



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

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

**MEDICINA DE REHABILITACIÓN**

***Comparación entre los parámetros espaciotemporales de la marcha y las alteraciones de la atención dividida en pacientes con traumatismo craneoencefálico en comparación con individuos sanos.***

**T E S I S**

PARA OBTENER EL DIPLOMA DE  
MÉDICO ESPECIALISTA EN:

***Medicina en Rehabilitación***

**P R E S E N T A:**

***Blanca Mildred Vázquez Torres***

PROFESOR TITULAR

***Dr. Daniel David Chávez Arias***

ASESORES

*Dra Ma del Refugio Pacheco Gallegos*

*Dr. En C. Paul Carrillo Mora*

*Dra en C. Ivett Quiñones Urióstegui*

*Cand. Dra. En Psi. Julia C. Velázquez Cardoso*

*Dra. En C. Jimena Quinzaños Fresnedo*





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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 EDUCACIÓN EN  
SALUD

---

**DR. DANIEL DAVID CHÁVEZ ARIAS**  
PROFESOR TITULAR

---

**DRA. XOCHIQETZAL HERNANDEZ  
LOPEZ**  
SUBDIRECTORA DE EDUCACIÓN  
MÉDICA

---

**DRA. MA. DEL REFUGIO PACHECO  
GALLEGOS**  
ASESOR CLÍNICO

---

**DR. ROGELIO SANDOVAL VEGA GIL**  
JEFE DEL SERVICIO DE EDUCACIÓN  
MÉDICA

---

**D. EN C. PAUL CARRILLO MORA**  
ASESOR METODOLÓGICO



---

**DRA. EN C. IVETT QUIÑONES  
URIÓSTEGUI**

---

**CAND. DRA. EN PSI. JULIA C.  
VELÁZQUEZ CARDOSO**

---

**DRA EN C. JIMENA QUINZAÑOS  
FRESNEDO**



## AGRADECIMIENTOS:

Esta tesis se la dedico a Dios quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades y ni desfallecer en el intento.

Al Instituto Nacional de Rehabilitación que se convirtió en mi casa de formación desde 2014.

A la Dra. Ma. del Refugio Pacheco Gallegos por permitirme trabajar en una investigación que permite entender el padecer del paciente con Traumatismo Craneoencefálico.

A mis asesores Dr. en C. Paul Carrillo Mora, Dra en C. Ivett Quiñones Mora, Cand. Dra en Psi. Julia C. Velázquez Cardoso, y Dra. en C. Jimena Quinzaños Fresnedo, por su paciencia, dedicación, motivación, criterio y aliento.

A todas las personas que me ayudaron para iniciar, desarrollar o mejorar este trabajo de investigación.

A mi familia, quienes por ellos soy lo que soy, para mis padres por su apoyo, consejos y comprensión.

En especial a los pacientes con y sin Traumatismo Craneoencefálico que sin ellos esta tesis no se hubiera realizado, este trabajo es para ellos.



<b>CONTENIDO:</b>		
<b>I.</b>	<b>RESUMEN.....</b>	<b>6</b>
<b>II.</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>8</b>
<b>III.</b>	<b>JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>20</b>
<b>IV.</b>	<b>HIPÓTESIS.....</b>	<b>21</b>
<b>V.</b>	<b>OBJETIVO GENERAL.....</b>	<b>22</b>
<b>VI.</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....</b>	<b>22</b>
<b>VII.</b>	<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>23</b>
<b>VIII.</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>40</b>
	<b>a. TEST BREVE DE ATENCIÓN</b>	
	<b>b. CADENCIA LIBRE</b>	
	<b>c. CON TAREA COGNITIVA</b>	
	<b>d. TRAIL MAKING TEST PARTE B</b>	
<b>IX.</b>	<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>59</b>
<b>X.</b>	<b>CONCLUSIÓN.....</b>	<b>65</b>
<b>XI.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>66</b>
<b>XII.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>67</b>
<b>XIII.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>68</b>



## 1.- RESUMEN

**Introducción:** El traumatismo craneoencefálico (TCE) es la lesión cerebral más frecuente en el mundo, y representa la primera causa de discapacidad en la población joven [1-3]. Las secuelas más frecuentes del TCE 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 [4]. 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 concluyentes sobre la relación del patrón de marcha con alteraciones de la atención (específicamente la atención dividida) en los pacientes con TCE que presentan lesión de la región cerebral afectada [1], cuestión que se abordará en este trabajo con la intención de valorar en qué medida influye una variable sobre la otra.

**Objetivo:** Comparar las medias de los parámetros espaciotemporales de la marcha en pacientes con TCE (moderado y grave al momento de diagnóstico) y las alteraciones de atención (TBA y TMT-B) versus grupo control, controlando en el análisis la influencia de la edad y el tiempo de evolución del TCE.

**Material y métodos:** Se realizó un estudio observacional, descriptivo, transversal, comparativo. Se incluyeron hombres y mujeres, con TCE moderado y grave al momento del diagnóstico, de edad de 16 a 55 años, pacientes de la consulta externa del Servicio de Rehabilitación de TCE, del Instituto Nacional de Rehabilitación, y se compararon contra un grupo control de sujetos que aceptaron participar en el estudio con previa firma de consentimiento informado conforme a la Ley General de Salud, se tomaron en cuenta las siguientes pruebas: 1) capacidad independiente de marcha al menos 20 metros, 2) evaluación del equilibrio evaluado con la escala de Berg mayor a 41 puntos, 3) capacidad de vida independiente (Escala de Barthel), 4) evaluación de la atención dividida con el Test Breve de Atención (TBA) y Trail Making Test (TMT), 5) posturografía estática para descartar alteraciones de equilibrio periférico, 6) medición de los parámetros espaciotemporales de la marcha con el tapete instrumentado de GaitRite a cadencia libre (3 pruebas) y con tarea cognitiva (3 pruebas), prueba de balance, 7) registro de historia clínica que incluya las variables sociodemográficas y clínicas de TCE, tipo y duración del tratamiento 8) Evaluación de la lateralidad.

**Resultados:** La media y ds del tiempo de TMT B fue de  $75.5 \pm 49.05$  en los controles y de  $184.5 \pm 121.88$  en el grupo de TCE ( $p < 0.0001$ ). La comparación en percentiles TMT B en controles fue de  $62.14 \pm 20.89$  y con TCE de  $26.0 \pm 21.68$  ( $p < 0.0001$ ). La fiabilidad del tiempo y el percentil de TMTB fue 0.770

En cuanto a los valores de FAP se encontró una media de 96.43 en sanos y de 88.95 pacientes con TCE, lo que sugiere una tendencia más alta en el FAP de los sujetos sanos.

En cuanto a la comparación con cadencia libre se observa que la distancia y velocidad recorrida en el grupo control es significativamente mayor que en los pacientes con respectivamente ( $P < 0.05$ ). En cambio, el tiempo de ambulación se prolonga 25% más en el paciente con TCE que en el grupo control de forma significativa. El resto de los indicadores no mostraron diferencias significativas.

**Conclusión:** La atención dividida evaluada tanto con el test de TMT-B y el TBA en pacientes con TCE y en personas sanas son pruebas diagnósticas fiables y con una correlación directamente proporcional con los parámetros espaciotemporales medidos por medio del GaitRite con tarea cognitiva.

## II.- INTRODUCCIÓN

### Los parámetros de la marcha

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 TCE [5].

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). Esta última, representa la medida de la base de sustentación y equivale a 5 a 10 centímetros. Está relacionada directamente con la estabilidad y el equilibrio, y el ángulo del paso o ángulo de la marcha (orientación del pie durante el apoyo). [6,7].

Los parámetros temporales son: 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 delante, que 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 el 20% del ciclo de marcha), 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, correspondiente al 60% del ciclo de la marcha). [6,7].

Los parámetros espaciotemporales son: velocidad (relación de la distancia recorrida en dirección de la marcha por unidad de tiempo (velocidad = distancia/tiempo)), velocidad de balanceo (tiempo que se demora el 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) [6,7].

### **Traumatismo craneoencefálico**

El TCE 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 [8].

La detección de las variables de la marcha más frecuentemente afectadas en el TCE puede facilitar los procedimientos de evaluación, decisiones clínicas e intervenciones directas de tratamiento como el entrenamiento de la marcha

basado en tareas específicas, o la neuroplasticidad mediante terapia funcional de locomoción robótica (sistema Lokomat) [9,10].

### **Anormalidades en el Traumatismo Craneoencefálico**

En el 2009, Williams *et. al*, publica la serie de casos con anomalías de la marcha posterior al TCE, que incluye un análisis de la marcha de tres dimensiones. La serie incluye 41 casos con TCE (edad 17-54 años) y la compara con un grupo control compuesto de 25 sujetos sanos (edad 18-43 años) del Hospital Ep-Worth de Melbourne, Australia, que fueran capaces de caminar de forma independiente 20 metros sin presencia de trastornos del SNC/cognitivo-conductuales [11].

### **Parámetros espaciotemporales de la marcha**

Niechwiej *et. al.*, en el 2007, mediante un estudio comparativo, seleccionan 20 pacientes con TCE y 20 sanos, respectivamente, reclutados en el Instituto de Rehabilitación de Toronto durante un periodo de 2 años, [los autores desconocen la información acerca del tipo y severidad de la lesión cerebral](#), sin embargo si registran que incluyeron solo a los que fueron capaces de caminar independientemente, mantener equilibrio durante 15 segundos sobre el miembro pélvico izquierdo o derecho y con puntaje de la escala de equilibrio de Berg alta. A la par, se realiza el registro de parámetros espaciotemporales de la marcha mediante el uso del tapete (GaitRITE). Los pacientes fueron instruidos para caminar 8 metros y llevar a cabo 3 tareas: 1) caminata a cadencia libre, 2) caminata a pie lo más rápido posible, y por último 3) caminata con los ojos cerrados a cadencia libre. Se reportó 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 mayor variabilidad del tiempo de paso y en 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/seg)[12].

### **Alteraciones en la atención en traumatismo craneoencefálico**

Por otro lado, las alteraciones en la atención son una de las secuelas cognitivas más frecuentes y persistentes del TCE [12-14], que repercuten en el resto de las funciones cognitivas [3]. En cuanto a los componentes estructurales y funcionales de la atención en las áreas corticales, estos se localizan en la corteza prefrontal y la circunvolución del cíngulo (cuerpo calloso) de los lóbulos frontales, parietales inferiores y la circunvolución temporal superior [8].

El término “atención” abarca un número de procesos diferentes relacionados con la forma en el que el organismo se vuelve receptivo a estímulos y de cómo puede comenzar el procesamiento cerebral de los mismos, sean estos internos o externos. 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. [15]

La atención se clasifica en funciones separadas: selectiva, sostenida, dividida y alterna. La atención selectiva permite el filtrado de información y supresión de distractores. Comúnmente a esto se le conoce como “concentración”. La atención sostenida se refiere a la capacidad de mantener la atención en 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 finalmente, la atención 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 [16]. La mayoría de los pacientes, después de un TCE, 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, la cual juega un papel importante al caminar, en la multitarea y en 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. [17, 18, 19]

Ruttan *et. al.*, (2008), mediante un metaanálisis en pacientes [con traumatismo craneoencefálico con daño moderado a severo](#), y examinó la recuperación cognitiva a largo plazo de procesos cronometrados de atención (aprendizaje, memoria, construcción visoespacial y aritmética) después de aproximadamente 1 año de la lesión y a más de 4,5 años después de la misma. Esto les permitió comparar al final del período de recuperación temprana *versus* su evolución en años después de la lesión, encontrando que los pacientes que habían sufrido TCE 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, observando leve disminución cognitiva en el 56% de los pacientes, los cuales presentaron deficiencias en el aprendizaje, la memoria, la construcción

visuoespacial y la aritmética, y mejora sólo en la memoria semántica [13]. En conjunto, estudios previos sugieren que los déficits cognitivos, particularmente la velocidad de procesamiento puede persistir o incluso empeorar a largo plazo, que un patrón claro de hallazgos a través de funciones aún no se ha identificado [13].

### **Evaluación de la severidad de TCE**

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). [20] La valoración se realiza en las primeras 24 horas o menos después de la lesión cerebral. [21]

### **Evaluación de la atención dividida**

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, TMT parte B y TBA. El 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; y ya se ha utilizado en sujetos con TCE. El TBA ha mostrado alta sensibilidad comparado a otras pruebas cognitivas y correlación significativa con el resultado psicosocial en paciente con TCE. Además, existe correlación significativa con el TMT parte B en pacientes con TCE [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 contando las letras e ignorando los números. Si no hay errores, la puntuación máxima es de 20 puntos (un punto por cada lista correcta). Esta prueba está estandarizada y tiene validez de constructo aceptable. La correlación con el TMT parte B es del -55% [23].

El TMT es uno de los instrumentos más utilizados en la evaluación neuropsicológica y un indicador sensible de daño cerebral [17]. 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 TCE [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 TCE del Centro de Rehabilitación Neurológica de la ciudad de Cali, Colombia, en un periodo de un año, para conocer las alteraciones cognitivas. En el grupo de pacientes con TCE moderado predominan alteraciones en la atención con puntuaciones por debajo de la media en la prueba TMT y alteraciones en funciones ejecutivas [4].

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 TCE, el estudio de la relación entre ambos es escaso. Sin embargo, se han realizado estudios donde posterior a un programa de entrenamiento doble tarea (cognitivo/motor) se observa 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 [28].

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 (65- 85 años) con antecedente de caídas reclutados en la unidad de trastornos del movimiento y caídas de la clínica Centro Médico The Tel Aviv Sourasky, que fueran capaces de caminar de forma independiente, sin patología cognitiva o

discapacidad auditiva/visual. Fueron sometidos a un 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 incrementó en el 16.7% y la longitud de paso en un 9.29% durante la doble tarea. También presentaron mejoría en el TMT 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 [18].

De acuerdo a una revisión sistemática del 2007, los pacientes con alteraciones neurológicas (incluidos los pacientes con TCE) caminan a 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].

Sarajuuri J. *et. al.*, en 2013, evaluó a 34 pacientes del sexo masculino, con edad 19-55 años, con TCE [con buena recuperación física](#), 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), mediante el test de balance estático y dinámico, prueba de la caminata en tándem hacia atrás y test de coordinación rítmica, encontrándose asociaciones entre el tiempo de la prueba TMT y tiempo del test de agilidad ( $r=0.57$ ) [5].

Tanto el desempeño motor como el desempeño cognitivo, han sido estudiados de forma aislada. De acuerdo a Sosnoff *et. al.*, no existe relación evidente entre el déficit motor y la función cognitiva. La evaluación de la correlación entre ambas

en pacientes con TCE es limitada. No existen publicaciones donde se evalúen específicamente las alteraciones en el patrón de marcha ni su relación con las alteraciones en la atención en pacientes con TCE, sin embargo, se afirma que las medidas de la función ejecutiva y la atención pueden ser asociadas al comportamiento locomotor en el TCE [30].

El rendimiento de la ambulación funcional (FAP) es un sistema de puntuación que se desarrolló por Nelson [31]. Este integra el tiempo y la distancia seleccionando parámetros para proporcionar una única representación numérica de la marcha en adultos. El puntaje proporciona una evaluación cuantitativa que se compone de la relación lineal entre la longitud de paso, la longitud de pierna, y el tiempo de paso. Los puntajes FAP normales para la población adulta son de 95 a 100 puntos [31].

En el Instituto Nacional de Rehabilitación, del Servicio de Rehabilitación de TCE (consulta externa y hospitalización), se realizó una tesis en la cual se correlacionaron los espacios temporales de la marcha y la atención dividida, en la cual se incluyeron a pacientes con diagnóstico de TCE moderado y grave, tomando como punto de partida para el tamaño de muestra la clasificación de Glasgow (moderado 9- 13 puntos y grave igual o inferior a 8 puntos), que acudieron bajo consentimiento informado durante el periodo de octubre del 2015 a junio de 2016, observándose lo siguiente: [32]

Los pacientes con TCE presentan alteraciones en la marcha y están relacionadas con alteraciones cognitivas específicamente la atención dividida.  
[32]

En la población estudiada predominaron los hombres 15 (75%), personas jóvenes con edad media 30.6 años, con escolaridad preparatoria (75%). El diagnóstico clínico topográfico más frecuente fue la hemiparesia izquierda (45%). Por imagen de tomografía se detectó que el sitio anatómico más afectado fueron la regiones temporal, frontoparietal, frontal y frontotemporal (15%) [32].

Con respecto a la velocidad, los resultados muestran en los pacientes con TCE una disminución de la velocidad durante la marcha y una mayor variabilidad de la velocidad al realizar la marcha con tarea cognitiva en comparación con la caminata a cadencia libre. En este estudio se concluyen alteraciones en los parámetros espaciotemporales de la marcha [32].

En cuanto al FAP, este estudio encontró alteraciones en ambas tareas, con una puntuación promedio del 90%, indicando que los sujetos de estudio no tienen una marcha funcional [32].

Por otro lado, se refiere que es importante ampliar la muestra, hacer la exploración del efecto de los fármacos sobre los efectos en la marcha, así como comparar los pacientes con TCE moderado y severo contra un grupo control. Por esta razón se plantea en este protocolo comparar a los pacientes mencionados contra un grupo control. [32]

La atención es una complicación frecuente que afecta directamente el patrón de marcha y esto repercute en la recuperación de pacientes con TCE. Uno de los objetivos de los programas de rehabilitación en los pacientes con TCE es mejorar el patrón de marcha. Los pacientes con TCE presentan caídas frecuentes que están relacionadas con alteraciones en el patrón de marcha y atención.

Existe una escasez de la 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 TCE, esto facilitaría la intervención clínica y terapéutica para el mejor pronóstico.

En esta investigación se continua con la investigación previa (correlación entre los parámetros espaciotemporales de la marcha y las alteraciones de la atención dividida en pacientes con TCE) sobre los parámetros espaciotemporales de la marcha y las alteraciones de la atención dividida en pacientes con TCE, agregando la comparación con un grupo control (sanos), con el control de variables como equilibrio, utilizando la escala de Berg (con su respectiva validación), la comparación clínica con la prueba de marcha TMT.

Por lo anterior se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál es la diferencia entre las medias de los parámetros de las pruebas de marcha, cognitivas y de atención (TBA y TMT-B) de pacientes diagnosticados con TCE moderado y severo al momento de la lesión; y comparar con las pruebas en el grupo control, considerando la influencia de la edad y el tiempo de evolución del TCE?

#### **IV.- JUSTIFICACIÓN**

El TCE es considerado un problema de salud pública por el incremento en el número de pacientes con discapacidad, con aproximadamente 20,000 casos de discapacitados al año, con mayor afectación a pacientes jóvenes [1].

Otro aspecto impactante es el costo económico elevado con gastos directos de 4.5 mil millones de pesos e indirectos de 33.3 mil millones de pesos anuales en la atención médica. La población de pacientes con TCE 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 [1].

El TCE es la tercera causa de muerte mundial, 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]

Una de las secuelas más importantes es la pérdida o disminución de la marcha por lo que recuperar esta, es un objetivo importante de la rehabilitación posterior al TCE. 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 TCE tienen alto riesgo de caídas, es decir, riesgo de una nueva lesión. [8]

## **V.- HIPÓTESIS**

Existe relación entre las alteraciones de los parámetros espaciotemporales de la marcha, y las alteraciones de la atención dividida en pacientes diagnosticados con TCE moderado y grave al momento de la lesión en comparación con personas sanas.

## **VI. OBJETIVO GENERAL**

Comparar las medias de los parámetros espaciotemporales de la marcha en pacientes con TCE (moderado y grave) y la atención dividida (TBA y TMT-B) versus grupo control, controlando en el análisis la influencia de la edad y el tiempo de evolución del TCE.

## **VII. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Identificar los parámetros espacio temporales mediante el análisis de la marcha instrumentada en pacientes con TCE, en relación con los parámetros del grupo control.
2. Medir el déficit de la atención dividida mediante el TBA y TMT en pacientes con TCE en relación con los parámetros del grupo control.
3. Identificar la influencia de la edad y tiempo de evolución en pacientes con traumatismo craneoencefálico sobre los parámetros espaciotemporales de la marcha y la atención dividida.

## **VII. METODOLOGÍA**

Se realizó un estudio observacional, descriptivo, transversal y comparativo. Se incluyeron pacientes con TCE moderado y grave, hombres y mujeres, de 16 a 55 años, de la consulta externa del Servicio de Rehabilitación de TCE, del Instituto Nacional de Rehabilitación. Así como un grupo control (personas sanas, entendiéndose por ello aquellas con completo bienestar físico) a las cuales se les realizaron pruebas cognitivas, medición de parámetros espaciotemporales de la marcha y escalas funcionales de independencia funcional (sin problemas de salud) que aceptaron participar en el estudio con previa firma de consentimiento informado conforme al Reglamento en Materia de Investigación de la Ley General de Salud.

