



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA
SECRETARIA DE SALUD
INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN
Luis Guillermo Ibarra Ibarra
ESPECIALIDAD EN MEDICINA DE REHABILITACIÓN

**CORRELACIÓN ENTRE LOS PARÁMETROS ESPACIOTEMORALES DE LA
MARCHA Y LAS ALTERACIONES DE LA ATENCIÓN DIVIDIDA EN
PACIENTES CON TRAUMATISMO CRANEOENCEFÁLICO**

T E S I S

PARA OBTENER EL DIPLOMA DE
MÉDICO ESPECIALISTA EN

MEDICINA DE REHABILITACIÓN

P R E S E N T A :

DRA. VERÓNICA BENÍTEZ ROSAS

PROFESOR TITULAR

DR. LUIS GUILLERMO IBARRA

ASESORES

DRA. MA. DEL REFUGIO PACHECO GALLEGOS

D. EN C. PAUL CARRILLO MORA

D. EN C. IVETT QUIÑONES URIÓSTEGUI

CAND. D. EN PSI. JULIA C. VELÁZQUEZ CARDOSO





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DRA MATILDE L. ENRIQUEZ SANDOVAL
DIRECTORA DE EDUCACION EN SALUD

DRA. XOCHQUETZAL HERNÁNDEZ LÓPEZ
SUBDIRECTORA DE EDUCACIÓN MÉDICA

DR. ALBERTO UGALDE REYES RETANA
JEFE DE SERVICIO DE EDUCACIÓN MÉDICA

DR. LUIS GUILLERMO IBARRA IBARRA
PROFESOR TITULAR

DRA. MA. DEL REFUGIO PACHECO GALLEGOS
ASESOR CLINICO

D. EN C. PAUL CARRILLO MORA
ASESOR METODOLOGICO

D. EN C. IVETT QUIÑONES URIÓSTEGUI

CAND. D. EN PSI. JULIA C. VELÁZQUEZ CARDOSO

AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirme llegar lejos
A la Dra. Pacheco por invitarme a participar en un trabajo interesante
A mis asesores por su dedicación y empeño
A mi Padre “Mi gran héroe”, mi ejemplo a seguir
A mi Madre por su amor incomparable
A mi hermana y Sebastián por ser parte de mi vida
A Samir por acompañarme en esta etapa importante de mi vida y por estar ahí siempre
A mis amigos, principalmente a Perla por creer en mí

CONTENIDO

1. RESUMEN	7
2.- INTRODUCCION	8
3.- JUSTIFICACIÓN	14
4.- PREGUNTA DE INVESTIGACION.....	14
5.- HIPÓTESIS	14
6.- OBJETIVOS	15
GENERAL:.....	15
ESPECIFICOS:.....	15
7.- METODOLOGIA.....	15
5. - RESULTADOS	19
TEST BREVE DE ATENCION	38
CADENCIA LIBRE.....	38
CON TAREA COGNITIVA.....	39
TRAIL MAKING TEST PARTE B.....	39
CON TAREA COGNITIVA.....	39
6. - DISCUSION	40
7. - CONCLUSION	42
8. - RECOMENDACIONES	43
8. - ANEXOS.....	44
9. - REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	56

1. Resumen

Introducción: El traumatismo craneoencefálico (TCE) es la principal causa de discapacidad en la población joven [1], [2]. Las secuelas más frecuentes del traumatismo craneoencefálico son la combinación de alteraciones motoras y cognitivas, siendo la más frecuente el déficit de atención el cual persiste durante mucho tiempo y repercute en el resto de las funciones cognitivas [3]. Por otro lado, se ha demostrado que la marcha no es una función motora pura sino que requiere de la integración cognitiva. No existen estudios de la correlación sobre el patrón de marcha y las alteraciones de la atención específicamente la dividida en los pacientes con traumatismo craneoencefálico.

Objetivo: Conocer la correlación que existe entre el desempeño en el patrón de marcha y la atención dividida en pacientes con secuelas de traumatismo craneoencefálico moderado y severo.

Material y métodos: Se realizó un estudio observacional, descriptivo y transversal. Se incluyeron pacientes con traumatismo craneoencefálico moderado y grave, de la consulta externa y hospitalizados del servicio de Rehabilitación de TCE, cualquier sexo, lesión topográfica confirmada mediante estudio de imagen, edad de 16 a 55 años, capacidad independiente de marcha al menos 20 metros y escala de Berg mayor a 41 puntos. Previa firma de consentimiento informado conforme a la Ley General de Salud, se llevó a cabo la aplicación de Test Breve de Atención (TBA) y Trail Making Test (TMT) para evaluar las alteraciones en la atención dividida y medición de los parámetros espaciotemporales de la marcha con el tapete instrumentado de GaitRite a cadencia libre y con tarea cognitiva.

Resultados: Se incluyeron 20 pacientes, 15 (75%) del sexo masculino y 5 (25%) femenino. El 80% con traumatismo craneoencefálico severo y 20% moderado. La etiología más frecuente fue por caída en 30%, con hemiparesia izquierda 40% y el 55% consume fármacos antiepilépticos. En el 85% de los pacientes se encontró alterada el Test Breve de atención, en el 55% el Trail Making Test (Parte B) y en la mitad de los pacientes se encuentran ambas pruebas atencionales alteradas. Se encontró correlación estadísticamente significativa de los parámetros espaciotemporales principalmente el FAP ($p=0.001$) y velocidad ($p=0.025$) durante la marcha en ambas tareas y las pruebas neuropsicológicas de atención en los pacientes que consumen fármacos antiepilépticos.

Conclusión: Este estudio demuestra que si existe correlación entre los parámetros espaciotemporales y la atención.

2.- INTRODUCCION

El Traumatismo Craneoencefálico (TCE) es la tercera causa de muerte con un índice de mortalidad de 38.8 por cada 100,000 habitantes, con mayor incidencia en hombres de 15 a 45 años y constituye la principal causa de discapacidad en adolescentes y adultos jóvenes [1], [2].

Las secuelas del TCE incluyen disfunción motora, cognitiva, conductual y emocional que afectan seriamente la autonomía personal [1], [4].

La escala de coma Glasgow clasifica la gravedad del TCE en 3 aspectos del nivel de conciencia: apertura de los ojos, respuesta motora y respuesta verbal. Según el puntaje se denomina TCE leve (14-15 puntos), moderado (9-13 puntos) y grave (igual o inferior a 8 puntos) [5]. Se realiza en las primeras 24 horas o menos después de la lesión cerebral [6].

Una de las secuelas más importantes es la pérdida o disminución de la marcha por lo que recuperar la marcha independiente es un objetivo importante de la rehabilitación posterior al traumatismo craneoencefálico. Los efectos adversos asociados con alteraciones de la marcha incluyen caídas [4], capacidad aeróbica disminuida y acceso limitado a la comunidad [7]. Los pacientes con traumatismo craneoencefálico tienen alto riesgo de caídas, es decir, riesgo de una nueva lesión [8].

El 3DGA (Three-dimensional gait analysis) es un método con precisión para medir el movimiento articular y el estándar para evaluar trastornos de la marcha. A pesar de que ha sido utilizado en numerosos estudios las investigaciones tienen datos restringidos sobre las variables espaciotemporales [9], [10].

La marcha se describe mediante parámetros espaciales, temporales, espacio-temporales, cinéticos y cinemáticos. Dichos parámetros varían entre sujetos y en el mismo sujeto, estos resultan ser representativos de una persona cuando las condiciones y los factores que afectan la marcha se mantienen constantes. Sus resultados facilitan la relación de los datos obtenidos durante el proceso de evaluación del movimiento corporal humano y la identificación de deficiencias corporales que inciden en la marcha y de limitaciones en la actividad. Dentro de las principales condiciones patológicas que alteran el patrón de marcha se encuentra el Traumatismo craneoencefálico.

Los parámetros espaciales son: Longitud de zancada (Distancia lineal entre dos contactos de talón consecutivos de la misma extremidad), longitud de paso (Distancia lineal entre el contacto inicial del talón de una extremidad y el de la extremidad contralateral), ancho de paso o amplitud de base (Distancia entre ambos pies, generalmente entre los talones, que representa la medida de la base de sustentación y equivale a 5 a 10 centímetros, relacionada directamente con la

estabilidad y el equilibrio), ángulo del paso o ángulo de la marcha (Orientación del pie durante el apoyo), parámetros temporales; Tiempo de paso (Tiempo transcurrido entre el contacto inicial de un pie con el suelo y el contacto inicial del pie contrario), balanceo (Porcentaje del ciclo de la marcha durante el cual la extremidad inferior permanece en el aire y avanza hacia adelante) usualmente es el 40% del ciclo de la marcha, doble apoyo (Porcentaje del ciclo de la marcha en el cual ambos pies se encuentran en contacto con el suelo, usualmente esta es del 20%), tiempo de zancada (Lapso de tiempo en el que el transcurren dos eventos idénticos sucesivos del mismo pie, generalmente entre 2 contactos iniciales (choque de talón) de la misma extremidad inferior), período de soporte o apoyo (Porcentaje del ciclo de la marcha que transcurre desde que el pie hace contacto con el piso, hasta el momento de despegue de los dedos del mismo pie, este es el 60% del ciclo de la marcha), parámetros espaciotemporales; Velocidad (Relación de la distancia recorrida en dirección de la marcha por unidad de tiempo ($\text{Velocidad} = \text{Distancia} / \text{Tiempo}$), velocidad de Balanceo (Tiempo en que se demora un miembro inferior desde la aceleración inicial hasta el siguiente paso), velocidad media (Producto de la cadencia por la longitud de la zancada expresada en m/seg) y cadencia o ritmo del paso (Número de pasos por unidad de tiempo, generalmente se mide en un minuto.) [11], [12]. El traumatismo craneoencefálico moderado y severo es el principal contribuyente de discapacidad en individuos jóvenes de 15-25 años. Aunque un pequeño porcentaje de personas con TCE moderado a severo se recuperan por completo, más del 75% no vuelven a la independencia funcional. Dado al impacto personal y el costo de las limitaciones en la movilidad es conveniente el análisis de la marcha en la práctica clínica [13]

La detección de variables de la marcha más frecuentemente afectados en el Traumatismo craneoencefálico puede facilitar los procedimientos de evaluación, decisiones clínicas e intervenciones directas de tratamiento como el entrenamiento de la marcha basado en tareas específicas, como la neuroplasticidad mediante terapia funcional de locomoción robótica (sistema lokomat).[14]

En el 2009, Gavin et. al., publica la primera descripción sistemática del tipo de anomalías de la marcha posterior al Traumatismo craneoencefálico. Se realizó un estudio de serie de casos en 41 pacientes con Traumatismo craneoencefálico y grupo control sanos de 25 (edad 17-54 y 18-43 años respectivamente) del Hospital Ep-worth Melbourne, Australia que fueran capaces de caminar de forma independiente 20 metros y sin presentar trastornos del SNC/cognitivo conductuales. Se sometieron a ensayos de caminata sobre 12 mts a una velocidad autoseleccionada mediante 3DGA, de los cuales se determinaron variables espaciotemporales (Velocidad, cadencia, longitud del paso, tiempo de fase de doble apoyo y base de apoyo) y

cinemáticos, encontrándose que los pacientes con Traumatismo craneoencefálico caminaban a una velocidad significativamente más lenta que los controles sanos (1.07 ± 0.34 ; 1.42 ± 0.12 , $p < .001$), con diferencia significativa entre ambos grupos para la cadencia, longitud de paso, fase de doble apoyo y anchura de la base de apoyo ($p < .001$). La anormalidad biomecánica observada con mayor frecuencia en estos pacientes con Traumatismo craneoencefálico fue la flexión de rodilla en el contacto inicial (10.80 ± 7.30 ; 1.05 ± 3.29 , $p < .001$), entre otros el aumento de la amplitud de movimientos anteroposteriores de tronco e inclinación pélvica [15].

Niechwiej et. al., en el 2007, mediante un estudio de casos y controles (20 pacientes con Traumatismo craneoencefálico y 20 sanos respectivamente) reclutados en el Instituto de Rehabilitación de Toronto durante un periodo de 2 años, que fueran capaces de caminar independientemente, mantener equilibrio durante 15 segundos sobre miembro pélvico izquierdo o derecho y con escala de Berg alto, se realizó el registro de parámetros espaciotemporales de la marcha mediante el uso de GaitRITE. Fueron instruidos para caminar 8 metros y llevar a cabo 3 tareas: 1) Caminata a cadencia libre, 2) A pie lo más rápido posible y por último 3) Con los ojos cerrados a cadencia libre. Reportándose que las velocidades de los pacientes eran significativamente más lentas en comparación con los controles en todas las tareas (0.76 m/s frente a 1.22 m/s). Los pacientes mostraron significativamente una mayor variabilidad del tiempo de paso y la longitud del paso en la tarea de ojos cerrados en comparación con otras tareas. La variabilidad de la velocidad fue mayor en el grupo de pacientes en comparación con los controles (Caminata a ritmo preferido 0.063 ; 0.054 m/s, a pie lo más rápido posible 0.113 ; 0.043 m/s y con los ojos cerrados 0.0806 ; 0.549 m/s) [16].

Por otro lado, las alteraciones en la atención es una de las secuelas cognitivas más frecuentes y persistentes del Traumatismo craneoencefálico [16],[18], que repercute en el resto de las funciones cognitivas [3]. En cuanto a los componentes estructurales y funcionales de la atención en las áreas corticales, se localizan en la corteza prefrontal y la circunvolución del cíngulo (Cuerpo calloso) de los lóbulos frontales, parietales inferiores y la circunvolución temporal superior (13).

El término "Atención" abarca un número de procesos diferentes que relatan aspectos relacionados con la forma en el que el organismo se vuelve receptivo a estímulos y de cómo puede comenzar el procesamiento entrante o saliente ya sea interna o externa. Sin embargo, hay una definición única y clara de la atención. Posner et. al., la define como una red anatómica cuyo propósito principal es influir en el funcionamiento de otras redes cerebrales. La atención se clasifica en funciones separadas: Selectiva, sostenida, dividida y alterna. La atención selectiva permite el filtrado de información y supresión de distractores que comúnmente a esto se le

conoce como "Concentración". La sostenida se refiere a la capacidad para mantener la atención a una tarea durante un periodo de tiempo. La atención dividida se refiere a la capacidad de realizar más de una tarea al mismo tiempo y la alterna al rápido desplazamiento de la atención de una tarea a otra. Ríos et. al., plantea que las alteraciones en la atención dividida se pueden producir a raíz de la incapacidad para distribuir recursos atencionales entre varias tareas. La mayoría de los pacientes después de un traumatismo craneoencefálico, refieren problemas de concentración y dificultades para realizar actividades al mismo tiempo (Desempeño de doble tarea), por lo tanto, en este estudio nos centramos principalmente en la atención dividida, el cual juega un papel importante al caminar, en la multitarea y el cambio de situaciones. Sirve como una herramienta para el examen de las demandas de atención en diversas tareas como caminar y tiene implicaciones clínicas para el riesgo de caídas [19], [20], [21].

