

# Efectos del Ejercicio Terapéutico y TENS para Mejorar las Habilidades Motrices y los Canales de Aprendizaje del Trastorno del Espectro Autista. Reporte de Caso.

Effects of Therapeutic Exercise and TENS Improve Motor Skills and Learning Channels in Autism Spectrum Disorder. A Case Report.

Adrián Gutiérrez Haro <sup>1</sup>

Autor de correspondencia: Adrián Gutiérrez Haro, [adriangharo@outlook.es](mailto:adriangharo@outlook.es)

<sup>1</sup> HIITNESS, Victoria de Durango, Durango, México. Escuela Universitaria Real Madrid – Universidad Europea de Madrid, Madrid, España.

## Cómo citar:

Gutiérrez Haro, (2025). Efectos del ejercicio terapéutico y TENS para mejorar las habilidades motrices y los canales de aprendizaje del trastorno del espectro autista. Reporte de caso. *Revista de Ciencias del Ejercicio FOD*, 20(1) 12-30.

DOI: 10.29105/rcefod.v19i1.124

Enero-Junio-119

## Link para acceder al artículo:

<https://doi.org/10.29105/rcefod.v19i1.119>



Este artículo es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de Creative Commons Licencia de atribución (CC BY-NC) (Creative Commons Atribución-No-Comercial 4.0)

## Resumen

Las personas con Trastorno Espectro Autista (TEA) manifiestan un conjunto de afecciones heterogéneas del neurodesarrollo, caracterizadas por deterioros en la interacción social y las habilidades comunicativas, junto con la presencia de comportamientos repetitivos y patrones de interés restringidos y estereotipados. Se presentó un participante masculino con TEA, con hipercifosis dorsal, el cual fue evaluado por una batería de datos generados por anamnesis. Para detectar los canales de aprendizaje se utilizó el Test Desarrollado por Lynn O'Brien y se utilizó una adaptación en español del "Harris Test of Lateral Dominance" para evaluar su lateralidad; además se integraron una batería de pruebas de habilidades motrices básicas y la Escala de Observación de la Competencia Motriz. Para evaluar su calidad de vida se utilizó el cuestionario SF-36, y se integró un programa de ejercicio terapéutico aeróbico y fuerza y estimulación nerviosa eléctrica transcutánea combinado para mejorar sus habilidades motrices básicas y observar el comportamiento de los canales de aprendizaje con relación a la intensidad y el tratamiento farmacológico. Los resultados muestran que el entrenamiento fue bien tolerado, sin embargo, el tratamiento farmacológico no fue el adecuado para la actividad física; los roles emocionales y sociales mejoraron considerablemente y el dolor disminuyó. La actividad física constante disminuye los comportamientos autolesivos y esto podría ser debido a una mejor expresión de desarrollo por la mioquina fractalquina/CX3CL1 y PGC1a, al mejorar la fosforilación oxidativa. En conclusión, los programas de ejercicio terapéutico aeróbico y fuerza y TENS combinado, mejoran las respuestas y adaptaciones físicas emocionales en personas con TEA.

**Palabras Clave:** autismo, actividad física, fractalquina, pgc1a, ejercicio terapéutico.

## Abstract

People with Autism Spectrum Disorder (ASD) exhibit a heterogeneous set of neurodevelopmental conditions characterized by impairments in social interaction and communication skills, along with repetitive behaviors and restricted, stereotyped patterns of interest. A male participant with ASD and dorsal hyperkyphosis was evaluated using a battery of data generated through anamnesis. To identify learning channels, the Lynn O'Brien-developed Learning Channel Test was utilized, alongside a Spanish adaptation of the "Harris Test of Lateral Dominance" to assess laterality. Additionally, a battery of basic motor skill tests and the Motor Competence Observation Scale were included. The SF-36 questionnaire was employed to evaluate quality of life, and a combined program of aerobic and strength therapeutic exercise with transcutaneous electrical nerve stimulation was integrated to improve basic motor skills, focusing on the relationship between learning channels, exercise intensity, and pharmacological treatment. The results indicate that the training was well-tolerated; however, the pharmacological treatment was not suitable for physical activity. Emotional and social roles improved significantly, and pain decreased. Regular physical activity reduces self-injurious behaviors, potentially due to improved developmental expression of the myokine fractalkine/CX3CL1 and PGC1a, enhancing oxidative phosphorylation. In conclusion, combined programs of aerobic and strength therapeutic exercise and TENS improve physical and emotional adaptations in individuals with ASD.

**Keywords:** autism, physical activity, fractalkine, pgc1a, therapeutic exercise.

## Introducción

En 1943 Leo Kanner describió las características esenciales de 11 niños que presentaron "trastorno autista innato de contacto afectivo" (Kanner, 1943). Los niños con trastorno del espectro autista (TEA), presentan alteraciones en la interacción social, evidenciadas por un contacto visual reducido, dificultades en las relaciones personales y retrasos en la comunicación verbal como no verbal. Los patrones conductuales e intereses restringidos en los niños con TEA pueden manifestarse en una rutina inflexible con trastorno del movimiento estereotipado, como el aleteo de manos o el balanceo del cuerpo (Srinivasan et al., 2014). En la actualidad, el TEA se manifiesta como un conjunto de afecciones heterogéneas del neurodesarrollo, caracterizadas por deterioros en la interacción social y las habilidades comunicativas, junto con la presencia de comportamientos repetitivos y patrones de interés restringidos y estereotipados (Chan et al., 2021). Se ha demostrado que, para algunas personas con TEA, los canales de aprendizaje, como la adquisición de tacto, lenguaje y comunicación verbal puede resultar de respuestas no entendidas (Goldsmith et al., 2007).

El poco interés social y lingüístico, combinado con las altas tasas de dificultades motrices, puede limitar la oportunidad de participación en actividades físicas, comprometiendo a los niños con TEA, a un aumento de comportamientos sedentarios (Fournier et al., 2010). Las deficiencias motoras, incluidos déficits en las habilidades motoras gruesas y finas, pueden exacerbar los déficits sociales, emocionales y aumentar las enfermedades crónico-degenerativas, especialmente en niños y adolescentes (Choi et al., 2018).

Los niveles bajos de la actividad física y los

altos niveles de comportamientos sedentarios son consecuencias que perjudican la salud a corto y largo plazo, desde la infancia hasta la adolescencia. Algunos riesgos incluyen el deterioro motriz, afecciones cardiometabólicas y un estado nutricional inadecuado; así mismo, el funcionamiento cognitivo es el más afectado (Hinkley et al., 2014). Entre los niños y adolescentes con TEA, el aumento del índice de masa corporal (IMC) conlleva un mayor riesgo de desarrollar afecciones secundarias, que se definen como problemas de alteraciones física, emocionales o sociales prevenibles que surgen directa o indirectamente de la condición discapacitante inicial. Estas afecciones secundarias pueden abarcar el síndrome de fatiga crónica (SFC), hiperalgesia, plasticidad muscular, estigmatización social y aislamiento, así como la depresión y la ansiedad (Mirza et al., 2022).

Se ha demostrado que la actividad física y las intervenciones de ejercicio terapéutico han sido beneficiosas para reducir el comportamiento repetitivo en el TEA, mejorando la comunicación y la interacción social, disminuyendo los problemas psicomotrices y mejorando la memoria del trabajo individual y grupal (Liang et al., 2022). Las personas con TEA que participan o han participado en actividades físicas tienen mayores oportunidades de socialización y un aumento en las habilidades motrices básicas, por lo cual, tiene impactos positivos en la salud física, cognitiva y afectiva (Bhat et al., 2011).

La actividad física puede no solo mejorar la fuerza y la resistencia, sino también la parte cognitiva en personas con TEA, ayudando a madurar los canales de aprendizaje (visual, auditivo, kinestésico) y las habilidades motrices básicas como lo son correr, saltar, lanzar, atrapar y patear (Gutiérrez Haro et al., 2019).

Se ha demostrado que la actividad física de intensidad moderada a vigorosa mejora el funcionamiento fisiológico, psicosocial, cognitivo y conductual de las personas con TEA (Li et al., 2021). Los entrenamientos con diferentes canales de aprendizaje sobre la adquisición de relaciones psicomotrices deben ser guiados por órdenes directas y simples para cumplir con el criterio de la práctica, para llegar establecer la relación objeto-atributo, y de esta manera la practica será fluida, aumentando el contacto físico y visual de las personas con TEA (Thakore et al., 2021).

Existen terapias alternativas para mejorar la capacidad física y la percepción al tacto, como la electroestimulación neuromuscular, donde una descarga generada a la neurona impuesta al músculo mejora los patrones de actividad involucrados en el control neuromuscular (Nix, 1989). Para una activación de red neuronal compleja para reducir el dolor, se puede realizar mediante la estimulación nerviosa eléctrica transcutánea (TENS), generando una activación de los sistemas inhibidores descendentes en el sistema nervioso central (SNC) para reducir la hiperalgesia (Han et al., 1991; Vance et al., 2014). La aplicación de la electroestimulación en personas con TEA es útil para mejorar las funciones específicas, incluidas las habilidades básicas psicomotoras, la comprensión de lenguaje y la capacidad de autocuidado (Wong & Chen, 2010).