### **Criterios de inclusión para los pacientes con TCE**

1. Pacientes con TCE moderado y grave al momento del diagnóstico, los cuales presentaran alteraciones en la atención documentados en la valoración neuropsicológica.
2. Hombres o mujeres, entre 16 y 55 años.
3. Tiempo de evolución mayor a 12 meses
4. Lesión topográfica documentada mediante estudio de imagen.
5. Sin alteraciones en el equilibrio central o periférico descartado mediante posturografía estática y dinámica
6. Capacidad independiente de marcha al menos 20 metros
7. Equilibrio confirmado por la escala de Berg mayor a 41.

### **Criterios de eliminación (que corresponda) para los pacientes con TCE**

- Personas que soliciten abandonar el estudio
- Que no acudan a la evaluación institucional en 2 ocasiones consecutivas sin previo aviso
- Abandono del seguimiento en la consulta externa de rehabilitación neurológica

### **Criterios de exclusión para los pacientes con TCE**

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
5. Presencia de diplopía
6. Pacientes frontalizados
7. Pacientes con presencia de convulsiones
8. EEG presenten datos irritativos
9. Alteraciones visuales, auditivas
10. Problemas ortopédicos
11. Problemas metabólico

### **Criterios de inclusión para el grupo control**

1. Sujetos sanos con la misma edad, género y escolaridad que el grupo de casos.
2. Hombres o mujeres, entre 16 y 55 años
3. Sin alteraciones en el equilibrio central o periférico descartado mediante posturografía estática y dinámica
4. Capacidad independiente de marcha al menos 20 metros
5. Equilibrio confirmado por la escala de Berg mayor a 41.

### **Criterios de exclusión para el grupo control**

**Alteraciones neuropsicológicas** o desviaciones importantes de las características espacio-temporales de la marcha.

### **Procedimiento:**

Previa firma de consentimiento informado conforme a la Ley General de Salud, se les aplicaron las siguientes pruebas:

Se recabó la información del expediente electrónico en hoja de recolección de datos de pacientes con diagnóstico de TCE moderado y grave y en grupo control.

Vía telefónica se realizó invitación a participar en el estudio. Se dio cita para proporcionar la información y para la firma de consentimiento informado. Se realizó la prueba cognitiva a través de 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® Electronic Walkway (CIIR Systems, Watertown, USA <http://www.gaitrite.com>) en una sola medición, que consiste en 3 pruebas a cadencia libre y 3 pruebas con tarea cognitiva (mientras el paciente camina sobre el tapete GaitRite va realizando la tarea cognitiva, que consiste en contar los números seriados de 3 en 3 en voz alta durante la marcha).

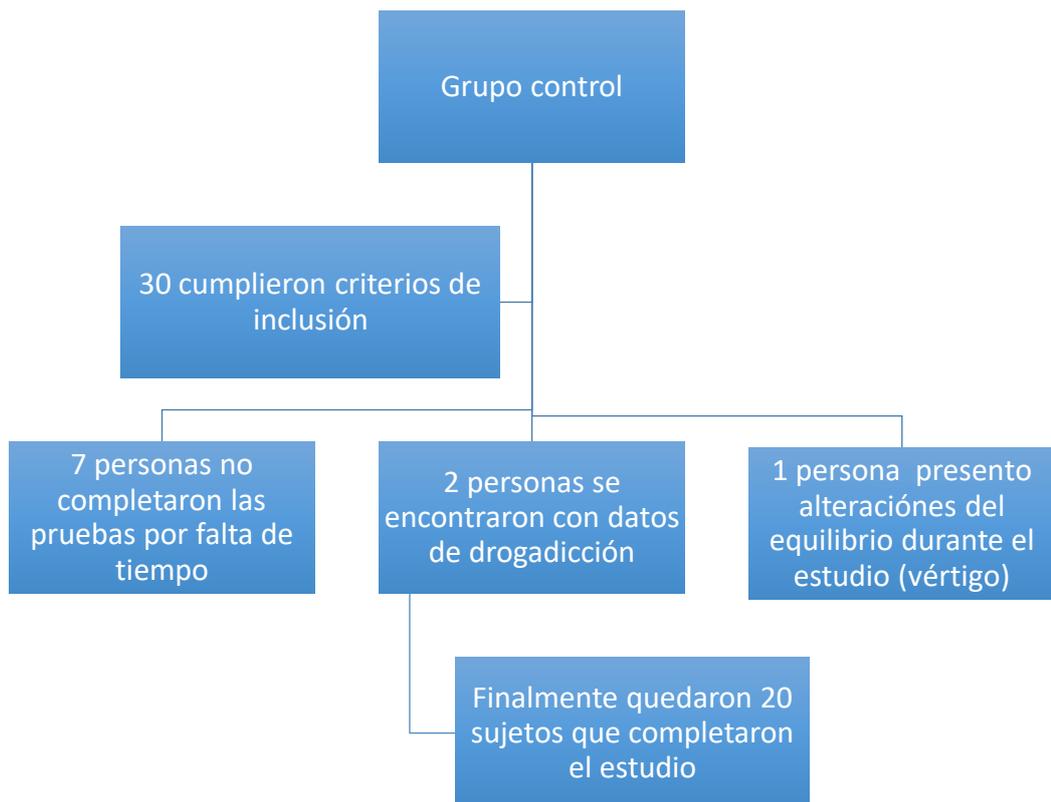
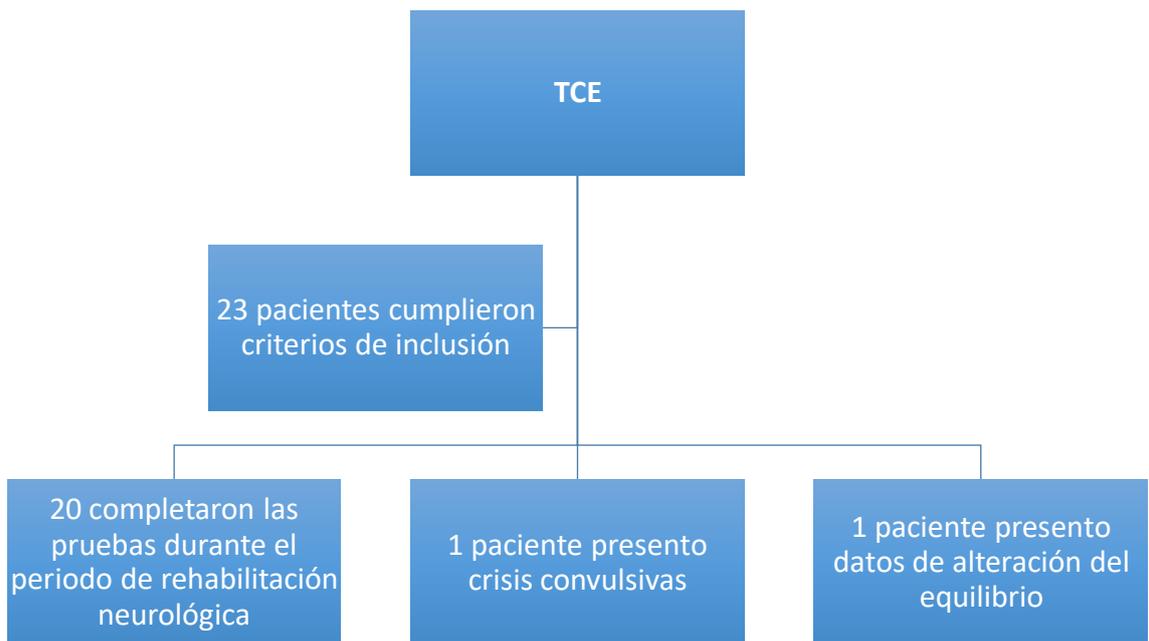
Se utilizaron las siguientes variables: 1) variables socio demográficas, 2) clínicas, 3) parámetros espaciotemporales y 4) atención dividida (TBA Y TMTB) se muestran en la tabla 1.

### **Descripción de los procedimientos**

- 1) Evaluación de la lesión topográfica confirmada por la clasificación tomográfica para identificar la región topográfica afectada en el TCE
- 2) 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)
- 3) Capacidad independiente de marcha al menos 20 metros,
- 4) Evaluación del equilibrio, así como de independencia motora evaluado con la escala de Berg mayor a 41 puntos,
- 5) Capacidad de vida independiente (Escala de Barthel)
- 6) Valoración de depresión por medio de escala de HRS-D
- 7) Evaluación de la atención dividida con el TBA y TMT
- 8) Medición de los parámetros espaciotemporales de la marcha con el tapete instrumentado de GaitRite (CIIR Systems, Watertown, USA) a cadencia libre (2 pruebas) y con tarea cognitiva (2 pruebas), el paciente camina sobre el tapete GaitRite y durante la marcha, cuenta en voz alta los números seriados de 3 en 3.

9 Medición de posturografía dinámica con el tapete instrumentado de GaitRite

9) Registro de historia clínica que incluyó duración de variables sociodemográficas y clínicas de TCE, tipo y duración del tratamiento con y sin Baclofeno y/o anticonvulsivantes.



Descripción de las variables de estudio, unidades de medida y escalas de medición

Variable / Concepto	Dimensión	Indicadores	Escala	Unidades	Instrumento	Nivel de Medición
Independencia para las actividades básicas de la vida diaria	Independencia Movilidad	Alimentación Baño Higiene personal Vestido/Desvestido Control es esfínteres Uso del WC Transferencia cama- silla Caminar Subir y bajar escaleras	Ordinal	Frecuencias	Índice de Barthel	Cualitativa

Capacidad de atención cognitiva	Velocidad visuomotora, rastreo visual, atención, función motora, memoria de trabajo, velocidad de procesamiento y función ejecutiva	<p>Parte A: Unir con líneas del número 1 al 25, ubicados dentro de círculos y distribuidos al azar</p> <p>Parte B: Unir con líneas 12 números y 12 letras (de a la A a la L) dentro de círculos en orden alternativo</p>	Razón	Segundos (Tiempo)	Trail Making Test (TMT)	Cualitativa
Capacidad de atención auditiva	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	Ordinal	Puntaje	Test Breve de Atención (TBA)	
Marcha	Movilidad	Índice funcional de Deambulación FAP	Razón	Porcentaje.	Tapete Instrumentado GaitRite	Cuantitativo
Marcha	Movilidad	Velocidad izq/der/promedio: Distancia recorrida por unidad de tiempo durante cada paso	Razón	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	Razón	Porcentaje.	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	Razón	Segundos	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	Razón	Centímetros	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	Razón	Porcentaje	Tapete Instrumentado GaitRite	Cuantitativo

		pies				
Marcha	Simetría	Diferencial Porcentaje Apoyo Doble izq/der: diferencia del porcentaje de Apoyo doble derecho e izquierdo	Razón	Porcentaje	Tapete Instrumentado GaitRite	Cuantitativo
Marcha	Simetría	Diferencial Porcentaje Apoyo Simple izq/der : diferencia del porcentaje de Apoyo simple derecho e izquierdo	Razón	Porcentaje	Tapete Instrumentado GaitRite	Cuantitativo
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	Razón	Porcentaje	Tapete Instrumentado GaitRite	Cuantitativo
Marcha	Simetría	Diferencial porcentual Largo de Paso: diferencia del lardo de paso derecho e izquierdo dividida entre el largo de paso promedio para ambos pies	Razón	Porcentaje	Tapete Instrumentado GaitRite	Cuantitativo
Marcha	Simetría	Diferencial porcentual Largo de Zancada izq/de: diferencia del	Razón	Porcentaje	Tapete Instrumentado	Cuantitativo

		largo de zancada derecho e izquierdo dividida entre el largo de zancada promedio para ambos pies			GaitRite	
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	Razón	Porcentaje	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	Razón	Porcentaje	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	Razón	Metros	Tapete Instrumentado GaitRite	Cuantitativo
Marcha	Estabilidad	Angulo del paso: ángulo existente entre eje medial del apoyo plantar	Razón	Grados	Tapete Instrument	Cuantitativo

		de cada pie durante el paso y la línea de progresión de la marcha			ado GaitRite	_____
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	Razón	Metros	Tapete Instrumentado GaitRite	Cuantitativo
Marcha	Estabilidad	Coefficiente de variación del largo del pie izq/der/promedio	Razón	Porcentaje	Tapete Instrumentado GaitRite	Cuantitativo
Condición de salud	Epidemiológica	Edad Escolaridad Tiempo de evolución desde la lesión	Razón Ordinal	Años Grado Meses	Historia clínica	Cuantitativa
Condición de salud	Epidemiológica	Sexo Lateralidad manual	Nominal	Frecuencia Frecuencia	Historia clínica	Cualitativa

		Toxicomanías	Nominal Nominal	Frecuencia		
Función/ Estructura	Espasticidad	Grado de espasticidad	Ordinal	Arco de movilidad (grados)	Ashworth	Cualitativa
Función/ Estructura	Contracturas	Grado de contracturas	Ordinal	Arco de movilidad (grados)	Medición con	Cualitativa
Función muscular de miembros inferiores	Fuerza	Fuerza en miembros inferiores	Ordinal	Grados escala Daniels	Examen manual muscular	Cualitativa
Tamaño de la zancada	Zancada	Distancia recorrida en un solo paso, en metros	Ordinal	Metros por zancada	Medición en metros, promedio de ciclos	Cualitativa
Severidad del traumatismo craneoencefálico	Severidad del TCE	Respuesta ocular Respuesta verbal Respuesta motora	Ordinal	Puntaje	Escala de Glasgow	Cualitativa

Se utilizó la siguiente fórmula para tamaño de muestra en estudios de comparación de medias:

**Ecuación utilizada para comparar 2 medias:**

$$n = \frac{2(Z_{\alpha} + Z_{\beta})^2 * S^2}{d^2}$$

Se consideró la marcha (parámetro velocidad (cm/seg) para obtener el tamaño de la muestra

Dónde:

- $Z_{\alpha} = 1.96$  (Z alfa el intervalo de confianza es del 95%)
- $Z_{\beta} = 0.842$  (Z beta o potencia de la prueba del 80%)
- S = Desviación estándar de la velocidad de la marcha (17 seg)
- d = precisión 15 segundos

n = 40 (20 controles y 20 pacientes con traumatismo craneoencefálico)

Los grupos control fueron 20 personas seleccionados de familiares cercanos de los pacientes con TCE, que fueron apareados por género y edad en categoría de quinquenios.

## 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.

Para el análisis inferencial se compararon lo siguiente:

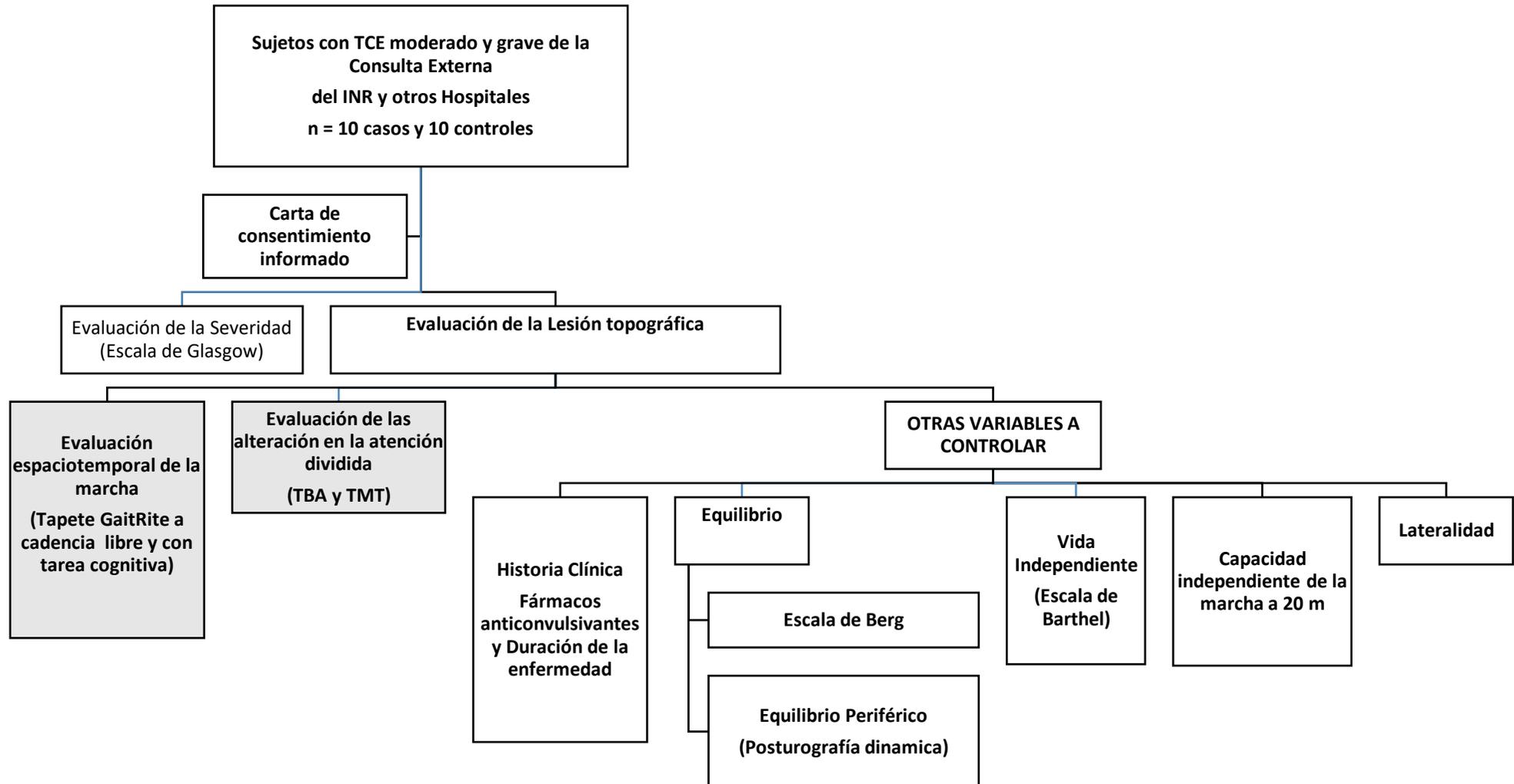
1. Diferencias en los parámetros medios de la marcha a través de un análisis multivariado de varianza (ANOVA) inicialmente entre los siguientes grupos:

Tabla

Parámetros de la marcha	TCE				Controles sanos (n = 20)
	Moderado (n = 16)		Leve (n = 4)		
	TBA Deficiente	TBA Normal	TBA Deficiente	TBA Normal	
Diferencial de tiempo	Promedio1	Promedio2	Promedio3	Promedio3	Promedio4
Velocidad	Promedio1	Promedio2	Promedio3	Promedio3	Promedio4
FAP	Promedio1	Promedio2	Promedio3	Promedio3	Promedio4

Se considero para el análisis estadístico un intervalo de confianza del 95% y una  $p < 0.05$ .

Se aplicaron los siguientes instrumentos de evaluación:



## 8.RESULTADOS

Se incluyeron un total de 40 personas, 20 personas por grupo. De las cuales 20 presentaba TCE, y el resto eran controles sanos. De los pacientes con TCE 15 (75%) pacientes pertenecían al sexo masculino y 5 (25%) al sexo femenino, con una media de edad 30.6 años (rango entre 16-53 años).

La distribución de su escolaridad fue como sigue: 15 pacientes (75%) con preparatoria, 3 (15%) licenciatura, 1 (5%) primaria y 1 (5%) secundaria. El tipo de lateralidad que presentaban en 19 (95%) fue derecha y en 1 (5%) izquierda. (Ver cuadro 1)

En 19 (95%) pacientes no se encontró el antecedente de drogadicción previa y únicamente un paciente (5%) tenía antecedente del mismo. Diez pacientes (50%) consumían medicamentos que actúan a nivel del Sistema Nervioso Central y sólo un paciente consume medicamento para la espasticidad (Baclofeno vía oral). (Ver cuadro 1)

En cuanto al grupo control se encontraron 16 (80%) hombres, así como 4 (20%) mujeres, con una media de 37.2 años en hombres, y 29.5 años en mujeres, de los cuales 14 cursaban la preparatoria (70%), 3 secundaria (15%), 1 primaria (5%), 1 facultad (5%), 1 posgrado (5%). 95% de los pacientes (19) con lateralidad derecha y 5% (1) lateralidad izquierda. De la muestra de 20 individuos ninguno tuvo antecedentes de drogadicción, ni consumía ningún medicamento ni vitaminas, ni

presento depresión en la valoración. (Ver cuadro 1) No se encontraron diferencias significativas entre los pacientes con TCE y controles sanos.