Ruttan et. al., (2008), mediante estudios de meta-análisis encontraron que los pacientes que habían sufrido un Traumatismo craneoencefálico se desempeñaron significativamente peor que los controles tanto en pruebas cronometradas de atención como en pruebas sin límite de tiempo en dos momentos de evaluación: El primer período considerado de 1, 6 a 18 meses después de la lesión, y el segundo período, de 4, 5 a 11 años después de la lesión [17].

Dentro de las pruebas para la evaluación de la atención dividida se encuentran: Prueba de dígitos-símbolos del WAISS III, prueba de cancelación de letras, Trail making test parte B y Test breve de atención.

El Test breve de atención (TBA) es una medida neuropsicológica de uso común de atención dividida auditiva, desarrollada para reducir la influencia de demandas confusoras como la velocidad motora y escaneo visual. Se ha utilizado en sujetos con Traumatismo craneoencefálico. El TBA ha mostrado alta sensibilidad comparado a otras pruebas cognitivas y correlación significativa con el resultado psicosocial en paciente con Traumatismo craneoencefálico. Además en un estudio en pacientes con Traumatismo craneoencefálico se encontró particularmente correlación significativa con el Trail Making Test parte B [22]. La prueba consiste en leer en voz alta 10 listas de letras y números con longitud variable entre 8 y 18 elementos. El paciente debe indicar cuántos números contiene cada lista de los 10, ignorando las letras. A continuación debe hacer lo mismo con las 10 listas pero ahora contándolas letras e ignorando los números. Si no hay errores, la puntuación máxima es de 20 puntos (Un punto por cada lista correcta). Esta prueba esta estandarizada y tiene validez constructo aceptable. La correlación con el TMT parte B es del -55% [23].

El Trail making test es uno de los instrumentos más utilizados en la evaluación neuropsicológica y un indicador sensible de daño cerebral [19]. Es una medida de velocidad viso motora, rastreo

visual, atención, función motora, memoria de trabajo, velocidad de procesamiento y función ejecutiva [24]. Debido a su amplia aplicabilidad se ha utilizado para evaluar los efectos cognitivos en Traumatismo craneoencefálico [25]. El test consta de dos partes, A y B. En la primera se deben enlazar números por orden de mayor a menor; en la segunda se añaden las letras del abecedario. En la parte A se obtiene información sobre atención sostenida y velocidad de coordinación ojo-mano; en la parte B se evalúa con mayor precisión la atención dividida y la flexibilidad mental. La puntuación se expresa en términos del tiempo requerido para la parte A y B, tomando en cuenta el nivel educativo y la edad [26].

Quijano et. al., realizó un estudio descriptivo en 30 pacientes con Traumatismo craneoencefálico del centro de rehabilitación neurológica de la ciudad de Cali, Colombia, en un periodo de un año para conocer las alteraciones cognitivas. Encontrándose que en el grupo de pacientes con Traumatismo craneoencefálico moderado predominan alteraciones en la atención con puntuaciones por debajo de la media en la prueba Trail Making test y alteraciones en funciones ejecutivas [3].

Actualmente la marcha ya no es considerada meramente una actividad motora automática, más bien es una actividad que requiere la función ejecutiva y atención así como la motivación y el juicio de señales externas e internas [27]. A pesar de la vasta literatura sobre las alteraciones de las funciones cognitivas y ejecutivas del Traumatismo craneoencefálico el estudio de ambos es escaso. Sin embargo, se han realizado estudios donde posterior a un programa de entrenamiento doble tarea (Cognitivo/motor) se observa una mejora en la marcha.

Holtzer et. al., en 2012 evalúa críticamente la relación entre funciones cognitivas y de marcha en una muestra de 70 adultos mayores no dementes capaces de caminar de forma independiente, reclutados en el centro de Medicare (Bronx, Nueva York). Se evaluaron medidas cuantitativas de la marcha (Velocidad, cadencia y coeficiente de variación en longitud de zancada) utilizando condición simple y doble tarea (caminar y hablar) mediante uso de GaitRite®.

Se capturaron 3 factores cognitivos la atención ejecutiva, la fluidez verbal y la memoria. Las regresiones lineales mostraron que la atención ejecutiva está relacionada con la velocidad de marcha y el coeficiente de variación en la longitud de zancada en las dos condiciones para caminar. Como conclusión la relación entre las funciones cognitivas depende de la evaluación de los parámetros espaciotemporales y la condición de caminata (Simple o doble tarea) [28].

Dorfman et. al., en 2014 realiza un estudio piloto abierto en 10 adultos mayores (Edad entre 65-85 años) con antecedente de caídas reclutados en la unidad de trastornos del movimiento y caídas de la clínica Centro médico The tel Avir Sourasky, que fueran capaces de caminar de forma independiente sin patología cognitiva o discapacidad auditiva/visual. Fueron sometidos a

entrenamiento de marcha en banda sin fin durante 6 semanas (3 sesiones por semana) donde se evaluaron los parámetros espaciotemporales y 3 tareas cognitivas mediante doble tarea, encontrándose que la velocidad de marcha se incremento en un 16.7%, la longitud de paso en un 9.29% durante la doble tarea. Así como también se mostraron mejoría en el Trail Making Test en un 12.7%. Por tanto existe correlación entre la función cognitiva y capacidad de marcha, el entrenamiento cognitivo mejora en concreto la función ejecutiva [20].

De acuerdo a una revisión sistemática de la literatura basada en revisiones y estudios reportados hasta Abril 2007 reportan que los pacientes con alteraciones neurológicas (Incluidos los pacientes con Traumatismo craneoencefálico) caminan a una velocidad más lenta, con zancadas más cortas, mayor tiempo de doble apoyo y aumento en la variabilidad del paso. Se concluye el hecho de que las tareas de atención se asocian a alteraciones de la marcha [29].

J. Sarajuuri et. al., en 2013, realizó un estudio transversal en 34 pacientes del sexo masculino (Edad 19-55 años) con Traumatismo craneoencefálico atendidos en el Centro de rehabilitación Kaplya, Helsinki, Finlandia. Con el objetivo de explorar la relación entre el rendimiento cognitivo (Principalmente la atención) y motor (Balance postural, agilidad y coordinación de ritmo), encontrándose asociaciones entre el tiempo de la prueba Trail making test y tiempo del test de agilidad ($r=0.57$) [4]. Tanto el desempeño motor y cognitivo han sido estudiados de forma aislada.

De acuerdo a Sosnoff et. al., no existe suficiente información evidente entre el déficit motor y función cognitiva. La evaluación de la correlación entre ambas en pacientes con Traumatismo craneoencefálico es limitada No existen publicaciones donde se evalué específicamente las alteraciones en el patrón de marcha con las alteraciones en la atención en Traumatismo craneoencefálico, sin embargo se afirma que las medidas de la función ejecutiva y la atención pueden ser asociadas al comportamiento locomotor en el Traumatismo craneoencefálico.

Los pacientes con Traumatismo Craneoencefálico toman fármacos antiepilépticos para la prevención de Epilepsia. La literatura reporta efectos adversos de estos fármacos tanto negativos como positivos en las funciones cognitivas. La fenitoína y la carbamacepina están implicados en el deterioro de la atención, velocidad mental, habilidad motora, memoria concentración y funciones visuomotoras, mientras que el Valproato sódico tiene poco impacto en la función cognitiva en comparación con la Carbamacepina. La Lamotrigina tiene efecto positivo sobre la atención al igual que el Levetiracetam mejora la concentración, velocidad psicomotora y memoria [30].

3.- JUSTIFICACIÓN

El Traumatismo craneoencefálico es considerado un problema de Salud pública por el incremento en el número de pacientes con discapacidad aproximadamente 20 mil casos discapacitados al año, la variabilidad en la discapacidad y mayor afectación a pacientes jóvenes.

Otro aspecto impactante es el costo económico elevado con gastos directos de 4.5 billones de pesos e indirectos de 33.3 billones de pesos anuales en la atención médica.

La población de pacientes con Trauma craneoencefálico presenta déficits físicos, cognitivos y conductuales que afectan no solo al individuo, también a la familia y tendrán un gran impacto en su entorno social y laboral.

La atención es una complicación frecuente que afecta directamente el patrón de marcha y esto repercute en su recuperación.

Uno de los objetivos de los programa de rehabilitación en los pacientes con TCE es mejorar el patrón de marcha de acuerdo a los encontrado en la literatura los pacientes con TCE., presentan caídas frecuentes y estas, están relacionadas por alteraciones en el patrón de marcha y las alteraciones en la atención

Hay escasez de investigación de la asociación entre la marcha y la atención, ya que ambas solo han sido estudiadas de forma aislada.

Por tanto consideramos necesario conocer la relación entre el patrón de marcha y las alteraciones en la atención en pacientes con Traumatismo craneoencefálico, esto facilita la intervención clínica y terapéutica para un mejor pronóstico.

4.- PREGUNTA DE INVESTIGACION

¿Cuál es la relación entre las alteraciones en el patrón de marcha y la atención dividida en pacientes con Traumatismo craneoencefálico?

5.- HIPÓTESIS

Los parámetros espaciotemporales de la marcha se correlacionan con las alteraciones en la atención dividida en pacientes con Traumatismo craneoencefálico.

6.- OBJETIVOS

GENERAL:

- Conocer la correlación que existe entre el desempeño en el patrón de marcha y la atención dividida en pacientes con secuelas de Traumatismo craneoencefálico

ESPECIFICOS:

- Medir el déficit de la atención dividida mediante el Test Breve de Atención y Trail Making Test en pacientes con Traumatismo craneoencefálico
- Identificar los parámetros espaciotemporales mediante análisis de la marcha instrumentada en pacientes con Traumatismo craneoencefálico
- Determinar la correlación del análisis instrumentado de la marcha (Parámetros espaciotemporales) con el Test Breve de Atención y Trail Making Test en pacientes con Traumatismo craneoencefálico.

7.- METODOLOGIA

Se realizó estudio observacional, descriptivo y transversal. Se incluyeron a pacientes con diagnóstico de TCE moderado y grave de acuerdo con la clasificación de Glasgow (Moderado 9-13 puntos y grave igual o inferior a 8 puntos) procedentes del Servicio de Rehabilitación de Traumatismo Craneoencefálico (Consulta externa u hospitalización) bajo consentimiento informado en el periodo del 01 de Octubre del 2015 al 25 de Junio de 2016. Se incluyeron todos los pacientes que cumplieran con los criterios de inclusión en este periodo.

Criterios de inclusión:

1. Pacientes con Traumatismo craneoencefálico moderado y grave
2. Cualquier sexo
3. Tiempo de evolución mayor de 2 meses
4. Lesión topográfica documentada mediante estudio de imagen
5. Edad de 16 años a 55 años de edad
6. Capacidad independiente de marcha al menos 20 metros
7. Escala de Berg mayor a 41.

Criterios de exclusión:

1. Pacientes incapaces de caminar
2. Con enfermedades neurológicas, alteraciones sensitivas y/o cerebelosas
3. Con uso de auxiliar para la marcha
4. Presencia de afasia.

Procedimiento: Se recabo la información del expediente electrónico en hoja de recolección de datos de pacientes con diagnóstico de TCE moderado y severo. Vía telefónica se realizó invitación a participar en el estudio. Se dio cita para información y para la firma de consentimiento informado. Se realizó la aplicación del Trail Making Test A-B y el Test breve de atención. Posteriormente se realizó la medición de los parámetros espaciotemporales de la marcha con el tapete instrumentado GaitRite (CIIR Systems, Watertown, USA) en una sola medición, consistente en 2 pruebas a cadencia libre y 2 pruebas con tarea cognitiva (Mientras el paciente camina sobre el tapete GaitRite va contando los números seriados de 3 en 3 en voz alta durante la marcha).

Se utilizaron las siguientes variables: Instrumentos (Escala), variables socio demográficas, clínicas y parámetros espaciotemporales se muestran en la siguiente tabla.

Variable / Concepto	Dimensión	Indicadores	Escala	Instrumento	Nivel de Medición
Independencia para las actividades básicas de la vida diaria	<ul style="list-style-type: none"> Independencia Movilidad 	<ul style="list-style-type: none"> Alimentación Baño Higiene personal Vestido/Desvestido Control es esfínteres Uso del WC Transferencia cama-silla Caminar Subir y bajar escaleras 	0-15 por ítem	Índice de Barthel	Cuantitativa
Equilibrio	<ul style="list-style-type: none"> Equilibrio estático Equilibrio dinámico 	<ul style="list-style-type: none"> Sentarse sin apoyo Cambios de sedestación a bipedestación Transferencias Bipedestación sin apoyo Bipedestación con ojos cerrados Bipedestación con los pies juntos Bipedestación con los pies en tándem Bipedestación con apoyo monopodálico Giros de tronco con los pies fijos Recoger objetos del suelo Desde bipedestación, realizar un giro de 360° Subir un peldaño Prensión manual (por encima de la cabeza) en BP 	0-4 por ítem	Escala de equilibrio de Berg	Cuantitativa

