

**IMPACTOS SUBCONCUSIVOS EN NIÑOS FUTBOLISTAS  
DE 9 A 11 AÑOS**

Tesis presentada al  
Departamento de Estudios Graduados  
Programa Ciencias de la Salud  
Universidad del Turabo  
como requisito parcial para  
obtener el grado de Maestro en Patología del Habla

Por

Yarimar I. Díaz Rodríguez

© Derechos reservados, 2017

Tesis presentada como requisito parcial  
para obtener el grado Maestro en Patología del Habla

**IMPACTOS SUBCONCUSIVOS EN NIÑOS FUTBOLISTAS  
DE 9 A 11 AÑOS**

Yarimar I. Díaz Rodríguez

(Maestría en Ciencias de la Salud con especialidad en Patología del Habla, Universidad del Turabo, 2017)

(Bachillerato en Educación Elemental K-3, Universidad de Puerto Rico Recinto de Río Piedras, 2014)

Aprobada por el Comité de Proyecto de Tesis:

---

María A. Centeno, Ph.D. SLP-CC

Mentora de Tesis

---

Luis R. López Román, MExSc CSCS

Miembro Comité de Tesis

## **DEDICATORIA**

Dedico de manera especial mi tesis a mi Dios quién supo guiarme por el buen camino y darme fuerzas para continuar sobre cualquier adversidad y no quedarme en el intento.

A mis padres quienes por ellos soy lo que soy. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis metas. Especialmente a mi madre quien fue el principal motivo para la construcción de mi vida profesional; sentó en mí, las bases de responsabilidad, tiempo, esfuerzos, deseos de superación. Gracias a ella por nunca dejarme rendirme y permitirme luchar contra cualquier adversidad.

**Sandra I. Rodríguez Rodríguez**

**Raúl Díaz Ortiz**

**i.**

## RECONOCIMIENTOS

Nuestro más sincero agradecimiento al Doctor Anthony Salvatore, profesor de UTEP, quien estuvo desde el principio hasta el final ofreciendo consultas sobre todo lo que fue la recopilación, protocolo y recomendaciones de la tesis. Al Sr. Jan Cancel por darme la oportunidad de conseguir mi maestría paga a través del deporte y permitirme el desarrollo como atleta, persona y profesional de bien. Al Dr. Julio Rodríguez, por orientarnos sobre el área estadística durante el proceso de análisis de datos. A Hiraida Velez por asistir al investigador principal durante el proceso con los instrumentos. A Estela Rodríguez por las ayudas económicas para lograr obtener los instrumentos. Se agradece a todos los clubes de fútbol, entrenadores participantes, administrativos de las ligas, padres y niños/as futbolistas por abrirnos las puertas y aportar para la realización de la tesis. Nuestro reconocimiento a todas las personas (amigos, colegas y familia) que nos ayudaron directa e indirectamente en la realización de nuestra investigación. Por último, pero no menos importante a mi comité de tesis, Dra. María A. Centeno (Mentora) y Prof. Luis R. López, por guiarme con mucha paciencia durante todo el proceso.

## RESUMEN

Jugadores de fútbol han estado expuesto a sostener impactos subconvulsivos durante los juegos. Los niños de 9 a 11 años de edad podrían presentar desafíos neurocognitivos en la memoria secuencial y el procesamiento rápido después de un impacto de subconvulsivo, en una magnitud de 15g o más. El propósito de este estudio fue describir los resultados y cambios en las funciones neurocognitivas y la magnitud de uno o más impactos subconvulsivos durante un partido de fútbol. Treinta y dos niños jugadores de fútbol fueron equipados con un acelerómetro. Cada participante completó una pre-prueba una semana antes del partido, si el participante obtuvo un impacto o más a la cabeza completó la post prueba diez minutos después del juego y la Escala de Mareo. Un total de 42 impactos fueron recibidos por ambos sexos. El rango de aceleración (fuerza g) fue de 16 g a 60 g con un promedio de  $23.8 \pm 9.1$  g. La escala de mareo modificada fue leve ( $3.1 \pm 2.1$ ). Las diferencias medias en pre y post-prueba de memoria secuencial tienen una diferencia de al menos cinco puntos ( $p = 0.071$ ). Los Patólogos del Habla (PHL) deben ser conscientes de posibles disfunciones a corto y largo plazo que puedan afectar las actividades académicas y sociales del individuo.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>Dedicatoria</b> .....	i.
<b>Reconocimientos</b> .....	ii.
<b>Resumen</b> .....	iii
<b>Tabla de Contenido</b> .....	iv
<b>Lista de Tablas</b> .....	vii
<b>Lista de Figuras</b> .....	viii