**Tabla No.1 Datos generales de controles o Traumatismo Craneoencefálico (TCE) del Instituto Nacional de Rehabilitación**

		Control		p mujer versus hombres	TCE		p mujer versus hombres	p control vs TCE
		Mujer n (media±ds)	Hombre n (media±ds)		Mujer n (media±ds)	Hombre n (media±ds)		
Edad	(media y ds, años)	(29.5±7.8)	(37.2±8.5)	0.211	(27.6±11.9)	(31.6±10.6)	0.486	0.11
Escolaridad	Primaria	0	1	0.74	1	1	0.55	0.775
	Secundaria	0	3		1	2		
	Preparatoria	4	10		2	11		
	Licenciatura	0	1		1	1		
	Posgrado	0	1		0	0		
Ocupación	Ama de casa	1	0	0.195	-	-	No aplica	No aplica
	Albañil	0	2		-	-		
	Empleados	3	9		-	-		
	Comerciante	0	3		-	-		
	Profesionista	0	2		-	-		
	Ninguna	3	7		-	-		
Toxicomanías	Toxicomanía	1	5	0.61	5	13	0.389	0.0001
	Alcoholismo	0	1		0	2		
	Toxicomanía + Alcohol	0	3		0	0		
Lateralidad	Diestro	4	15	0.619	4	15	0.076	0.744
	Izquierdo	0	1		1	0		

NS = no significativa

N = 20 controles sanos y 20 con TCE

Prueba no paramétrica:  $X^2$ , para edad se comparó con T de student

De acuerdo con la escala de Glasgow 16 pacientes (80%) tuvieron un TCE grave y 4 pacientes TCE moderado (20%), La etiología del TCE 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%).

Tres pacientes (15%) toman Levetiracetam y Valproato de Magnesio, dos pacientes (10%) toman Carbamacepina y un paciente (5%) toma Lamotrigina, Olanzapina y Fenitoína respectivamente. Nueve pacientes (45%) presentaron hemiparesia izquierda, 6 (30%) hemiparesia derecha y 5 (25%) afectación de las 4 extremidades.

De acuerdo al sitio de lesión mediante estudio de Tomografía computada (TAC) de cráneo se encontró mayor afectación en la región frontal combinada con otra lesión (parietal, parietal o temporal) (n = 6), parieto-temporal, fronto-parieto-temporal en un paciente (5%), al igual que en un paciente se reportó estudio de TAC normal. En 5 pacientes (25%) se reportó como otro sitio de lesión (núcleos de ganglios basales, tálamo o sitio no especificado).

De acuerdo con el puntaje total de la escala de Berg y escala de Barthel todos los pacientes presentaron puntuaciones normales. Como se muestra a continuación en el Cuadro No. 2.

En la siguiente tabla se puede observar la descripción general de los pacientes con TCE:

**Tabla No.2 Datos generales de pacientes con Traumatismo Craneoencefálico  
(TCE) del Instituto Nacional de Rehabilitación**

		TCE		
		Mujer	Hombre	
		n	n	p
Severidad	Moderado	2	2	0.2
	Severo	3	13	
Tipo de Accidente	Caída	0	6	0.03
	Agresión	0	2	
	Accidente de tráfico	5	6	
	Arma de fuego	0	1	
Clonus	Ninguno	0	5	0.16
	Derecho	2	4	
	Izquierdo	3	6	
Dx topográfico	Ninguno	3	8	0.19
	Hemiparesia izq	0	2	
	Hemiparesia der	1	0	
Ingesta de medicamentos	No	4	6	0.15
	Si	1	9	
Comorbilidades	No	4	13	0.6
	Si	1	2	
Alteración psiquiátrica	No	5	11	0.25
	Si	0	0	
	Depresión	0	4	
Espasticidad	No	3	11	0.48
	Si	2	4	
Fuerza	Normal	4	15	0.25
	Alterada	1	0	
Lesión en TAC	Parietotemporal	0	1	0.86
	Temporal	1	2	
	Frontal solo	0	2	
	Frontal + otra lesión	1	5	
	Normal	0	1	
	Otro	3	4	

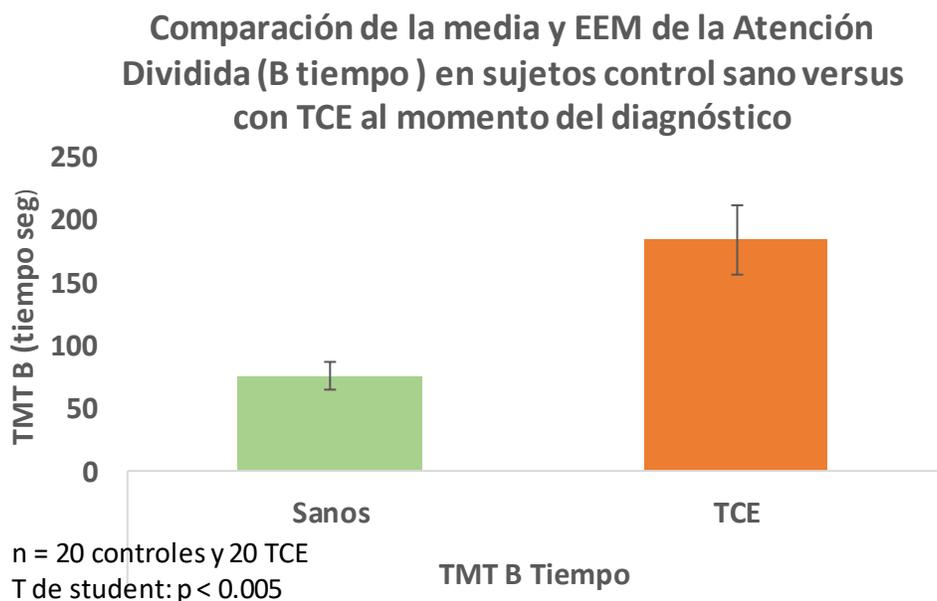
NS = no significativa  
n = 20 controles sanos y 20 con TCE  
Prueba no paramétrica:  $X^2$

## RESULTADOS DE LAS PRUEBAS COGNITIVAS

Los parámetros normales establecidos son por arriba del percentil 95 para **TMT B**. Ambas partes de la prueba han demostrado una alta fiabilidad al menos 0.76 para la Parte A, y 0.82 para la Parte B **determinada con el alfa de Cronbach**.

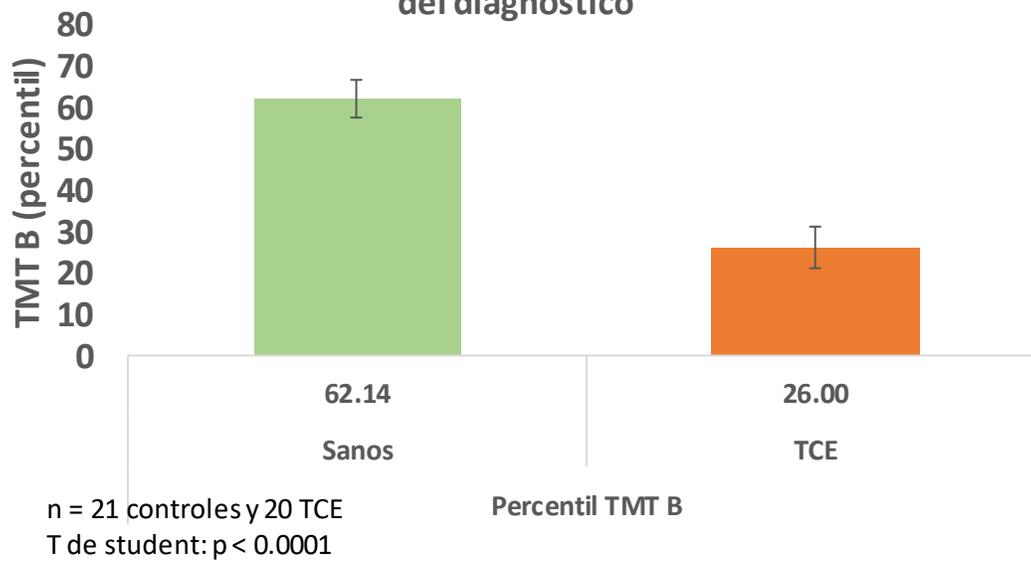
La media  $\pm$  **error estándar de la media (EEM)** del tiempo de TMT B fue de  $75.5 \pm 49.05$  en los controles y de  $184.5 \pm 121.88$  en el grupo de TCE ( $p < 0.0001$ ). La comparación en percentiles TMT B en controles fue de  $62.14 \pm 20.89$  y con TCE de  $26.0 \pm 21.68$  ( $p < 0.0001$ ). (Ver figuras 1 y 2)

Figura No. 1



**Figura No. 2**

**Comparación de la media y EEM de la Atención Dividida en en sujetos control sano versus con TCE al momento del diagnóstico**



La fiabilidad del tiempo y el percentil de TMTB fue una alfa de Cronbach de 0.770

## **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 TCE y grupo control de este estudio. (Ver Tabla No. 3)

**Tabla No. 3 Comparación basal entre controles sanos versus con TCE del  
Instituto Nacional de Rehabilitación**

	Sanos		TCE		p
	Media	ds	Media	ds	
Actividades de la Vida Diaria (Barthel)	100.00	0.00	99.00	2.62	ns
Equilibrio (Berg)	56.00	0.00	54.65	2.08	ns
TBA total	14.33	2.82	9.30	4.09	0.0001
Percentil TBA	42.86	26.06	15.50	21.58	0.0001
TMT A Tiempo	48.57	24.99	83.90	78.07	0.02
TMT B Tiempo	75.52	49.06	184.50	121.89	0.0001
Percentil TMT B	62.14	20.89	26.00	21.68	0.005
FAP	96.43	3.65	88.95	12.78	ns
Pasos	5.71	1.19	6.55	1.39	ns
Distancia (cm)	354.40	53.27	338.01	31.22	0.05
Tiempo de ambulación (sec)	3.24	0.82	4.01	1.38	0.0003
Velocidad (cm/sec)	112.50	17.09	89.97	18.55	0.008
Velocidad normalizada	1.27	0.20	5.83	21.44	ns
Cadencia (pasos/min)	106.99	10.70	101.32	12.50	0.05
Diferencial de tiempo (sec)	0.01	0.01	0.04	0.05	ns
Diferencial de largo (cm)	2.20	1.70	2.32	1.72	ns
Diferencial de ciclo (sec)	0.01	0.02	0.02	0.01	ns
Base de apoyo t-t izq(cm)	15.87	25.64	13.17	4.31	ns
Base de apoyo t-t der (cm)	10.34	4.25	13.21	4.54	ns
Apoyo simple izquierdo (%)	38.04	1.54	35.73	3.13	ns
Apoyo simple derecho (%)	39.21	4.35	37.76	2.45	ns
Swing izquierdo %	38.30	1.40	37.60	2.58	ns
Swing derecho %	37.98	1.34	35.90	3.04	ns
Stance izquierdo %	61.71	1.38	62.39	2.57	ns
Stance derecho %	62.04	1.34	64.12	3.04	ns

NS = no significativa

n = 20 controles sanos y 20 con TCE

Prueba no paramétrica: U de Mann Withney

En cuanto a los valores de FAP se encontró una media de 96.43 en sanos y de 88.95 pacientes con TCE, lo que sugiere una tendencia más alta en el FAP de los sujetos sanos.

En cuanto a la comparación con cadencia libre se observa que la distancia y velocidad recorrida en el grupo control (354.40,112.50) es significativamente mayor que en los pacientes con TCE (338.01,89.97) respectivamente ( $p < 0.05$ ).

En cambio, el tiempo de ambulación es mayor en el paciente con TCE (4.01 seg) que en el grupo control (3.24 seg) de forma significativa.

En cuanto a la **tabla 4** es importante considerar la relación intragrupo de los sujetos sanos, donde se observa como el tiempo de ambulación, la velocidad, cadencia, diferencia de tiempo, diferencial de largo disminuye con la marcha aunado a tarea cognitiva a diferencia de la marcha a cadencia libre de forma significativa.

**Tabla 4. Mediana (RI) de parámetros de la marcha, basal, sin y con atención dividida en sujetos controles del Instituto Nacional de Rehabilitación (comparaciones intragrupo)**

	Primera Basal		Tercera Sin Atención Dividida			Sexta Con Atención Dividida			p 3 vs 6
	Mediana	RI	Mediana	RI	p 1 vs 3	Mediana	RI	p 1 vs 6	
FAP	98	94.5-99	97	96.5-99.5	0.111	97.5	89-99.5	0.121	0.05
Pasos	6	5-6	6	5-6	0.763	6	5-6	0.490	0.564
Distancia (cm)	355.6	339.5-389.9	346.0	334.45-383.6	0.619	354.8	326.9-395.1	0.911	0.391
Tiempo de ambulación (seg)	3.0	2.7-3.7	3.1	2.835-3.6	0.887	3.4	3-4.02	0.009	0.01
Velocidad (cm/seg)	110.5	102.8-127.9	109.1	101.25-128.1	0.758	104.1	89.9-119.5	0.005	0.011
Velocidad normalizada	1.3	1.2-1.4	1.3	1.12-1.4	0.794	1.2	1-1.36	0.006	0.007
Cadencia (pasos/min)	109.2	100.1-115.6	109.3	98.3-113.1	0.570	101.9	89.4-109.4	0.000	0.001
Diferencial de tiempo (seg)	0.01	0.01-0.01	0.01	0.01-0.01	0.230	0.02	0.01-0.03	0.014	0.048
Diferencial de largo (cm)	2.0	0.86-3.7	1.8	1.1-3.1	0.777	1.4	0.8-3.6	0.654	0.867
Diferencial de ciclo (seg)	0.0	0-0.02	0.0	0.01-0.01	0.508	0.0	0-0.02	0.931	0.480
Tiempo paso izquierdo (seg)	0.56	0.525-0.6	0.56	0.5-0.6	0.226	0.59	0.6-0.7	0.001	0.009
Tiempo paso derecho (seg)	0.55	0.52-0.6	0.55	0.5-0.6	0.821	0.58	0.5-0.7	0.000	0.001
Tiempo ciclo izquierdo (seg)	1.09	1-1.2	1.09	1-1.15	0.085	1.18	1.1-1.3	0.000	0.001
Tiempo ciclo derecho (seg)	1.10	1-1.2	1.10	1.06-1.2	0.407	1.17	1.1-1.3	0.000	0.001
Largo de paso izquierdo (cm)	63.1	57.4-67.8	59.6	55.8-68	0.06	60.4	57.8-69.5	0.32	0.51
Largo de paso derecho (cm)	62.9	56-70.3	62.5	56.1-69.9	0.43	64.1	58-69.1	0.79	0.79
Largo zancada izquierdo (cm)	127.7	113.7-138	122.7	113-137.5	0.38	124.4	117.4-136.3	0.296	0.654
Largo zancada derecho (cm)	126.7	114.6-139.4	123.5	112.7-138.2	0.33	126.5	116.7-138.1	0.53	0.97
Base de apoyo t-t izquierdo (cm)	11.0	7.1-12.3	10.1	8.6-14.5	0.37	10.2	4.9-13.5	0.75	0.28
Base de apoyo t-t derecho (cm)	11.3	7.6-12.6	10.3	8.9-12.2	0.56	10.1	7.1-13.1	0.94	0.71
Apoyo simple izquierdo (%)	38.4	37.6-39.2	37.9	37.3-39.1	0.81	38.2	36.7-39.1	0.26	0.55
Apoyo simple derecho (%)	38.4	37.3-39.6	37.6	36.6-38.9	0.009	38.5	36.5-39.2	0.45	0.5
Swing izquierdo (%)	38.7	37.8-39.1	37.7	36.8-39	0.004	38.6	35.9-39.5	0.341	0.469
Swing derecho (%)	38.0	37.4-39.1	37.9	37.3-39	0.836	38.4	36.4-39.1	0.823	0.904
Stance izquierdo (%)	61.3	61-62.2	62.4	61.1-63.2	0.004	61.5	60.6-64.1	0.34	0.49
Stance derecho (%)	62.0	61-62.4	62.2	61-62.8	0.74	61.6	61.0-63.6	0.87	0.92

n = 20 controles sanos

Comparaciones pareadas, no paramétricas, prueba de Wilcoxon

RI = Rangos intercuartiles

En cambio, en la **tabla 5** se puede observar como en el grupo con TCE hay una disminución mayor entre la velocidad normalizada, así como en el stance derecho intragrupo en la prueba con tarea cognitiva, en relación con su mismo grupo en la prueba de marcha a cadencia libre.

**Tabla No. 5 Mediana (RI) de parámetros de la marcha, basal, sin y con atención dividida en sujetos con Traumatismo Craneoencefálico (TCE) del Instituto Nacional de Rehabilitación (comparaciones intragrupo)**

	Primera Basal		Tercera Sin Atención Dividida			Sexta Con Atención Dividida			
	Mediana	RI	Mediana	RI	p 1 vs 3	Mediana	RI	p 1 vs 6	p 3 vs 6
FAP	93.5	89.9-96.5	95.5	92-97.5	0.023	91.5	62-96.5	0.04	0.001
Pasos	6	5.5-7	6	6-7	0.130	6	5.5-7	0.773	0.197
Distancia (cm)	342.4	317.4-357.6	352.3	315.6-360.7	0.940	344.1	327.2-361.3	0.550	0.173
Tiempo de ambulación (seg)	3.8	3.095-4.5	3.5	3.1-4.1	0.057	4.1	3.5-6.6	0.004	0.000
Velocidad (cm/seg)	90.1	84.6-100.7	95.6	88-103.2	0.0001	84.3	54.7-99	0.014	0.001
Velocidad normalizada	1.1	0.95-1.2	1.1	1-1.2	0.003	1.0	0.6-1.2	0.015	0.008
Cadencia (pasos/min)	104.0	95.8-110.3	104.1	97.7-107.4	0.390	86.4	71.8-103.3	0.001	0.000
Diferencial de tiempo (seg)	0.0	0.01-0.06	0.0	0.01-0.05	0.235	0.0	0.02-0.05	0.243	0.274
Diferencial de largo (cm)	2.1	1.4-2.9	1.3	0.8-3.18	0.794	2.5	1.5-3.4	0.445	0.279
Diferencial de ciclo (seg)	0.0	0.005-0.03	0.0	0.01-0.02	0.884	0.02	0.005-0.02	0.793	0.886
Tiempo paso izquierdo (seg)	0.6	0.6-0.6	0.6	0.6-0.6	0.174	0.7	0.6-0.86	0.002	0.0005
Tiempo paso derecho (seg)	0.6	0.5-0.6	0.6	0.5-0.6	0.563	0.7	0.6-0.84	0.002	0.001
Tiempo ciclo izquierdo (seg)	1.2	1.1-1.3	1.2	1.1-1.2	0.247	1.4	1.2-1.66	0.002	0.000
Tiempo ciclo derecho (seg)	1.2	1.1-1.2	1.2	1.1-1.2	0.294	1.4	1.2-1.68	0.002	0.001
Largo de paso izquierdo (cm)	53.1	49.7-58	54.1	51.7-58.6	0.01	57.4	47.5-60.6	0.88	0.47
Largo de paso derecho (cm)	55.1	48.6-59	56.1	51.5-61	0.002	56.5	50.4-60	0.11	0.79
Largo zancada izquierdo (cm)	108.3	98.4-116.2	109.9	104-119.3	0.003	114.7	98.3-122.7	0.247	0.765
Largo zancada derecho (cm)	107.6	98.4-115.9	110.8	103.7-120.2	0.001	114.0	98.5-122.7	0.20	0.55
Base de apoyo t-t izq(cm)	12.2	10.4-15.1	11.6	10.2-14.6	0.75	13.0	10.8-17.1	0.20	0.04
Base de apoyo t-t der (cm)	11.8	10.3-15.6	11.4	9.7-14.8	0.19	12.7	10.5-17.1	0.68	0.07
Apoyo simple izquierdo (%)	36.4	33.9-37.6	36.5	35.2-38.7	0.14	37.0	33.5-39	0.55	0.71
Apoyo simple derecho (%)	37.7	36.7-39.1	38.3	37.8-39.4	0.125	38.0	36.6-39.5	0.78	0.23
Swing izquierdo (%)	37.9	36.6-38.9	38.3	37.5-39	0.069	38.1	36.7-39.2	0.808	0.341
Swing derecho (%)	36.6	34.3-37.7	36.8	35.5-38.8	0.197	37.4	33.3-38.9	0.695	0.654
Stance izquierdo (%)	62.1	61.1-63.5	61.7	61.1-62.6	0.10	62.0	60.9-63.4	0.88	0.34
Stance derecho (%)	63.4	62.4-65.8	50.7	37.6-64.2	0.0005	62.7	61.1-66.8	0.73	0.005

n = 20 pacientes con TCE

Comparaciones pareadas, no paramétricas, prueba de Wilcoxon

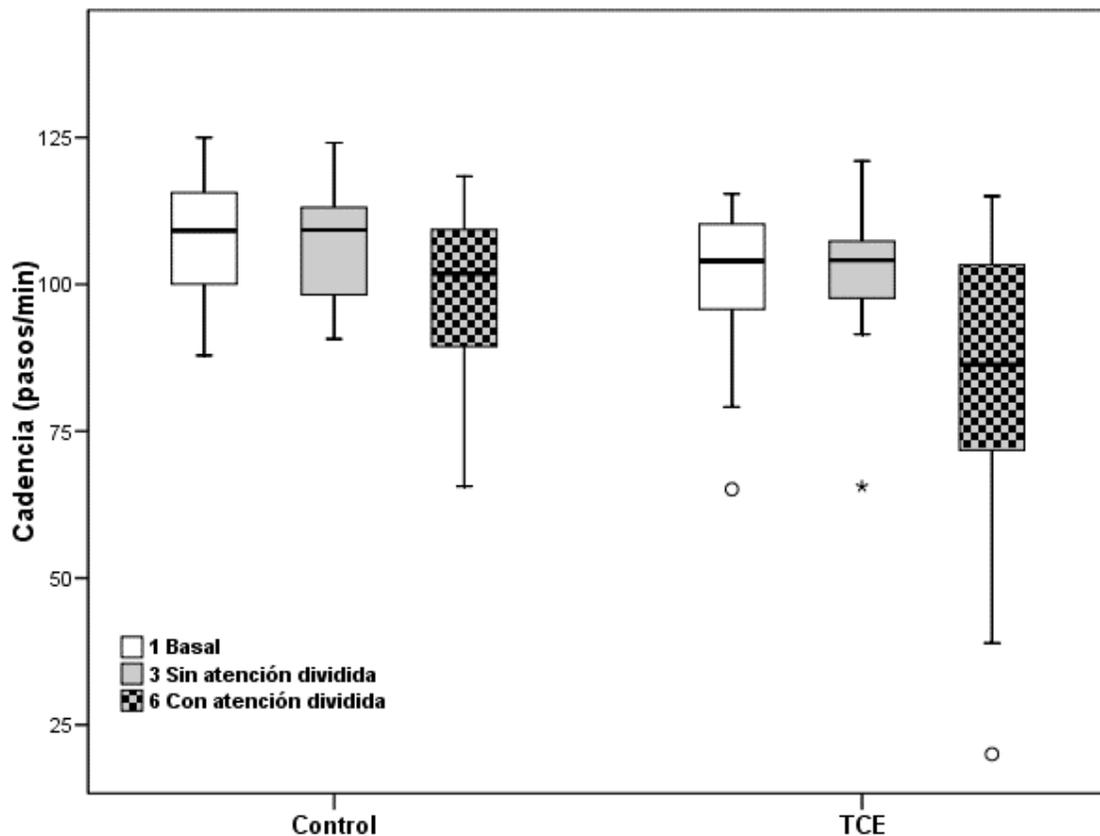
RI = Rangos intercuartiles

### COMPARACIÓN INTERGRUPO

En la **figura 3** se observa cómo tanto en el grupo control como en el paciente con TCE se encuentra una disminución en la cadencia con la prueba de atención dividida durante la marcha, sin embargo, es significativamente mayor la diferencia en pacientes con TCE posterior a la prueba de marcha con atención dividida.