El objetivo de este estudio fue aplicar un programa de ejercicio terapéutico (ET), (fuerza + aeróbico) de siete semanas incluyendo TENS, para estimar el efecto diferencial sobre los canales de aprendizaje y las habilidades motrices básicas en una persona sedentaria con TEA, dado que se quiere reducir la sintomatología física y mejorar la calidad de vida, siguiendo las recomendaciones médicas.

## Materiales y métodos

### *Presentación del caso*

Se completó una batería de datos generados por anamnesis en el cual se describió al participante varonil, con 17 años, diagnosticado desde los tres años con TEA. Teniendo un ámbito de vida con espacio propio, y el único contacto social que tiene es con su núcleo familiar y sus compañeros de escuela. De manera emocional, presenta ansiedad y con tendencia agresiva mínima dentro de su comportamiento en un estado emocional de frustración. No presenta un patrón de sueño y/o posiciones para dormir. Duerme poco. El participante se encuentra en tratamiento farmacológico; Seroquel 100 mg (Quetiapina) con dosis diarias de 1½ por la mañana y 1 por la noche, Paxil CR 25 mg (Paroxetina) con dosis diarias de 1 por la mañana y Concerta 54 mg (Metilfenidato) con dosis diarias de 1 por la mañana. A partir de la semana cuatro, su médico le modificó el tratamiento; Carbamazepina 400 mg c/8 horas, Aripiprazol 15 mg 1 por la mañana y 30 mg por la noche, Concerta 54 mg (Metilfenidato) con dosis diarias por la mañana, Seroquel 100 mg (Quetiapina) con dosis diarias de 1 por la noche y Escitalopram 10 mg con dosis diarias de 1 por la noche. En cuanto su anatomía, presenta debilidad muscular general, bajo rendimiento aeróbico y una hipercifosis dorsal, consecuencia de una mala postura al permanecer sentado, lo que ocasiona una hiperalgesia y pérdida de movilidad en miembros superiores. Con relación a la recopilación de datos hereditarios dentro de la anamnesis, los factores de riesgo en padecer enfermedades crónico-degenerativas, como la hipertensión y diabetes, en relación a su historia clínica familiar, pueden llegar a ser de alto riesgo si el participante sigue en un estado sedentario. Los tutores legales firmaron un consentimiento informado previo a su inclusión en el estudio. Se garantizó la

confidencialidad de los datos mediante un sistema de codificación, siguiendo las directrices establecidas por la Declaración de Helsinki.

### **Evaluación de los canales de aprendizaje**

Se utilizó un test desarrollado por Lynn O'Brien para detectar los canales de aprendizaje primarios o preferentes de manera cuantitativa, el cual consta de 36 preguntas que se contestan en una escala de Likert (1-5), según el grado de acuerdo o desacuerdo que presentó el participante con TEA. Para puntuar los canales de aprendizaje según las preguntas a contestar, el canal visual corresponde a las preguntas 1, 5, 9, 10, 11, 16, 17, 22, 26, 27, 32 y 36, el canal auditivo corresponde a las preguntas 2, 3, 12, 13, 15, 19, 20, 23, 24, 28, 29 y 33, el canal kinestésico corresponde a las preguntas 4, 6, 7, 8, 14, 18, 21, 25, 30, 31, 34 y 35. Una vez que se puntúan las preguntas con la escala de Likert de acuerdo a la preferencia de las respuestas, se tienen que sumar todas las respuestas por la cantidad de preguntas de cada canal de aprendizaje (O'Brien, 1990).

### **Valoración de las habilidades motrices**

Se utilizó una adaptación en español del "Harris Test of Lateral Dominance" (Harris, 1977) para la prueba de lateralidad, que consta de 26 ítems simples para observar y evaluar la adquisición de patrones de movimientos y así establecer la relación objeto - atributo. En la dominancia de la mano se encuentran 10 ítems, en la dominancia del pie se encuentran 10 ítems, en la dominancia del ojo se encuentran tres ítems y en la dominancia del oído se encuentran tres ítems. Para poder valorar la preferencia de mano y pie se marca con "D" cuando efectúa las 10 pruebas con la mano o pie derecho, "I" cuando efectúa las 10 pruebas con la mano o pie izquierdo, "d" para 7, 8 o 9 pruebas con la mano o pie derecho, "i" para 7, 8 o 9 pruebas con la

mano o pie izquierdo, A o M para todos los demás casos. Para la valoración de la preferencia en ojos y oídos se marca con "D" cuando efectúa las tres pruebas con el ojo y oído derecho, "I" cuando efectúa las tres pruebas con el ojo y oído izquierdo, "d" o "i" para dos de las tres pruebas con el ojo y oído, A o M para todos los demás casos.

Se integró una batería de pruebas de habilidades motrices básicas para observar los patrones de movimiento con relación al desarrollo y aprendizaje de estos mismos con la edad, es decir, se observa la madurez motriz básica para cada característica de los movimientos fundamentales, para su desarrollo y rehabilitación (Bruce & David, 1996). En esta batería se puede evaluar el lanzamiento por encima del hombro, donde se puntúa: 1) "Mira hacia la zona del blanco al lanzar", 2) "Se coloca de lado al blanco antes de lanzar", 3) "Coloca el brazo extendido en la parte posterior del cuerpo", 4) "Da un paso al frente con la pierna opuesta al brazo lanzador durante el lanzamiento", 5) "Giro de la cadera manifiesto en hombros y al lanzar, 6) "El brazo lanzador sigue el lanzamiento adelante-abajo después de lanzar. Los criterios evaluados corresponden a: "1 = cinco años y ocho meses de madurez motriz", "4 y 6 = siete años y cuatro a ocho meses de madurez motriz", "2 y 3 = ocho años y cuatro a seis meses de madurez motriz", "5 = nueve años y cuatro meses de madurez motriz". En el atrape de pelota se evalúa: 1) "Dirige los ojos a la pelota durante el atrape", 2) "Se prepara para recibirlo con los codos doblados y las manos frente al cuerpo", 3) "Mueve las manos para encontrarse con la pelota solo con las manos" 4) "Coloca la mano y dedos para poder atrapar la pelota", 5) "Atrapa y controla la pelota solo con las manos", 6) Flexiona los codos para absorber la fuerza (llegada) de la pelota". Los criterios evaluados corresponden a: "1 = cinco años y seis meses de madurez motriz", "2 y 3 = seis años y seis meses de madurez motriz", "4, 5

y 6 = siete años y seis meses de madurez motriz". En el patrón motor de carrera se puntúa: 1) "Mira hacia al frente mientras corre", 2) "Flexiona las piernas al correr en la fase de recuperación" 3) "Los brazos doblados por el codo y se mueven en oposición a las piernas", 4) "Contacta con el suelo con la parte delantera del pie", 5) "Lleva el cuerpo ligeramente inclinado al frente". Los criterios evaluados corresponden a: "1 = cinco años y seis meses de madurez motriz", "2 = seis años y cuatro meses de madurez motriz", "3 = siete años y seis meses de madurez motriz", "5 = ocho años y seis meses de madurez motriz", "4 = nueve años y dos meses de madurez motriz". Para patear la pelota, se puntúa: 1) "Mira el balón al golpear", 2) "Apoya la pierna que no golpea, cerca del balón", 3) "Flexiona la pierna durante la fase previa al golpeo", 4) "Golpea el balón con la parte delantera del pie", 5) "Se equilibra con el brazo opuesto a la pierna que golpea", 6) "Golpea y sigue con la pierna el balón en la dirección de salida". Los criterios evaluados corresponden a: "1 = cinco años y cuatro meses de madurez motriz", "2 = seis años y seis meses de madurez motriz", "3 = siete años y cuatro meses de madurez motriz", "4, 5 y 6 = ocho años y ocho meses de madurez motriz". Durante el patrón motor del salto, se evaluó: 1) "Mira hacia arriba al saltar", 2) "Se flexiona con los brazos hacia atrás antes de saltar", 3) "Realiza una acción energética de brazos y piernas en el despegue", 4) "Cae con la parte delantera de los pies absorbiendo la caída", 5) "Cae equilibradamente no dando un más de un paso hacia el frente o en cualquier dirección". Los criterios evaluados corresponden a: "5 = cinco años y ocho meses de madurez motriz", "1 = seis años y seis meses de madurez motriz", "2, 3 y 4 = nueve años y seis meses de madurez motriz". En el bote del balón, se puntúa: 1) "Mira hacia al frente mientras bota", 2) "Contacta con el balón con los dedos de la mano botando a la altura de la cadera", 3)

"Bota flexionando el codo y la muleca al empujar el balón", 4) "La cadera y las rodillas se mantienen semiflexionadas", 5) "Bota al frente y al lado del cuerpo". Los criterios evaluados corresponden a: "2, 3 y 5 = siete años y ocho meses de madurez motriz", "1 y 4 = ocho años y seis meses de madurez motriz". Para poder puntuar cada criterio de habilidad motriz básica de la batería, se utiliza: "0" para un movimiento específico nulo, "0.5" para un movimiento específico parcial, "1" para criterio de movimiento específico completo.