### **Capítulo I: Introducción**

Introducción.....	1
Impactos Subconcusivos.....	5
Epidemiología de la concusión en el deporte.....	7
Efectos de Cascada de la concusión.....	7
Presentación al problema.....	9
Hipótesis .....	10
Definiciones operacionales.....	10

### **Capítulo II: Revisión de literatura**

Fútbol y sus repercusiones en el cerebro.....	11
Concusiones relacionadas al deporte.....	21

La patofisiología de una contusión.....	26
Epidemiología del LTCL y ETC.....	30
Instrumentos Clínicos para evaluación.....	36
Recapitulación sobre los impactos subconvulsivos y su manejo.....	38

### **Capítulo III: Metodología**

Objetivos.....	40
Participantes.....	40
Escenario de la investigación.....	43
Procedimiento de la hoja consentimiento.....	43
Toma de datos y Mediciones.....	44
Procedimiento e instrumentación.....	46
Riesgos o incomodidades.....	47
Análisis Estadístico.....	48
Confidencialidad y privacidad.....	49
Beneficios para la sociedad.....	50

### **Capítulo IV: Resultados**

Introducción.....	51
Resultados del estudio.....	51
Pruebas Neurocognitivas Totales.....	53
Pruebas Neurocognitivas por Género.....	54

Comparación entre la Escala de Mareo y la Magnitud de Impacto.....	56
--	----

## **Capítulo V: Discusión**

Discusión.....	59
Limitaciones.....	64
Recomendaciones para Futuros Proyectos.....	65
Conclusión.....	66

<b>Referencias</b> .....	68
--------------------------	----

<b>Apéndices</b> .....	73
------------------------	----

i. <b>A:</b> Aprobación inicial por IRB.....	74
ii. <b>B:</b> Hoja Informativa.....	76
iii. <b>C:</b> Hoja de Consentimiento.....	77
iv. <b>D:</b> Hoja de Asentimiento.....	80
v. <b>E:</b> Cuestionario Sociodemográfico.....	82
vi. <b>F:</b> Permiso para fotos/videos.....	84
vii. <b>G:</b> Escala de Mareos.....	85
viii. <b>H:</b> Hoja de Colección de datos.....	86



## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Datos Demográficos de Participantes.....	52
<b>Tabla 2:</b> Valores de pre- y pos-prueba en ambos géneros.....	54
<b>Tabla 3:</b> Valores de pre- y pos-prueba por géneros.....	56
<b>Tabla 4.</b> Valores de Impactos y Escala de mareo por géneros.....	57
<b>Tabla 5.</b> Lugar de exposición del impacto por géneros.....	57

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Post-síntomas neuroconductuales concusivos.....	35
Figura 2. Tabla SQA.....	47
Figura 3. Comparación entre la Escala de Mareo y la magnitud de impacto con el SIM-G.....	58

## **Capítulo I**

### **Introducción**

Una contusión cerebral es definida como una Lesión Traumática Cerebral Leve (LTCL) o “mTBI” por sus siglas en ingles. El término de concusión se usa de manera intercambiable en literatura de medicina deportiva, mientras, LTCL es utilizada en la literatura psicológica y neurocientífica. Una concusión ocurre a través de un golpe a la cabeza u otra parte del cuerpo acelerando o desacelerando el cerebro dentro del cráneo. El Colegio Americano de Medicina de Rehabilitación (1993) definió un LTCL como una interrupción traumática de la función cerebral, que se manifiesta por al menos uno de los siguientes: cualquier pérdida de conciencia, cualquier pérdida de la memoria, cualquier alteración del estado mental, el déficit focal neurológico (transitoria o no transitoria). En 1997, la Academia Americana de Neurología (ANA) definió la LTCL relacionada al deporte como una alteración inducida por trauma en el estado mental que pueden implicar la pérdida de la conciencia (Echemendia, 2012).