**Figura No. 3**

**Valoración de la cadencia con y sin atención dividida en sujetos controles sanos versus con Traumatismo Craneoencefálico del Instituto Nacional de Rehabilitación**

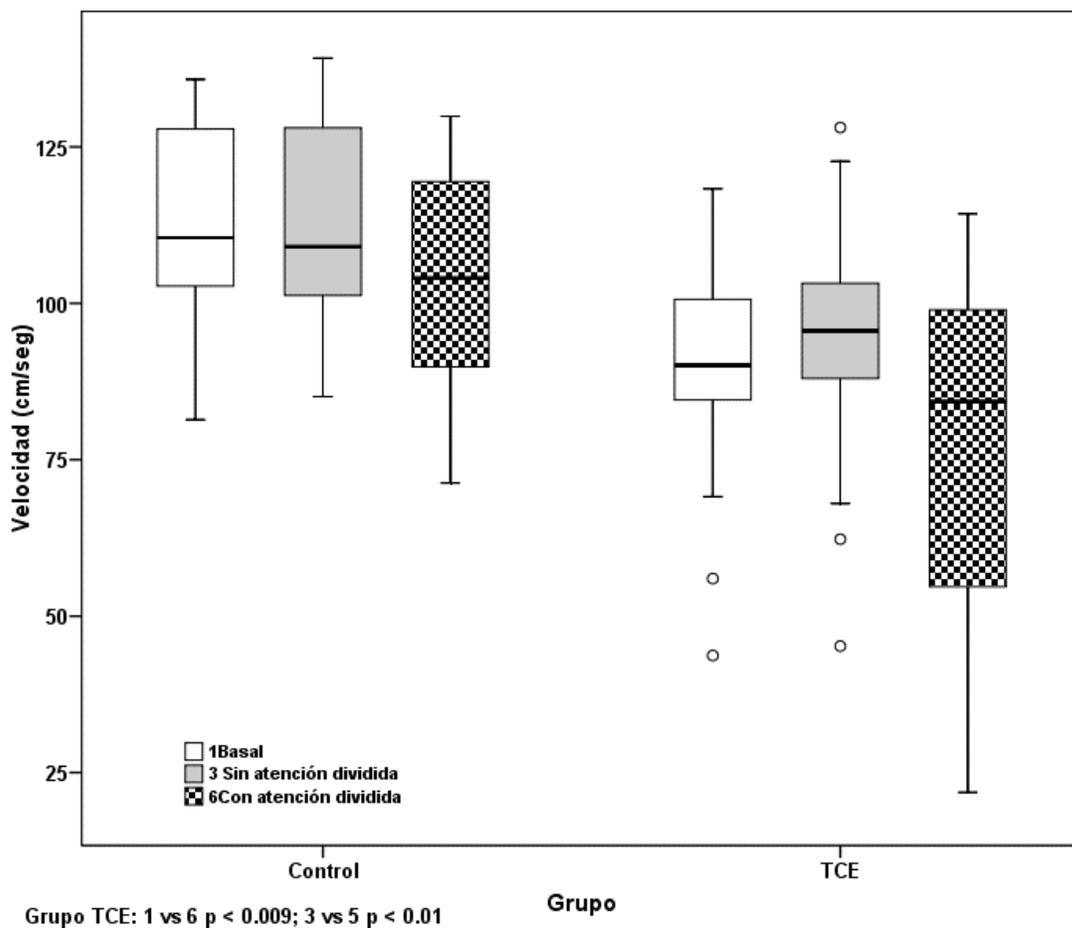


Grupo TCE: 1 vs 6  $p < 0.00001$ ; 3 vs 5  $p < 0.001$  Grupo

En la **figura 4** se observa mayor diferencia significativa en cuanto a la disminución de la velocidad de la marcha entre el grupo control (104.1 cm/seg) y los pacientes con TCE (84.3 cm/seg) durante la marcha con tarea cognitiva.

**Figura No. 4**

Valoración de la Velocidad de la Marcha con y sin atención dividida en sujetos controles sanos versus con Traumatismo Craneoencefálico del Instituto Nacional de Rehabilitación



En la **Tabla 6** se puede observar como las medianas de FAP, velocidad, tiempo, así como largo de paso izquierdo, largo de paso derecho, largo de zancada izquierda, largo de zancada derecha, se encontró mayor diferencia significativa intergrupo con la prueba.

**Tabla No. 6 Mediana de parámetros de la marcha, basal, sin y con atención dividida en sujetos controles o con Traumatismo Craneoencefálica (TCE) del Instituto Nacional de Rehabilitación (Comparación intergrupo Control versus TCE)**

	Primera Basal		p	Tercera Sin atención dividida		p	Sexta Con atención dividida		p
	Control	TCE	Control vs TCE	Control	TCE	Control vs TCE	Control	TCE	Control vs TCE
FAP	98	93.5	0.006	97	95.5	0.009	97.5	91.5	0.01
Pasos	6	6	0.086	6	6	0.201	6	6	0.157
Distancia (cm)	355.55	342.4	0.121	346	352.3	0.429	354.75	344.1	0.277
Tiempo de ambulación (seg)	3.0	3.8	0.035	3.1	3.5	0.102	3.4	4.1	0.02
Velocidad (cm/seg)	110.5	90.1	0.000	109.1	95.6	0.003	104.1	84.3	0.002
Velocidad normalizada	1.3	1.1	0.005	1.3	1.1	0.01	1.2	1.0	0.02
Cadencia (pasos/min)	109.2	104.0	0.121	109.3	104.1	0.114	101.9	86.4	0.07
Diferencial de tiempo (seg)	0.0	0.0	0.056	0.0	0.0	0.157	0.0	0.0	0.165
Diferencial de largo (cm)	2.0	2.1	0.820	1.8	1.3	0.445	1.4	2.5	0.445
Diferencial de ciclo (seg)	0.0	0.0	0.799	0.0	0.0	0.429	0.0	0.0	0.478
Tiempo paso izquierdo (seg)	0.6	0.6	0.076	0.6	0.6	0.174	0.6	0.7	0.05
Tiempo paso derecho (seg)	0.5	0.6	0.301	0.6	0.6	0.565	0.6	0.7	0.1081
Tiempo ciclo izquierdo (seg)	1.1	1.2	0.102	1.1	1.2	0.04	1.2	1.4	0.06
Tiempo ciclo derecho (seg)	1.1	1.2	0.149	1.1	1.2	0.121	1.2	1.4	0.05
Largo de paso izquierdo (cm)	63.1	53.1	0.0000	59.6	54.1	0.02	60.4	57.4	0.02
Largo de paso derecho (cm)	62.9	55.1	0.0004	62.5	56.1	0.009	64.1	56.5	0.001
Largo zancada izquierdo (cm)	127.7	108.3	0.0001	122.7	109.9	0.002	124.4	114.7	0.003
Largo zancada derecho (cm)	126.7	107.6	0.0001	123.5	110.8	0.002	126.5	114.0	0.001
Base de apoyo t-t izq (cm)	11.0	12.2	0.072	10.1	11.6	0.201	10.2	13.0	0.03
Base de apoyo t-t der (cm)	11.3	11.8	0.157	10.3	11.4	0.149	10.1	12.7	0.05
Apoyo simple izquierdo (%)	38.4	36.4	0.001	37.9	36.5	0.03	38.2	37.0	0.102
Apoyo simple derecho (%)	38.4	37.7	0.355	37.6	38.3	0.127	38.5	38.0	0.698
Swing izquierdo (%)	38.7	37.9	0.165	37.7	38.3	0.277	38.6	38.1	0.862
Swing derecho (%)	38.0	36.6	0.008	37.9	36.8	0.05	38.4	37.4	0.068
Stance izquierdo (%)	61.3	62.1	0.157	62.4	61.7	0.265	61.5	62.0	0.841
Stance derecho (%)	62.0	63.4	0.002	62.2	50.7	0.253	61.6	62.7	0.068

NS = no significativa

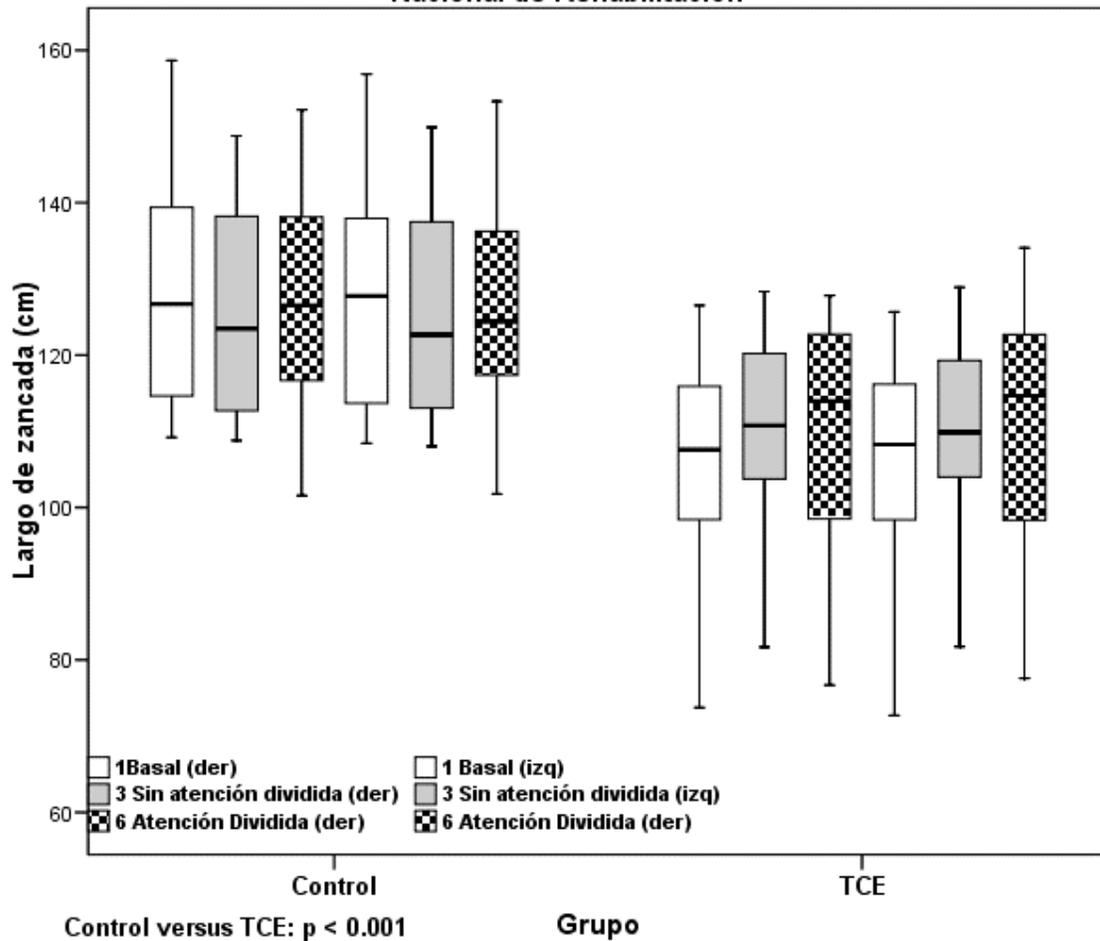
n = 20 controles sanos y 20 con TCE

Prueba no paramétrica: U de Mann Whitney

En la **figura 5** se observa como el largo de zancada derecho es significativamente mayor en los pacientes con TCE con la prueba de atención dividida en relación con el largo de zancada izquierda.

**Figura No. 5**

**Valoración de la Largo de Zancada (izquierdo y derecho) con y sin atención dividida en sujetos controles sanos versus con Traumatismo Craneoencefálico del Instituto Nacional de Rehabilitación**



## CORRELACIONES

En la **Tabla 7** se puede observar una correlación directamente proporcional con la atención dividida tanto entre el grupo control y en los pacientes con TCE en las siguientes variables: FAP, pasos, distancia, tiempo de ambulaci3n, velocidad de ambulaci3n, cadencia, largo de zancada derecho e izquierdo, base de apoyo t-t derecho, swing izquierdo, swing derecho y stance derecho.

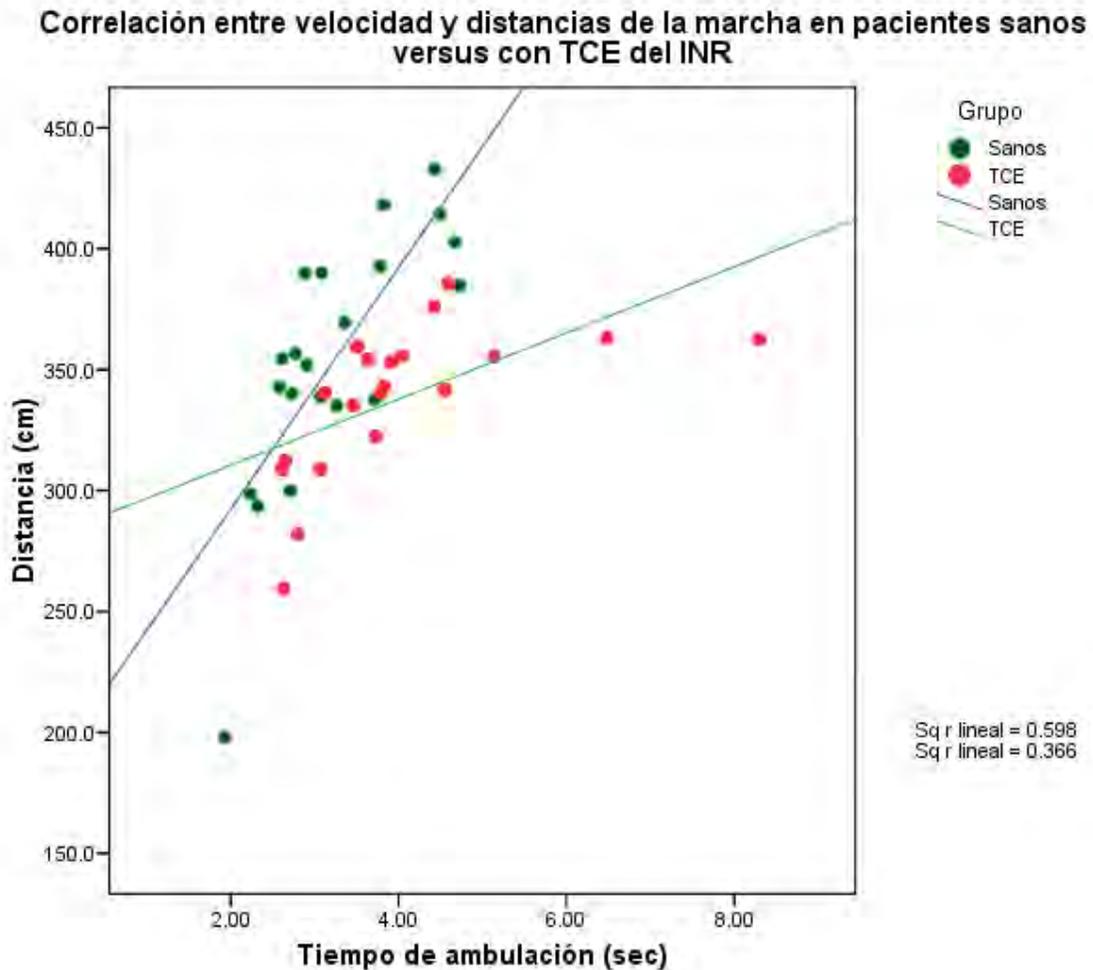
**Tabla No. 7 Correlación de los parámetros de la marcha con y sin Atención Dividida en sujetos control sanos y con traumatismo craneoencefálico (TCE) del Instituto Nacional de Rehabilitación**

Parámetro	Control (con y sin atención dividida)		TCE (con y sin atención dividida)	
	r	p	r	p
<b>FAP</b>	0.342	0.140	0.654	0.002
<b>Pasos</b>	0.803	0.000	0.799	0.000
<b>Distancia (cm)</b>	0.825	0.000	0.431	0.058
<b>Tiempo de ambulación (seg)</b>	0.786	0.000	0.461	0.041
<b>Velocidad (cm/seg)</b>	0.667	0.001	0.716	0.000
<b>Velocidad normalizada</b>	0.704	0.001	0.172	0.468
<b>Cadencia (pasos/min)</b>	0.613	0.004	0.464	0.039
<b>Diferencial de tiempo (seg)</b>	-0.197	0.406	0.077	0.746
<b>Diferencial de largo (cm)</b>	0.181	0.446	-0.037	0.876
<b>Diferencial de ciclo (seg)</b>	-0.239	0.309	-0.152	0.521
<b>Tiempo paso izquierdo (seg)</b>	0.559	0.010	-0.019	0.936
<b>Tiempo paso derecho (seg)</b>	0.543	0.013	0.333	0.152
<b>Tiempo ciclo izquierdo (seg)</b>	-0.092	0.701	0.094	0.694
<b>Tiempo ciclo derecho (seg)</b>	0.542	0.014	0.068	0.775
<b>Largo de paso izquierdo (cm)</b>	0.421	0.064	0.705	0.001
<b>Largo de paso derecho (cm)</b>	0.499	0.025	0.808	0.000
<b>Largo zancada izquierdo (cm)</b>	0.795	0.000	0.771	0.000
<b>Largo zancada derecho (cm)</b>	0.797	0.000	0.811	0.000
<b>Base de apoyo t-t izq (cm)</b>	0.310	0.183	0.868	0.000
<b>Base de apoyo t-t der (cm)</b>	0.695	0.001	0.888	0.000
<b>Apoyo simple izquierdo (%)</b>	0.186	0.433	0.535	0.015
<b>Apoyo simple derecho (%)</b>	0.609	0.004	0.595	0.006
<b>Swing izquierdo (%)</b>	0.708	0.000	0.631	0.003
<b>Swing derecho (%)</b>	0.461	0.041	0.517	0.019
<b>Stance izquierdo (%)</b>	0.708	0.000	0.636	0.003
<b>Stance derecho (%)</b>	0.451	0.046	0.106	0.657

n = 20 controles sanos y 20 con TCE  
Correlación de Pearson

En la **figura 4** se destaca la correlación que se muestra entre la distancia y el tiempo de ambulaci3n, directamente proporcional tanto en el grupo control como en los pacientes con TCE. La correlaci3n es mayor en el grupo de sanos con un coeficiente de variaci3n de  $r^2=0.598$  y en el grupo de TCE de  $r^2 =0.366$

**Fig. 6**



Correlaci3n de Pearson y coeficiente de variabilidad significativo para sanos  $r^2 =$

0.598

## 9. DISCUSIÓN

Las pruebas de atención dividida en la evaluación de la marcha han ponderado en pacientes con TCE moderado y/o severo, alteraciones relacionadas con el patrón de marcha.