Además, se evaluaron tres factores motrices, el factor 1 (F1) es la competencia motriz general, el factor 2 (F2) es el control motor y el factor 3 (F3) es la direccionalidad, esto fue evaluado a través de la Escala de Observación de la Competencia Motriz (ECOMI) (Ruiz, L.M., Graupera, J.L. y Gutiérrez, M., 2001), el cual, consta de 22 ítems que se contestan en una escala de Likert (1-4). Estos factores son evaluados por diferentes ítems. El F1 evalúa los ítems 2, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 17, 18, 19, 20 y 22, el F2 evalúa los ítems 3, 4, 12, 13, 14, 15 y 16, y por último el F3 evalúa los ítems 1, 9 y 21, los tres factores en conjunto permiten observar los comportamientos del participante con TEA ante una actividad física simple y/o compleja.

### ***Evaluación de la Calidad de Vida***

Se realizó el cuestionario de Calidad de Vida SF-36 "Health Survey", versión 2, validado en español (Ware, 2000). Este cuestionario mide los diferentes aspectos de la vida cotidiana: A) "Función física, B) "Rol físico", C) "Dolor corporal", D) "Salud general", E) "Vitalidad", F) "Función social", G) "Rol emocional", H) "Salud mental". Para el cálculo de las puntuaciones después de la administración del cuestionario se realizan los siguientes pasos mostrados en la Tabla 1.

**Tabla 1**

Contenido de las escalas del SF-36, significado de las puntuaciones de 0 a 100.

Contenido de las escalas del SF-36			
Significado de las puntuaciones de 0 a 100			
Escala	N.º de ítems	Peor puntuación (0)	Mejor Puntuación (100)
Función física	10	Muy limitado para llevar a cabo todas las actividades físicas, incluido bañarse o ducharse, debido a la salud.	Lleva a cabo todo tipo de actividades físicas incluidas las más vigorosas sin ninguna limitación debido a la salud.
Rol físico	4	Problemas con el trabajo u otras actividades diarias debido a la salud física.	Ningún problema con el trabajo u otras actividades diarias debido a la salud física.
Dolor corporal	2	Dolor muy intenso y extremadamente limitante.	Ningún dolor ni limitaciones debidas a él.
Salud general	5	Evalúa como mala la propia salud y cree posible que empeore.	Evalúa la propia salud como excelente.
Vitalidad	4	Se siente cansado y exhausto todo el tiempo.	Se siente muy dinámico y lleno de energía todo el tiempo.
Función social	2	Interferencia extrema y muy frecuente con las actividades sociales normales, debido a problemas físicos o emocionales.	Lleva a cabo actividades sociales normales sin ninguna interferencia debido a problemas físicos o emocionales.
Rol emocional	3	Problemas con el trabajo y otras actividades debido a problemas emocionales.	Ningún problema con el trabajo y otras actividades debido a problemas emocionales.
Salud Mental	5	Sentimiento de angustia y depresión durante todo el tiempo.	Sentimiento de felicidad, tranquilidad y calma durante todo el tiempo.
Ítem de transición de salud	1	Cree que su salud es mucho peor ahora que hace 1 año.	Cree que su salud general es mucho mejor ahora que hace 1 año.

### Evaluación del dolor para la prescripción del ejercicio

Se utilizó una adaptación al español del cuestionario "Oswestry Low Back Disability Questionnaire" (Fairbank & Pynsent, 2000), que consta de 10 secciones las cuales se contestan en una escala de Likert (1-6) según sea percepción subjetiva del dolor dependiendo de la actividad a realizar: sección 1) "Intensidad del dolor", sección 2) "Cuidado personal (lavarse, vestirse, etc.)", sección 3) "Elevación de objetos", sección 4) "Caminar", sección 5) "Sentarse", sección 6) "Permanecer de pie", sección 7) "Dormir", sección 8) "Vida sexual", sección 9) "Vida social", sección 10) "Viajes". Se incorporó la clasificación de Curwin y Stanish (1984) para determinar el nivel apropiado de malestar asociado con la prescripción de ejercicio en casa y observar el dolor según el rendimiento deportivo o en la actividad.

### Programa de entrenamiento

El programa de entrenamiento se llevó a cabo en el Centro de Ejercicio Terapéutico HIITNESS, donde se ejecutaron las sesiones

de entrenamiento que consistían en tres días de ET, (fuerza + aeróbico) y un día de ET + TENS sobre la parte posterior del tronco con una frecuencia de 250-40 Hz a 60 Hz para el tratamiento de la hipercifosis dorsal. Al finalizar cada sesión se realizaban estiramientos generales, siendo así siete semanas totales (total de sesiones planificadas = 28). Antes de comenzar el ET, el participante realizó cinco sesiones de familiarización con el material que se usó para el reconocimiento de las texturas y una mejor manipulación al momento de la actividad física. Al finalizar cada sesión se registró su percepción de esfuerzo en la escala 0-10 (OMNI Scale; Robertson et al., 2003).

En cada sesión de ET sin aplicación del TENS, incluía calentamiento de movimiento general y de manera específica para miembros inferiores se utilizó una bicicleta estática (Echelon Connct Sport) y una máquina escaladora o escalera sin fin (NYST) para los ejercicios aeróbicos en miembros inferiores.

Para las sesiones fuerza en miembros superiores se implementaron movimientos articulares para aumentar el rango de movimiento (ROM), ejercicios isométricos con bandas elásticas para prevenir lesiones, "Bench Press Dumbbell" o Press de banca con mancuernas con un peso inicial de 5 kg/11.02 lbs para pectorales, "tire flip" o desplazamiento de llanta 11R24.5 con un peso de 60 kg/132.277 lbs con una dimensión de 108x108x28 cm para potencia, "Push ups" con "Total Resistance Exercises" (TRX) como ejercicios de estabilidad general y fuerza en miembros superiores, "Fitball launch" o lanzamiento y atrape de pelota de 55 cm desde el pecho hacia la pared para potencia en brazos y "Boxing" o golpeo de costal de box con un peso de 35 Kg/77.16 lbs y una dimensión de 110x35 para fortalecimiento de tronco y brazos. Para el trabajo de fuerza de miembros inferiores se utilizó "Press hack squat machine" (Sunsforce/ODM/OEM), el

cual tenía un peso inicial de 53kg/118 lbs, y sentadilla isométrica en pared como ejercicio isométrico, "Jump squat" con desplazamiento para potencia, y pateo de balón con diferentes tamaños para el trabajo óculo-pedico, potencia y coordinación.

Para las sesiones de ET con aplicación del TENS se utilizó "Purecare 982-Dr. Pro System" para el tratamiento de la hipercifosis dorsal. Se colocaron las almohadillas en el músculo trapecio a nivel vertebral C7- T4, con una frecuencia automática de 40 Hz en el ciclo uno, 6 Hz en el segundo ciclo y 5 Hz en el tercer ciclo. Se realizaron "Williams Back Exercises" (Dydyk & Sapra, 2023), los cuales llevan el siguiente orden, 1) "Inclinación pélvica", 2) "Puente glúteo", 3) "Rodilla al pecho", 4) "Rodillas al pecho", 5) "Sentado parcialmente", 6) "Estiramiento de isquiotibiales", 7) "Sentadilla", siguiendo las recomendaciones los ejercicios deben ser realizados 1x15 repeticiones. Se utilizaron los ejercicios "Klapp Exercises on Fitball" (Thomson & Woodward, 1906) para mejorar la estabilidad del tronco y fortalecer los músculos flexores de cadera, "tire flip" o desplazamiento llanta 11R24.5 con un peso de 60 kg/132.277 lbs con una dimensión de 108x108x28 cm para potencia y abdominales en "Fitball" para reducir la rigidez del contacto con el suelo.

### ***Recopilación de datos estadísticos de las pruebas realizadas***

Se utilizó el programa Microsoft Excel 2024 versión 16.88, en el cual se generaron un total de seis figuras. La Figura 1 para el resultado del test desarrollado por O'Brien (1990). La Figura 2 para la puntuación de la adaptación en español del "Harris Test of Lateral Dominance" (1977).

La Figura 3 para la puntuación de las habilidades motrices básicas y maduración motriz para cada característica de los movimientos fundamentales, para su

desarrollo y rehabilitación por Bruce y David et al. (2013). La Figura 4 para la puntuación de la Escala de Observación de la Competencia Motriz por Ruiz, L.M., Graupera, J.L. y Gutiérrez, M., (2001). La Figura 5 para los datos del cuestionario de Calidad de Vida SF-36 "Health Survey", versión 2, validada en español (Ware, 2000). La Figura 6 para la percepción del dolor, adaptación al español del cuestionario "Oswestry Low Back Disability Questionnaire" (Fairbank & Pynsent, 2000).

Además, se integraron cuatro tablas en total para el programa de ET dividiéndolo por semana por sesión, donde se integraron los aparatos y ejercicios, las cargas (kg), el tiempo y las series por repeticiones incluyendo la percepción de la intensidad del esfuerzo durante la actividad física (RPE) 0-10 (OMNI Scale; Robertson et al., 2003). La Tabla 2 para los datos de la carga de entrenamiento aeróbico en cada máquina por semana. La Tabla 3 para los datos de la carga de entrenamiento de fuerza de miembros superiores en cada ejercicio por semana. La Tabla 4 para los datos de la carga de entrenamiento de fuerza de miembros inferiores en cada ejercicio por semana. La Tabla 5 para los datos de la carga de entrenamiento de ejercicio terapéutico en cada ejercicio por semana después de la aplicación del TENS.