Capacidad de atención cognitiva	<ul style="list-style-type: none"> Velocidad visuomotora, rastreo visual, atención, función motora, memoria de trabajo, velocidad de procesamiento y función ejecutiva 	<ul style="list-style-type: none"> Parte A: Unir con líneas del 1 al 25 números ubicados dentro de círculos, distribuidos al azar Parte B: Unir con líneas 12 números y 12 letras (de a la A a la L) dentro de círculos en orden alternativo 	<p>Parte A: Normal: 29 segundos Deficiente: Más de 78 segundos Anormal: Más de 90 segundos</p> <p>Parte B: Normal: 75 segundos Deficiente: 273 segundos Anormal: Más de 3 minutos</p> <p>Percentil normal: 25-75.</p>	Trail Making Test	Ordinal
Capacidad de atención auditiva	<ul style="list-style-type: none"> Atención dividida auditiva 	Leer en voz alta 10 listas de letras y números entre 8 y 18 elementos. El paciente debe indicar cuántos números contiene cada lista de los 10, ignorando las letras. A continuación debe hacer lo mismo con las 10 listas pero ahora contándolas letras e ignorando los números	<p>Normal: 14.5 puntos en hombres y 14.2 puntos en mujeres</p> <p>Deficiente: Menor a 14.5 y 14.2 puntos en hombres y mujeres respectivamente</p> <p>Percentil normal: 25-75.</p>	Test Breve de Atención (TBA)	Ordinal
Marcha	Movilidad	Índice funcional de Deambulación FAP	0-100%	Tapete Instrumentado GaitRite	Cuantitativo
Marcha	Movilidad	Velocidad izq/der/promedio: Distancia recorrida por unidad de tiempo durante cada paso	0.01-2 m/s	Tapete Instrumentado GaitRite	Cuantitativo
Marcha	Movilidad	Porcentaje Apoyo Simple promedio: Periodo del ciclo de la marcha cuando solo una pierna está en contacto con el suelo	0-100%	Tapete Instrumentado GaitRite	Cuantitativo
Marcha	Movilidad	Tiempo de Paso izq/der/promedio: Tiempo requerido al realizar dos apoyos sucesivos del talón de un pie y su contralateral	0-10 seg	Tapete Instrumentado GaitRite	Cuantitativo
Marcha	Movilidad	Largo de Paso Normalizado izq/der/promedio: distancia sobre la línea de progresión de la marcha existente de talón a talón, que separa dos apoyos de pies contralaterales	0-1 adimensional	Tapete Instrumentado GaitRite	Cuantitativo
Marcha	Simetría	Diferencial porcentual Velocidad de la zancada izq/der: diferencia de la velocidad de zancada derecha e izquierda divididas entre la velocidad de zancada promedio para ambos pies	0-100%	Tapete Instrumentado GaitRite	Cuantitativo
Marcha	Simetría	Diferencial Porcentaje Apoyo Doble izq/der : diferencia del porcentaje de Apoyo doble derecho e izquierdo	0-100%	Tapete Instrumentado GaitRite	Cuantitativo
Marcha	Simetría	Diferencial Porcentaje Apoyo Simple izq/der : diferencia del porcentaje de Apoyo simple derecho e	0-100%	Tapete Instrumentado GaitRite	Cuantitativo

		izquierdo			
Marcha	Simetría	Diferencial porcentual Tiempo de Paso izq/der: diferencia del tiempo de paso derecho e izquierdo dividida entre el tiempo de paso promedio para ambos pies	0-100%	Tapete Instrumentado GaitRite	Cuantitativo
Marcha	Simetría	Diferencial porcentual Largo de Paso: diferencia del largo de paso derecho e izquierdo dividida entre el largo de paso promedio para ambos pies	0-100%	Tapete Instrumentado GaitRite	Cuantitativo
Marcha	Simetría	Diferencial porcentual Largo de Zancada izq/de: diferencia del largo de zancada derecho e izquierdo dividida entre el largo de zancada promedio para ambos pies	0-100%	Tapete Instrumentado GaitRite	Cuantitativo
Marcha	Simetría	Diferencial porcentual Angulo del paso izq/der: diferencia del ángulo del paso derecho e izquierdo dividida entre el ángulo de paso promedio para ambos pies	0-100%	Tapete Instrumentado GaitRite	Cuantitativo
Marcha	Estabilidad	Coefficiente de variación de la longitud de paso: desviación estándar de la longitud de paso entre el promedio de longitud de paso	0-100%	Tapete Instrumentado GaitRite	Cuantitativo
Marcha	Estabilidad	Ancho de la base de sustentación: distancia perpendicular a la línea de progresión de la marcha existente de talón a talón, que separa dos apoyos de pies contralaterales	0-0.5 m	Tapete Instrumentado GaitRite	Cuantitativo
Marcha	Estabilidad	Angulo del paso: ángulo existente entre eje medial del apoyo plantar de cada pie durante el paso y la línea de progresión de la marcha	-90° a 90°	Tapete Instrumentado GaitRite	Cuantitativo
Marcha	Estabilidad	Ancho del paso: distancia perpendicular a la línea de progresión de la marcha existente entre el punto medio del eje medial del apoyo plantar de cada pie durante el paso	0-0.5 m	Tapete Instrumentado GaitRite	Cuantitativo
Marcha	Estabilidad	Coefficiente de variación del largo del pie izq/der/promedio	0-100%	Tapete Instrumentado GaitRite	Cuantitativo
Condición de salud	Epidemiológica	<ul style="list-style-type: none"> Edad Escolaridad Tiempo de evolución desde la lesión 	De 18 a 50 años Años de escolaridad Mayor a 3 meses de evolución	Historia clínica	Cuantitativa
Condición de salud	Epidemiológica	<ul style="list-style-type: none"> Sexo Lateralidad manual Toxicomanías Tratamiento farmacológico 	Femenino/Masculino Derecho/Izquierdo Alcoholismo Tabaquismo Drogas	Historia clínica	Cualitativa Nominal

		<ul style="list-style-type: none"> Alt. psiquiátrica 	Medicamentos Depresión		
Función/ Estructura	Espasticidad	<ul style="list-style-type: none"> Grado de espasticidad 	0,1, 1+,2	Asworth	Cuantitativa ordinal
Función/ Estructura	Contracturas	<ul style="list-style-type: none"> Grado de contracturas 	0-50°	Medición con	Cuantitativa ordinal
Función muscular de miembros inferiores	Fuerza	<ul style="list-style-type: none"> Fuerza en miembros inferiores 	0-5 para cada musculo	Examen manual muscular Daniels	Cuantitativa Ordinal

Análisis estadístico: Se utilizaron medidas de tendencia central, promedios y frecuencias. Medidas de dispersión para variables cuantitativas (Desviación estándar). Para el análisis de asociación de los parámetros espaciotemporales y la atención se usaron las pruebas de correlación de Spearman y Pearson. Se utilizó el programa estadístico SPSS 21 y GraphPad Prism.

5. – RESULTADOS

Características demográficas de la muestra.

Se reclutaron un total 20 pacientes de los cuales 15 pacientes (75%) fueron del sexo masculino y 5 pacientes (25%) del sexo femenino, con una media de edad 30.6 años (rango entre 16-53 años).

15 pacientes (75%) de escolaridad preparatoria, 3 (15%) licenciatura, 1 (5%) primaria y 1 (5%) secundaria. 95% de los pacientes (19) de lateralidad derecha y 5% (1) lateralidad izquierda.

En 19 pacientes (95%) no se encontró el antecedente de drogadicción previa y únicamente un paciente (5%) tenía antecedente del mismo. 10 pacientes (50%) consumen medicamentos que actúan a nivel del Sistema Nervioso Central y solo un paciente consume medicamento para la Espasticidad (Baclofeno vía oral).

Dentro de las comorbilidades de enfermedades crónicas degenerativas solo se reportó en un paciente Hipertensión arterial sistémica controlado y 3 pacientes (15%) con Depresión en tratamiento farmacológico (Figura 1).

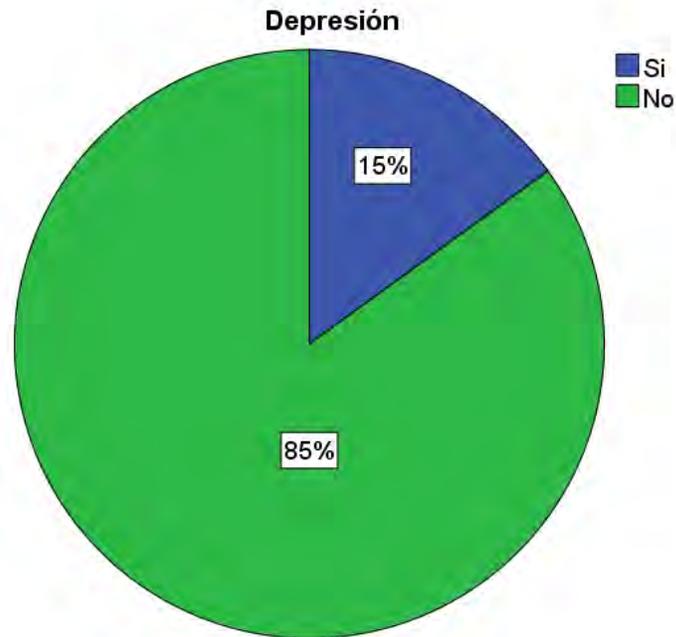


Figura 1. Depresión en los pacientes con Traumatismo Craneoencefálico.

De acuerdo a la escala de Glasgow 16 pacientes (80%) tuvieron un Traumatismo craneoencefálico grave y 4 pacientes Traumatismo craneoencefálico moderado (20%) como se muestra en la Figura 2.

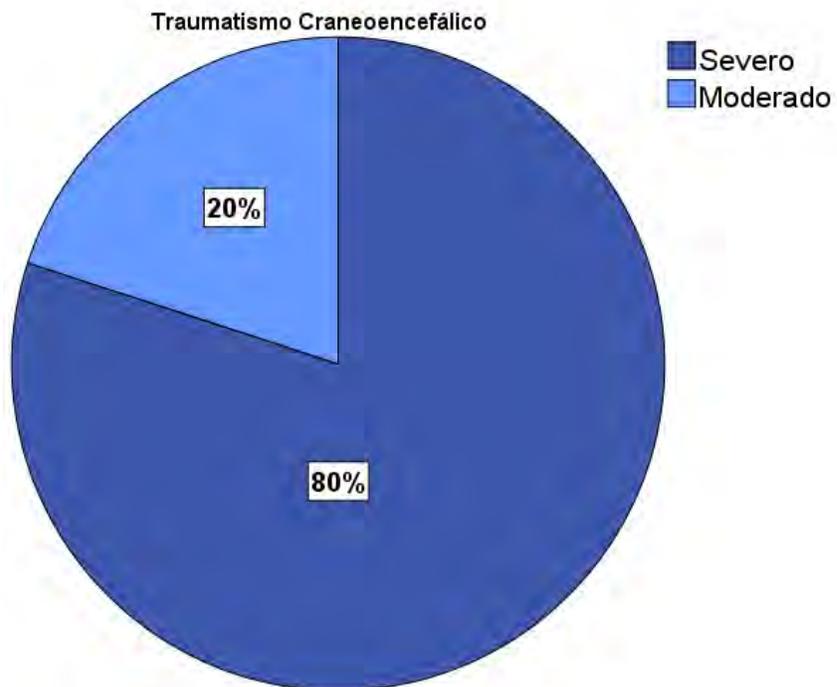


Figura 2. Traumatismo Craneoencefálico moderado y severo.

La etiología del Traumatismo craneoencefálico más frecuente es por caída en 6 pacientes (30%), por accidente automovilístico en 5 pacientes (25%), por atropellamiento en 3 pacientes (15%), por accidente de motocicleta en 3 pacientes (15%), por agresión en 2 pacientes (10%) y 1 por arma de fuego (5%). Figura 3.

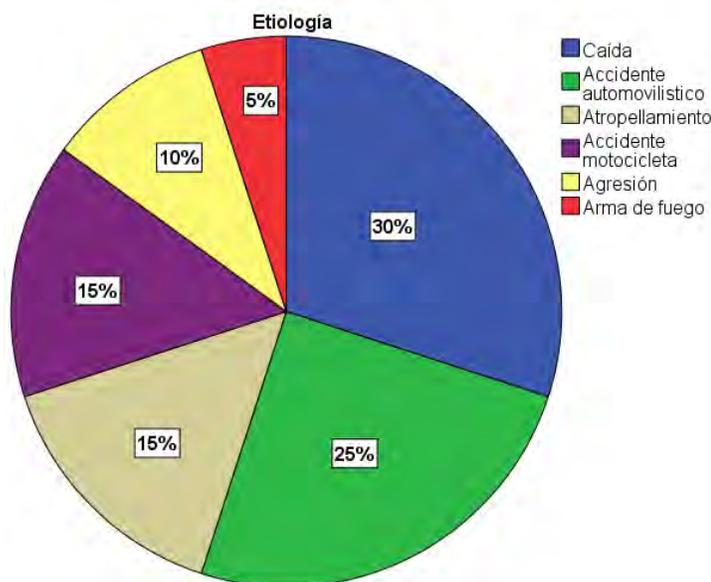


Figura 3. Etiología del Traumatismo Craneoencefálico.

3 pacientes (15%) de los pacientes toman Levetiracetam y Valproato de Magnesio, 2 pacientes (10%) toma Carbamacepina y un paciente (5%) toma Lamotrigina, Olanzapina y Fenitoína respectivamente.

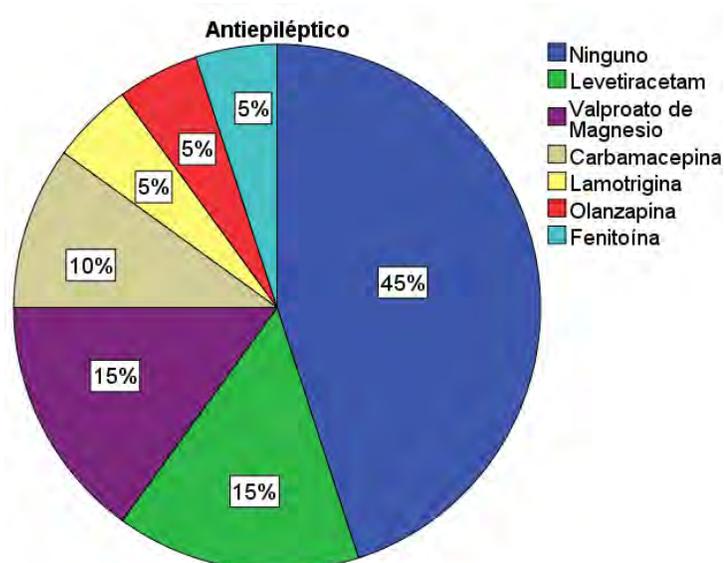


Figura 4. Fármacos antiepilépticos de la muestra.

9 pacientes (45%) con hemiparesia izquierda, 6 pacientes (30%) hemiparesia derecha y 5 pacientes (25%) afectación de 4 extremidades (Figura 5).