En el paciente con TCE las lesiones neurocognitivas han sido estudiadas con mayor frecuencia y se ha considerado poco relevante la evaluación de la marcha, condición que le permite al individuo tener actividades de la vida diaria para mejorar su desenvolvimiento social y su calidad de vida [34].

La marcha en pacientes adultos (18 a 60 años) con TCE comparados con grupos control ha sido evaluada en pocos estudios, al menos dos publicaciones dan la base de las alteraciones que se encuentran en los pacientes comparados con los controles sanos e incluyen los estudios de Niechwiej et. al., (2007) [12] y de Williams et. al., (2009) [11] que a continuación se describe:

Niechwiej et. al., [12] incluye a 20 pacientes con TCE y 20 controles sanos adultos evalúa la marcha con tres condiciones, caminar a ritmo preferido, tan rápido como sea posible y con los ojos cerrados, no encontraron diferencias intra-grupo entre los casos y controles excepto con los ojos cerrados donde la marcha se ve más alterada en el grupo con TCE. La velocidad de la marcha fue reducida en los pacientes con TCE igual que en los controles en las tres condiciones. Al comparar entre los grupos

la variabilidad del tiempo, se encontró que la marcha esta 25% más alterada al comparar la condición de caminar al ritmo preferido versus rápido. En la variabilidad de longitud y amplitud de los pasos, no se observan cambios con la marcha al ritmo y rápida. Los autores no consideraron la severidad del TCE.

Williams et. al., [11] evalúan la marcha de 41 pacientes con TCE y 25 controles sanos ofreciendo una base del comportamiento y la velocidad de la marcha en TCE denominada “análisis de la marcha de tres dimensiones” o 3DGA, que incluye la medición espacio temporal, la cinemática y la cinética de la marcha; la prueba consistió en el registro y evaluación de caminar un trayecto de 12 m. Los hallazgos mostraron la velocidad de la marcha reducida, la cadencia, longitud del paso y fase de apoyo afectadas en los pacientes con TCE comparada con los controles. Sin embargo, ellos no realizaron una distinción en el grado de severidad del TCE. En este estudio se observó que no hubo diferencia significativa entre los parámetros espaciotemporales de la marcha y las pruebas atencionales (atención dividida), en pacientes con TCE moderado y severo después del año de evolución.

Estos estudios dan una base, sin embargo, a pesar de que el registro de las mediciones se realiza de manera acuciosa con cámaras de grabación no utilizan un sistema de evaluación de la marcha como la utilización de un tapete GAITRite electrónico que ofrece mayor validez a las mediciones.

La propuesta de un sistema de medición más preciso basado en un tapete electrónico denominado GAITRite, se hizo para que las comparaciones sean más válidas para identificar alteraciones. Este sistema evalúa la marcha la cual fue

validado por Webster et al validaron para adultos mayores [33, 35]. En este trabajo la utilización del tapete de gait rite como parametro para evaluar la marcha de forma mas precisa, nos permitio encontrar en las alteraciones espaciotemporales de la marcha y el indice funcional de deambulacion una medición mas objetiva.

En este estudio se evaluó la fiabilidad de esta prueba para pacientes con TCE moderado y severo y además evaluar la asociación que tiene la atención dividida sobre la marcha tanto en pacientes con TCE y normales.

Las pruebas de atención dividida en la evaluación de la marcha han ponderado en pacientes con TCE moderado y/o severo las alteraciones relacionadas con el patrón de marcha.

En la relación entre las habilidades cognitivas y su efecto sobre la marcha en TCE comparado con controles ha sido poco evaluada y se destacan los que se refieren a una población similar a la estudiada en adultos, pero por lo reducido de ellos también ponderamos e incluimos en esta discusión otras poblaciones con TCE donde se evaluó este binomio de la influencia cognitiva sobre la marcha, como adultos mayores [28] y niños [36].

Las alteraciones sobre la marcha en la atención dividida presente en pacientes con TCE es muy similar a la notable disminución que presentan los adultos mayores que evaluó Holtzer et al. [28], los autores realizaron un modelo muy similar a nuestro estudio con la utilización de GaitRite para evaluar la doble tarea, solo que la población son adultos mayores con demencia y observaron algo similar a lo

encontrado en este estudio, alteraciones tanto en la velocidad de la marcha y la longitud de zancada.

En niños con TCE de  $9.5 \pm 2.2$  años ( $n=15$ ) y su grupo control de  $9.9 \pm 1.3$  años de edad ( $n=15$ ), se evalúa la condición de caminar, y comparan su velocidad de la marcha con la atención dividida con pruebas cognitivas como la memorización y la de recordar series de números aleatorios, y los menores cuando eran expuesto a la prueba cognitiva tuvieron una reducción de la velocidad de la marcha y aumento en la longitud de los pasos, las alteraciones en la marcha fueron más severas en los menores con TCE que en el adulto referido en nuestro estudio [36].

Estas son las evidencias más cercanas, este es el primer estudio que evalúa la marcha con la atención dividida utilizando el GaitRite con un grupo control.

Los estudios de Ríos et al., [16] han evaluado solo la atención dividida en varias tareas, que se presenta por la afectación en la distribución de los recursos de atención en varias tareas, y que el reporte verbal de los pacientes que refieren dificultad para desempeñar la doble tarea. En este estudio, mostramos que las afectaciones en la marcha en pacientes con TCE y la atención dividida están presentes, pero fundamentalmente lo que se afecta es la velocidad y la longitud de la zancada.

En las pruebas de atención dividida utilizadas de TMT B mostraron una reducción de más del doble en el grupo de TCE comparado con el grupo de individuos controles sanos. También cuando la comparación en percentiles TMT B se observó la misma tendencia el grupo con TCE mostró pérdida del 50% con respecto al control [4, 24,25].

En cuanto a los valores de FAP se encontró una tendencia más alta en el FAP de los sujetos sanos, sin llegar a ser significativa con el grupo de estudio, la diferencia posiblemente por el número de sujetos estudiados. En nuestras revisiones no se encontró en ningún estudio la evaluación de la prueba del FAP en pacientes con TCE. Aunque no tuvimos significancia estadística significativa, consideramos que es un aspecto importante, que determina el porcentaje de funcionamiento normal de la marcha [31]. y en nuestro estudio, hubo una tendencia a disminuir en los pacientes con TCE.

los pacientes con TCE presentan 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 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.

En cuanto a la comparación con cadencia libre se observa que la distancia y velocidad recorrida en el grupo control es significativamente mayor que en los pacientes con TCE, lo que daña más el aspecto espacial que visoespacial, al encontrar más afectada la velocidad de la marcha. Posterior a la prueba de marcha con atención dividida, se observó una diferencia significativa en cuanto a la disminución de la velocidad de la marcha entre el grupo control y los pacientes con TCE durante la marcha con tarea cognitiva.

Se observo que en el grupo control y el de estudio con TCE se encuentra una disminución en la cadencia con la prueba de atención dividida durante la marcha, sin embargo, es mas significativa la diferencia en pacientes con TCE,

A la vez se observa como el largo de zancada derecho es significativamente mayor en los pacientes con TCE con la prueba de atención dividida en relación con el largo de zancada izquierda. Se requieren una muestra mayor donde se pueda separar por tipo de lesión cerebral que pueda sugerir esta alteración, sin embargo, la lateralidad como una función cerebral operativa, incluye la partición de la marcha y de las funciones sensorial y representa una desorganización de los estímulos codificados que son dirigidos, y que tienen una secuencia como la marcha.

Las diferencias en la marcha entre pacientes con TCE y controles en atención dividida, presentan una mayor alteración en las siguientes variables: FAP, pasos, distancia, tiempo de ambulación, velocidad de ambulación, cadencia, largo de zancada derecho e izquierdo, base de apoyo t-t derecho, swing izquierdo, swing derecho y stance derecho.

Finalmente, la relación de la marcha y las alteraciones encontradas en el largo de zancada, la velocidad y la cadencia es posible que sean debidas a que el sujeto pretende mantener el control postural y dar mayor estabilidad, por lo que reduce sus capacidad de la marcha [38].

La correlación entre la distancia y el tiempo de ambulaci3n fue directamente proporcional tanto en el grupo control como en los pacientes con TCE y **se ve afectada en el doble de pacientes con TCE**. El coeficiente de variaci3n muestra que el 59.8% en los sanos y el 36.6% de los pacientes con TCE se refleja en la distancia y el tiempo de ambulaci3n.

Se realiz3 un an3lisis de correlaci3n de los par3metros espaciotemporales con las alteraciones en la atenci3n mediante las pruebas atencionales, encontr3ndose correlaci3n negativa d3bil y significativa con la cadencia ( $p=0.019$ ), la velocidad ( $p=0.016$ ) y el FAP ( $p=0.025$ ) a cadencia libre y 3nicamente con el FAP ( $p=0.038$ ) con tarea cognitiva utilizando el TBA. Se deduce que existe una relaci3n inversa entre los par3metros espaciotemporales y el TBA, por lo tanto, al disminuir la cadencia, la velocidad y el FAP mayor es la puntuaci3n en la prueba atencional.

Un aspecto importante de este estudio fue la correlaci3n persistente del FAP y la velocidad con la atenci3n. En la literatura se reporta muy poca informaci3n sobre la correlaci3n entre los par3metros espaciotemporales con la atenci3n espec3ficamente la dividida, en pacientes con TCE. En este estudio se analiz3 esta correlaci3n.

En la tarea cognitiva se encontr3 correlaci3n con el FAP en ambas pruebas atencionales, adem3s 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.

En la evaluación de la fiabilidad de la prueba de la atención dividida TMTB se encontró una buena fiabilidad (alfa de Cronbach 0.770), lo cual coincide con lo reportado por la literatura por Leary et al. (2018) [39], así como Plotek et al. [40] en que el TMTB es una prueba con mayor fiabilidad que la TMTA para valorar específicamente la atención dividida en pacientes con TCE, así como los factores que más influyen en la prueba como son la edad y escolaridad en sujetos sanos.

La valoración de la atención es un aspecto importante que influye en los programas de Rehabilitación en el paciente con TCE y tiene una correlación significativa con los parámetros espaciotemporales de la marcha como ya se demostró en este estudio [39].

En estos pacientes es importante referir que el tiempo durante el cual fueron evaluados fue después de 1 año de evolución, consideramos que el tiempo de evolución si impacta en nuestros resultados, en este tiempo el paciente logra una marcha independiente lo cual facilita la influencia de la rehabilitación sobre la marcha. A la vez la media de edad fue de 30.5 años en el grupo de TCE a diferencia del grupo control en el cual se refiere una media de 33.5, pudiendo referenciar que esta patología es mayor en adultos jóvenes que en otros grupos etarios, como se refiere en otros artículos Larsy et al. [1].



La comparación en percentiles TMT B en controles fue de  $62.14 \pm 20.89$  y con TCE de  $26.0 \pm 21.68$  ( $p < 0.0001$ ). (Ver figuras 1 y 2)

## 10. CONCLUSIÓN

Se infiere que si hay una diferencia significativa en los resultados en pacientes con TCE intragrupo en las pruebas de marcha a cadencia libre y con test de atención así como intergrupo (grupo control) encontrando mayor prolongación en los tiempos de deambulaci3n, distancia, cadencia, largo de zancada derecha en la poblaci3n estudiada.

Se encuentra una correlaci3n inversamente proporcional en la poblaci3n estudiada, tanto en atenci3n dividida entre el grupo control y los pacientes con TCE en las siguientes variables: FAP, pasos, distancia, tiempo de ambulaci3n, velocidad de ambulaci3n, cadencia, largo de zancada derecho e izquierdo, base de apoyo t-t derecho y apoyo derecho.

Por otro lado, el sistema de **GAITRite** ha sido propuesto como un sistema m1s preciso para determinar las alteraciones de la marcha y ha sido validado en diferentes condiciones, sin embargo, no para pacientes adultos con TCE. Este es el primer estudio que utiliza el sistema de **GAITRite** en pacientes con TCE y grupo control en M3xico y el analisis de los resultados lo confirman [35].

La atenci3n dividida evaluada tanto con el test de TMT-B y el TBA en pacientes con TCE y en personas sanas, estas son pruebas diagn3sticas fiables y con una correlaci3n directamente proporcional con los par1metros espaciotemporales medidos por medio del tapete GaitRite con tarea cognitiva.

En la presente tesis se concluye que hay mayor grado de afectaci3n en los par1metros espaciotemporales y en los test de atenci3n dividida (TMT-B Y TBA) en pacientes con TCE en comparaci3n al grupo control, en la poblaci3n estudiada.



Finalmente, es importante mencionar que se requieren mas estudios que valoren y evaluen el efecto de la marcha sobre las alteraciones cognitivas, así como el desarrollo de programas de rehabilitación que faciliten la integración de la marcha con programas cognitivos en pacientes con TCE para determinar su beneficio a corto y a largo plazo.

## LIMITACIONES:

La principal limitación en este estudio fue el número de pacientes estudiados, tanto en el grupo de TCE por los criterios de inclusión así como en el grupo control por tratarse de una muestra similar en edad, género y escolaridad a los pacientes con TCE.

Sugerimos para investigaciones posteriores que se integre la valoración del equilibrio estático y dinámico para descartar la influencia que puedan tener estas sobre la marcha o/y la atención.

## PERSPECTIVAS

Es importante en próximos estudios aumentar el tamaño de la muestra, valorar otras pruebas neuropsicológicas, implementar programas de Neuroplasticidad con entrenamiento de marcha en banda sin fin con tarea cognitiva y programas de intervención cognitiva.

## RECOMENDACIONES:

Incluir en el trabajo multidisciplinario al servicio de [otoneurología](#) para evaluar el equilibrio central en estos pacientes.

Correlacionar el sitio de lesión por imagen con las estructuras anatómicas relacionadas con las funciones ejecutivas.

Realizar un programa de entrenamiento de marcha en banda sin fin a cadencia libre y con tarea dual así como programas de intervención cognitiva.

## 12.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Lasry O, Liu EY, Powell GA, Ruel-Laliberté J, Marcoux J, Buckeridge DL. Epidemiology of recurrent traumatic brain injury in the general population: A systematic review. *Neurology*. 2017;89(21):2198-2209.
- [2] Centers for Disease Control and Prevention. (2015). Report to Congress on Traumatic Brain Injury in the United States: Epidemiology and Rehabilitation. National Center for Injury Prevention and Control; Division of Unintentional Injury Prevention. Atlanta, GA.
- [3] Ontiveros A., Preciado A K., Matute Villaseñor E., López-Cruz M., and López-Elizalde R. Factores pronósticos de recuperación y reinserción laboral en adultos con traumatismo craneoencefálico. *Rev. Mex. Neurocienc.* 2014;15(4):211–217.
- [4] Quijano Martínez MC, Cuervo Cuesta MT. Alteraciones Cognoscitivas después de un Trauma Craneoencefálico. *Acta Colomb. Psicol.* 2011;14(1):71 – 80.
- [5] Sarajuuri J, Psych L, Pasanen M, Rinne M, Vartiainen M, Lehto T, Alaranta H. Relationship between cognitive and motor performance in physically well-recovered men with traumatic brain injury. *J. Rehabil. Med.*, 2013;45(1):38–46.
- [6] Agudelo Mendoza AI, Briñez Santamaria TJ, Guarín Urrego V, Ruiz JP. Marcha: descripción, métodos, herramientas de evaluación y parámetros de normalidad reportados en la literatura. *CES Movimiento y Salud*. 2013;1(1):29–43.
- [7] Camara J. Análisis de la marcha: sus fases y variables espacio – temporales. *Entramado* 2011;7(1):160–173.
- [8] Williams G, Morris ME, Schache A, McCrory P. Observational gait analysis in traumatic brain injury: accuracy of clinical judgment. *Gait Posture*. 2009;29(3):454-9
- [9] Vasudevan EV, Glass RN, Packel AT. Effects of traumatic brain injury on locomotor adaptation. *J Neurol Phys Ther.* 2014;38(3):172-82.
- [10] Rodríguez-Claudio I. Entrenamiento robótico como medio de rehabilitación para la marcha. 2012;5(2):46–54.
- [11] Williams G, Morris ME, Schache A, McCrory PR. Incidence of gait abnormalities after traumatic brain injury. *Arch Phys Med Rehabil.* 2009;90(4):587-93.
- [12] Niechwiej-Szwedo E, Inness EL, Howe JA, Jaglal S, McIlroy WE, Verrier MC. Changes in gait variability during different challenges to mobility in patients with traumatic brain injury. *Gait Posture*. 2007;25(1):70-7.
- [13] Ruttan L, Martin K, Liu A, Colella B, and Green R. E. 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.* 2008;89(12): 69–76.
- [14] Fernández AL, Neuropsicología de la atención. Conceptos, alteraciones y evaluación. 2014; 28:1–28.
- [15] Posner M.I. Orienting of attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 1980;32:23-25.
- [16] Ríos M, Muñoz J, Paúl N. Alteraciones de la atención tras daño cerebral traumático: evaluación y rehabilitación. *Revista de Neurología*. 2007;44:291-297.
- [17] Periañez JA, Ríos-Lago M, Rodríguez-Sánchez JM, Adrover Roig D, Sánchez-Cubillo I, Crespo-Facorro B, Quemada JI and Barceló F. Trail Making Test in traumatic brain injury, schizophrenia, and normal ageing: Sample comparisons and

- normative data. *Arch. Clin. Neuropsychol.* 2007; 22(4): 2007.
- [18] Dorfman M, Herman T, Brozgol M, Shema S, Weiss A, Hausdorff J, and Mirelman A. Dual-Task Training on a Treadmill to Improve Gait and Cognitive Function in Elderly Idiopathic Fallers. *J Neurol Phys Ther.* 2014;38 (4): 246–253.
- [19] Azouvi P, Couillet J, Leclercq M, Martin Y, Asloun S, and Rousseaux M. Divided attention and mental effort after severe traumatic brain injury. *Neuropsychologia*, 2004; 42 (9): 1260–1268.
- [20] Mena JH, Sanchez AI, Rubiano AM, Peitzman AB, Sperry JL, Gutierrez MI, and Puyana JC. 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.* 2011; 71(5):1185–1192.
- [21] Muñana-Rodríguez JE and Ramírez-Elías A. Escala de coma de Glasgow: origen, análisis y uso apropiado. *Enfermería Univ.* 2014; 11(1): 24–35.
- [22] Rivera D, Perrin PB, Aliaga A, Garza MT, Saracho CP, Rodr W, and Servicio M. Brief Test of Attention: Normative data for the Latin American Spanish speaking adult population. 2015; 37(5):663–676.
- [23] Schretlen D, Bobholz JH and Brandt J. Development and Psychometric Properties of the Brief Test of Attention. *Clin. Neuropsychol.* 1996; 10(1): 80–89.
- [24] Tamayo FM, Casals-Coll G, Sánchez-Benavides M, Quintana RM, Manero T, Rognoni L, Calvo R, Palomo F and Peña-Casanova J. Estudios normativos españoles en población adultajoven: Normas para las pruebas span verbal, span visuoespacial, Letter-Number Sequencing, Trail Making Test y Symbol Digit Modalities Test. *Neurología.* 2012; 27(6):319–329.
- [25] Arango-Iasprilla JC, Rivera D, Aguayo A, Rodr Wand Mart C, Trail Making Test : Normative data for the Latin American Spanish speaking adult population. 2015; 37(4): 639–661.
- [26] Sánchez-Cubillo I, Periáñez JA, Adrover-Roig DJM, Rodríguez-Sánchez, Ríos-Lago M, Tirapu J and Barceló F. Construct validity of the Trail Making Test: role of task-switching, working memory, inhibition/interference control, and visuomotor abilities. *J. Int. Neuropsychol. Soc.* 2009;15(3):438–450.
- [27] Amboni M, Barone P, and Hausdorff JF. Cognitive contributions to gait and falls: Evidence and implications. *Mov. Disord.* 2013; 28(11):520–1533.
- [28] Holtzer R, Wang C, and Verghese J. The relationship between attention and gait in aging: facts and fallacies. *Motor Control.* 2012;16(1): 64–80.
- [29] Yogev-Seligmann G, Hausdorff JM and Giladi N. The role of executive function and attention in gait. *Mov. Disord.* 2008; 23:(4) 329–342.
- [30] Sosnoff JJ, Broglio SP, Ferrara MS. Cognitive and motor function are associated following mild traumatic brain injury. *Exp Brain Res.* 2008;187(4):563-
- [31] Nelson AJ. Functional ambulation profile. *Physical Therapy.* 1074;54(10):1059-1064.
- [32] Benitez Rosas V. Correlación entre los parámetros espaciotemporales de la marcha y las alteraciones de la atención dividida en pacientes con Traumatismo craneoencefálico. Tesis de rehabilitación 2015-2016:7-13.
- [33] McDonough AL, Batavia M, Chen FC, Kwon S, Ziai J. The validity and reliability of the GAITRite system's measurements: A preliminary evaluation. *Arch Phys Med*

Rehabil. 2001 Mar;82(3):419-25..