## **Resultados**

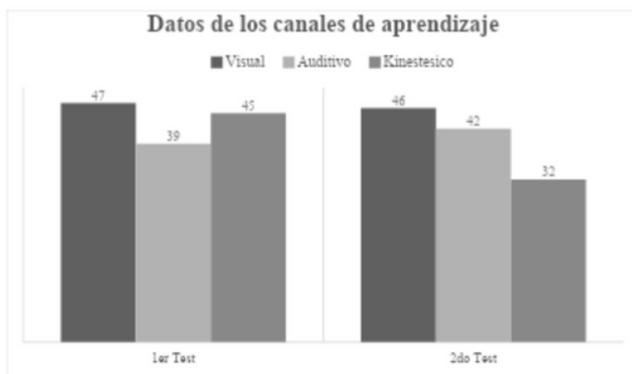
### ***Evaluación de los canales de aprendizaje***

En el primer test desarrollado por O'Brien (1990) que se llevó a cabo para detectar los canales de aprendizaje del participante con TEA, se observó que en el canal visual obtuvo un resultado total de 47 puntos, el canal auditivo obtuvo un resultado total de 39 puntos y el canal kinestésico obtuvo un resultado total de 45 puntos. Por el cual, podemos observar que sus canales de aprendizaje preferentes previos al programa de ejercicio terapéutico + TENS son el visual-

kinestésico. En el segundo test desarrollado por O'Brien (1990), posterior al programa de ET + TENS, se observó que el participante con TEA obtuvo un resultado semejante al primer canal de aprendizaje visual, con un total de 46 puntos, sin embargo, el segundo canal de aprendizaje auditivo obtuvo un cambio significativo dando un total de 42 puntos, y para el canal de aprendizaje kinestésico obtuvo un resultado de 32 puntos, 13 puntos menos que el inicial. Por el cual, sus canales de aprendizaje preferentes son el visual-auditivo, después del programa complementario que realizó el participante con TEA.

**Figura 1**

Resultado del test desarrollado por O'Brien (1990)



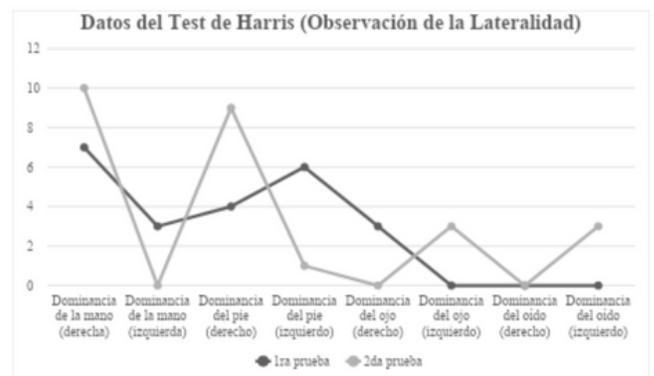
**Valoración de las habilidades motrices**

Para la observación de la lateralidad del participante con TEA, en la primera prueba obtuvo un puntaje en la dominancia de la mano de siete en derecho y tres en izquierdo. En la dominancia del pie obtuvo cuatro en derecho y seis en izquierdo, para la dominancia del ojo y oído, ambos obtuvieron un puntaje de tres en derecho y cero en izquierdo. En la segunda prueba obtuvo un puntaje en la dominancia de la mano de 10 en derecho y cero en izquierdo, en la dominancia del pie obtuvo nueve en derecho y 0 en izquierdo. Para la dominancia del ojo y oído, ambos obtuvieron un puntaje de tres en izquierdo y cero en derecho.

El resultado final de acuerdo con (Harris, 1977), es "D, d, l, l", siendo así de manera teórica, una lateralidad mal afirmada.

**Figura 2**

Puntuación de la adaptación en español del "Harris Test of Lateral Dominance" (Harris, 1977)



Los criterios que evaluar de la batería de habilidad motriz básica para observar los patrones de movimiento con relación al desarrollo y aprendizaje de estos mismos con la edad (Figura 3). Se observó que en la primera prueba de lanzamiento por encima del hombro, el participante con TEA tiene características diferenciadas a un movimiento de brazos con madurez inicial, es decir, que el movimiento parte del codo permaneciendo delante del cuerpo o bien que no lo extiende a la parte posterior, similar a un movimiento de empuje y la inercia es adelante y abajo, mientras que el movimiento del tronco presenta una madurez total, rotando en forma notoria hacia el lado que ejecuta el tiro durante el movimiento preparatorio, el hombro que efectúa el tiro desciende levemente y se produce una rotación de cadera, pierna, columna y hombro durante el tiro, mientras que en la parte inferior mostró un movimiento maduro parcial, dando un paso adelante con la pierna correspondiente al brazo que ejecuta el tiro, pero no mantiene su peso en el momento de la preparación sobre el pie posterior. En la segunda prueba de lanzamiento por encima del hombro, se

pudo observar que el movimiento de brazos cambió a un estado de madurez parcial, donde el brazo ahora se desplaza hacia arriba y atrás con el codo en flexión, manteniendo la pelota detrás de la cabeza, mientras que el movimiento del tronco se mantuvo igual y, por último, el movimiento de miembros inferiores fue reducido, ya que en ningún momento movió los pies para mejorar el impulso de este.

En ambas pruebas del atrape de pelota, el participante con TEA cumplió con todos los criterios sin ningún problema y, sin importar la distancia, el participante pudo atrapar la pelota desde cinco metros hasta 15 metros.

Durante la primera prueba del patrón motor de carrera, el participante con TEA, mostró características de madurez motriz inicial en miembros inferiores, de manera lateral el movimiento es corto y limitado de las piernas, no hay fase de vuelo observable, el paso es rígido y desigual, además de una extensión incompleta de la pierna de apoyo, en cuanto a una vista posterior se observó que genera una amplia base de sustentación por la pierna en movimiento, que rota hacia fuera a partir de la cadera. Así mismo, se observó que el movimiento de brazos es corto y rígido con tendencia a balancearse hacia afuera en forma horizontal, obteniendo como resultado una madurez motriz inicial. En cuanto a la segunda prueba, después del programa de ejercicio terapéutico, se observó en vista lateral el movimiento de miembros inferiores que el largo del paso es máximo y la velocidad es alta, existiendo una fase de vuelo, extendiendo completamente la pierna de apoyo, adelantando el muslo haciéndolo de manera paralela a la tierra, mientras que de vista posterior se observó una pequeña rotación del pie y piernas en movimiento hacia adelante, obteniendo una madurez motriz total en miembros inferiores. Así mismo, el resultado en el movimiento de brazos, se observó un balanceo vertical en

oposición a las piernas y los brazos se flexionan con un ángulo recto, obteniendo una madurez motriz total.

Para la primera evaluación de patear la pelota, el participante con TEA tiene características de madurez inicial en los movimientos de brazos y tronco, siendo así, escasos durante el acto de patear, el tronco permanece erguido y los brazos se utilizan para mantener el equilibrio, sin embargo, durante las fases de movimiento de las piernas, se pudo observar una madurez parcial, donde el movimiento preparatorio se produce a la altura de la rodilla, la pierna que patea tiende a permanecer flexionada mientras patea y la inercia se limita a un movimiento hacia delante de la rodilla, en cuanto a la pierna que no patea, mantiene un apoyo cerca del balón. Para la segunda prueba después del programa de ejercicios terapéuticos, los movimientos de las piernas se mantuvieron iguales, sin embargo, los movimientos superiores de brazos mejoraron realizando un desplazamiento con movimiento alternado en el momento de patear y el tronco se inclina para mejorar la fuerza de la fase de inercia, obteniendo un resultado de madurez motriz total.