Los golpes subconcusivos describen impactos en la cabeza que no resultan con síntomas notables o severos particularmente relacionados con la pérdida de conocimiento (Baugh et al., 2015). Echemendia (2012) expone que la concusión es definida como un proceso complejo patofisiológico que afecta el cerebro inducido por una fuerza biomecánica. A través de los años la información sobre las concusiones proviene de instituciones científicas, agencias federales, organizaciones de deportes profesionales, organizaciones deportivas no-gubernamentales, grupos de comunidades, ligas de deportes y los medios de comunicación (Echemendia, 2012). Los signos o síntomas de

las concusiones se dividen en cuatro áreas físicas, cognitivas, emocionales y sueño. El área física contiene dolor de cabeza, problemas visuales, fatiga, sensibilidad a la luz o al ruido y mareos.

La mayoría de los atletas que presentan una contusión muestran el mareo como un síntoma inmediato. Estos mareos son descritos como una sensación de vueltas en la cabeza o en el ambiente de la persona, estos también se conocen como síntomas de varias alteraciones neurológicas y auditivas. Estos atletas presentan mareos, náuseas, vómitos y un control de balance reducido. Usualmente el mareo es producto de un impacto moderado a severo en la cabeza (Shipley & McAfee, 2009).

Los golpes subconcusivos no han sido estudiados extensamente como lo es la contusión. Los impactos en la cabeza subconcusivos no son lo suficientemente fuerte para causar una conmoción cerebral, pero son suficientes para sacudir el cerebro y causar cambios de aceleración cerebral y daños. Los golpes de la bola a la cabeza en el fútbol pueden ser calificados como un impacto subconcusivo tanto para niños como adulto. Los golpes subconcusivos en niños son relacionados a: una mielinización incompleta de los axones del cerebro, una mayor proporción de la cabeza en comparación al cuerpo y huesos de menor densidad ósea del cráneo en etapas de desarrollo (Salinas, Webb, & Devore, 2009).

Los principales procesos cognitivos que apoyan la comunicación incluyen: atención, memoria y funciones ejecutivas (R.A Stern et al., 2015). La atención puede ser segmentada en componentes que reflejen progresivamente un aumento en los niveles de la carga de trabajo cognitiva. La atención se define como un recurso que mejora o limita el rendimiento en función dependiendo si se aplica o se retira de una tarea (McIntire et al., 2006). En los modelos de

memoria por etapas conceptualizan la memoria como una serie de fases a través de las cuales la información pasa a un almacenaje permanente (R.A Stern et al., 2015). La ciencia cognitiva ha sustituido el concepto de memoria inmediata, con el concepto de Memoria de Trabajo (MT), esto es un espacio de capacidad limitada en el cual la información decae dentro de pocos segundos a menos que sea ensayada. La MT es considerada un espacio mental para almacenar resultados temporeros de operaciones cognitivas durante procesamiento cognitivo complejo que incluye la conducta dirigida a objetivos (Kumara, Raob, Chandramoulic, & Pillai, 2013; Salinas et al., 2009).

La MT es particularmente vulnerable a las Lesiones Cerebrales Traumáticas (LCT) debido a los golpes y contragolpes considerados insultos al cerebro, a diferencia de los impactos subconvulsivos siendo estos menos severo. El LCT se puede dividir en dos: aguda y crónica. En la lesión cerebral aguda en el trauma relacionado con el deporte puede conducir a una contusión, sub contusión, hemorragia u otros daños estructurados del cerebro (Ling, Hardy & Zetterberg, 2015). La consecuencia crónica del LCT es la Encefalopatía Traumática Crónica (ETC). ETC es una condición neurodegenerativa causada por la acumulación de proteínas (R.A Stern et al., 2015).