[34] Walker WC, Pickett TC. Motor impairment after severe traumatic brain injury: A longitudinal multicenter study. *J Rehabil Res Dev.* 2007;44(7):975-82.

[35] Webster KE, Wittwer JE, Feller JA. Validity of the GAITRite walkway system for the measurement of averaged and individual step parameters of gait. *Gait Posture.* 2005;22(4):317-21.

[36] Katz-Leurer M, Rotem H, Keren O, Meyer S. Effect of concurrent cognitive tasks on gait features among children post-severe traumatic brain injury and typically-developed controls. *Brain Inj.* 2011;25(6):581-6.

[37] Arango-Lasprilla JC, Rivera D, Aguayo A, Rodríguez W, Garza MT, Saracho CP, Rodríguez-Agudelo Y, Aliaga A, Weiler G, Luna M, Longoni M, Ocampo-Barba N, Galarza-Del-Angel J, Panyavin I, Guerra A, Esenarro L, García de la Cadena P, Martínez C, Perrin PB. Trail Making Test: Normative data for the Latin American Spanish speaking adult population. *NeuroRehabilitation.* 2015;37(4):639-61.

[38] McFadyen BJ, Swaine B, Dumas D, Durand A. Residual effects of a traumatic brain injury on locomotor capacity: a first study of spatiotemporal patterns during unobstructed and obstructed walking. *J Head Trauma Rehabil.* 2003;18(6):512-25.

[39] Leary JB, Kim GY, Bradley CL, Hussain UZ, Sacco M, Bernad M, Collins J, Dsurney J, Chan L. The Association of Cognitive Reserve in Chronic-Phase Functional and Neuropsychological Outcomes Following Traumatic Brain Injury. *J Head Trauma Rehabil.* 2018 Jan/Feb;33(1):E28-E35.

[40] Płotek W, Łyskawa W, Kluzik A, Grześkowiak M, Podlewski R, Żaba Z, Drobnik L. Evaluation of the Trail Making Test and interval timing as measures of cognition in healthy adults: comparisons by age, education, and gender. *Med Sci Monit.* 2014;20:173-81.



## 1. ANEXOS

## ANEXO 1

### 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: \_\_\_\_\_



**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 tandem								
Bipedestación con apoyo monopodálico								

Giros de tronco con los pies fijos								
Recoger objetos del suelo								
Desde BP <sub>1</sub> realizar un giro de 360°								
Subir un peldaño								
Preñión manual (por encima de la cabeza ) en BP								
TOTAL								

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

**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
	- Dependiente	0
Arreglarse	- Independiente para lavarse la cara, las manos, peinarse, afeitarse, maquillarse, etc.	5
	- Dependiente	0
	- 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
	- Dependiente	5
	- Un episodio diario como máximo de incontinencia, o necesita ayuda para	0

Máxima puntuación: 100 puntos  
(90 si va en silla de ruedas)

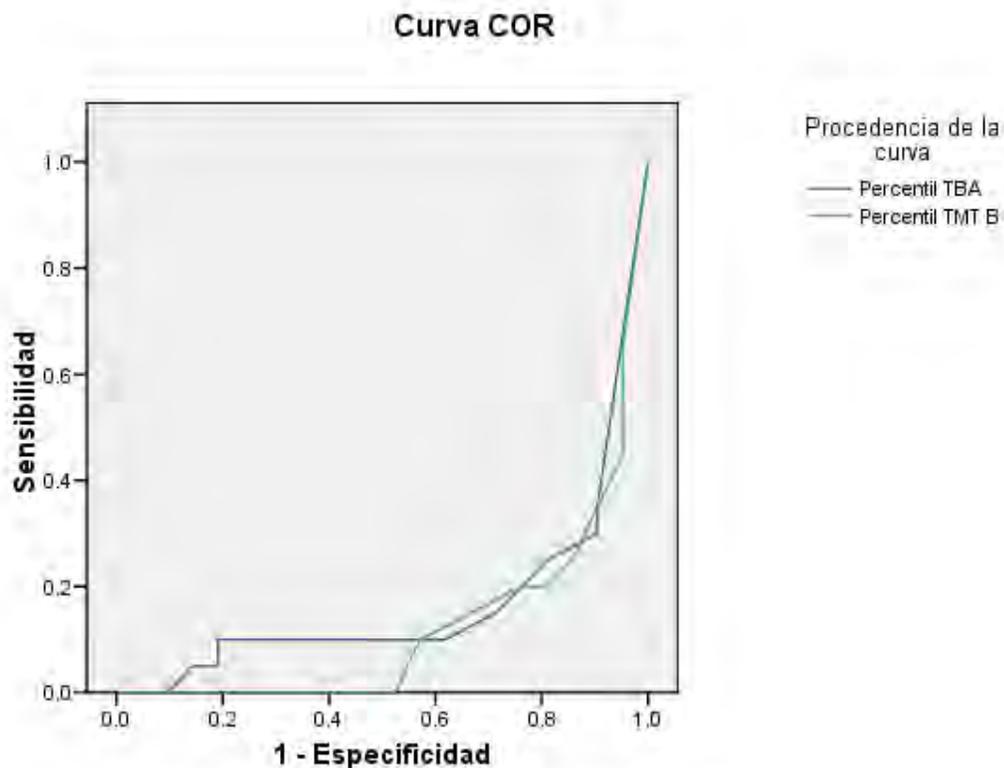
Resultado	Grado de dependencia
< 20	Total
20-35	Grave
40-55	Moderado
≥ 60	Leve
100	Independiente



**ANEXO 2**  
**CURVAS COR**  
**Compara Control versus TCE**

Las curvas COR para indicar la exactitud diagnóstica en este caso para TCE, tanto para la determinación de la Percentil de TBA y de Percentil de TMTB no fue adecuada, como se observa en la Figura 7.

**Fig. 7**



Los segmentos diagonales son producidos por los empates.

**Área bajo la curva**

Variables resultado de contraste	Área Límite inferior	Error típ. (a)		Sig. asintótica(b)	Intervalo de confianza asintótico al 95%	
		Límite superior	Límite inferior		Límite superior	Límite inferior
Percentil TBA	.168	.069	.000	.033	.302	
Percentil TMT B	.124	.055	.000	.017	.231	

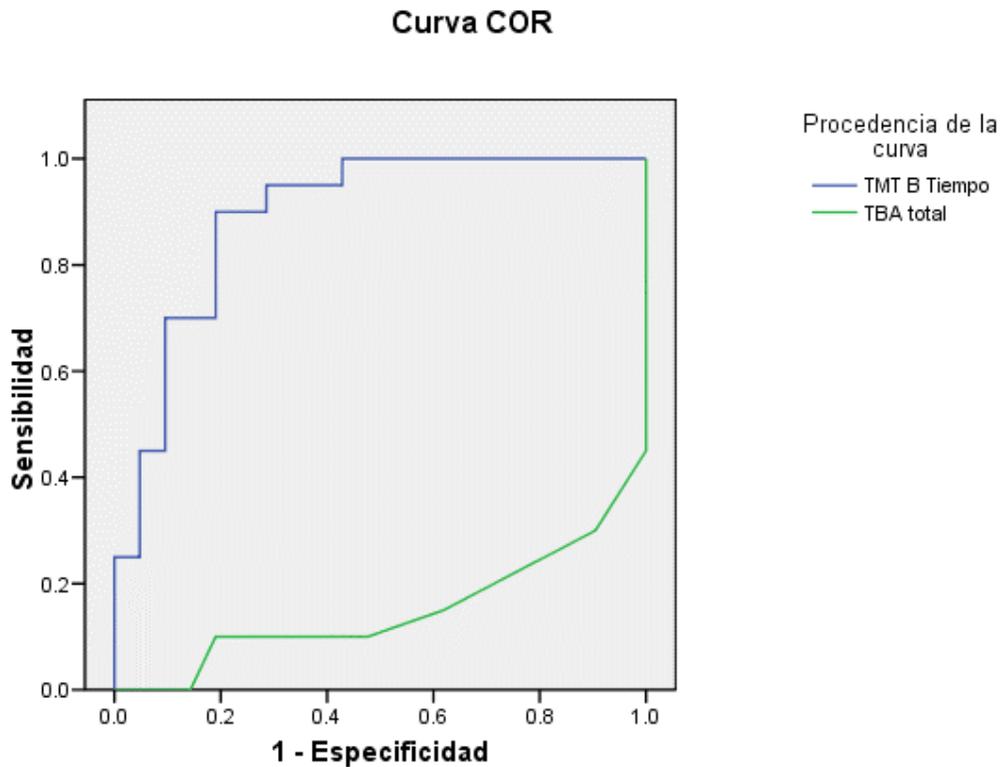
La variable (o variables) de resultado de contraste: Percentil TBA, Percentil TMT B tiene al menos un empate entre el grupo de estado real positivo y el grupo de estado real negativo. Los estadísticos pueden estar sesgados.

a Bajo el supuesto no paramétrico

b Hipótesis nula: área verdadera = 0,5

Las curvas COR mostraron una exactitud para TCE, con el parámetro de Tiempo pero no para el TBA total, como se observa en la Figura 8.

**Fig. 8**



Los segmentos diagonales son producidos por los empates.

**Área bajo la curva**

Variables resultado de contraste	Área Límite inferior	Error típ.(a)		Sig. asintótica(b)	Intervalo de confianza asintótico al 95%	
		Límite superior	Límite inferior		Límite superior	Límite inferior
TMT B Tiempo	.893	.051	.000	.793	.992	
TBA total	.149	.064	.000	.024	.274	

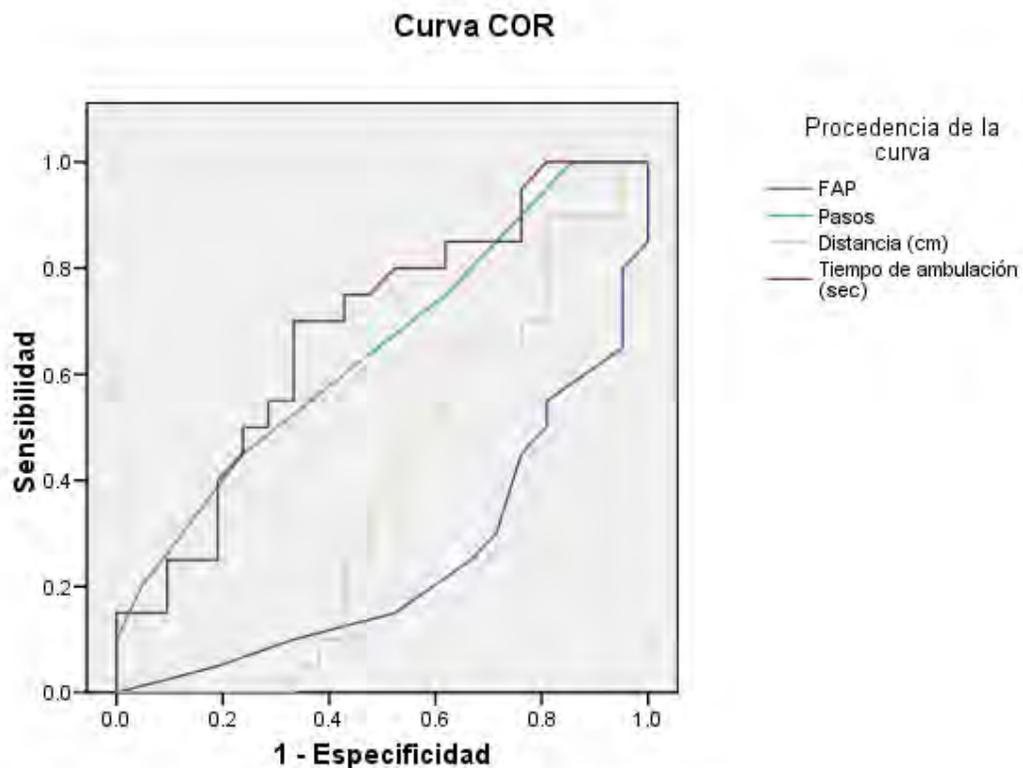
La variable (o variables) de resultado de contraste: TBA total tiene al menos un empate entre el grupo de estado real positivo y el grupo de estado real negativo. Los estadísticos pueden estar sesgados .

a Bajo el supuesto no paramétrico

b Hipótesis nula: área verdadera = 0,5

En la Figura 9 se muestra la curva COR para TCE y los indicadores de Pasos y tiempo de ambulaci3n mostraron una regular capacidad diagn3stica que no se observa en FAP, y distancia (cm).

**Figura 9**



Los segmentos diagonales son producidos por los empates.

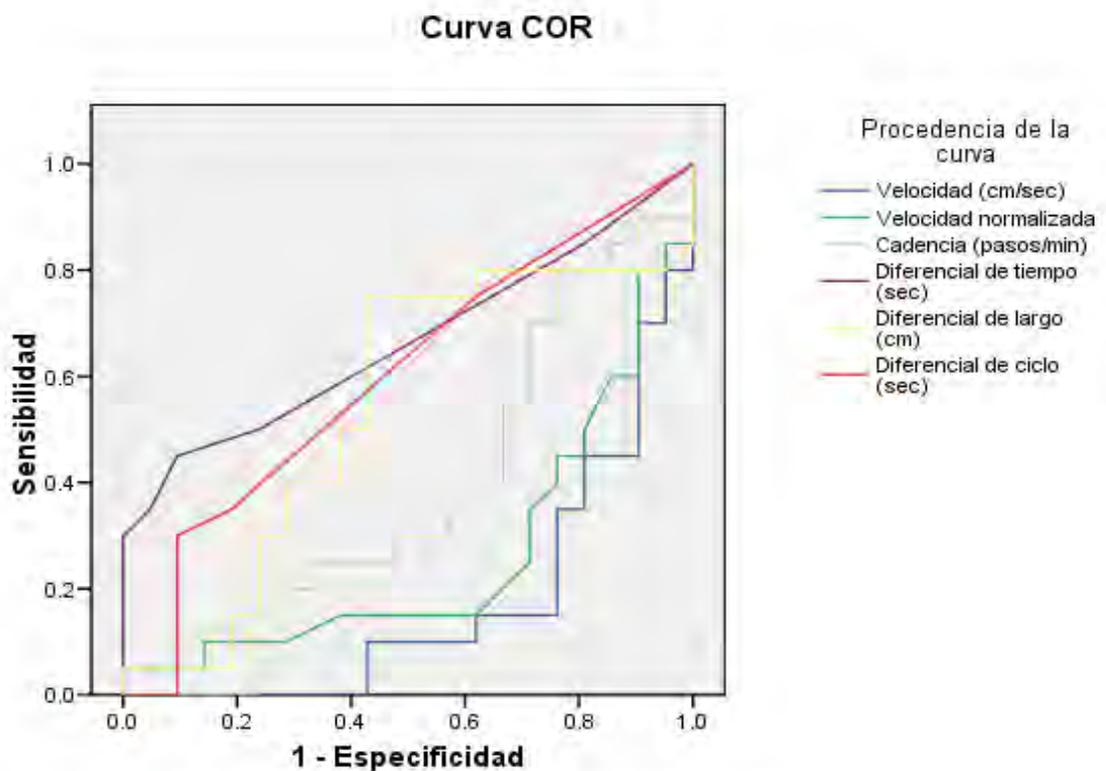
**Área bajo la curva**

Variables resultado de contraste	Área	Error típ.(a)	Sig. asintótica(b)	Intervalo de confianza asintótico al 95%	
	Límite inferior	Límite superior	Límite inferior	Límite superior	Límite inferior
FAP	.246	.076	.005	.097	.396
Pasos	.649	.086	.103	.481	.817
Distancia (cm)	.383	.090	.201	.206	.560
Tiempo de ambulaci3n (seg)	.682	.084	.046	.518	.846

La variable (o variables) de resultado de contraste: FAP, Pasos, Tiempo de ambulaci3n (seg) tiene al menos un empate entre el grupo de estado real positivo y el grupo de estado real negativo. Los estadísticos pueden estar sesgados. a Bajo el supuesto no paramétrico b Hip3tesis nula: área verdadera = 0,5

En la Figura 10 se muestra la curva COR para TCE y los indicadores de Diferencial de ciclo en segundos, el Diferencial de tiempo en segundos y el diferencial de largo en cm mostraron una regular capacidad diagnóstica que no se observa en Velocidad, Velocidad normalizada, y cadencia.

**Figura 10**



Los segmentos diagonales son producidos por los empates.

### Área bajo la curva

Variables resultado de contraste	Área	Error típ.(a)	Sig. asintótica(b)	Intervalo de confianza asintótico al 95%	
	Límite inferior	Límite superior	Límite inferior	Límite superior	Límite inferior
Velocidad (cm/seg)	.171	.064	.000	.045	.298
Velocidad normalizada	.261	.081	.009	.102	.419
Cadencia (pasos/min)	.375	.088	.171	.202	.548
Diferencial de tiempo (seg)	.664	.088	.072	.493	.836
Diferencial de largo (cm)	.542	.095	.648	.356	.727
Diferencial de ciclo (seg)	.600	.090	.273	.424	.776

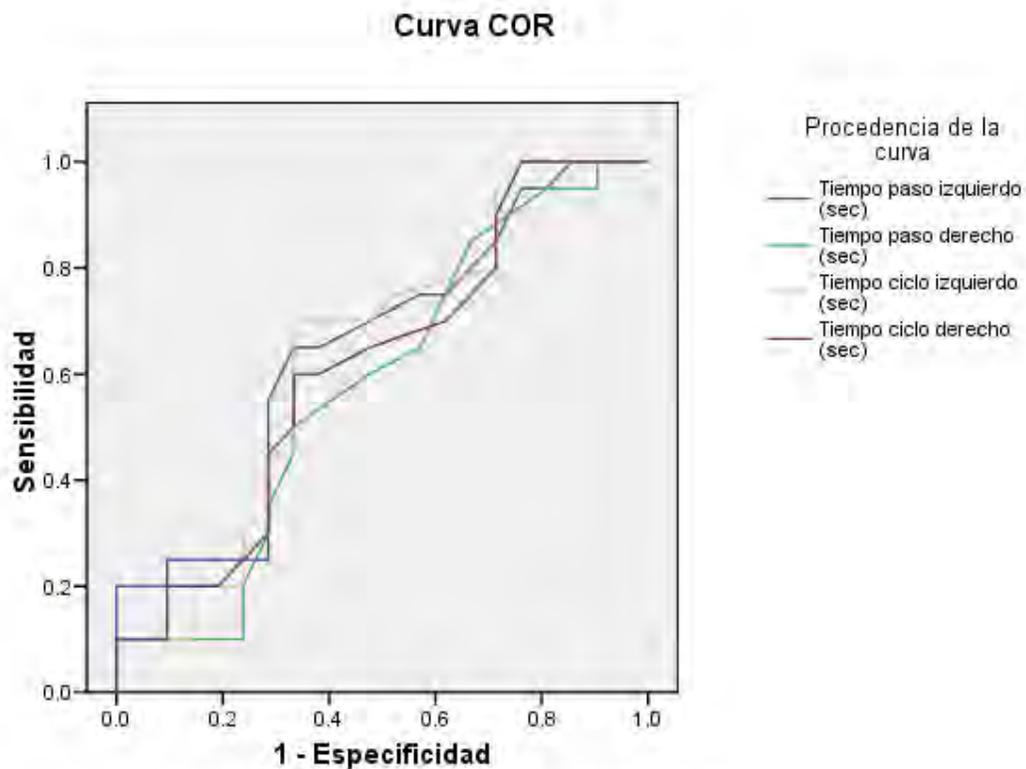
La variable (o variables) de resultado de contraste: Velocidad normalizada, Cadencia (pasos/min), Diferencial de tiempo (seg), Diferencial de largo (cm), Diferencial de ciclo (seg) tiene al menos un empate entre el grupo de estado real positivo y el grupo de estado real negativo. Los estadísticos pueden estar sesgados.

a Bajo el supuesto no paramétrico

b Hipótesis nula: área verdadera = 0,5

En la Figura 11 se observa que la curva COR para TCE, todos los indicadores de Tiempo paso y Tiempo ciclo tanto izquierdo como derecho (seg) muestran una mala capacidad diagnóstica.