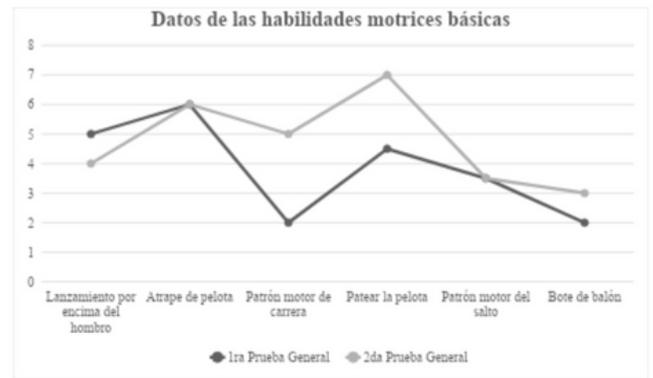
El patrón motor del salto se observaron características diferenciales de madurez motriz en todo el cuerpo durante la primera prueba, donde el movimiento de brazos ocurre cuando inicia el salto, permaneciendo siempre hacia delante del cuerpo en la posición de flexión inicial y desplazándose hacia los costados para mantener el equilibrio durante el vuelo, dando como resultado una madurez motriz parcial. En cuanto al movimiento de tronco, se observó una madurez motriz inicial ya que la posición que mantiene es vertical con poca influencia en el salto. El movimiento de piernas y caderas se observa una flexión preparatoria profunda y consistente, la extensión en el despegue es más completa y las caderas están

semiflexionadas durante el vuelo, sin embargo, no realiza una acción enérgica de piernas en el despegue, obteniendo un resultado de madurez motriz parcial. En la segunda evaluación posterior al programa de ejercicio terapéutico, el participante con TEA mostró una mejora significativa en los criterios motores, alcanzando una madurez motriz total general. Específicamente, se observó que, durante la fase preparatoria del salto, los brazos se mueven hacia atrás y hacia arriba de manera coordinada, balanceando con fuerza y permaneciendo elevados a lo largo del vuelo. El tronco se inclina aproximadamente 45° antes del despegue, generando un impulso que favorece un mayor desplazamiento. En cuanto al movimiento de las piernas, la flexión es más pronunciada y estable, facilitando una extensión completa de tobillo, rodilla y cadera en el momento del despegue. Durante la fase de vuelo, las extremidades inferiores se mantienen paralelas al suelo, y al aterrizar, el equilibrio es adecuado, evitando pasos adicionales en cualquier dirección.

Durante la primera prueba del bote de balón se observó que, el participante con TEA tiende a observar el balón mientras bota. Para el movimiento de los brazos, flexiona el codo y la muñeca al empujar el balón, obteniendo como resultado una madurez motriz parcial. En cuanto al movimiento del tronco y piernas, se observó que, se encuentra en una madurez motriz inicial ya que se mantiene completamente erguido. En la segunda evaluación, se observó que el sujeto aun mira la pelota cuando bota, sin embargo, para el movimiento de brazos, además de flexionar la muñeca cuando empuja el balón, también contacta con los dedos de la mano a la altura de la cadera, botando al frente y al lado del cuerpo, obteniendo una madurez motriz total. Durante el movimiento del tronco y las piernas, la cadera y las rodillas se mantienen semiflexionadas, obteniendo como resultado una madurez motriz total.

### Figura 3

Puntuación de las habilidades motrices básicas y maduración motriz para cada característica de los movimientos fundamentales, para su desarrollo y rehabilitación (Bruce & David, 2013)



Durante la primera evaluación de la Escala de Observación de la Competencia Motriz (ECOMI), se observó que, en el factor 1 (F1), correspondiente a la competencia motriz general, el participante con Trastorno Espectro Autista (TEA) presenta alteraciones en sus habilidades motrices, manifestando una discrepancia en el desarrollo de sus movimientos en comparación con los individuos de su misma edad, particularmente en acciones de desplazamiento, y que al estar trabajando en conjunto con otras personas no realiza de forma automática el mismo tipo de movimiento que realiza algún compañero. Después del programa de entrenamiento, el participante con TEA mostró mejora en el F1. Aunque persisten diferencias notables en el ritmo de sus movimientos en comparación con los individuos de su misma edad, se observó un avance notable en sus habilidades de desplazamiento y grupales. Si bien no ejecutaba las acciones de manera simultánea con los demás, fue capaz de realizar la misma actividad, evidenciando una mejora en la coordinación motriz.

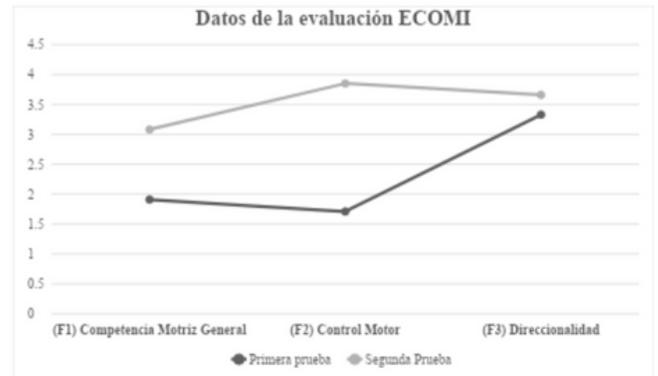
En el factor 2 (F2), correspondiente al control motor, el participante con TEA, durante la

primera evaluación, evidenció que le resultaba complicado mantenerse en un pie de apoyo por más de 30 segundos como lo establece la batería, además presentó dificultad para realizar saltos de manera continuada en el mismo sitio con un solo pie. En cuanto a la habilidad de atrapar una pelota pequeña, similar a una de tenis, se observó una dificultad considerable, ya que no lograba percibir adecuadamente la velocidad y fuerza del objeto entrante, lo que provocaba una reacción de evitación (reflejo de huida) en su intento de atraparla. Posteriormente del programa de ejercicios terapéutico, el participante ha demostrado una mejora sustancial, siendo capaz de mantener el equilibrio unipodal por períodos más prolongados, acercándose al estándar de los 30 segundos estipulados en la batería. Asimismo, ha mejorado su capacidad de ejecutar saltos continuos sobre un pie en el mismo punto, evidenciando un mayor control postural y coordinación motora. En cuanto a la habilidad de atrapar la pelota, su capacidad de percepción visual-motriz, específicamente en relación a la velocidad y fuerza del objeto, ha mostrado un progreso significativo, lo que ha minimizado la respuesta de evitación y optimizando la precisión en la ejecución de los movimientos.

En cuanto al factor 3 (F3), que corresponde a la direccionalidad, se observó que el participante con TEA reconocía adecuadamente las partes de su cuerpo y las que pertenecen a la izquierda y derecha, además comprende adecuadamente las indicaciones arriba y abajo sin problema, sin embargo, no muestra una clara preferencia de lateralidad. Posteriormente, al final del programa de entrenamiento, en la segunda evaluación se observó que, hubo un ligero cambio en la preferencia de su lateralidad derecha (Figura 2) para el movimiento y direccionalidad. En cuanto a la comprensión de indicaciones izquierda, derecha, arriba y abajo, el participante demostró mayor agilidad y ritmo al momento de ejecutar la prueba.

#### Figura 4

Puntuación de la Escala de Observación de la Competencia Motriz (ECOMI; Ruiz, L.M., Graupera, J.L. y Gutiérrez, M., 2001)

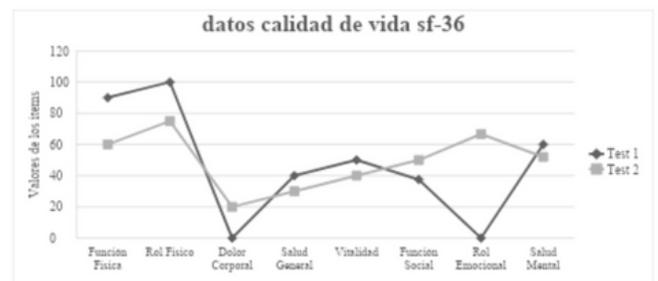


#### Evaluación de la Calidad de Vida

Se utilizó la transformación de las puntuaciones de las escalas en la valoración media de su Calidad de Vida del SF-36. Se observó que dos ítems disminuyeron significativamente (Función física y Rol físico), obtuvo mejoras en tres ítems (Dolor corporal, Función social y Rol emocional), y tres ítems disminuyeron (Salud general, Vitalidad, Salud mental).

#### Figura 5

Datos del cuestionario de Calidad de Vida SF-36 "Health Survey", versión 2, validada en español (Ware, 2000)



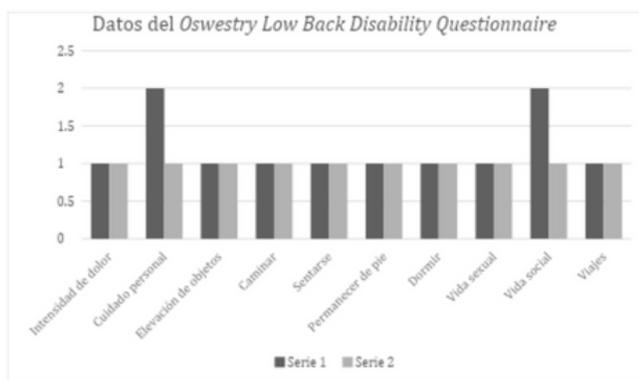
## Evaluación del dolor para la prescripción del ejercicio

Para la evaluación de la percepción del dolor se utilizó una adaptación al español del cuestionario "Oswestry Low Back Disability Questionnaire" (Fairbank & Pynsent, 2000). Se observó que el participante con TEA experimentaba a su percepción, un dolor de baja intensidad al realizar actividades de autocuidado y en contextos de vida social, debido a una debilidad muscular general y la presencia de hipercifosis dorsal, ambos influenciados por factores ergonómicos, lo que comprometía su movilidad funcional. En la segunda prueba, el participante mostró una mejora significativa en su movilidad, acompañada por una reducción de la hipercifosis dorsal, lo que resultó en la desaparición total del dolor.

Se incorporó la clasificación de Curwin y Stanish (1984) para determinar el nivel apropiado de malestar asociado con la prescripción de ejercicio en casa y observar el dolor según el rendimiento deportivo o en la actividad. Se observó que en ambas pruebas no presentaba ningún dolor al realizar actividad física, lo cual permitía aumentar un poco la intensidad.

