cuidado médico ofrecido por la estudiante encargada y capacitada en soporte vital básico en caso de accidente durante la actividad. También entiendo, declaro y acepto que dicho personal no será responsable por el tratamiento ofrecido y que éste auxilio médico es meramente temporal y circunstancial durante el tiempo del desarrollo de la actividad.





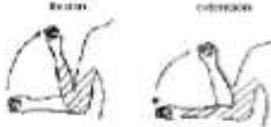
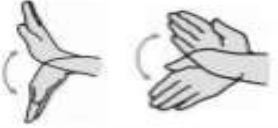

Por lo anterior, exoneró de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca, Facultad de Ciencias del deporte y la educación física, así como a sus funcionarios y contratistas, aliados, patrocinadores y/o representantes, de todo reclamo o responsabilidad contractual y/o extracontractual que surja de mi participación en esta actividad.

De igual forma declaro que mi hijo/a se encuentra en condiciones médicas, psicológicas y físicas aptas para asistir y participar en la actividad y me comprometo a notificar al personal de la Universidad de Cundinamarca, sede Soacha, Facultad de Ciencias del deporte y la educación física sobre cualquier preexistencia o novedad en relación con su salud. Así mismo certifico que mi hijo/a se encuentra afiliado/a y activo/a a la entidad promotora de salud - EPS relacionada en el formato que se encuentra en el reverso de este documento.



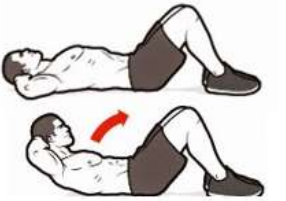
Autorizo a la Universidad de Cundinamarca, sede Soacha, Facultad de Ciencias del deporte y la educación física, a iniciar las acciones que consideren pertinentes, en caso de que por mi participación se genere un hecho que pueda afectar los intereses de la entidad y me hago responsable de los elementos facilitados para su participación en la actividad. Igualmente, autorizo a la Universidad de Cundinamarca, sede Soacha, Facultad de Ciencias del deporte y la educación física para que haga uso de las fotografías, películas, videos, grabaciones y cualquier otro medio de registro de esta actividad para su uso legítimo, sin reclamación o compensación económica alguna. Igualmente declaro que asumo toda la responsabilidad, pagos, compensaciones, indemnizaciones, multas y penalidades que se generen por parte de mi hijo/a al no presentarse a la actividad, luego de firmar el consentimiento informado y que no sean generados por causa de fuerza mayor o caso fortuito debidamente probadas ante la entidad.

*Figura 6. Consentimiento informado*

A continuación, se anexan imágenes de algunos ejercicios del plan. En cada sesión se realizaba movilidad articular, calentamiento, actividad principal y estiramientos.

1	MOVILIDAD ARTICULAR	Plantiflexión y dorsiflexión de pies		1 X 30" CON CADA PIE	3/10
2	MOVILIDAD ARTICULAR	Flexión y extensión de piernas		1X 30" CON CADA PIERNA	3/11
3	MOVILIDAD ARTICULAR	Flexión y extensión de cadera.		1X 30" CON CADA PIERNA	3/12
4	MOVILIDAD ARTICULAR	Circunducción de hombro		1X 30" CON CADA BRAZO	1/10
5	MOVILIDAD ARTICULAR	Flexión y extensión de brazos.		1X 30" CON CADA BRAZO	1/10
6	MOVILIDAD ARTICULAR	Flexión, extensión, abducción y aducción de muñecas		1X 30" CON CADA MANO	1/10
7	MOVILIDAD ARTICULAR	Flexión, extensión, rotación, abducción y aducción de cuello.		1X 30" CON CADA EJERCICIO	1/10







*Figura 7. Movilidad articular*

TJERAS	En bipedestación se da un paso largo al frente, se flexionan las piernas y el tronco desciende, luego se vuelve a la posición inicial y se repite el ejercicio alternando las piernas.		3/ 12X	6/10
FLEXION DE BRAZOS EN PARED	En bipedestación enfrente de una pared a un metro de distancia, apoyar las manos en la pared, realizar flexiones de brazo.		3/ 15X	5/10
ABDOMINALES CRUNCH	En decubito supino con los brazos flexionados y manos detrás de la cabeza, piernas flexionadas a 90°. Luego elevar al tiempo la cabeza y las zonas dorsal y cervical hasta donde sea posible. Vuelve a la posición inicial y se repite el ejercicio		3/ 12X	8/10

*Figura 8. Fortalecimiento muscular*

EQUILIBRIO EN BICICLETA	Montar bicicleta y cuando se dé la orden soltar la mano que se indique del manubrio.		1X 20'	3/10
EQUILIBRIO EN BICICLETA	Sialom sobre la bicicleta: se ubica una fila de 6 conos separados a una distancia de 1 metro cada uno. Sobre la bicicleta se debe hacer zip zap entre los conos sin tocar ni tumbar ninguno. Evitar bajar los pies de la bicicleta.		1X 20'	5/10

*Figura 9. Equilibrio bicicleta*

ESTIRAMIENTO	Hombros flexionados a 90, brazos extendidos, extensión de muñecas, rotación interna de las manos a 90°, entrelazar los dedos y empujar las manos hacia el frente.		1X 30" CADA BRAZO	1/10
ESTIRAMIENTO	Hombros flexionados a 180, brazos extendidos, extensión de muñecas, rotación interna de las manos a 90°, entrelazar los dedos y empujar las manos hacia arriba.		1X 30"	1/10
ESTIRAMIENTO	Flexionar un brazo y llevarlo detrás de la cabeza y que la mano toque la espalda, con la otra mano empujar codo.		1X 30" CADA BRAZO	1/10
ESTIRAMIENTO	En bipedestación, flexionar lo que mas pueda el tronco, las extremidades deben estar extendidas, intentar tocar los pies con las manos.		1X 30"	1/10
ESTIRAMIENTO	En posición sedente, piernas extendidas, flexionar el tronco para intentar tocar la punta de los pies con ambas manos.		1X 30"	1/10
ESTIRAMIENTO	En bipedestación, flexionar una pierna llevando el talón al glúteo, sujetar el pie con una mano, repetir con la otra pierna.		1X 30"	1/10

*Figura 10. Estiramientos*

Se adjunta registro fotográfico de algunas de las evaluaciones que se le realizaron a la preadolescente.



*Figura 11. Equilibrio en bici 1*



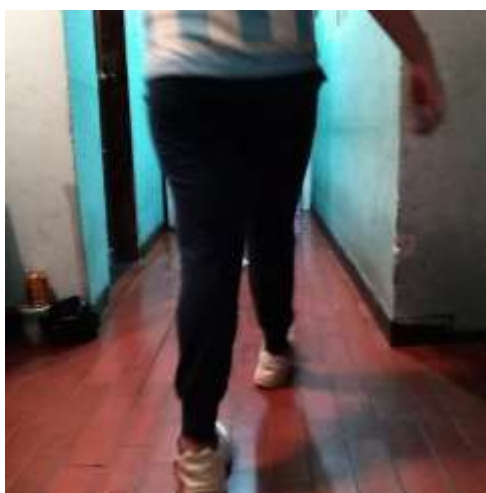
*Figura 12. Equilibrio en bici 2*



*Figura 13. Equilibrio de pie 1*



*Figura 14. Equilibrio de pie 2*



*Figura 15. Equilibrio caminando 1*



*Figura 16. Equilibrio caminando 2*



*Figura 17. Coordinación bicicleta*



*Figura 18. FC despues de eliptica*