**Figura 11**



Los segmentos diagonales son producidos por los empates.

Área bajo la curva

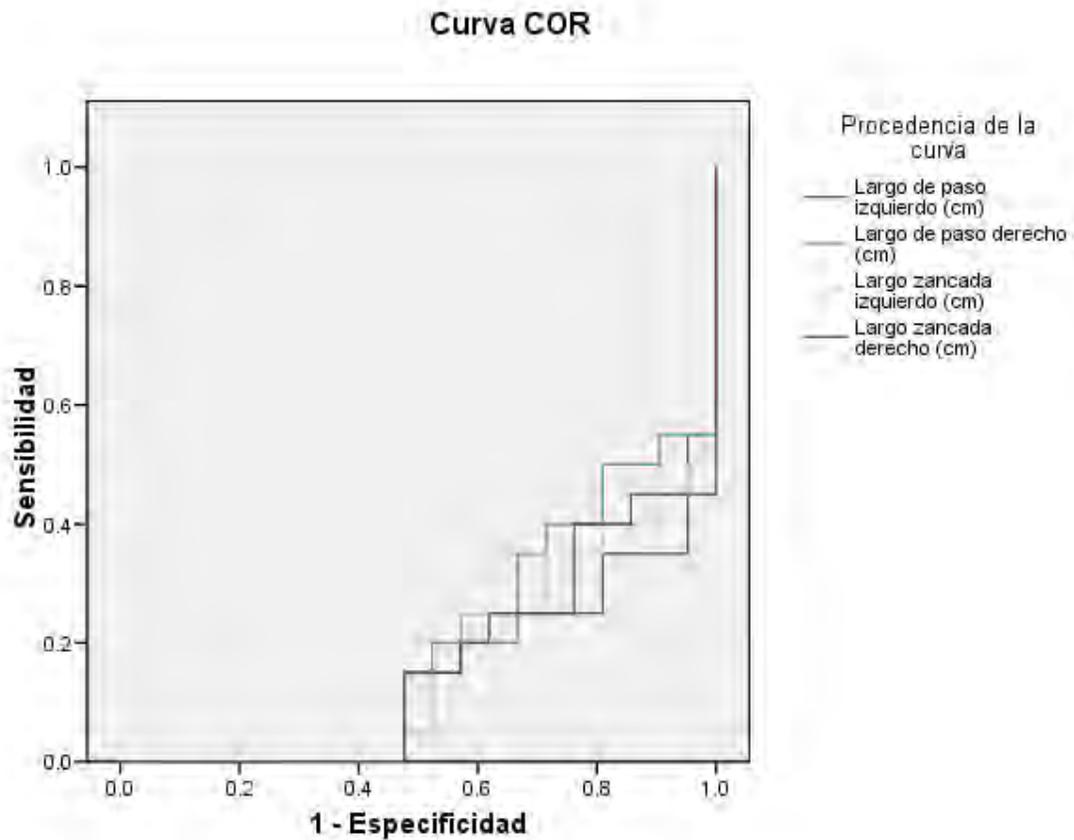
Variables resultado de contraste	Área	Error ttp. <sup>a</sup>	Sig. asintótica <sup>b</sup>	Intervalo de confianza asintótico al 95%	
				Límite inferior	Límite superior
Tiempo paso izquierdo (sec)	.649	.087	.103	.479	.819
Tiempo paso derecho (sec)	.579	.091	.389	.400	.757
Tiempo ciclo izquierdo (sec)	.637	.088	.134	.464	.810
Tiempo ciclo derecho (sec)	.614	.089	.211	.440	.788

La variable (o variables) de resultado de contraste: Tiempo paso izquierdo (sec), Tiempo paso derecho (sec), Tiempo ciclo izquierdo (sec), Tiempo ciclo derecho (sec) tiene al menos un empate entre el grupo de estado real positivo y el grupo de estado real negativo. Los estadísticos pueden estar sesgados .

- a. Bajo el supuesto no paramétrico
- b. Hipótesis nula: área verdadera = 0,5

En la Figura 12 se muestra la curva COR para TCE y los indicadores Largo de pasos y de zancada, son regulares pruebas para descartar quien no tiene TCE (especificidad).

**Figura 12**



### Área bajo la curva

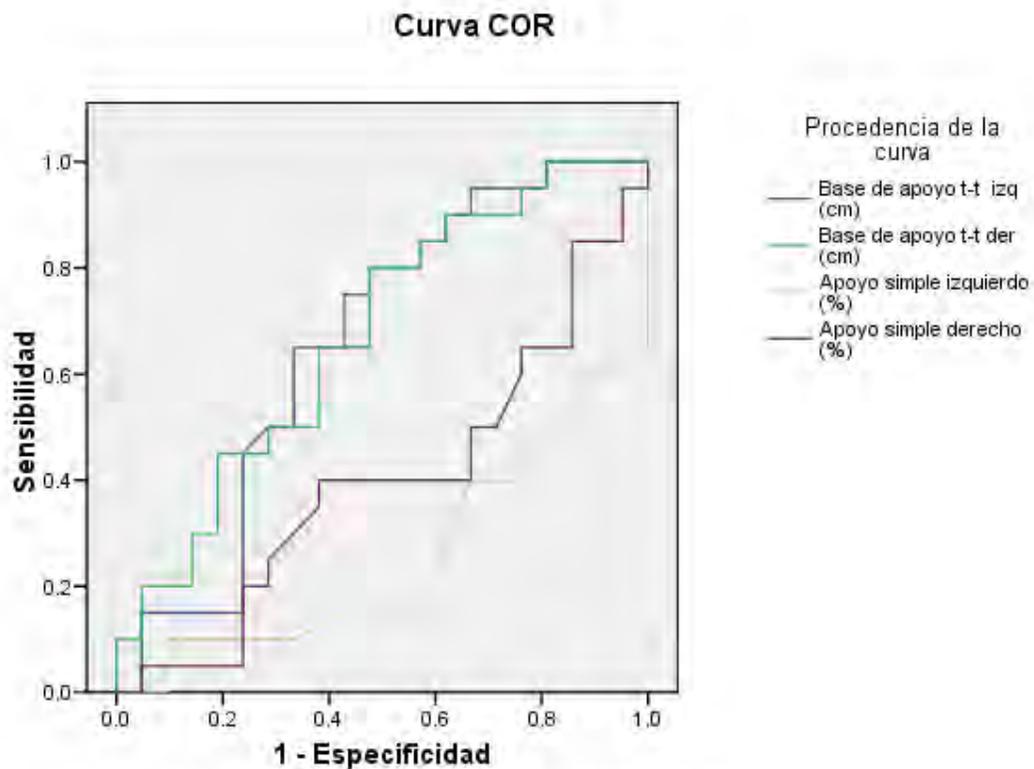
Variables resultado de contraste	Área Límite inferior	Error típ.(a) Límite superior	Sig. asintótica(b) Límite inferior	Intervalo de confianza asintótico al 95%	
				Límite superior	Límite inferior
Largo de paso izquierdo (cm)	.150	.059	.000	.035	.265
Largo de paso derecho (cm)	.186	.065	.001	.059	.313
Largo zancada izquierdo (cm)	.162	.060	.000	.044	.280
Largo zancada derecho (cm)	.162	.061	.000	.043	.281

a Bajo el supuesto no paramétrico

b Hipótesis nula: área verdadera = 0,5

En la Figura 13 se muestra la curva COR para TCE y los indicadores de Base de apoyo izquierdo y derecho tiene una regular capacidad diagnóstica y el Apoyo simple tanto derecho como izquierdo no tienen una buena capacidad diagnóstica.

**Figura 13**



Los segmentos diagonales son producidos por los empates.

### Área bajo la curva

Variables resultado de contraste	Área Límite inferior	Error típ.(a) Límite superior	Sig. asintótica(b) Límite inferior	Intervalo de confianza asintótico al 95%	
				Límite superior	Límite inferior
Base de apoyo t-t izq(cm)	.658	.087	.083	.487	.830
Base de apoyo t-t der (cm)	.671	.084	.060	.506	.837
Apoyo simple izquierdo (%)	.249	.078	.006	.097	.401
Apoyo simple derecho (%)	.400	.090	.273	.224	.576

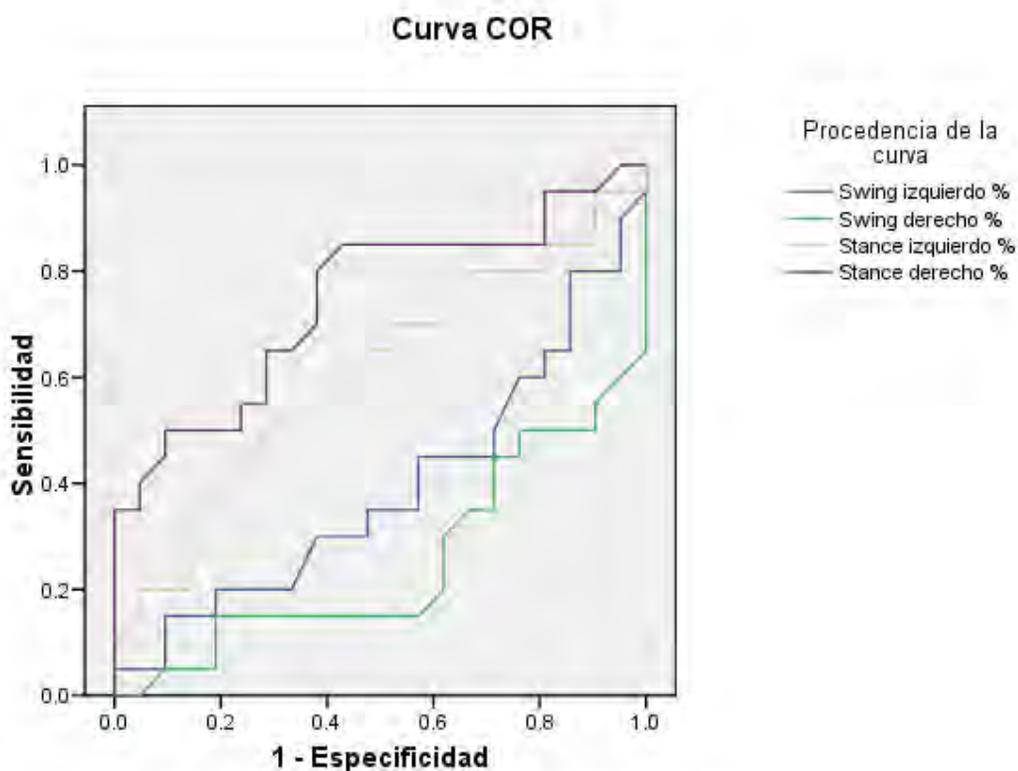
La variable (o variables) de resultado de contraste: Base de apoyo t-t izq(cm), Apoyo simple izquierdo (%), Apoyo simple derecho (%) tiene al menos un empate entre el grupo de estado real positivo y el grupo de estado real negativo. Los estadísticos pueden estar sesgados.

a Bajo el supuesto no paramétrico

b Hipótesis nula: área verdadera = 0,5

En la Figura 14 se muestra la curva COR para TCE y los indicadores de Swing izquierdo y derecho no tienen una buena capacidad para diagnóstico de TCE pero Stance derecho izquierdo (%) muestran una capacidad diagnóstica regular.

**Figura 14**



Los segmentos diagonales son producidos por los empates.

### Área bajo la curva

Variables resultado de contraste	Área Límite inferior	Error típ.(a) Límite superior	Sig. asintótica(b) Límite inferior	Intervalo de confianza asintótico al 95%	
				Límite superior	Límite inferior
Swing izquierdo %	.392	.090	.235	.215	.568
Swing derecho %	.254	.079	.007	.100	.407
Stance izquierdo %	.608	.090	.235	.432	.784
Stance derecho %	.745	.079	.007	.591	.899

La variable (o variables) de resultado de contraste: Swing izquierdo %, Swing derecho %, Stance izquierdo %, Stance derecho % tiene al menos un empate entre el grupo de estado real positivo y el grupo de estado real negativo. Los estadísticos pueden estar sesgados.

a Bajo el supuesto no paramétrico

b Hipótesis nula: área verdadera = 0,5

### ANEXO 3 ASPECTOS ÉTICOS Y DE BIOSEGURIDAD

Esta investigación se considera de riesgo mínimo. Se contará con el consentimiento informado firmado por los pacientes evaluados, así como asentimiento de los participantes, previa explicación clara de las características del proyecto.

- a) Clasificación del riesgo de la investigación de acuerdo a las Definiciones de Riesgo de la Investigación de REGLAMENTO de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud: Riesgo mínimo. Estudios prospectivos que emplean el riesgo de datos a través de procedimientos comunes en exámenes físicos o psicológicos de diagnósticos o tratamiento rutinarios, entre los que se consideran: pesar al sujeto, pruebas de agudeza auditiva; electrocardiograma, termografía, colección de excretas y secreciones externas, obtención de placenta durante el parto, colección de líquido amniótico al romperse las membranas, obtención de saliva, dientes deciduales y dientes permanentes extraídos por indicación terapéutica, placa dental y cálculos removidos por procedimiento profilácticos no invasores, corte de pelo y uñas sin causar desfiguración, extracción de sangre por punción venosa en adultos en buen estado de salud, con frecuencia máxima de dos veces a la semana y volumen máximo de 450 ml. en dos meses, excepto durante el embarazo, ejercicio moderado en voluntarios sanos, pruebas psicológicas a individuos o grupos en los que no se manipulará la conducta del sujeto, investigación con medicamentos de uso común, amplio margen terapéutico, autorizados para su venta, empleando las indicaciones, dosis y vías de administración establecidas y que no sean los medicamentos de investigación que se definen en el artículo 65 de este Reglamento, entre otros.
- b) Identificación de los riesgos inmediatos o tardíos y previsiones o medidas para controlarlos o minimizarlos: los riesgos de este estudio son los mismos que para cualquier paciente hospitalizado que recibe rehabilitación intensiva, los cuales se vigilan por personal capacitado y en caso de presentar alguna lesión se toman las medidas necesarias para su adecuada y temprana atención.
- c) Proporcionalidad de los riesgos y beneficios de la investigación, minimizando los riesgos y maximizando los beneficios potenciales: los beneficios potenciales para esta investigación superan significativamente a los riesgos a los que se exponen los participantes, debido a que inician tempranamente el beneficio de la rehabilitación y continúan bajo la vigilancia de los médicos posterior a su egreso hospitalario, a través de la consulta externa.
- d) En investigaciones con riesgo mayor al mínimo, informe que incluya los detalles de las medidas de apoyo y soporte vital, así como los acuerdos de las pólizas de seguros con la especificación de su financiamiento para proporcionar tratamiento en el caso de los daños ocasionados por la participación en la investigación y para compensar la discapacidad o la muerte relacionadas con la misma.

- e) Criterios de selección equitativos de los participantes potenciales, del sitio y de la comunidad.
- f) Población vulnerable (en el caso en el que aplique): protección y eliminación de elementos de coerción y de intimidación: en el estudio participan grupos vulnerables (niños con discapacidad), se garantiza la protección y la eliminación de elementos de coerción y de intimidación.

Informe sobre los procedimientos y las personas responsables de comunicar a los sujetos participantes la información generada durante el estudio. Mecanismos para protección de la privacidad de las personas y la confidencialidad de la información durante la investigación:

Dra. María del Refugio Pacheco Gallegos utilizará sus datos personales aquí recabados para fines de contacto, identificación y análisis de su información para dar cumplimiento a los objetivos planteados para la investigación contraídas con usted, informar sobre avances del mismo o bien evaluar su continuidad dentro de la investigación médica, según sea el caso. Lo anterior de conformidad según la Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares.

- g) Metodología **o procedimiento** para obtener el consentimiento informado. De acuerdo con la definición de Consejo de Organizaciones Internacionales de las Ciencias Médicas, el fundamento principal del proceso del Consentimiento Informado es la protección de la libertad de elección del individuo y respeto de su autonomía, y como garantía adicional debe estar complementado por la evaluación ética independiente de las propuestas de investigación. Lo anterior se enfatiza más y de manera particular en las personas que tienen dificultad para dar su consentimiento, incluyendo niños pequeños, adultos con trastornos mentales o conductuales severos y personas que no se encuentran familiarizadas con los conceptos y tecnología usada en los proyectos. De acuerdo con el reglamento federal para la protección de los derechos de los participantes referente a la investigación en seres humanos en México, la Ley General de Salud es el órgano regulador legalmente relacionado en materia de ética. Dicho reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 7 de febrero de 1984, y vigente a partir del 1 de junio del mismo año, en el Título segundo, referente a los aspectos éticos de la investigación en seres humanos, refiere en el capítulo primero de las disposiciones generales en los artículos 21, 22 y 23 los requisitos éticos que debe estrictamente contener y reunir el consentimiento informado, así como las condiciones para su omisión.

El proceso de consentimiento informado requiere de cuatro elementos claves:

1. Información necesaria.
2. Entendimiento de la información.
3. Capacidad para consentir.
4. Voluntariedad

En el caso de las personas menores de edad o incapaces de dar el consentimiento, éste será otorgado por su representante legal, siempre de manera escrita, y tras haber recibido y comprendido la información mencionada. Sin embargo, cuando las condiciones del sujeto lo permitan, éstos, también pueden dar su consentimiento o negarse a participar en el estudio, después de haber recibido la información pertinente y adaptada a su tipo de entendimiento. El sujeto participante expresará su consentimiento por escrito o, en su defecto, de forma oral ante un testigo independiente del equipo de investigadores, que lo declarará por escrito bajo su responsabilidad.

- h) Mecanismo y procedimiento para comunicación de los resultados a los participantes.

Los investigadores en atención a su participación se comprometen a brindar información actualizada, resolver cualquier duda o inquietud que en cualquier momento tenga **al** respecto **de** los procedimientos, riesgos, beneficios y otros asuntos relacionados con la investigación, aunque ésta pudiera afectar **la decisión** para continuar participando **en el estudio**. En caso de NO desear continuar participando en la investigación, no se demeritará de ninguna manera la calidad de atención que recibe en el Instituto Nacional de Rehabilitación. Se puede dar por terminada su participación en este estudio en cualquier momento si usted no desea continuar en el estudio, si se presenta alguna enfermedad que no le permita continuar, si se cancela el estudio, o por razones administrativas.

## ANEXO 4

### Consentimiento informado

#### **CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN LA INVESTIGACIÓN MÉDICA**

#### **INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN Luis Guillermo Ibarra Ibarra Servicio de Rehabilitación de Traumatismo Craneo Encefálico**

NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN: **“COMPARACIÓN DE LOS PARÁMETROS ESPACIOTEMPORALES DE LA MARCHA, Y LAS ALTERACIONES DE LA ATENCIÓN DIVIDIDA EN PACIENTES CON TRAUMATISMO CRANEOENCEFÁLICO Y UN GRUPO CONTROL (SANOS)”**

TIPO DE INVESTIGACIÓN: CLÍNICA

La siguiente investigación se trata de una investigación médica, la cual lleva el siguiente título **“Comparación de los parámetros espaciotemporales de la marcha, y las alteraciones de la atención dividida en pacientes con traumatismo craneoencefálico y un grupo control (sanos)”** la cual se realizará en el Laboratorio de Análisis del Movimiento y en el servicio de Rehabilitación de Traumatismo Craneoencefálico del Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra, ubicado 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.

**Justificación de la investigación:** El trauma cerebral es un problema de salud pública mayormente en individuos 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.

**Objetivo de la Investigación:** Evaluar la duración y forma de caminar, así como las alteraciones de las capacidades mentales y de atención en individuos con trauma cerebral, comparado con individuos sanos.

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

- Por este medio se le invita a participar a esta investigación de forma **voluntaria**, sin ninguna presión y podrá terminar su participación en la investigación cuando lo desee. A la vez se le informa que, al NO ser su deseo de participar en la investigación, ello no demeritará de ninguna manera en la calidad de atención que reciba en el Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra.