### Figura 6

Percepción del dolor, adaptación al español del cuestionario "Oswestry Low Back Disability Questionnaire" (Fairbank & Pynsent, 2000)



## Programa de entrenamiento

Los datos de entrenamiento de ejercicio terapéutico (fuerza + aeróbico) se muestran en las tablas 8, 9, 10 y 11. Los niveles de percepción a la intensidad del esfuerzo (RPE), se intentaron mantener estándares moderados-bajos (2-7), para una mejor técnica en la ejecución de los movimientos sin riesgo y poder prevenir lesiones futuras. En las cuatro primeras semanas se fueron aumentando de manera gradual las series y el tiempo de trabajo en bicicleta y escaladora. A partir de la semana cinco, se empezó a disminuir el tiempo de trabajo con intervalos de descansos para que el participante con TEA pueda tolerar mejor las cargas de trabajo en fuerza. En las primeras tres semanas se utilizó una técnica de entrenamiento DeLorme de baja intensidad para adaptar su fuerza general y adaptarse al cambio de cargas mejorando la respuesta de contracción muscular. En la cuarta semana, por el cambio de tratamiento farmacológico, se tuvo que aumentar las cargas de trabajo en fuerza y mantener un ritmo más constante en la bicicleta, ya que el participante con TEA hacía saber que se encontraba con mayor ansiedad antes de iniciar las sesiones. Posteriormente en las últimas semanas (cinco, seis y siete), el participante con TEA presentó un aumento en comportamiento de irritabilidad y una inestabilidad emocional que lo hacía menos receptivo para participar en las actividades. En respuesta a esto, se ajustaron las cargas de trabajo, disminuyéndolas con el objetivo de reducir el esfuerzo físico necesario para completar las tareas, minimizando así posibles factores de estrés, ansiedad o presión para el participante con TEA.

**Tabla 2**

Datos de la carga de entrenamiento aeróbico en cada máquina por semana. Series por repeticiones–percepción de la intensidad del esfuerzo (RPE) 0-10 (OMNI Scale; Robertson et al., 2003).

Entrenamiento aeróbico durante el seguimiento							
Actividad	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7
Bicicleta	1 x 15 min (2)	2 x 15 min (3)	1 x 15 min (2)	1 x 30 min (1)	1 x 15 min (2)	2 x 15 min (3)	1 x 30 min (1)
Escaladora	1 x 20 min (4)	2 x 15 min (2)	3 x 10 min (3)	4 x 10 min (1)	2 x 10 min (2)	3 x 7 min (1)	1 x 10 min (1)

**Tabla 3**

Datos de la carga de entrenamiento de fuerza de miembros superiores en cada ejercicio por semana. Series por repeticiones–Kg de carga en aparatos–percepción de la intensidad del esfuerzo (RPE) 0-10 (OMNI Scale; Robertson et al., 2003)

Entrenamiento de fuerza superior durante el seguimiento							
Actividad	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7
"Bench Press Dumbbell"	3 x 20 rep. 5 kg (3)	3 x 12 rep. 10 kg (3)	4 x 8 rep. 20 kg (7)	5 x 20 rep. 3.75 kg (1)	3 x 20 rep. 5 kg (3)	3 x 12 rep. 10 kg (3)	4 x 8 rep. 20 kg (7)
"Tire flip"	2 x 10 rep. 60 kg (6)	3 x 12 rep. 60 kg (6)	2 x 15 rep. 60 kg (7)	5 x 6 rep. 60 kg (2)	2 x 10 rep. 60 kg (6)	3 x 12 rep. 60 kg (6)	2 x 15 rep. 60 kg (7)
"TRX - Push ups"	3 x 15 rep. (5)	4 x 10 rep. (3)	3 x 12 rep. (4)	4 x 8 rep. (2)	3 x 15 rep. (5)	4 x 10 rep. (3)	3 x 12 rep. (4)
"Fitball launch"	4 x 20 rep. (3)	4 x 20 rep. (3)	4 x 20 rep. (2)	4 x 20 rep. (3)	4 x 20 rep. (3)	4 x 20 rep. (3)	4 x 20 rep. (2)
"Boxing"	6 x 60 seg. (3)	3 x 60 seg. (3)	6 x 60 seg. (3)	3 x 90 seg. (3)	6 x 60 seg. (3)	3 x 60 seg. (3)	6 x 60 seg. (3)

**Tabla 4**

Datos de la carga de entrenamiento de fuerza de miembros inferiores en cada ejercicio por semana. Series por repeticiones–Kg de carga en aparatos–percepción de la intensidad del esfuerzo (RPE) 0-10 (OMNI Scale; Robertson et al., 2003)

Entrenamiento de fuerza inferior durante el seguimiento							
Actividad	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7
"Press hack squat machine"	4 x 10 rep. 53 kg (2)	3 x 12 rep. 73 kg (3)	4 x 8 rep. 83 kg (5)	5 x 10 rep. 93 kg (5)	4 x 10 rep. 103 kg (7)	3 x 12 rep. 73 kg (3)	4 x 8 rep. 83 kg (5)
"Sentadilla isométrica"	2 x 40 seg. (3)	3 x 30 seg. (2)	2 x 60 seg. (5)	4 x 30 seg. (3)	2 x 40 seg. (3)	3 x 30 seg. (2)	2 x 60 seg. (5)
"Jump squat"	3 x 12 rep. (6)	4 x 10 rep. (4)	3 x 15 rep. (4)	4 x 8 rep. (2)	3 x 12 rep. (6)	4 x 10 rep. (4)	3 x 15 rep. (4)
Pateo de balón	4 x 20 rep. (1)	4 x 20 rep. (1)	4 x 20 rep. (1)	4 x 20 rep. (1)	4 x 20 rep. (1)	4 x 20 rep. (1)	4 x 20 rep. (1)

**Tabla 5**

Datos de la carga de entrenamiento de ejercicio terapéutico en cada ejercicio por semana después de la aplicación del TENS. Series por repeticiones–Kg de carga en aparatos–percepción de la intensidad del esfuerzo (RPE) 0-10 (OMNI Scale; Robertson et al., 2003)

Entrenamiento de ejercicio terapéutico + TENS durante el seguimiento							
Actividad	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7
"Williams Back Exercises"	1 x 15 rep. (2)	1 x 15 rep. (2)	1 x 15 rep. (1)	1 x 15 rep. (1)	1 x 15 rep. (1)	1 x 15 rep. (0)	1 x 15 rep. (0)
"Klapp Exercises on Fitball"	1 x 20 rep. (2)	1 x 20 rep. (2)	1 x 20 rep. (1)	1 x 20 rep. (1)	1 x 20 rep. (0)	1 x 20 rep. (0)	1 x 20 rep. (0)
"Tire flip"	3 x 10 rep. 60 kg (4)	3 x 12 rep. 60 kg (4)	3 x 12 rep. 60 kg (4)	4 x 12 rep. 60 kg (5)	2 x 20 rep. 60 kg (7)	3 x 15 rep. 60 kg (6)	3 x 18 rep. 60 kg (5)
Abdominales en "fitball"	3 x 20 rep. (3)	3 x 20 rep. (3)	3 x 20 rep. (3)	3 x 20 rep. (2)	3 x 20 rep. (2)	3 x 20 rep. (1)	3 x 20 rep. (0)

## Discusión

Este estudio examina los efectos del ejercicio terapéutico, sus respuestas y adaptaciones, tanto físicas como emocionales del Trastorno Espectro Autista (TEA) en un periodo de siete semanas de entrenamiento aeróbico y fuerza combinado. Los canales de aprendizaje son en general características que pueden crear una personalidad creativa o más analítica. De acuerdo con los resultados, encontramos que el participante con TEA mantiene un aprendizaje visual, replicando mejor los ejercicios con el ejemplo que solo explicados de manera verbal, por lo general una persona con aprendizaje visual es organizada, prolija y ordenada, cuando habla mantiene el cuerpo quieto, pero es más expresivo con las manos, memorizando cosas mediante la utilización de imágenes o replicando movimientos (Escobar Maturana, 2010). Durante la actividad física las personas con TEA pueden obtener una mejoría madurez motriz en las capacidades motrices básicas por la familiarización de los movimientos de manera visual (Gutiérrez Haro et al., 2019).

Uno de los hallazgos de este estudio fue que el tiempo o duración del programa de ejercicio terapéutico en relación al desarrollo

de madurez de las habilidades motrices básicas, no fue algo que impida al participante ser más competente con otros de sus iguales, ya que a las personas con TEA no se les puede condicionar actividades en un lapso de tiempo definido, sino que su deseo de actuar sobre el entorno es más propio (personal) que algo impuesto por la sociedad, por lo tanto no tendrá una madurez física igual que las personas de su edad. Este comportamiento individualizado es común en personas con TEA y si es identificado a temprana edad, se puede llevar un programa de intervención que pueda minimizar el riesgo de un comportamiento individual (Hazlett et al., 2017).