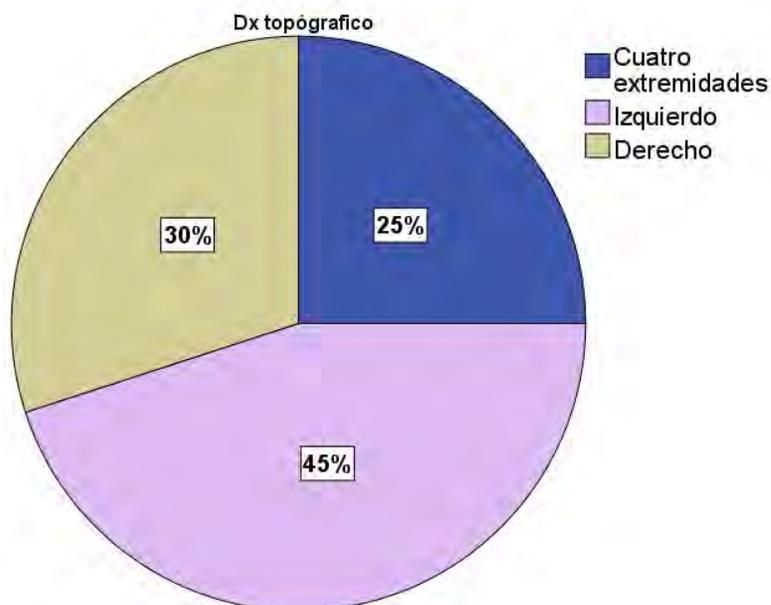


Figura 5. Topografía del Traumatismo Craneoencefálico

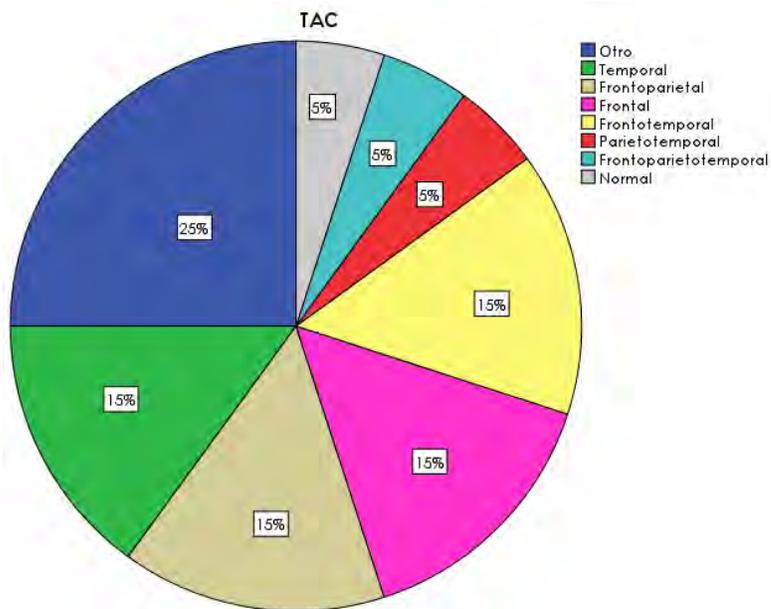


Figura 6. Sitio anatómico de lesión de la TAC (Tomografía axial computarizada).

De acuerdo al sitio de lesión mediante estudio de Tomografía computada (TAC) de cráneo se encontró mayor afectación de región temporal, frontoparietal, frontal, frontotemporal ambas en un 3 pacientes (15%) , parietotemporal, frontoparietotemporal en un paciente (5%), al igual que en

un paciente se reportó estudio de TAC normal. En 5 pacientes (25%) de los pacientes se reportó como otro sitio de lesión (núcleos de ganglios basales, tálamo o sitio no especificado). Figura 6. De acuerdo al puntaje total de la escala de Berg y escala de Barthel todos los pacientes presentaron puntuaciones normales. Como se muestra a continuación (Tabla 1).

Tabla 1. Puntaje de Berg y Barthel

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Berg	20	47.00	56.00	54.6500	2.08440
Barthel	20	90.00	100.00	99.0000	2.61574

Resultados de las pruebas cognitivas.

De las puntuaciones crudas del Test Breve de Atención (TBA) la media fue de 9.3 puntos, la puntuación mínima fue de 2 puntos y máxima de 17 puntos.

A continuación se muestra la distribución de los percentiles de la muestra (Tabla 2 Y Figura 7).

Tabla 2. Percentiles del Test Breve de Atención (TBA) de la muestra.

Percentil TBA	Frecuencia (n)	Porcentaje
5	13	65%
10	1	5%
15	1	5%
20	2	10%
30	1	5%
70	1	5%
80	1	5%
Total	20	100%

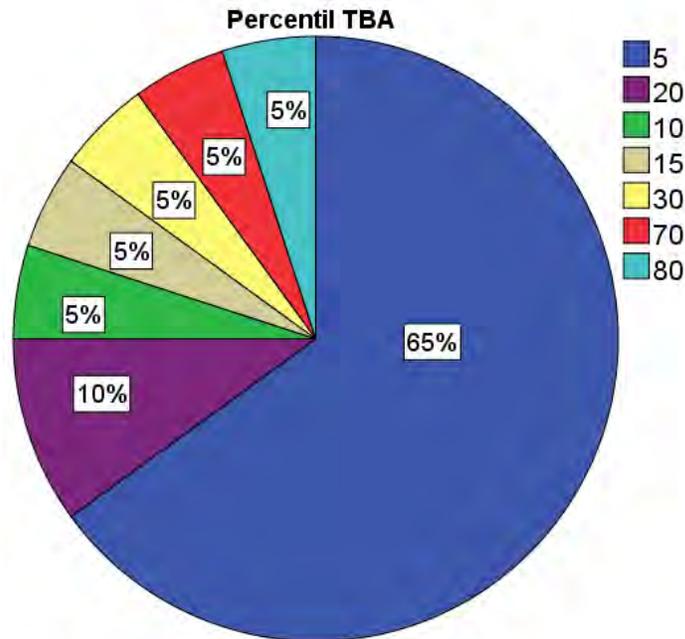


Figura 7. Percentiles del Test Breve de Atención (TBA) de la muestra.

Respecto al Trail Making Test Parte B (TMT B) la muestra tuvo en promedio un tiempo total para realizar la prueba de 184.5 segundos, con un tiempo mínimo de 66 segundos y máximo de 507 segundos.

A continuación se muestra la distribución de los percentiles de la muestra (Tabla 3 y Figura 8).

Tabla 3. Percentiles del Trail Making Test Parte B (TMT B) de la muestra.

Percentil TMT B	Frecuencia	Porcentaje
5	7	35%
15	1	5%
20	3	15%
30	4	20%
40	1	5%
60	2	10%
65	2	10%
Total	20	100%

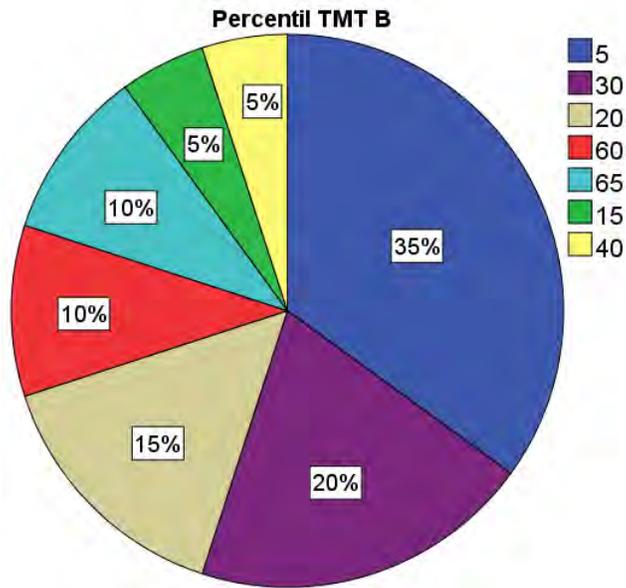


Figura 8. Percentiles del Trail making test parte B (TMT B) de la muestra.

En 17 pacientes (85%) se encontró alterada el Test Breve de atención y en 11 pacientes (55%) el Trail Making Test Parte B.

En 10 pacientes (50%) se encontraron ambas pruebas atencionales alteradas (Figura 9).

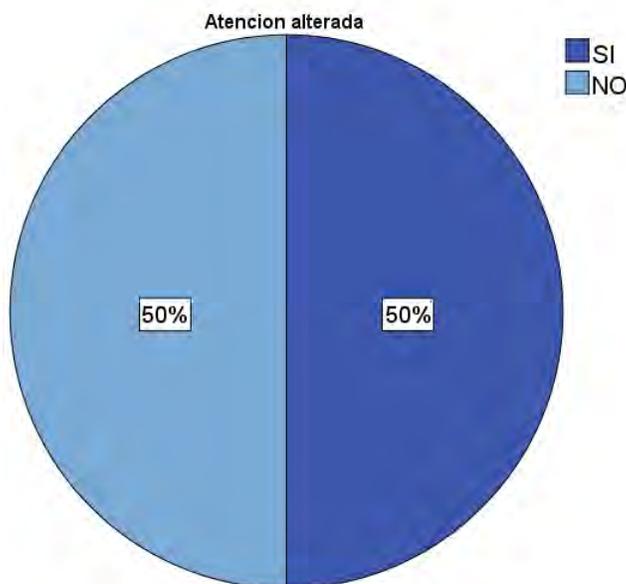


Figura 9. Atención alterada de la muestra.

Resultados de los parámetros espaciotemporales de la marcha

A continuación se muestran los valores correspondientes a cada uno de los parámetros espaciotemporales evaluados mediante el uso del tapete de GaitRite en los pacientes con Traumatismo craneoencefálico de este estudio y los parámetros normales.

Dentro de la Figura 10 se puede observar el promedio del Índice de Ambulación Funcional (FAP por sus siglas en inglés) durante el estudio de marcha a cadencia libre y con tarea cognitiva, es importante notar que en la mayoría de los casos el FAP disminuye al momento de realizar una tarea cognitiva y caminar, especialmente en los sujetos (4, 5, 12 y 13). Dos sujetos (6 y 17) no mostraron una diferencia significativa entre pruebas a cadencia libre, mientras que 5 sujetos mostraron una diferencia significativa entre pruebas con tarea cognitiva (9, 12, 13, 16 y 17). Dentro del estudio de marcha a cadencia libre 8 sujetos mostraron un FAP adecuado, mientras que en tarea cognitiva únicamente 6 mostraron FAP adecuado. El promedio del FAP a cadencia libre de todos los sujetos fue de 90, mientras que con tarea cognitiva fue de 81, en ambos casos se evidencia una marcha no funcional en los pacientes.

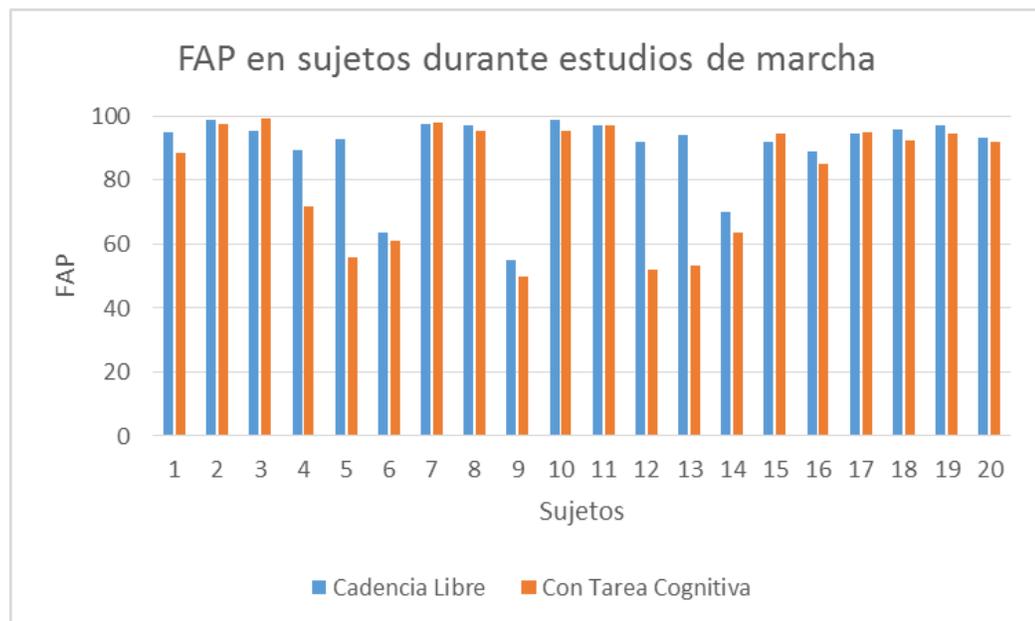


Figura 10. Índice de ambulación funcional (FAP) a cadencia libre y con tarea cognitiva de la muestra.

En la figura 11 se puede observar el promedio de la velocidad normalizada (m/s) de acuerdo al largo de pierna de los sujetos en ambas pruebas, los sujetos que muestran mayor diferencia en velocidad en ambas pruebas son los sujetos (4, 5, 12 y 13). En promedio la velocidad fue de 1.06 m/s en cadencia libre, mientras que de 0.91 m/s con tarea cognitiva, en ambos casos estos valores se encuentran por debajo de los esperados (1.2 – 1.6 m/s). En dos casos la velocidad aumento al momento de realizar la tarea cognitiva (3 y 15).

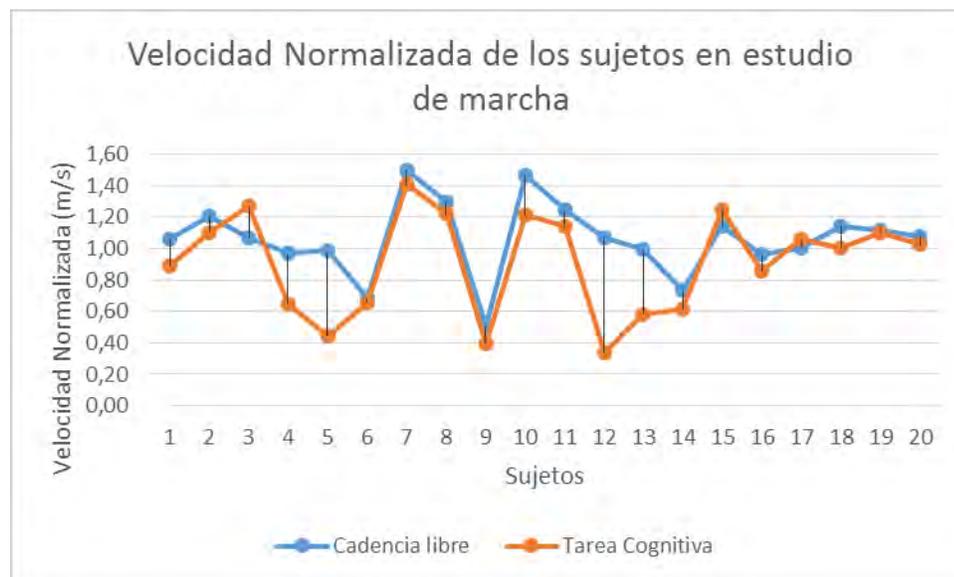


Figura 11. Velocidad normalizada a cadencia libre y con tarea cognitiva de la muestra.