En niños la MT es un sistema con capacidad limitada que retiene información en cortos períodos de tiempo, típicamente realizadas en actividades momentáneas (Tulsky et al., 2013). En los niños debemos cuidar la MT debido a que está asociada con los logros académicos, incluyendo las destrezas matemáticas como las habilidades de lectoescritura. Debemos tener en cuenta existen déficits en la MT en individuos que también presentan desórdenes como

Trastornos de Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH) y Trastornos Específicos del Lenguaje (TEL).

En Estados Unidos 13.6 millones de niños mayores de 7 años practican fútbol, donde el 43% son féminas (T. Covassin, Moran & Wilhelm, 2013). En Puerto Rico, en la actualidad, existen 34 clubes activos de fútbol. Cada uno de estos clubes participan en 8 categorías en donde juegan aproximadamente 12 jugadores por equipo. Esto sería equivalente de 6,528 participantes activos en la isla. En el 2003 se fundó el equipo profesional, los Islanders. Esto causó conmoción en los fanáticos del deporte en la isla provocando un alza en su matrícula.

En el fútbol, un impacto en la cabeza por el balón puede ser indirecto o un movimiento rápido el cual el ángulo de la bola es redirigido a un ángulo previamente calculado. El movimiento rápido conocido como un “flick” requiere voltear la cabeza en distintos ángulos, el cual contribuye a la aceleración de la cabeza y el cerebro (Salinas et al., 2009). Anualmente, se reportan entre 4% - 22% lesiones en la cabeza relacionadas al fútbol. Los datos sobre los golpes recibidos en la cabeza por el balón y las contusiones son inconclusos (Salinas et al., 2009). Entre el 2001 al 2005, el Centro de Prevención y Control de Enfermedades se reportaron 9,371 casos relacionados a lesiones traumáticas del cerebro “Traumatic Brain Injury” (TBI) (Coronado, 2011).

Un niño podría recibir 6 impactos en la cabeza por juego y 15 en una práctica (1,500 – 1,800 por año). Individuos que reciben más de 1,800 impactos subconvulsivos aparentan tener una disminución en su función neurocognitiva (Knollman, Constantinidou, & Hutchinson, 2014). Varios impactos consecuentes a largo plazo podrían ser causantes de Lesiones Traumáticas

Cerebrales Moderadas (LTCL) o Encefalopatía Traumática Crónica(ETC). La pérdida de memoria y/o atención en una sola sesión de práctica podría relacionarse entonces con algunas de estas condiciones crónicas LTCL y/o ETC en el futuro.

Las pruebas psicométricas son pruebas diseñadas para evaluar habilidades intelectuales entre personas de 2 a 90 años. Estas pruebas analizan componentes como la comprensión verbal, razonamiento inductivo, formación de conceptos, atención verbal, macheo visual, procesamiento fonológico, aprendizaje, visualización y memoria. Los neurólogos, patólogos del habla, educadores y otros profesionales relacionados a la salud utilizan este tipo de pruebas para analizar el comportamiento humano en diferentes situaciones. Una batería de pruebas ideal para la evaluación de atletas en los deportes de contusión debe consistir en que sean objetivas, fiables, válidas, fácil de administrar y eficiente en el tiempo (Malegiannaki, Metallidou, & Kiosseoglou, 2015).

### **Impactos subconcusivos**

Los impactos subconcusivos son golpes pequeños a la cabeza que no son clínicamente identificable relacionados a una degeneración neurológica a largo plazo del tejido cerebral(Guitierrez, Conte, & Lightbourne, 2014). En el fútbol, los impactos subconcusivos ocurren docenas de veces con ningún perfil de diagnóstico médico o intervención. Al respecto conviene decir que cuanto más el individuo juegue fútbol más propenso el mismo está expuesto a sufrir un alto número de impactos subconcusivos durante su carrera (Knollman et al., 2014). Existe una distinción en el género del individuo; es decir, los impactos subconcusivos en hombres presentan mucho más estabilidad anatómica y biomecánica que las mujeres. Los autores

T. Covassin, Elbin, Bleecker, Lipchik y Kontos (2013) reportaron que mujeres diagnosticadas con una contusión tienen mayores trastornos neurocognitivos con respecto a la reacción y la memoria en comparación a hombres. Los impactos subconscivos pueden ser cabeza con cabeza, cabeza con rodilla, cabeza con codos, cabeza con el suelo. Estos impactos sin protección a la cabeza es lo que hacen al fútbol un deporte único en relación a las repercusiones (Coronado, 2011).