La calidad de vida es un concepto complejo que engloba el bienestar percibido de una persona en dimensiones físicas, psicológicas y sociales. Este aspecto es altamente subjetivo y está influenciado por los valores y creencias culturales y personales, el autoconcepto, las metas individuales y las experiencias acumuladas. Es necesario señalar que el cuestionario SF-36 no incluye algunos conceptos de salud importantes, como la función cognitiva, la función familiar, la función sexual y los trastornos del sueño (Vilagut et al., 2005). El primer hallazgo fue que la calidad de vida mejoró en el dolor corporal, la función social y el rol emocional, permitiendo una mejor incorporación a las actividades sociales, grupales de sus actividades en la vida diaria (AVD) y la calidad de vida relacionada con la salud (CVRS), sin embargo, la función física y el rol físico disminuyeron 25-30 puntos aproximadamente. La salud general, la vitalidad y la salud mental disminuyeron alrededor de 8-10 puntos, lo cual, se cree que es debido al cambio de tratamiento farmacológico a la mitad del programa, ya que el participante presentaba episodios de autoagresión y pensamientos suicidas y/o agresivos a terceros. Ante esto, se investigó más a fondo el cambio farmacológico y sus

efectos durante la actividad física general y se encontró que la Carbamazepina se utiliza solo o en combinación con otros medicamento para controlar ciertos tipos de convulsiones en personas con epilepsia, por lo cual, hay pérdida de coordinación muscular, mareos, somnolencia y fatiga (Maan et al., 2023). El Aripiprazol es utilizado comúnmente para tratar los síntomas de esquizofrenia, actuando como un antagonista dopaminérgico D2 cuando los niveles de dopamina cerebrales son elevados, pero no los de noradrenalina y serotonina (Gettu & Saadabadi, 2023). El Concerta (Metilfenidato), utilizado para tratar el trastorno por déficit de atención con hiperactividad (TDAH) a partir de seis años en adelante, ayudando a mejorar la atención, concentración y reduce el comportamiento impulsivo (Wolraich et al., 2019). El Seroquel (Quetiapina), se utiliza para la depresión bipolar, manía y esquizofrenia, según el informe de la CIMA (Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios, 2021). El Seroquel puede tener efectos secundarios como pensamientos de suicidio y empeoramiento de su depresión, así mismo la CIMA menciona que el Escitalopram es un antidepresivo que consiste en la recaptación de serotonina, sin embargo, la misma agencia menciona que es muy frecuente sentir mareo, dolor de cabeza, además de ansiedad, trastornos en el sueño o dificultades para conciliar el sueño.

Durante algunas sesiones el participante con TEA se encontraba emocionalmente con ansiedad, por lo cual se tuvo que aumentar la intensidad para inhibir los pensamientos autolesivos y se descubrió que, al aumentar el tiempo de trabajo aeróbico de manera continua en bicicleta, el participante mejoraba la actitud y podría trabajar adecuadamente e incluso socializaba más. Podría ser debido a un mejor desarrollo en la migración de la microglía en el sistema nervioso central a la sinapsis, producto de una fagocitosis y refinamiento sináptico por la mioquina fractalquina/CX3CL1, como los

materiales proinflamatorios que representan una categoría emergente de biomateriales diseñados para modular y aprovechar ciertos efectos de proceso inflamatorio, tales como la promoción de la angiogénesis y la activación de respuestas inmunológicas específicas. Aumentando la expresión del Coactivador 1 alfa del receptor gamma activado por proliferadores peroxisómicos/PPARGC1a o PGC1a, mejorando la fosforilación oxidativa que controlan la transformación y oxidación de glucosa y lípidos en la formación de fibras musculares tipo I y la biogénesis mitocondrial. Los programas de entrenamiento aeróbico de baja intensidad se asocian con la regulación y expresiones de "fracktalkine" /CX3CL1 en individuos sin antecedentes de práctica regular de actividad física (Hashida et al., 2021).

Uno de los hallazgos del estudio, fue que las cargas y los ejercicios de fuerza superior e inferior fueron bien tolerados por el participante, ya que mostraba cierto entusiasmo al trabajar con objetos pesados. Se aprecia un aumento de carga desplazada (kg) en las diversas máquinas, manteniendo percepciones RPE bajas a moderadas. Esto puede deberse a un incremento en la fuerza máxima, resultado tanto de la hipertrofia de las fibras musculares tipo IIA como de un mayor reclutamiento de unidades motoras que generan elevada fuerza en periodos cortos, aumentando la frecuencia estimulación y unidades motoras para un trabajo más eficiente (Wilson et al., 2012).

Otro hallazgo de este estudio, fue que al aplicar el TENS, el participante toleró todas las sesiones, con excepción de la primera sesión, demostrando un rechazo por la sensación, describiéndolo como ardor inicial, esto puede deberse a la primera experiencia sensorial, como bien mencionan Fonseca Angulo et al. (2020), los niños/niñas con TEA presentan diversas alteraciones de procesamiento sensorial, las cuales requieren

*compresión e intervención específica, donde observaron que la sensibilidad dentro de los patrones de modulación se encuentra la evitación, es decir, que los estímulos deben ser vistos en otras personas para que puedan aceptar el proceso de intervención. Después de aceptar la intervención con TENS para el tratamiento de la hipercifosis dorsal, por consecuencia de una ergonomía inadecuada, el dolor disminuyó considerablemente, por lo que el participante mejoró su movilidad en miembros superiores. Amer-Cuenca et al. (2010) menciona que esto puede ser debido la combinación del programa de ejercicio terapéutico (ET) con las frecuencias (Hz) altas y bajas del TENS que permitían una activación de los sistemas inhibidores descendentes en el sistema nervioso central (SNC). Por otro lado, Wong y Chen (2010) mencionan que los efectos fisiológicos de secreción de opioides endógenos, es el mecanismo inicial para la analgesia producida por el TENS, mejorando las funciones específicas, incluidas las habilidades básicas psicomotoras, la comprensión de lenguaje y la capacidad de autocuidado.*

## Conclusión

Los hallazgos de este estudio demuestran que los programas de ejercicio terapéutico aeróbico y fuerza mejoran las respuestas y adaptaciones físicas de las habilidades motrices básicas y emocionales en personas con Trastorno Espectro Autista (TEA), mejorando la función social y el rol emocional de acuerdo con el cuestionario SF-36, por lo cual, acrece la percepción de la autoestima durante la interacción dentro de grupo social o incluso con más personas. Además, el ejercicio terapéutico junto con la aplicación del TENS, permite que los efectos fisiológicos mejoren las funciones motrices en movimientos específicos. Sin embargo, el tratamiento farmacológico no era el adecuado, ya que puede presentar episodios agresivos, ansiedad y estrés durante la actividad física. Sería importante hacer mayor énfasis sobre los medicamentos adecuados

para el tratamiento del TEA con relación a la actividad física.

## Referencias

Agencia española de medicamentos y productos sanitarios. (2021, octubre). *PROSPECTO SEROQUEL 25 mg COMPRIMIDOS RECUBIERTOS CON PELICULA*.

[https://cima.aemps.es/cima/dochtml/p/63054/Prospecto\\_63054.html](https://cima.aemps.es/cima/dochtml/p/63054/Prospecto_63054.html)

Amer-Cuenca, J. G., Goicoechea, C., & Lisón, J. F. (2010). ¿Qué respuesta fisiológica desencadena la aplicación de la técnica de estimulación nerviosa eléctrica transcutánea? *Revista de la Sociedad Española del Dolor*, 17(7), 333-342.

<https://doi.org/10.1016/j.resed.2010.09.001>

Bhat, A. N., Landa, R. J., & Galloway, J. C. (2011). Current perspectives on motor functioning in infants, children, and adults with autism spectrum disorders. *Physical therapy*, 91(7), 1116–1129.

<https://doi.org/10.2522/ptj.20100294>

Bruce, M. C., & David, G. (1996). Movimientos fundamentales: su desarrollo y rehabilitación. Recuperado de:

<https://books.google.co.cr/books?id=Tu2HsfvflooC&printsec=copyright#v=onepage&q&f=false>

Chan, J. S., Deng, K., & Yan, J. H. (2021). The effectiveness of physical activity interventions on communication and social functioning in autistic children and adolescents: A meta-analysis of controlled trials. *Autism: the international journal of research and practice*, 25(4), 874–886.

<https://doi.org/10.1177/1362361320977645>

Choi, B., Leech, K. A., Tager-Flusberg, H., & Nelson, C. A. (2018). Development of fine motor skills is associated with expressive language outcomes in infants at high and low risk for autism spectrum disorder. *Journal of neurodevelopmental disorders*, 10(1), 14. <https://doi.org/10.1186/s11689-018-9231-3>

Curwin, S. & Stanish, W. D. (1984). *Tendinitis: its etiology and treatment*. Collamore Press.

Dydyk, A. M., & Sapra, A. (2023). Williams Back Exercises. En *StatPearls*. StatPearls Publishing.

Escobar Maturana, R. (2010). Competencias Básicas. Comunicación en equipos interdisciplinarios una propuesta metodológica y estrategia de aula. *Congreso iberoamericano de educación*.