Se puede observar como la cadencia en la mayoría de los casos disminuye al momento de realizar una tarea cognitiva, el promedio para marcha a cadencia libre en los pacientes fue de 102 pasos/min, mientras que con tarea cognitiva la cadencia fue de 86 pasos/min, ambos casos por debajo del valor esperado (110-120 pasos/min), dentro de la Figura 12.

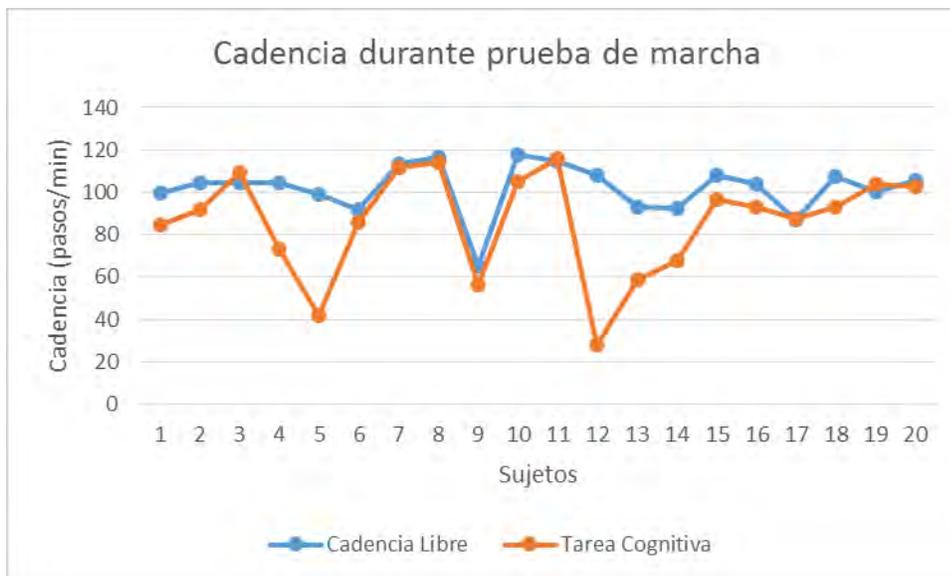


Figura 12. Cadencia a cadencia libre y con tarea cognitiva de la muestra.

Se obtuvo la simetría de los pasos (derecho e izquierdo) en ambos estudio de marcha, una marcha adecuada y funcional cuenta con simetría mayor o igual al 95%, se puede observar que la mayoría de los pacientes cuenta con una marcha simétrica a cadencia libre, mientras que con tarea cognitiva el número de pacientes con marcha simétrica disminuye. En algunos casos la simetría incrementa con tarea cognitiva (2, 3, 7, 14, 15 y 16) Dentro de la Figura 13.

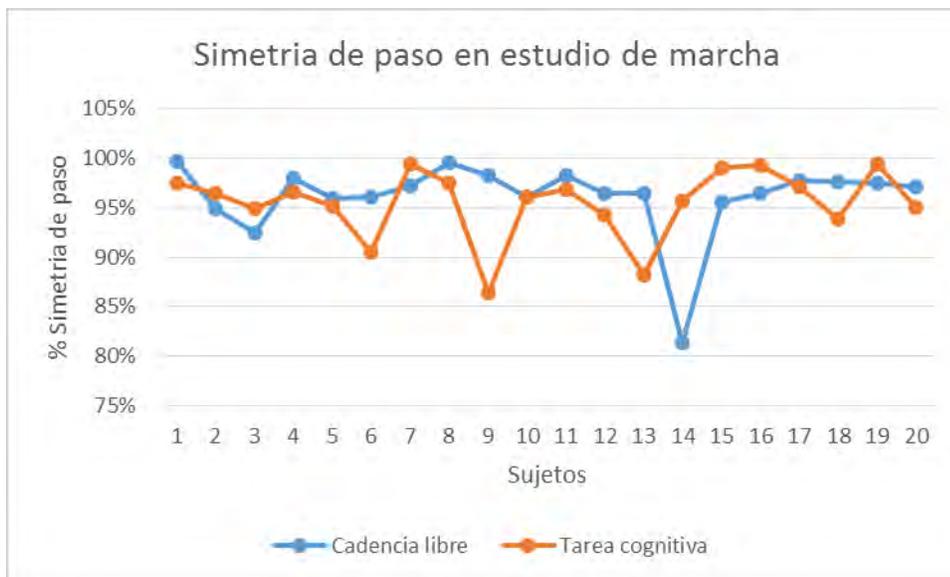


Figura 13. Simetría de los pasos a cadencia libre y con tarea cognitiva de la muestra.

Como se puede observar en la Figura 14 en todos los casos el largo de zancada se encuentra por debajo de los valores normales (130 – 160 cm), en dos casos el largo de zancada incrementa durante la tarea cognitiva (12 y 15), en los otros casos el largo de zancada se mantiene similar para ambos casos.

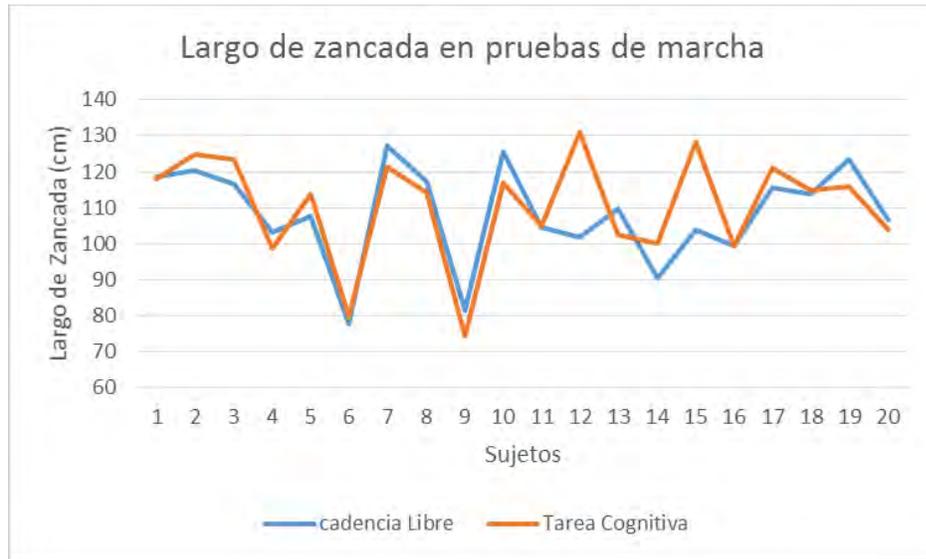


Figura 14. Largo de zancada a cadencia libre y con tarea cognitiva de la muestra.

En la Figura 15 se puede observar la base de sustentación de los sujetos, 4 sujetos se encuentran con una base menor a 10 cm indicando que su base de sustentación es adecuada, 11 sujetos cuentan con una base de sustentación entre 10 y 15 cm, mientras que 5 sujetos cuentan con la base mayor a 15 cm indicando que el sujeto siente inestabilidad al momento de caminar.



Figura 15. Base de sustentación de la muestra.

Finalmente se observa el ciclo de la marcha en ambas piernas. A cadencia libre el lado izquierdo en la mayoría de los pacientes se muestra adecuado, mientras que en el lado derecho el ciclo de la marcha a cadencia libre se encuentra aumentado durante la fase de apoyo. Mientras que con la tarea cognitiva el ciclo de la marcha en los pacientes de lado derecho se modifica en la mayoría a los valores esperados, en el lado izquierdo existen modificaciones en algunos pacientes (Figura 16).

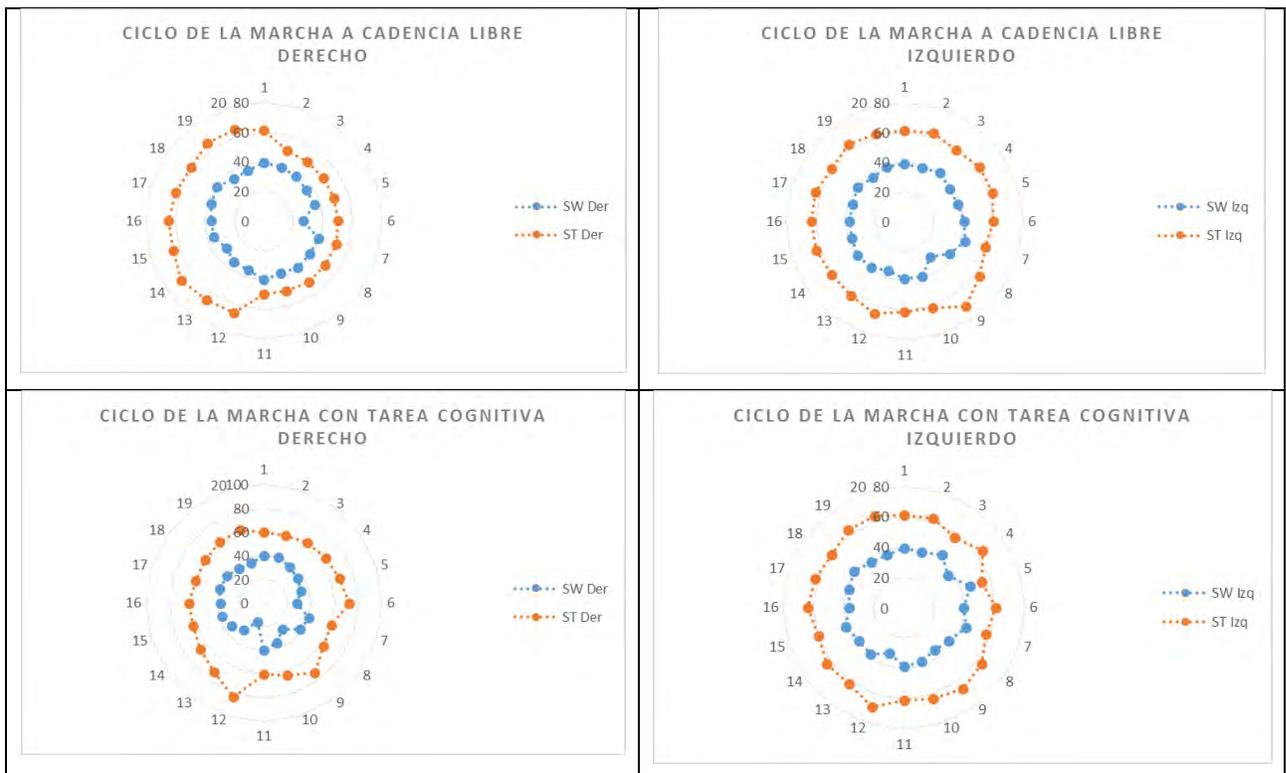


Figura 16. Balanceo y apoyo derecho e izquierdo a cadencia libre y con tarea cognitiva de la muestra.

Resultados de correlación de los parámetros espaciotemporales con las alteraciones de la atención

Se realizaron correlaciones parciales de los parámetros espaciotemporales con las pruebas atencionales controlando la variable de la ingesta de medicamentos, utilizando el Test breve de atención se encontró una correlación negativa débil y significativa con el apoyo simple izquierdo, velocidad, cadencia, FAP, apoyo y balanceo derecho y positiva con el diferencial de tiempo, tiempo de ciclo izquierdo y derecho, tiempo de ambulación en la primera prueba a cadencia libre (Tabla 4).

TEST BREVE DE ATENCION.

Cadencia libre

Parámetro espaciotemporal	Primera prueba		Parámetro espaciotemporal	Segunda prueba	
	r			r	
Diferencial de tiempo	0.613	p=0.005	Cadencia	-0.532	p=0.019
Apoyo simple izquierdo	-0.553	p=0.014	Velocidad	-0.523	p=0.022
Velocidad	-0.546	p=0.016	Velocidad normalizada	-0.470	p=0.042
Cadencia	-0.533	p=0.019	FAP	-0.457	p=0.049
FAP	-0.512	p= 0.025	Tiempo de paso izquierdo	0.604	p=0.006
Tiempo de ciclo izquierdo	0.496	p=0.031	Diferencial de tiempo	0.529	p=0.020
Apoyo derecho	-0.488	p=0.035	Tiempo de ciclo derecho	0.471	p=0.042
Balanceo derecho	-0.486	p=0.035			
Tiempo de ciclo derecho	0.467	p=0.044			

Tiempo de ambulaci3n	0.457	p=0.049			
----------------------	-------	---------	--	--	--

Tabla 4. Correlaci3n de par3metros espaciotemporales con alteraciones en la atenci3n utilizando el Test breve de atenci3n a cadencia libre.

En cambio con tarea cognitiva, no se encontr3 correlaci3n de los par3metros espaciotemporales con las alteraciones en la atenci3n en la primera prueba. En la segunda prueba se 3nicamente se encontr3 correlaci3n negativa d3bil y significativa con el FAP (Tabla 5).

Tarea cognitiva

Par3metro espaciotemporal	Segunda prueba	
	r	
FAP	-0.479	p=0.038

Tabla 5. Correlaci3n de par3metros espaciotemporales con alteraciones en la atenci3n utilizando el Test breve de atenci3n con tarea cognitiva.

Utilizando el Trail making test parte B se encontr3 una correlaci3n positiva d3bil y significativa con la velocidad, largo de zancada izquierdo y derecho y largo de paso derecho en la primera prueba a cadencia libre y correlaci3n positiva, d3bil significativa con la velocidad, velocidad normalizada, largo de paso izquierdo, largo de zancada izquierdo y derecho, cadencia y largo de paso derecho y negativa con pasos y tiempo de ambulaci3n (Tabla 6).

TRAIL MAKING TEST PARTE B

Cadencia libre

Par3metro espaciotemporal	Primera prueba		Par3metro espaciotemporal	Segunda prueba	
	r			r	
Velocidad	0.602	p=0.006	Velocidad	0.632	p=0.004

Largo de zancada izquierdo	0.542	p=0.016	Velocidad normalizada	0.595	p=0.007
Largo de zancada derecho	0.542	p=0.017	Largo de paso izquierdo	0.591	p=0.008
Largo de paso derecho	0.484	p=0.036	Largo de zancada izquierdo	0.559	p=0.013
			Largo de zancada derecho	0.549	p=0.015
			Cadencia	0.531	p=0.019
			Pasos	-0.502	p=0.028
			Tiempo de ambulaci3n	-0.485	p=0.035
			Largo de paso derecho	0.502	p=0.029

Tabla 6. Correlaci3n de par3metros espaciotemporales con alteraciones en la atenci3n utilizando el Trail making test parte B a cadencia libre.

Con tarea cognitiva, no se encontr3 correlaci3n de los par3metros espaciotemporales con las alteraciones en la atenci3n en la primera ni en la segunda prueba.