- Se me ha explicado que la investigación consiste en presentarse en el área de Rehabilitación Neurológica del 3 Piso, en el Servicio de Rehabilitación de traumatismos craneoencefálicos. El tiempo de estancia será de dos horas aproximadamente. Se aplicarán las pruebas de atención, memoria y cálculo, que consisten en que usted con un lápiz una ciertas letras y números. Posteriormente se le llevará al Laboratorio de Análisis de Movimiento, al 7o. piso de la torre de Investigación, para ser medido y pesado. En este servicio se le pedirá que camine sobre un tapete que mide y registra su forma de caminar en forma electrónica. Finalmente, se le colocará en una báscula, que mide electrónicamente su equilibrio; todo ello con el propósito de valorar si se encuentran diferencias entre su caminata y las pruebas de atención, memoria y cálculo antes mencionadas.
  - Se me ha explicado que mi participación consiste en acudir en una sola ocasión y el **tiempo de participación** en las 2 pruebas será de dos hora.
  - **Beneficios:** Se me ha informado que al participar en esta investigación obtendré el beneficio de recibir los resultados de las pruebas neuropsicológicas, con un comentario del estado de estas.
  - **Riesgos:** Se me ha informado que existe el riesgo de presentar caídas durante la prueba de marcha. Se hará lo posible de que no sucedan, y si suceden, me darán atención médica.
  - **Procedimientos alternativos:** Se me ha explicado que no existe ningún procedimiento alternativo.
  - **Compensaciones económicas:** Se me ha informado que no habrá remuneración económica por la participación en esta investigación.
  - **Compromiso con el sujeto de investigación:** Durante el estudio recibiré información actualizada obtenida durante la investigación, aunque ésta pudiera afectar la voluntad para continuar participando.
  - **Criterios de no inclusión:** No podrá participar en la investigación en caso de que presente alguna o más de algunas de las siguientes condiciones: sea incapaz de caminar, utilice auxiliar para la marcha, presente convulsiones, u otras enfermedades de la vista, el oído y alteraciones neurológicas que le afecten poder caminar (la marcha). En tal caso, usted podrá continuar con la atención que requiera y ello no demeritará de ninguna manera en la calidad de la atención que reciba en el Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra.
10. **Complicaciones durante la evaluación:** En caso de complicaciones se remitirá al paciente con médico responsable de la investigación.
- **Situación por la cual se podrá suspender su participación en la investigación.** En virtud de que la participación es voluntaria, se podrá retirar su
- 
-

consentimiento en caso de que no acuda a más de dos citas consecutivas sin previo aviso, así como si presentara alguna complicación de los criterios arriba mencionados inicialmente durante el trayecto de la investigación, sin que por ello se creen perjuicios para continuar su cuidado y tratamiento en el Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra.

- **Proceso de obtención del consentimiento informado:**

Se llamará por teléfono a cada uno de los pacientes seleccionados para citarlos a una sesión donde se le explicará en qué consiste la investigación. Se le darán 3 días para que lo consulte con quien más confianza tenga, y se le volverá a citar para la firma del consentimiento informado en caso de desear participar en la investigación.

Después de leer esta carta de consentimiento informado o de que me la hayan leído, en caso de que yo no pueda leerla; se me han contestado todas las preguntas y dudas que tuve sobre este estudio. Asimismo, se me ha proporcionado toda la información sobre en qué consiste y cómo se llevará a cabo el estudio, estando presentes dos testigos. En caso de aceptar participar, firmaré la carta, y también la firmarán dos testigos y el investigador responsable.

- **Confidencialidad:**

Mi participación es **ANÓNIMA y CONFIDENCIAL**, los registros obtenidos serán identificados a través de un número seleccionado aleatoriamente, sin la utilización de mi nombre, reservando mi identidad. Todos los datos serán utilizados sólo con fines de investigación. También se tomará material fotográfico y visual que será utilizado, para propósitos científicos y de enseñanza, y siempre se ocultará mi identidad.

- **Respuestas y Aclaraciones**

Se me han contestado todas las preguntas y cuento con la posibilidad de respuesta a cualquier pregunta y aclaración a cualquier duda acerca de los procedimientos, riesgos, beneficios u otros asuntos relacionados con la investigación y el tratamiento.

- **Disponibilidad de tratamiento médico y la indemnización**

Se me ha informado de la disponibilidad de tratamiento médico y la indemnización a que legalmente tendré derecho por parte del Instituto Nacional

de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra en el caso de sufrir daños que lo ameriten, directamente causados por la investigación.

- **Gastos Adicionales**  
Estoy enterado de que, si existen gastos adicionales, éstos serán absorbidos por el presupuesto de la investigación.
- **Duplicado**  
Manifiesto que he sido informado ampliamente y comprendo en qué consisten este estudio y los objetivos del mismo. Asimismo, se extiende por duplicado el presente consentimiento, del cual recibiré un duplicado.

En caso de dudas o aclaraciones sobre sus derechos como participante podrá dirigirse al Investigador responsable: Dra. María del Refugio Pacheco Gallegos, Jefe de Servicio de Rehabilitación de Traumatismo Craneoencefálico, o a los demás investigadores.

- **Dra. María del Refugio Pacheco Gallegos**, Directora de Investigación, Jefa del servicio de Traumatismo Craneoencefálico, teléfono 59 99 1000 x 13412 o al correo [refugiopacheco@yahoo.com](mailto:refugiopacheco@yahoo.com); a la cual se podrá localizar también en la dirección del Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra, Av. México Xochimilco No. 289 Col. Arenal de Guadalupe, Delegación Tlalpan CP. 14398, Ciudad de México.
- **Dra. Blanca Mildred Vázquez Torres**, Residente de cuarto año de Medicina de Rehabilitación del “Instituto Nacional de Rehabilitación”, al correo [mildred\\_salud@hotmail.com](mailto:mildred_salud@hotmail.com), a la cual se podrá localizar en la dirección del Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra, Av. México Xochimilco No. 289 Col. Arenal de Guadalupe, Delegación Tlalpan CP. 14398, Ciudad de México.
- **Dra. en C Ivett Quiñones Urióstegui**, Jefe de división de Análisis de Movimiento, teléfono 5999 1000 ext. 19705 o al correo [quinones@inr.gob.mx](mailto:quinones@inr.gob.mx), a la cual podrá localizarse en el piso 7 de la torre de investigación, del Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra, Av. México Xochimilco No. 289 Col. Arenal de Guadalupe, Delegación Tlalpan CP. 14398, Ciudad de México.

En Ciudad de México, D.F siendo las \_\_\_\_\_ hrs, del día \_\_\_\_\_ del mes: \_\_\_\_\_ de 201\_\_\_\_\_ con el número \_\_\_\_\_ (en forma voluntaria acepto participar en la investigación \_\_\_\_\_ / no acepto participar en la investigación \_\_\_\_\_) antes mencionado y he sido invitado a participar en la investigación arriba mencionado de



forma voluntaria. A la vez, se me ha informado que, si NO deseo participar en la investigación, ello no demeritará de ninguna manera la calidad de la atención que reciba en el Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra.

En Ciudad de México, D.F siendo las \_\_\_\_\_ hrs, del día \_\_\_\_\_ del mes: \_\_\_\_\_ de 201\_\_\_\_\_ con el número \_\_\_\_\_ (en forma voluntaria acepto que mis datos personales sean utilizados en futuras investigaciones siempre y cuando no sea mencionado mi nombre, y se reserve mi identidad así como la utilización de material fotografico y visual el cual solo se utilizara para propositos científicos y de enseñanza ocultando siempre mi identidad \_\_\_\_\_ / no acepto que mis datos personales sean utilizados en futuras investigaciones \_\_\_\_\_) antes mencionado y he sido invitado a participar en la proxima investigación arriba mencionada de forma voluntaria. A la vez, se me ha informado que, si NO deseo participar en la proxima investigación, ello no demeritará de ninguna manera la calidad de la atención que reciba en el Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra.

Nombre y firma del sujeto

Nombre y firma de quien obtiene  
el consentimiento

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Testigo 1 Nombre y firma

Testigo 2 Nombre y firma

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Dirección

Dirección

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Relación

Relación

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO DE GRUPO CONTROL PARA PARTICIPAR EN LA INVESTIGACIÓN MÉDICA

**INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN**  
**Luis Guillermo Ibarra Ibarra**  
**Servicio de Rehabilitación de Traumatismo Cráneo Encefálico**

**NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN: “COMPARACIÓN DE LOS PARÁMETROS ESPACIOTEMPORALES DE LA MARCHA, Y LAS ALTERACIONES DE LA ATENCIÓN DIVIDIDA EN PACIENTES CON TRAUMATISMO CRANEOENCEFÁLICO Y UN GRUPO CONTROL (SANOS)”**

TIPO DE INVESTIGACIÓN: CLÍNICA

La siguiente investigación se trata de una investigación médica, la cual lleva el siguiente título **“Comparación de los parámetros espaciotemporales de la marcha, y las alteraciones de la atención dividida en pacientes con traumatismo craneoencefálico y un grupo control (sanos)”** la cual se realizará en el Laboratorio de Análisis del movimiento y en el servicio de Rehabilitación de Traumatismo Craneoencefálico del Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra, ubicado 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 justificación de la investigación:** El trauma cerebral es un problema de salud pública mayormente en individuos 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.

**Objetivo de la Investigación:** Evaluar la duración y forma de caminar, así como las alteraciones de las capacidades mentales y de atención en individuos con trauma cerebral, comparado con individuos sanos.

Se me ha explicado que mi participación como sujeto sano es importante, porque permitirá comparar mis resultados normales con los de pacientes con trauma cerebral.

**La participación del sujeto sano consistirá en:**

- Se me ha explicado que la investigación consiste en presentarse en el área de Rehabilitación Neurológica del 3 Piso, en el Servicio de Rehabilitación de traumatismos craneoencefálicos. El tiempo de estancia será de dos horas aproximadamente. Se aplicarán las pruebas de atención, memoria y cálculo, que

consisten en que usted con un lápiz una ciertas letras y números. Posteriormente se le llevará al Laboratorio de Análisis de Movimiento, al 7o. piso de la torre de Investigación, para ser medido y pesado. En este servicio se le pedirá que camine sobre un tapete que mide y registra su forma de caminar en forma electrónica. Finalmente, se le colocará en una báscula, que mide electrónicamente su equilibrio; todo ello con el propósito de valorar si se encuentran diferencias entre su caminata y las pruebas de atención, memoria y cálculo antes mencionadas.

- Por este medio se me invita a participar como SUJETO SANO en esta investigación de forma **voluntaria** sin ninguna presión y podré salirme sin ninguna presión. A la vez se me informa que, si NO deseo participar en la investigación, ello no demeritará de ninguna manera en la calidad de atención que reciba en el Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra.
- El motivo por el cual se requiere un grupo control es para poder tener un parámetro de referencia entre personas normales, y poder evaluar si realmente existe una diferencia entre los sujetos con trauma cerebral y el grupo control.
- Se me ha explicado que el **tiempo de participación en la investigación** es en una sola ocasión y el tiempo de permanencia en el hospital para la aplicación de las 2 pruebas y el uso del tapete es de dos horas.
- **Beneficios:** Se me ha informado que, al participar en esta investigación, obtendré el beneficio de recibir los resultados de las pruebas neuropsicológicas, con un comentario del estado de éstas.
- **Riesgos:** Se me ha informado que existe el riesgo de presentar caídas durante la prueba de marcha, se hará lo posible de que no sucedan y si suceden me darán atención médica.
- **Compensaciones económicas:** Se me ha informado que no habrá remuneración económica por la participación en esta investigación.
- **Compromiso con el sujeto de investigación:** Durante el estudio, recibiré información actualizada obtenida durante la investigación, aunque ésta pudiera afectar mi voluntad para continuar participando.
- **Criterios de no inclusión:** No podrá participar en la investigación en caso de que presente alguna o más de algunas de las siguientes condiciones: sea incapaz de caminar, utilice auxiliar para la marcha, presente convulsiones, u otras enfermedades de la vista, el oído y alteraciones neurológicas que le afecten poder caminar (la marcha). En tal caso, usted podrá continuar con la atención que requiera y ello no demeritará de ninguna manera en la calidad de

la atención que reciba en el Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra.

11. **Complicaciones durante la evaluación:** En caso de presentar complicaciones se referirá al médico responsable de la investigación.
12. **Situación por la cual se podrá suspender su participación en la investigación.** En virtud de que la participación es voluntaria, se podrá retirar su consentimiento y suspender la participación en la investigación en cualquier momento que usted decida, sin que por ello se creen perjuicios para continuar su cuidado y tratamiento en el Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra.

### 13. Proceso de obtención del consentimiento informado:

Se llamará por teléfono a cada uno de los sujetos sanos seleccionados para citarlos a una sesión donde se explicará en qué consiste la investigación. Se le darán 3 días para que lo consulte con quien más confianza tenga, y se le volverá a citar para la firma del consentimiento informado en caso de desear participar en la investigación.

Después de leer esta carta de consentimiento informado o de que me la hayan leído, en caso de que yo no puedo leerla, se me han contestado todas las preguntas y dudas que tuve sobre este estudio. Asimismo, se me ha proporcionado toda la información sobre en qué consiste y como se llevará a cabo el estudio, estando presentes dos testigos, y en caso de aceptar participar firmaré la carta, y también la firmaran dos testigos y el investigador responsable.

14. **Confidencialidad:** Mi participación es **ANÓNIMA y CONFIDENCIAL**, los registros obtenidos serán identificados a través de un número seleccionado aleatoriamente, sin la utilización de mi nombre, reservando mi identidad. 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, y siempre se ocultará mi identidad.

- **Respuestas y Aclaraciones**

Cuento con la posibilidad de 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.

- **Disponibilidad de tratamiento médico y la indemnización**

Se me ha informado de la disponibilidad de tratamiento médico y la indemnización a que legalmente tendré derecho por parte del INR LGII, en el

caso de sufrir daños que lo ameriten, directamente causados por la investigación.

- **Gastos Adicionales**

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

- **Duplicado: Duplicado**

Manifiesto que he sido informado ampliamente y comprendo en qué consisten este estudio y los objetivos del mismo. Asimismo, se extiende por duplicado el presente consentimiento, del cual recibiré un duplicado.

En caso de dudas o aclaraciones sobre sus derechos como participante podrá dirigirse a: Investigador responsable: Dra. María del Refugio Pacheco Gallegos, Jefe de Servicio de Rehabilitación de Traumatismo Craneoencefálico.

- **Dra. María del Refugio Pacheco Gallegos**, Directora de Investigación, Jefa del servicio de Traumatismo Craneoencefálico, teléfono 59 99 1000 x 13412 o al correo [refugiopacheco@yahoo.com](mailto:refugiopacheco@yahoo.com); a la cual se podrá localizar también en la dirección del Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra, Av. México Xochimilco No. 289 Col. Arenal de Guadalupe, Delegación Tlalpan CP. 14398, Ciudad de México.
- **Dra. Blanca Mildred Vázquez Torres**, Residente de cuarto año de Medicina de Rehabilitación del “Instituto Nacional de Rehabilitación”, al correo [mildred\\_salud@hotmail.com](mailto:mildred_salud@hotmail.com), a la cual se podrá localizar en la dirección del Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra, Av. México Xochimilco No. 289 Col. Arenal de Guadalupe, Delegación Tlalpan CP. 14398, Ciudad de México.
- **Dra en C Ivett Quiñones Urióstegui**, Jefe de división de Análisis de Movimiento, teléfono 5999 1000 ext. 19705 o al correo [quinones@inr.gob.mx](mailto:quinones@inr.gob.mx), a la cual podrá localizarse en el piso 7 de la torre de investigación, del Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra, Av. México Xochimilco No. 289 Col. Arenal de Guadalupe, Delegación Tlalpan CP. 14398, Ciudad de México.



En Ciudad de México, D.F siendo las \_\_\_\_\_ hrs, del día \_\_\_\_\_ del mes: \_\_\_\_\_ de 201\_\_\_\_\_ con el número \_\_\_\_\_ (en forma voluntaria acepto participar en la investigación \_\_\_\_\_ / no acepto participar en la investigación \_\_\_\_\_) antes mencionada y he sido invitado (a) a participar en la investigación arriba mencionada de forma voluntaria. A la vez se me ha informado que, si NO deseo participar en la investigación, ello no demeritará de ninguna manera la calidad de la atención que reciba en el Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra.

En Ciudad de México, D.F siendo las \_\_\_\_\_ hrs, del día \_\_\_\_\_ del mes: \_\_\_\_\_ de 201\_\_\_\_\_ con el número \_\_\_\_\_ (en forma voluntaria acepto que mis datos personales sean utilizados en futuras investigaciones siempre y cuando no sea mencionado mi nombre, y se reserve mi identidad así como la utilización de material fotografico y visual el cual solo se utilizara para propositos cientificos y de enseñanza ocultando siempre mi identidad \_\_\_\_\_ / no acepto que mis datos personales sean utilizados en futuras investigaciones \_\_\_\_\_) antes mencionado y he sido invitado a participar en la proxima investigación arriba mencionado de forma voluntaria. A la vez, se me ha informado que, si NO deseo participar en la proxima investigación, ello no demeritará de ninguna manera la calidad de la atención que reciba en el Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra.

Nombre y firma del sujeto	Nombre y firma de quien obtiene el consentimiento
_____ Testigo 1 _____	_____ Testigo 2 _____
_____ Nombre y firma _____	_____ Nombre y firma _____
_____ Dirección _____	_____ Dirección _____
_____ Relación _____	_____ Relación _____

## **CARTA DE ASENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN LA INVESTIGACIÓN**

### **“Comparación de los parámetros espaciotemporales de la marcha, y las alteraciones de la atención dividida en pacientes con traumatismo craneoencefálico y un grupo control (sanos)”**

DOCUMENTO DIRIGIDO A PARTICIPANTES CON TRAUMATISMO CRANEOENCEFÁLICO Y DATOS DE DETERIORO COGNITIVO LEVE, MODERADO O SEVERO QUE TENGAN ALTERACIONES PARA EL ENTENDIMIENTO Y DECODIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN.

INVESTIGADOR PRINCIPAL: DRA. María del Refugio Pacheco Gallegos

Soy la Dra. María del Refugio Pacheco Gallegos estoy haciendo una investigación para encontrar la relación que existe entre los parámetros de la marcha y la atención dividida, y poder realizar posteriormente programa de entrenamiento para la marcha y la atención de estos pacientes.

#### **¿Qué me va a suceder?**

- Se me ha explicado que la investigación consiste en presentarse en el área de Rehabilitación Neurológica del 3 Piso, en el Servicio de Rehabilitación de traumatismos craneoencefálicos. El tiempo de estancia será de dos horas aproximadamente. Se aplicarán las pruebas de atención, memoria y cálculo, que consisten en que usted con un lápiz una ciertas letras y números. Posteriormente se le llevará al Laboratorio de Análisis de Movimiento, al 7o. piso de la torre de Investigación, para ser medido y pesado. En este servicio se le pedirá que camine sobre un tapete que mide y registra su forma de caminar en forma electrónica. Finalmente, se le colocará en una báscula, que mide electrónicamente su equilibrio; todo ello con el propósito de valorar si se encuentran diferencias entre su caminata y las pruebas de atención, memoria y cálculo antes mencionadas.

#### **¿Tengo que hacer esto?**

Le voy a dar información e invitarle a formar parte de este estudio de investigación. Puedes elegir si participar o no. Hemos discutido esta investigación con tu responsable legal y él/ella sabe que te estamos preguntando a ti también para tu aceptación. Si vas a participar en la investigación, tu apoderado también tiene que aceptarlo. Pero si no deseas tomar parte en la investigación, no tienes por qué hacerlo, aun cuando tu representante legal lo haya aceptado.

Puedes discutir cualquier aspecto de este documento con tus familiares o amigos o cualquier otro con el que te sientas cómodo. Puedes decidir participar o no después de haberlo discutido. No tienes que decidirlo inmediatamente.

Puede que haya algunas palabras que no entiendas o cosas que quieras que te las explique mejor porque estás interesado o preocupado por ellas. Por favor, puedes pedirme que pare en cualquier momento y me tomaré tiempo para explicártelo.

**¿Es esto malo o peligroso para mí?**

Durante esta prueba podrías presentar alguna caída o golpe, y si eso sucede tus familiares y yo te acompañaremos para que recibas atención en el servicio de urgencias.

He preguntado al participante y entiende los riesgos y molestias \_\_\_\_\_

**¿Hay algo bueno que vaya a ocurrirme, obtendré algo por participar en la investigación?**

Debes saber que tu participación nos es de mucha ayuda, ya que nos permite saber más sobre esta problemática y así poder ayudar a más sujetos con trauma cerebral.

**¿Van a saber todos acerca de esto, me informarán de los resultados?**

Los resultados de la prueba se entregarán a tu representante legal por escrito, y esa información solo la sabremos tu representante legal, tú y yo. Tú puedes decidir dejar de participar en la prueba en cualquier momento, y nadie se molestará contigo.

**¿Puedo elegir participar o no en la investigación? ¿Puedo cambiar de idea?**

Puedes elegir participar en la investigación o no hacerlo, puedes dejar de participar cuando quieras. Se me ha leído la información y la entiendo. Me han respondido las preguntas y sé que puedo hacer preguntas más tarde si las tengo. Entiendo que si hacen cambios platicarán nuevamente conmigo.

**ACEPTO PARTICIPAR EN LA INVESTIGACIÓN**

FIRMA DEL PARTICIPANTE: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_

**YO NO DESEO PARTICIPAR EN LA INVESTIGACIÓN**

FIRMA DEL PARTICIPANTE: \_\_\_\_\_: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_

**EL REPRESENTANTE LEGAL HA FIRMADO CONSENTIMIENTO INFORMADO**

**\_\_\_ SI \_\_\_ NO**

**EL DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO SE EXTIENDE POR DUPLICADO.**