Fairbank, J. C., & Pynsent, P. B. (2000). The Oswestry Disability Index. *Spine*, 25(22), 2940–2952. <https://doi.org/10.1097/00007632-200011150-00017>

Fonseca Angulo, R., Moreno Zuleta, N., Crissien-Quiroz, E., & Blumtritt, C. (2020). Perfil sensorial en niños con trastorno del espectro autista. *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*, 39(1). <https://doi.org/10.5281/zenodo.4068176>

Fournier, K. A., Hass, C. J., Naik, S. K., Lodha, N., & Cauraugh, J. H. (2010). Motor coordination in autism spectrum disorders: a synthesis and meta-analysis. *Journal of autism and developmental disorders*, 40(10), 1227–1240. <https://doi.org/10.1007/s10803-010-0981-3>

Gettu, N., & Saadabadi, A. (2023). Aripiprazole. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.

Goldsmith, T. R., LeBlanc, L. A., & Sautter, R. A. (2007). Teaching intraverbal behavior to children with autism. *Research in Autism Spectrum Disorders, 1*(1), 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2006.07.001>

Gutiérrez Haro, A., Ávila Zúñiga, A., Romero Cota, M. D., & Palacios Solano, P. N. (2020). Intervención recreativa para la motricidad en personas autistas. *Revista De Ciencias Del Ejercicio FOD, 14*(2), 21–26. <https://doi.org/10.29105/rcefod14.2-29>

Han, J. S., Chen, X. H., Sun, S. L., Xu, X. J., Yuan, Y., Yan, S. C., Hao, J. X., & Terenius, L. (1991). Effect of low- and high-frequency TENS on Met-enkephalin-Arg-Phe and dynorphin A immunoreactivity in human lumbar CSF. *Pain, 47*(3), 295–298. [https://doi.org/10.1016/0304-3959\(91\)90218-M](https://doi.org/10.1016/0304-3959(91)90218-M)

Hashida, R., Matsuse, H., Kawaguchi, T., Yoshio, S., Bekki, M., Iwanaga, S., Sugimoto, T., Hara, K., Koya, S., Hirota, K., Nakano, D., Tsutsumi, T., Kanto, T., Torimura, T., & Shiba, N. (2021). Effects of a low-intensity resistance exercise program on serum miR-630, miR-5703, and Fractalkine/CX3CL1 expressions in subjects with No exercise habits: A preliminary study. *Hepatology research : the official journal of the Japan Society of Hepatology, 51*(7), 823–833. <https://doi.org/10.1111/hepr.13670>

Hazlett, H. C., Gu, H., Munsell, B. C., Kim, S. H., Styner, M., Wolff, J. J., Elison, J. T., Swanson, M. R., Zhu, H., Botteron, K. N., Collins, D. L., Constantino, J. N., Dager, S. R., Estes, A. M., Evans, A. C., Fonov, V. S., Gerig, G., Kostopoulos, P., McKinstry, R. C., Pandey, J., ... Statistical Analysis (2017). Early brain development in infants at high risk for autism spectrum disorder. *Nature, 542*(7641), 348–351. <https://doi.org/10.1038/nature21369>

Hinkley, T., Teychenne, M., Downing, K. L., Ball, K., Salmon, J., & Hesketh, K. D. (2014). Early childhood physical activity, sedentary behaviors and psychosocial well-being: a systematic review. *Preventive medicine, 62*, 182–192. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2014.02.007>

Kanner, L. (1943). Autistic disturbances of affective contact. *Nervous Child, 2*, 217–250.

Harris, A. J. (1977) La lateralidad en el niño y en el adolescente: niños diestros-niños zurdos. Alcoy. Recuperado de <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/13440/TFG-O%20540.pdf>

Liang, X., Li, R., Wong, S. H. S., Sum, R. K. W., Wang, P., Yang, B., & Sit, C. H. P. (2022). The Effects of Exercise Interventions on Executive Functions in Children and Adolescents with Autism Spectrum Disorder: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports medicine, 52*(1), 75–88. <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01545-3>

Li, R., Liang, X., Zhou, Y., & Ren, Z. (2021). A Systematic Review and Meta-Analysis of Moderate-to-Vigorous Physical Activity Levels in Children and Adolescents With and Without ASD in Inclusive Schools. *Frontiers in pediatrics, 9*, 726942. <https://doi.org/10.3389/fped.2021.726942>

Maan, J. S., Duong, T. V. H., & Saadabadi, A. (2023). Carbamazepine. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.

Mirza, M., Brown-Hollie, J. P., Suarez-Balcazar, Y., Parra-Medina, D., Camillone, S., Zeng, W., Garcia-Gomez, E., Heydarian, N., & Magaña, S. (2022). Interventions for Health Promotion and Obesity Prevention for Children and Adolescents with Developmental Disabilities: a Systematic Review. *Review journal of autism and developmental disorders, 1–24*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1007/s40489-022-00335-5>

- Nix W. A. (1989). Zum Wandel motorischer Einheiten bei Änderung des Aktivitätsmusters durch elektrische Reizung--Elektrostimulation und ihre klinischen Einsatzmöglichkeiten [The plasticity of motor units in change of the activity pattern by electric stimulation--electrostimulation and its possible clinical applications]. *Fortschritte der Neurologie-Psychiatrie*, 57(3), 94–106. <https://doi.org/10.1055/s-2007-1000749>
- O'Brien, L. (1990). Test para determinar el Canal de Aprendizaje de Preferencia Lynn O'Brien (1990). *Cutonala.udg.mx*. Recuperado de [http://www.cutonala.udg.mx/sites/default/files/adjuntos/canal\\_de\\_aprendizaje.pdf](http://www.cutonala.udg.mx/sites/default/files/adjuntos/canal_de_aprendizaje.pdf)
- Robertson, R. J., Goss, F. L., Rutkowski, J., Lenz, B., Dixon, C., Timmer, J., Frazee, K., Dube, J., & Andreacci, J. (2003). Concurrent validation of the OMNI perceived exertion scale for resistance exercise. *Medicine and science in sports and exercise*, 35(2), 333–341. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000048831.15016.2A>
- Ruiz, L.M., Graupera, J.L. y Gutiérrez, M. (2001). Observing and detecting pupils with low motor competence in physical education: ECOMI scale in the gymnasium. *International Journal of Physical Education*, vol. XXXVIII, 2, 73-77. Escala de observación de la competencia motriz infantil.
- Srinivasan, S. M., Pescatello, L. S., & Bhat, A. N. (2014). Current perspectives on physical activity and exercise recommendations for children and adolescents with autism spectrum disorders. *Physical therapy*, 94(6), 875–889. <https://doi.org/10.2522/ptj.20130157>
- Thakore, A., Stockwell, A., & Eshleman, J. (2021). Learning Channels: The Role of Compound Stimuli in the Emergence of Intraverbal Relations in Children on the Autism Spectrum. *The Analysis of verbal behavior*, 37(1), 97–122. <https://doi.org/10.1007/s40616-020-00142-1>
- Thomson, A., & Woodward (1906). Demonstration of Dr Klapp's System of Exercises Devised for the Treatment of Scoliosis. *Transactions. Medico-Chirurgical Society of Edinburgh*, 25, 215.
- Vance, C. G., Dailey, D. L., Rakel, B. A., & Sluka, K. A. (2014). Using TENS for pain control: the state of the evidence. *Pain management*, 4(3), 197–209. <https://doi.org/10.2217/pmt.14.13>
- Vilagut, G., Ferrer, M., Rajmil, L., Rebollo, P., Permanyer-Miralda, G., Quintana, J. M., Santed, R., Valderas, J. M., Domingo-Salvany, A., & Alonso, J. (2005). El Cuestionario de Salud SF-36 español: una década de experiencia y nuevos desarrollos. *Gaceta Sanitaria*, 19(2), 135-150.
- Ware, J. E., Jr. (2000). SF-36 health survey update. *Spine*, 25(24), 3130–3139. <https://doi.org/10.1097/00007632-200012150-00008>
- Wilson, J. M., Loenneke, J. P., Jo, E., Wilson, G. J., Zourdos, M. C., & Kim, J. S. (2012). The effects of endurance, strength, and power training on muscle fiber type shifting. *Journal of strength and conditioning research*, 26(6), 1724–1729. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318234eb6f>

Wolraich, M. L., Hagan, J. F., Jr, Allan, C., Chan, E., Davison, D., Earls, M., Evans, S. W., Flinn, S. K., Froehlich, T., Frost, J., Holbrook, J. R., Lehmann, C. U., Lessin, H. R., Okechukwu, K., Pierce, K. L., Winner, J. D., Zurhellen, W., & SUBCOMMITTEE ON CHILDREN AND ADOLESCENTS WITH ATTENTION-DEFICIT/HYPERACTIVE DISORDER (2019). Clinical Practice Guideline for the Diagnosis, Evaluation, and Treatment of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder in Children and Adolescents. *Pediatrics*, 144(4), e20192528.  
<https://doi.org/10.1542/peds.2019-2528>

Wong, V. C., & Chen, W. X. (2010). Randomized controlled trial of electro-acupuncture for autism spectrum disorder. *Alternative medicine review : a journal of clinical therapeutic*, 15(2), 136–146.