Se realiz3 un an3lisis de correlaci3n entre las pruebas atencionales (Test Breve de atenci3n y Trail Making Test parte B) y los par3metros espaciotemporales, separando la muestra en dos grupos, los que si y no consumen medicamentos. Utilizando el Test breve de atenci3n se encontr3 una correlaci3n positiva y significativa con el diferencial de tiempo, fase de apoyo derecho y base de apoyo t-t izquierdo y correlaci3n negativa y significativa con la velocidad normalizada, el apoyo simple izquierdo, balanceo derecho, FAP y largo de paso derecho en la primera prueba a cadencia libre mientras que en la segunda prueba a cadencia libre se encontr3 correlaci3n positiva y significativa con el diferencial de tiempo y negativa con el FAP, largo de

paso y zancada derecha y largo de zancada izquierda. Los grados de correlación se muestran en la tabla 7.

GRUPO: CON INGESTA DE MEDICAMENTOS

TEST BREVE DE ATENCION.

Cadencia libre

Parámetro espaciotemporal	Primera prueba		Parámetro espaciotemporal	Segunda prueba	
	r			r	
Diferencial de tiempo	0.798	p= 0.005	Diferencial de tiempo	0.781	p=0.010
Velocidad normalizada	-0.742	p=0.017	FAP	-0.699	p=0.030
Apoyo simple izquierdo	-0.720	p=0.018	Largo de paso derecho	-0.660	p=0.037
Apoyo derecho	-0.701	p=0.023	Largo de zancada derecho	-0.657	p=0.038
Balanceo derecho	-0.701	p=0.023	Largo de zancada izquierdo	-0.639	p=0.046
FAP	-0.683	p=0.034			
Largo de paso derecho	-0.658	p=0.038			
Base de apoyo t-t izquierdo	0.651	p=0.041			

Tabla 7. Correlación de parámetros espaciotemporales con alteraciones en la atención utilizando el Test breve de atención en el grupo que consume fármacos antiepilépticos a cadencia libre.

En cambio con la tarea cognitiva se encontró en la primera prueba correlación negativa y significativa con el FAP y la velocidad y en la segunda prueba una correlación negativa y significativa con el FAP, base de apoyo t-t derecho, largo de paso derecho y correlación positiva, y significativa con base de apoyo t-t izquierdo y tiempo de ciclo izquierdo. Los grados de correlación se muestran a continuación (Tabla 8).

Tarea cognitiva

Parámetro espaciotemporal	Primera prueba		Parámetro espaciotemporal	Segunda prueba	
	r			r	
FAP	-0.746	p= 0.013	FAP	-0.723	p=0.018
Velocidad	-0.634	p=0.048	Base de apoyo t-t derecho	-0.680	p=0.030
			Largo de paso derecho	-0.664	p=0.036
			Base de apoyo t-t izquierdo	0.647	p=0.042
			Tiempo de ciclo izquierdo	0.636	p=0.054

Tabla 8. Correlación de parámetros espaciotemporales con alteraciones en la atención utilizando el Test breve de atención en el grupo que consume fármacos antiepilépticos con tarea cognitiva.

Utilizando la otra prueba cognitiva el Trail Making Test Parte B se encontró una correlación positiva y significativa con el FAP, velocidad normalizada, largo de zancada derecho, largo de paso izquierdo, velocidad, largo de zancada izquierdo, largo de paso derecho, cadencia, apoyo simple izquierdo y correlación negativa y significativa con tiempo de ciclo derecho e izquierdo, pasos y tiempo de ambulación en la primera prueba a cadencia libre mientras que en la segunda prueba a cadencia libre se encontró correlación positiva y significativa con velocidad, largo de zancada izquierdo y derecho, largo de paso izquierdo, FAP, largo de paso derecho, velocidad normalizada, cadencia y correlación negativa y significativa con tiempo de ciclo izquierdo, diferencial de tiempo, pasos, tiempo de ciclo derecho, tiempo de ambulación y tiempo de paso izquierdo. Los grados de correlación se muestran en la siguiente tabla (Tabla 9).

TRAIL MAKING TEST PARTE B

Cadencia libre

Parámetro espaciotemporal	Primera prueba		Parámetro espaciotemporal	Segunda prueba	
	r			r	
FAP	0.874	p= 0.001	Tiempo de ciclo izquierdo	-0.838	p=0.003
Velocidad normalizada	0.826	p=0.004	Velocidad	0.837	p=0.025
Largo de zancada derecho	0.815	p=0.004	Largo de zancada izquierdo	0.834	p=0.002
Largo de paso izquierdo	0.814	p=0.004	Diferencial de tiempo	-0.831	p=0.004
Velocidad	0.812	p=0.004	Largo de zancada derecho	0.821	p=0.003
Tiempo de ciclo derecho	-0.790	p=0.008	Pasos	-0.820	p=0.003
Largo de zancada izquierdo	0.789	p=0.006	Largo de paso izquierdo	0.818	p=0.003
Tiempo de ciclo izquierdo	-0.785	p=0.008	FAP	0.814	p=0.005
Largo de paso derecho	0.784	p=0.007	Tiempo de ciclo derecho	-0.813	p=0.005
Cadencia	0.766	p=0.012	Largo de paso derecho	0.807	p=0.004
Pasos	-0.775	p=0.008	Velocidad normalizada	0.803	p=0.005

Tiempo de ambulaci3n	-0.714	p=0.020	Tiempo de ambulaci3n	-0.740	p=0.014
Apoyo simple izquierdo	0.653	p=0.040	Tiempo de paso izquierdo	-0.697	p=0.025
			Cadencia	0.685	p=0.028

Tabla 9. Correlaci3n de par3metros espaciotemporales con alteraciones en la atenci3n utilizando el Trail making test parte B en el grupo que consume f3rmacos antiepil3pticos a cadencia libre.

Con tarea cognitiva se encontr3 correlaci3n positiva y significativa con la velocidad, velocidad normalizada, largo de paso izquierdo, apoyo simple izquierdo, swing derecho, cadencia, largo de zancada derecho y correlaci3n negativa y significativa con el tiempo de ambulaci3n, FAP y tiempo de paso izquierdo como se muestra a continuaci3n (Tabla 10).

Con tarea cognitiva

Par3metro espaciotemporal	Primera prueba		Par3metro espaciotemporal	Segunda prueba	
	r			r	
Velocidad	0.835	p=0.002	FAP	0.818	p=0.003
Velocidad normalizada	0.832	p=0.002	Largo de paso izquierdo	0.814	p=0.005
Largo de paso izquierdo	0.802	p=0.007	Velocidad normalizada	-0.797	p=0.005
Apoyo simple izquierdo	0.758	p=0.010	Largo de paso derecho	0.796	p=0.008
Tiempo de ambulaci3n	-0.738	p=0.014	Velocidad	-0.796	p=0.005
Balaceo derecho	0.731	p=0.016	Tiempo de ciclo izquierdo	-0.711	p=0.026
Apoyo derecho	-0.731	p=0.016	Largo de zancada derecho	-0.705	p=0.022

FAP	-0.683	p=0.003	Tiempo de ciclo derecho	-0.704	p=0.026
Tiempo de paso izquierdo	-0.670	p=0.039	Tiempo de paso izquierdo	-0.662	p=0.043
Cadencia	0.667	p=0.035	Pasos	-0.662	p=0.0036
Largo de zancada derecho	0.664	p=0.036	Largo de zancada izquierdo	0.636	p=0.047

Tabla 10. Correlación de parámetros espaciotemporales con alteraciones en la atención utilizando el Trail making test parte B en el grupo que consume fármacos antiepilépticos con tarea cognitiva.

En el grupo sin ingesta de medicamentos en el que se aplicó el Test breve de atención a cadencia libre se encontró correlación negativa y significativa con la cadencia y positiva con el tiempo de paso izquierdo en la primera prueba, mientras que en la segunda prueba únicamente correlación negativa con la cadencia y positiva y significativa con el tiempo de ciclo izquierdo, tiempo de paso izquierdo y derecho y tiempo de ciclo derecho. Con tarea cognitiva únicamente se encontró correlación negativa en la segunda prueba con el FAP y positiva con diferencial de ciclo. Se muestran a continuación los grados de correlación (Tabla 11 y 12).

GRUPO: SIN INGESTA DE MEDICAMENTOS

TEST BREVE DE ATENCION

Cadencia libre

Parámetro espaciotemporal	Primera prueba		Parámetro espaciotemporal	Segunda prueba	
	r			r	
Cadencia	-0.688	p=0.027	Tiempo de ciclo izquierdo	0.725	p=0.017
Tiempo de paso izquierdo	0.667	p=0.035	Tiempo de paso izquierdo	0.709	p=0.021
			Cadencia	-0.693	p=0.261

			Tiempo de paso derecho	0.671	p=0.033
			Tiempo de ciclo derecho	0.656	p=0.039

Tabla 11. Correlación de parámetros espaciotemporales con alteraciones en la atención utilizando el Test breve de atención en el grupo que no consume fármacos antiepilépticos a cadencia libre.

Con tarea cognitiva

Parámetro espaciotemporal	Segunda prueba	
	r	
FAP	-0.716	p=0.023
Diferencial de ciclo	0.641	p=0.049

Tabla 12. Correlación de parámetros espaciotemporales con alteraciones en la atención utilizando el Test breve de atención en el grupo que no consume fármacos antiepilépticos con tarea cognitiva.

Por último se utilizó el Trail Making test en este grupo de pacientes encontrándose solamente correlación de algunos parámetros espaciotemporales con tarea cognitiva, como se muestran a continuación.

TRAIL MAKING TEST PARTE B

Con tarea cognitiva

Parámetro espaciotemporal	Primera prueba		Parámetro espaciotemporal	Segunda prueba	
	r			r	
Diferencial de tiempo	-0.696	p=0.030	Apoyo simple derecho	-0.709	p=0.026

			Balanceo izquierdo	-0.743	p=0.017
			Apoyo izquierdo	0.735	p=0.020

Tabla 13. Correlación de parámetros espaciotemporales con alteraciones en la atención utilizando el Trail making test parte B en el grupo que no consume fármacos antiepilépticos con tarea cognitiva.

6. – DISCUSION

Los pacientes con Traumatismo craneoencefálico presentan alteraciones en la marcha, y están relacionadas con alteraciones cognitivas específicamente la atención. Existe información de estas alteraciones en pacientes con demencia, enfermedad vascular, pero poca información en los pacientes con Traumatismo craneoencefálico. La escasez de información entre la marcha y la atención en pacientes con Traumatismo craneoencefálico es debida a que la marcha y la atención han sido estudiadas por separado.

En la población estudiada predominaron los hombres 15(75%), personas jóvenes con edad media 30.6 años, escolaridad preparatoria (75%), esto es similar a lo que reporta Quijano Mtz. et al., [3]. El diagnóstico clínico topográfico más frecuente fue la hemiparesia izquierda (45%).

Por imagen de tomografía el sitio anatómico más afectado fue la región temporal, frontoparietal, frontal y frontotemporal (15%). Williams y cols. [13] reportan que los sitios relacionados con la atención cognitiva se encuentra en los lóbulos frontales, parietales y temporales. En este estudio no se evaluó si hay relación del sitio anatómico con la atención.

Como se muestra en los resultados obtenidos, se encontraron alterados los parámetros espaciotemporales de la marcha. El FAP, por ejemplo, y la velocidad normalizada se encontraron alteradas en todos los sujetos durante el estudio de la marcha en ambas tareas, siendo más significativa al realizar la marcha con tarea cognitiva con mayor diferencia en los sujetos 4, 5, 12 y 13, los cuales presentan un percentil anormal del TBA. La cadencia al igual que el FAP y la velocidad normalizada se encuentra alterada en los mismos sujetos al realizar la marcha con tarea cognitiva, incluyéndose 3 pacientes más de los cuales tienen un percentil anormal en una de las pruebas atencionales.

En la mayoría de los pacientes la simetría de la marcha a cadencia libre fue normal, sin embargo en 5 (25%) sujetos la simetría de la marcha disminuye con tarea cognitiva.

El largo de zancada durante la marcha a cadencia libre y con tarea cognitiva no se modifica y se mantienen por debajo del valor esperado. En cuanto a la base de sustentación se encuentra alterada en 16 (80%) pacientes.

Durante el ciclo de la marcha del lado derecho se encontró aumento de la fase de apoyo en 3 pacientes, de los cuales 2 presentan dos pruebas atencionales alteradas. En cambio con tarea cognitiva la fase de apoyo disminuye en algunos pacientes. En la fase de balanceo solo 4 pacientes presentan alteraciones. Sin embargo, al analizar la topografía clínica con el ciclo de marcha del lado derecho no se encontró relación, lo que significa que no necesariamente las alteraciones de la marcha corresponden al lado afectado por el TCE.

Los resultados con respecto a la velocidad coinciden con los reportes de Gavin et. al., [15] y Niechwiej et. al., [16] donde los pacientes con traumatismo craneoencefálico también presentan una disminución de la velocidad durante la marcha y muestran mayor variabilidad de la velocidad al realizar la marcha con tarea cognitiva en comparación con la caminata a cadencia libre. También se encontró similitud al analizar otros parámetros espaciotemporales como la cadencia, largo de zancada y fase de apoyo. En cuanto al FAP, en la literatura que se revisó no se reporta este parámetro, sin embargo, en este estudio se encontró alterado en ambas tareas con una puntuación promedio del 90%, esto indica que los sujetos de estudio no tienen una marcha funcional.

En la evaluación de la atención dividida la mayoría de los pacientes presentaron una de las pruebas atencionales alteradas; 85% el TBA y 55% el TMT Parte B, mientras que la mitad de los sujetos, ambas pruebas.

Esto es similar a lo que se reporta en otros artículos en los cuales también se encuentra alterada la velocidad en el procesamiento de la información, en nuestro estudio no dividimos las pruebas en pacientes con traumatismo moderado o grave. Quijano y cols. [31] Reportan que los pacientes con TCE leve presentan más alteraciones que los pacientes con trauma moderado.

Se realizó un análisis de correlación de los parámetros espaciotemporales con las alteraciones en la atención mediante las pruebas atencionales controlando la ingesta de medicamentos, encontrándose correlación negativa débil y significativa con la cadencia ($p=0.019$), la velocidad ($p=0.016$) y el FAP ($p=0.025$) a cadencia libre y únicamente con el FAP ($p=0.038$) con tarea cognitiva utilizando el TBA. Se deduce que existe una relación inversa entre los parámetros espaciotemporales y el TBA, por lo tanto, al disminuir la cadencia, la velocidad y el FAP mayor es la puntuación en la prueba atencional.

Es importante mencionar que al dividir la muestra en dos grupos los que consumen y los que no consumen fármacos antiepilépticos, se encontró correlación fuerte y estadísticamente más significativa de los parámetros espaciotemporales con las pruebas atencionales en aquellos pacientes que si consumen fármacos. Por ejemplo, a cadencia libre se reportó correlación positiva con el diferencial de tiempo ($p= 0.005$) y negativa con el FAP ($p=0.030$) utilizando el TBA, mientras que con el TMT parte B se encontró correlación negativa con el FAP ($p= 0.001$), la velocidad ($p=0.025$) y largo de zancada derecha ($p=0.003$), y positiva con los pasos ($p=0.003$). En cambio con tarea cognitiva se encontró correlación con el FAP en ambas pruebas atencionales, además de la velocidad ($p=0.002$) y velocidad normalizada ($p=0.002$) con el TMT Parte B. En los estudios analizados previamente no se controla la variable de ingesta de fármacos antiepilépticos así como tampoco se analiza la correlación de los parámetros espaciotemporales y las alteraciones en la atención en estos pacientes.

Un aspecto importante de este estudio fue la correlación persistente del FAP y la velocidad con la atención.

En la literatura se reporta muy poca información sobre la correlación entre los parámetros espaciotemporales con la atención específicamente la dividida, en pacientes con traumatismo craneoencefálico. En este estudio se analizó esta correlación.

Otro aspecto importante que debemos considerar es que el FAP no se evaluó ni se analiza su correlación, en ninguno de los estudios revisados.

La valoración de la atención es un aspecto importante que influye en los programas de Rehabilitación en el paciente con Traumatismo craneoencefálico y tiene una correlación significativa con los parámetros espaciotemporales de la marcha como ya se demostró en este estudio.

7. – CONCLUSION

En el trabajo de la presente tesis se concluye que si existe correlación entre el desempeño en el patrón de marcha y la atención dividida en pacientes con secuelas de Traumatismo craneoencefálico. La correlación encontrada fue significativa en el grupo de los pacientes que consumen fármacos antiepilépticos.

Podemos inferir que la marcha requiere de funciones cognitivas principalmente la atención dividida para mejorar el patrón de marcha.

LIMITACIONES

Una de las principales limitaciones en este estudio fue el número de pacientes estudiados ya que fue difícil que cumplieran con todos los criterios de inclusión, por lo que sugerimos incrementar la muestra.

En este estudio otra limitación fue el control de la variable de ingesta de fármacos antiepilépticos por lo que en próximas investigaciones se debe controlar.

PERSPECTIVAS

Aumentar el tamaño de la muestra y contar con un grupo control.

Valorar otras funciones ejecutivas superiores e implementar programas de Neurorehabilitación como entrenamiento de marcha en banda sin fin con tarea cognitiva y programa de intervención cognitiva.

8. – RECOMENDACIONES

Incluir en el equipo de trabajo multidisciplinario personal de Neuropsicología que trabaje específicamente en pacientes con daño neurológico adquirido.

Implementar un programa de entrenamiento de marcha en banda sin fin así como programas de intervención cognitiva al mismo tiempo.

Hacer correlación del sitio de lesión por imagen con los las estructuras anatómicas relacionadas con las funciones ejecutivas.

8. – ANEXOS

ANEXO 1. Hoja de recolección de datos

REHABILITACIÓN NEUROLÓGICA

Ficha de identificación.

No. De registro:	Sexo:
Nombre completo:	Edad:
Fecha nacimiento:	Escolaridad:

Lateralidad: _____

Toxicomanías: _____

Tiempo de evolución del Traumatismo craneoencefálico: _____

Origen (accidente automovilístico, atropellamiento, caída o agresión por 3eras personas): _____

Programa de Rehabilitación: Si No

Diagnóstico topográfico: _____

Medicamentos, comorbilidades y alt. Conductuales: _____

Evaluación clínica:

<i>Tono muscular</i>	<i>Fuerza muscular</i>	<i>Contracturas</i>

Pruebas realizadas:

Prueba	Puntaje/Interpretación
BARTHEL	
BERG	
TBA	
TMT Parte B	

TAC: _____

ANEXO 2.



INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACION

División de Rehabilitación Neurológica

ESCALA DE EQUILIBRIO DE BERG

FECHA								
ÍTEM								
Sentarse sin apoyo								
Cambio de sedestación a bipedestación								
Cambio de bipedestación a sedestación								
Transferencias								
Bipedestación sin apoyo								
Bipedestación con ojos cerrados								
Bipedestación con los pies juntos								
Bipedestación con los pies en tándem								
Bipedestación con apoyo monopodálico								

Giros de tronco con los pies fijos								
Recoger objetos del suelo								
Desde BP, realizar un giro de 360°								
Subir un peldaño								
Preñión manual (por encima de la cabeza) en BP								
TOTAL								

4: Independencia total. Realiza el ítem sin asistencia	PUNTAJE:
3: Realiza ítem de manera titubeante	0-20: Silla de ruedas
2: Requiere 50% de asistencia	21-40: Necesita auxiliar para la marcha
1: Realiza ítem con máxima asistencia	41-56: Puede realizar marcha independiente
0: No realiza ítem	

ANEXO 3.

BARTHEL (Actividades básicas de la vida diaria)		
Parámetro	Situación del paciente	Puntuación
Comer	- Totalmente independiente	10
	- Necesita ayuda para cortar carne, el pan, etc.	5
	- Dependiente	0
Lavarse	- Independiente: entra y sale solo del baño	5
	- Dependiente	0
Vestirse	- Independiente: capaz de ponerse y de quitarse la ropa, abotonarse, atarse los zapatos	10
	- Necesita ayuda	5
	- Dependiente	0
Arreglarse	- Independiente para lavarse la cara, las manos, peinarse, afeitarse, maquillarse, etc.	5
	- Dependiente	0
Deposiciones (Valórese la semana previa)	- Continencia normal	10
	- Ocasionalmente algún episodio de incontinencia, o necesita ayuda para administrarse supositorios o lavativas	5
	- Incontinencia	0
Micción (Valórese la semana previa)	- Continencia normal, o es capaz de cuidarse de la sonda si tiene una puesta	10
	- Un episodio diario como máximo de incontinencia, o necesita ayuda para	5
		0

Máxima puntuación: 100 puntos (90 si va en silla de ruedas)	
Resultado	Grado de dependencia
< 20	Total
20-35	Grave
40-55	Moderado
≥ 60	Leve
100	Independiente

	cuidar de la sonda - Incontinencia	
Usar el retrete	- Independiente para ir al cuarto de aseo, quitarse y ponerse la ropa...	10
	- Necesita ayuda para ir al retrete, pero se limpia solo	5 0
	- Dependiente	
Trasladarse	- Independiente para ir del sillón a la cama	15 10
	- Mínima ayuda física o supervisión para hacerlo	5
	- Necesita gran ayuda, pero es capaz de mantenerse sentado solo	0
	- Dependiente	
Deambular	- Independiente, camina solo 50 metros	15 10
	- Necesita ayuda física o supervisión para caminar 50 metros	5 0
	- Independiente en silla de ruedas sin ayuda	
	- Dependiente	
Escalones	- Independiente para bajar y subir escaleras	10 5
	- Necesita ayuda física o supervisión para hacerlo	0
	- Dependiente	

Anexo 4.

Carta de consentimiento informado



INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN

Luis Guillermo Ibarra Ibarra

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

NOMBRE DEL PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN

“CORRELACION ENTRE LOS PARAMETRÓS ESPACIOTEMORALES DE LA MARCHA Y LA ATENCIÓN DIVIDIDA EN PACIENTES CON TRAUMA CRANEOENCEFÁLICO”

TPO DE INVESTIGACIÓN: TECNOLÓGICA Y CLINICA

En la Ciudad de México, D.F siendo las _____ Hrs, del Día _____ Del mes: _____ de 201_____, estando presentes en el Laboratorio de Análisis del movimiento del Instituto Nacional de Rehabilitación ,citas en la calzada México Xochimilco No. doscientos ochenta y nueve , cuerpo IX, Colonia Arenal de Guadalupe ,Delegación Tlalpan. Código postal catorce mil trescientos ochenta y nueve Distrito Federal, La Dra. María del Refugio Pacheco Gallegos, Jefe de Servicio de Rehabilitación de Traumatismo Craneoencefálico, La Maestra en Ciencias Ivett. Quiñones y el _____ en forma voluntaria acepta participar en el protocolo de investigación antes mencionado. Se reúnen con el objeto de dar a conocer tanto el protocoló como la carta de consentimiento informado y en qué consiste el protocolo.

Se le da a conocer nombre del protocolo: “Correlación entre los parámetros espaciotemporales de la marcha y las alteraciones de la atención dividida en los pacientes con Traumatismo craneoencefálico”.

Objetivo de la Investigación: Conocer la correlación que existe entre el patrón de marcha y las alteraciones de la atención dividida en pacientes con secuelas de Trauma Craneoencefálico.

La justificación de la investigación: El trauma cráneo encefálico es un problema de salud pública mayormente en pacientes jóvenes, las alteraciones de la marcha son frecuentes en esta población, y está relacionada con las alteraciones en la atención dividida que es la capacidad de realizar dos actividades al mismo tiempo. Se pretende investigar si existe relación para caminar y la atención.

Participación del ó (la) voluntaria (o) consistirá en:

Participar en forma voluntaria sin ninguna presión y podrá salirse sin ninguna presión. Consiste en presentarse en área de Rehabilitación Neurológica en 3 Piso, en el Servicio de Rehabilitación de TCE, el tiempo de estancia será de una hora aproximadamente, se aplicara una prueba para medir la atención dividida con la prueba de Trail Making Test.

Posteriormente se llevará al Laboratorio de análisis de movimiento al 7 piso de la torre de Investigación para ser medido y pesado. En este servicio se pedirá que camine sobre un tapete instrumentado llamado (Gait Rite), este tapete no genera molestias, no genera dolor y no genera riesgos.

El **tiempo de participación en el proyecto** es una sola ocasión el tiempo de permanencia en el hospital para la aplicación de las 2 pruebas es de una hora.

Beneficios: El participar en este proyecto le ofrece al voluntario(a) del proyecto además de evaluar su marcha ayuda a los médicos e investigadores determinar la relación que existe entre los parámetros espaciotemporales de la marcha y la atención dividida, y poder realizar posteriormente programa de entrenamiento para la marcha y la atención de estos pacientes.

Riesgos: No existe ningún riesgo por participar en este proyecto.

Procedimientos alternativos: No existe ningún procedimiento alternativo.

Compensaciones económicas: No habrá remuneración económica por la participación en el proyecto.

Compromiso con el sujeto de investigación: Durante el estudio se le informará de las alteraciones que presenta, en el estudio no se plantea en este protocolo incluirlos en otros programas de intervención.

No inclusión del paciente: si el paciente así lo decide, sin ninguna repercusión el paciente puede continuar con la atención que requiera.

Complicaciones durante la evaluación: En caso de complicaciones se referirá al médico responsable del proyecto.

Situación por la cual podrá suspender la participación en el protocolo. En virtud de que la participación es única no existen situaciones por las cuales podrá suspender la participación en el protocolo. Sin embargo aunque haya firmado el consentimiento informado, si no desea el sujeto participar, no se le obligará a hacerlo, por lo que se suspenderá su participación en el estudio.

Confidencialidad:

Su participación es ANÓNIMA y CONFIDENCIAL, los registros obtenidos serán identificados a través de un número de expediente y todos los datos serán utilizados solo con fines de investigación. También se tomará material fotográfico y visual que será utilizado, para propósitos científicos y de enseñanza,

siempre conservando su confidencialidad, por lo que no habrá remuneración alguna por el uso y publicación de los mismos. Art. 21, fracción VIII, RLGSMIS

No se incluirán pacientes menores de edad.

Especifica la garantía de que el sujeto de investigación recibirá respuesta a cualquier pregunta y aclaración a cualquier duda acerca de los procedimientos, riesgos, beneficios y otros asuntos relacionados con la investigación y el tratamiento del sujeto. Art. 21, fracción VI, RLGSMIS.

Tiene el derecho de recibir respuesta por parte de la investigadora principal, así como de los participantes en el protocolo, cuyos nombres, direcciones y números telefónicos se encuentran al final de la presente carta de consentimiento informado, a cualquier pregunta, aclaración o duda, acerca de los procedimientos, riesgos, beneficios y otros aspectos relacionados con la investigación y la participación del (la) voluntario (a), la cual podrá solicitar en cualquier momento.

Especifica la disponibilidad de tratamiento médico y la indemnización a que legalmente tendría derecho por parte del INR, en el caso de sufrir daños que lo ameriten, directamente causados por la investigación. Art. 21, fracción X, RLGSMIS

Debido a que no existe riesgo relacionado con la participación en este protocolo, no existe un pago por indemnización asociado a éste.

Especifica que si existen gastos adicionales, éstos serán absorbidos por el presupuesto de la investigación. Art. 21, fracción XI, RLGSMIS

Debido a que es una sola participación en el protocolo no se generarán gastos adicionales.

Se identifica el nombre y firma del sujeto de investigación o de su representante legal. Art. 22, fracción IV , RLGSMIS

La carta d consentimiento incluye nombre firma del participante, identificación oficial y nombre y firma de testigo.

Indica los nombres, direcciones y firma de al menos dos testigos, y la relación que éstos tengan con el sujeto de investigación. Art. 22, fracciones III y IV, RLGSMIS

En la carta de consentimiento se incluyen nombre dirección y teléfono de 2 testigos.

Incluye nombres teléfonos y ubicación de los contactos -adicionales al investigador principal- a los que el sujeto de investigación podrá solicitar información

Se incluye en el proyecto los nombres, teléfonos y correos de contactos adicionales a la investigación.

Especifica que el documento de Consentimiento Informado se extiende por duplicado y que un ejemplar se le entrega al sujeto de la investigación. Art. 22, fracción V RLGSMIS

Se especifica en la carta que se entregará un ejemplar de la carta de consentimiento y otro para la investigación.

La redacción es clara y completa, y emplea un lenguaje sencillo y no confuso para el sujeto de investigación, de tal forma que pueda comprenderla. Art. 21, RLGSMIS

En la carta el participante acepta que la información es clara, completa, precisa y amplia.

YO _____, NACIDO (A) EN _____, EDAD _____, BAJO PROTESTA DE DECIR VERDAD MANIFIESTO QUE FUI INFORMADO (A) DEL PROPÓSITO Y TIEMPO DE MI PARTICIPACIÓN EN EL PROTOCOLO ARRIBA MENCIONADO, CON NÚMERO DE REGISTRO XX/XX, CON LAS CARACTERÍSTICAS SEÑALADAS, Y EN PLENO USO DE MIS FACULTADES, ES MI VOLUNTAD AUTORIZAR MI PARTICIPACIÓN EN EL PROTOCOLO **CORRELACIÓN ENTRE LOS PARÁMETROS ESPACIOTEMPORALES DE LA MARCHA Y LAS ALTERACIONES DE LA ATENCIÓN DIVIDIDA EN PACIENTES CON TRAUMATISMO CRANEOENCEFÁLICO**.

NO OMITO MANIFESTAR QUE HE SIDO INFORMADO(A) CLARA, PRECISA Y AMPLIAMENTE, RESPECTO DEL PROCEDIMIENTO DEL PROTOCOLO **CORRELACIÓN ENTRE LOS PARÁMETROS ESPACIOTEMPORALES DE LA MARCHA Y LAS ALTERACIONES DE LA ATENCIÓN DIVIDIDA EN PACIENTES CON TRAUMATISMO CRANEOENCEFÁLICO**, ASÍ COMO DE LOS RIESGOS A LOS QUE ESTARÉ EXPUESTO, YA QUE DICHO PROCEDIMIENTO ES CONSIDERADO DE **BAJO RIESGO**.

HE LEÍDO Y COMPRENDIDO LA INFORMACIÓN ANTERIOR, Y TODAS MIS PREGUNTAS HAN SIDO RESPONDIDAS DE MANERA CLARA Y A MI ENTERA SATISFACCIÓN, POR PARTE DE _____, ASÍ MISMO SE ME INFORMÓ QUE EN CASO DE REQUERIR LOS RESULTADOS DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN, LOS OBTENDRÉ AL CONCLUIR EL PROTOCOLO Y CUANDO YA SEA DEL DOMINIO PÚBLICO, A TRAVÉS DEL CORREO ELECTRÓNICO mapacheco@inr.gob.mx, DE LA MISMA MANERA QUE ME FUERON ENTREGADOS MIS RESULTADOS.

LA PRESENTE CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA REALIZAR EL PROTOCOLO **CORRELACIÓN ENTRE LOS PARÁMETROS ESPACIOTEMPORALES DE LA MARCHA Y LAS ALTERACIONES DE LA ATENCIÓN DIVIDIDA EN PACIENTES CON TRAUMATISMO CRANEOENCEFÁLICO** ME FUE ENTREGADA CON EL TIEMPO SUFICIENTE PARA SER LEÍDA Y COMPRENDIDA.

SE HIZO DE MI CONOCIMIENTO QUE TENGO EL DERECHO A RETIRAR MI PARTICIPACIÓN EN EL PROTOCOLO MENCIONADO EN CUALQUIER MOMENTO Y SIN NECESIDAD DE DAR EXPLICACIÓN. SIN QUE POR ELLO SE ME DEMERITE LA ATENCIÓN Y LOS TRATAMIENTOS OTORGADOS POR EL INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN.

ME HAN INFORMADO QUE DEBO FIRMAR LA PRESENTE CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA QUE LOS INVESTIGADORES SE ENCUENTREN EN POSIBILIDAD DE INICIAR Y REALIZAR EL PROTOCOLO **CORRELACIÓN ENTRE LOS PARÁMETROS ESPACIOTEMPORALES DE LA MARCHA Y LAS ALTERACIONES DE LA ATENCIÓN DIVIDIDA EN PACIENTES CON TRAUMATISMO CRANEOENCEFÁLICO**, DICHA CARTA SE ELABORA EN ORIGINAL Y COPIA ENTREGÁNDOME COPIA DE LA MISMA.

EL PARTICIPAR EN ESTE ESTUDIO NO REPRESENTA NINGÚN RIESGO PARA MÍ, SIN EMBARGO, EN CASO DE QUE YO TENGA ALGUNA DUDA RELACIONADA CON ESTE ESTUDIO DURANTE EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN Y COMO RESULTADO DE MI PARTICIPACIÓN EN EL ESTUDIO, PODRÉ COMUNICARME CON LOS RESPONSABLES DEL PROYECTO:

Responsables del proyecto:

<p>Por Investigación Tecnológica, Laboratorio de Análisis de Movimiento:</p> <p>M. en C. Ivett Quiñones Torre de investigación, 7° piso. Tel. 59 99 1000 x 19801, 19702</p> <p>Jefe de servicio del Laboratorio de Análisis de Movimiento amovimiento@inr.gob.mx</p>	<p>Por Rehabilitación Neurológica</p> <p>Dra. María del Refugio Pacheco Gallegos Tel. 59 99 1000 x 13410</p> <p>3° Piso, edificio de Rehabilitación</p>
	<p>Dra. Verónica Benítez Tel. 7772188686</p> <p>Rosas</p> <p>Médico Residente de tercer Año</p> <p>Medicina de Rehabilitación</p>

Instituto Nacional de Rehabilitación. Av. México Xochimilco 289 col. Arenal de Guadalupe, Tlalpan, CP. 14389

NOMBRE Y FIRMA DEL VOLUNTARIO

QUIEN SE IDENTIFICA CON

TELÉFONO

DIRECCIÓN

e-mail

FIRMA DEL INVESTIGADOR PRINCIPAL

M. en C. Ivett Quiñones

Dra. Ma Refugio Pacheco

TESTIGOS:

NOMBRE Y FIRMA

QUIEN SE IDENTIFICA CON

TELÉFONO

DIRECCIÓN

NOMBRE Y FIRMA

QUIEN SE IDENTIFICA CON

TELÉFONO

DIRECCIÓN

Nota: Los datos personales contenidos en la presente Carta de Consentimiento Informado, son considerados confidenciales de conformidad con lo dispuesto por los artículos 3, fracción II; 18, fracción II y 21 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental, por lo que la información confidencial proporcionada será utilizada exclusivamente para propósitos científicos y de enseñanza, siempre conservando la confidencialidad. (Anexo 4).

9. – REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] Centers for Disease Control and Prevention, National Institutes of Health, Department of Defense, and Department of Veterans Affairs, “Report to Congress on Traumatic Brain Injury in the United States : Understanding the Public Health Problem among Current and Former Military Personnel,” no. June, 2013.
- [2] A. Ontiveros, A. K. Preciado, E. Matute Villaseñor, M. López-Cruz, and R. López-Elizalde, “Factores pronosticos de recuperacion y reinsercion laboral en adultos con traumatismo craneoencefalico,” *Rev. Mex. Neurocienc.*, vol. 15, no. 4, pp. 211–217, 2014.
- [3] M. C. Quijano Martínez and M. T. Cuervo Cuesta, “Alteraciones Cognoscitivas después de un Trauma Craneoencefálico.,” *Acta Colomb. Psicol.*, vol. 14, no. 1, pp. 71 – 80., 2011.
- [4] J. Sarajuuri, L. Psych, M. Pasanen, M. Rinne, M. Vartiainen, T. Lehto, and H. Alaranta, “Relationship between cognitive and motor performance in physically well-recovered men with traumatic brain injury,” *J. Rehabil. Med.*, vol. 45, no. 1, pp. 38–46, 2013.
- [5] J. H. Mena, A. I. Sanchez, A. M. Rubiano, A. B. Peitzman, J. L. Sperry, M. I. Gutierrez, and J. C. Puyana, “Effect of the modified Glasgow Coma Scale score criteria for mild traumatic brain injury on mortality prediction: comparing classic and modified Glasgow Coma Scale score model scores of 13,” *J. Trauma-Injury Infect. Crit. Care*, vol. 71, no. 5, pp. 1185–1192, 2011.
- [6] J. E. Muñana-Rodríguez and A. Ramírez-Elías, “Escala de coma de Glasgow: origen, análisis y uso apropiado,” *Enfermería Univ.*, vol. 11, no. 1, pp. 24–35, 2014.
- [7] A. Bateman, F. J. Culpan, A. D. Pickering, J. H. Powell, O. M. Scott, and R. J. Greenwood, “The effect of aerobic training on rehabilitation outcomes after recent severe brain injury: A randomized controlled evaluation,” *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, vol. 82, no. 2, pp. 174–182, 2001.
- [8] J. Powell, J. Heslin, and R. Greenwood, “Community based rehabilitation after severe traumatic brain injury: a randomised controlled trial,” *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, vol. 72, no. 2, pp. 193–202, 2002.
- [9] J. D. Cassidy, L. J. Carroll, P. M. Peloso, J. Borg, H. Von Holst, L. Holm, J. Kraus, and V. G. Coronado, “Incidence, risk factors and prevention of mild traumatic brain injury: Results of the WHO Collaborating Centre Task Force on mild traumatic brain injury,” *J. Rehabil. Med.*, vol. 36, no. SUPPL. 43, pp. 28–60, 2004.
- [10] E. V. L. Vasudevan, R. N. Glass, and A. T. Packel, “Effects of Traumatic Brain Injury on Locomotor Adaptation,” *Jnpt*, vol. 38, pp. 172–182, 2014.
- [11] A. I. Agudelo Mendoza, T. J. Briñez Santamaria, V. Guarín Urrego, and J. P. Ruiz, “Marcha: descripción, métodos, herramientas de evaluación y parámetros de normalidad reportados en la literatura,” *CES Mov. y Salud*, vol. 1, no. 1, pp. 29–43, 2013.
- [12] J. Camara, “Fases y variables espacio - temporales,” vol. 7, no. 1, pp. 160–173, 2011.
- [13] G. Williams, M. E. Morris, A. Schache, and P. McCrory, “Observational gait analysis in traumatic brain injury: Accuracy of clinical judgment,” *Gait Posture*, vol. 29, no. 3, pp. 454–459, 2009.
- [14] I. R. Claudio, “Entrenamiento robótico como medio de rehabilitación para la marcha,” vol. 5, pp. 46–54, 2012.
- [15] G. Williams, M. E. Morris, A. Schache, and P. R. McCrory, “Incidence of Gait Abnormalities After Traumatic Brain Injury,” *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, vol. 90, no. 4, pp. 587–593, 2009.
- [16] E. Niechwiej-Szwedo, E. L. Inness, J. A. Howe, S. Jaglal, W. E. McIlroy, and M. C. Verrier,

- “Changes in gait variability during different challenges to mobility in patients with traumatic brain injury,” *Gait Posture*, vol. 25, no. 1, pp. 70–77, 2007.
- [17] L. Ruttan, K. Martin, A. Liu, B. Colella, and R. E. Green, “Long-Term Cognitive Outcome in Moderate to Severe Traumatic Brain Injury: A Meta-Analysis Examining Timed and Untimed Tests at 1 and 4.5 or More Years After Injury,” *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, vol. 89, no. 12 SUPPL., pp. S69–S76, 2008.
- [18] A. L. Fernández, “Neuropsicología de la atención . Conceptos , alteraciones y evaluación,” vol. 28, pp. 1–28, 2014.
- [19] J. A. Periañez, M. Ríos-Lago, J. M. Rodríguez-Sánchez, D. Adrover-Roig, I. Sánchez-Cubillo, B. Crespo-Facorro, J. I. Quemada, and F. Barceló, “Trail Making Test in traumatic brain injury, schizophrenia, and normal ageing: Sample comparisons and normative data,” *Arch. Clin. Neuropsychol.*, vol. 22, no. 4, pp. 433–447, 2007.
- [20] M. Dorfman, T. Herman, M. Brozgol, S. Shema, A. Weiss, J. Hausdorff, and A. Mirelman, “Dual-Task Training on a Treadmill to Improve Gait and Cognitive Function in Elderly Idiopathic Fallers.,” *J Neurol Phys Ther*, vol. 38, no. 4, pp. 246–253, 2014.
- [21] P. Azouvi, J. Couillet, M. Leclercq, Y. Martin, S. Asloun, and M. Rousseaux, “Divided attention and mental effort after severe traumatic brain injury,” *Neuropsychologia*, vol. 42, no. 9, pp. 1260–1268, 2004.
- [22] D. Rivera, P. B. Perrin, A. Aliaga, M. T. Garza, C. P. Saracho, W. Rodr, and M. Servicio, “Brief Test of Attention : Normative data for the Latin American Spanish speaking adult population,” vol. 37, pp. 663–676, 2015.
- [23] D. Schretlen, J. H. Bobholz, and J. Brandt, “Development and Psychometric Properties of the Brief Test of Attention,” *Clin. Neuropsychol.*, vol. 10, no. 1, pp. 80–89, 1996.
- [24] F. Tamayo, M. Casals-Coll, G. Sánchez-Benavides, M. Quintana, R. M. Manero, T. Rognoni, L. Calvo, R. Palomo, F. Aranciva, and J. Peña-Casanova, “Estudios normativos españoles en población adulta joven (Proyecto NEURONORMA jóvenes): Normas para las pruebas span verbal, span visuoespacial, Letter-Number Sequencing, Trail Making Test y Symbol Digit Modalities Test,” *Neurologia*, vol. 27, no. 6, pp. 319–329, 2012.
- [25] J. C. Arango-lasprilla, D. Rivera, A. Aguayo, W. Rodr, and C. Mart, “Trail Making Test : Normative data for the Latin American Spanish speaking adult population,” vol. 37, pp. 639–661, 2015.
- [26] I. Sánchez-Cubillo, J. a Periañez, D. Adrover-Roig, J. M. Rodríguez-Sánchez, M. Ríos-Lago, J. Tirapu, and F. Barceló, “Construct validity of the Trail Making Test: role of task-switching, working memory, inhibition/interference control, and visuomotor abilities.,” *J. Int. Neuropsychol. Soc.*, vol. 15, no. 3, pp. 438–450, 2009.
- [27] M. Amboni, P. Barone, and J. M. Hausdorff, “Cognitive contributions to gait and falls: Evidence and implications,” *Mov. Disord.*, vol. 28, no. 11, pp. 1520–1533, 2013.
- [28] R. Holtzer, C. Wang, and J. Verghese, “The relationship between attention and gait in aging: facts and fallacies.,” *Motor Control*, vol. 16, no. 1, pp. 64–80, 2012.
- [29] G. Yogev-Seligmann, J. M. Hausdorff, and N. Giladi, “The role of executive function and attention in gait,” *Mov. Disord.*, vol. 23, no. 3, pp. 329–342, 2008.
- [30] C. M. Eddy, H. E. Rickards, and A. E. Cavanna, “The cognitive impact of antiepileptic drugs,” pp. 385–407, 2011.
- [31] María Teresa Cuervo; María Cristina Quijano, “Las alteraciones de la atención y su rehabilitación en trauma craneoencefálico,” *Pensam. Psicológico*, vol. vol. 4, no. N 11, pp. 167–182, 2008.