Según Guitierrez et al. (2014) el pre y pos-impacto de la bola en relación a la velocidad implica una gama de daño potencial al cerebro. Las diferencias en composición corporal podrían indicar que los niños y mujeres están predispuesto a recibir mayor daño que los hombres por su desarrollo de masa, ancho y fuerza en el cuello. Es una tendencia biomecánica clara que niños y mujeres tienen menor rigidez en el área del cuello lo que aumenta la posibilidad de transferencia de energía a la cabeza cuando se compara con un hombre (Guitierrez et al., 2014). Es importante encontrar nuevas estrategias que minimicen la transferencia de energía hacia la cabeza, ya sean por fortalecimiento de áreas adyacentes o por accesorios que minimicen los impactos.

Minimizar los impactos subconscivos ha conllevado a la exploración con instrumentos de protección para la cabeza (ej. cascos, bandas protectoras, etc.). Estas estrategias no han podido evitar el riesgo de que suceda lesión cerebral que van desde golpes subconscivos no clínicamente detectables a la conmoción cerebral sintomática de la LCTL o grave. En la actualidad, no hay evidencia cuantificable sobre la cantidad de impactos en la cabeza recibidas por un atleta en su vida deportiva.



## **Epidemiología de la concusión en el deporte**

Se ha estudiado la epidemiología de la contusión en diversos deportes como el baloncesto, fútbol, boxeo, béisbol, fútbol americano, lucha, hockey, voleibol y deportes acuáticos. La ocurrencia de las contusiones varía según el deporte, el nivel, el tiempo de juego y prácticas. La incidencia de las contusiones en el fútbol tiende a variar y no se observa un número preciso de las contusiones reportadas. Los atletas adolescentes y adultos esconden la lesión por tres razones: (1) el miedo por perder su posición, (2) alta motivación para volver a jugar y/o (3) desconocimiento sobre los síntomas de la contusión por los mismos jugadores o aquellos responsables de tratarlos (Salinas et al., 2009). En el 2011, se reportó una prevalencia la cual indicaba que de 1.6 a 3.8 millones de LTC relacionadas al deporte ocurren cada año, incluyen aquellas contusiones que no son tratadas (A. P Salvatore & Fjordbak, 2011).

## **Efectos de cascada de la concusión**

Una contusión es una alteración patológica del estado metabólico del cerebro como resultado de una aceleración - desaceleración movimiento del cerebro asociado con un golpe en el cuerpo o la cabeza o ambos (A. P. Salvatore, Holland, & Bernstein, 2014). Inmediatamente después de un trauma mecánico a las fuerzas del cerebro, de aceleración y desaceleración inicia una cascada compleja de eventos neuroquímicos y neurometabólicos (Barkhoudarian, Hovda, & Giza, 2011). Estas cascadas moleculares pueden dar lugar a la hipofunción cerebrales posteriores o daños permanentes. La bomba dependiente de ATP  $\text{Na}^1 / \text{K}^1$  a continuación, trabaja en las capacidades máximas a restablecer el equilibrio iónico, agotando las reservas de energía.

Las lesiones de aceleración lineal son causadas por aceleración súbita de la cabeza por una fuerza que se mueve a través de la línea media de la cabeza. En el fútbol observamos aceleración

angular en donde la misma es causada por desviación y rotación de la cabeza por una fuerza que impacta la cabeza en un ángulo. La aceleración lineal usualmente es menos dañina que la aceleración angular que puede ocasionar un trauma más severo. No obstante, la aceleración angular y lineal usualmente causan compresión, desgarramiento y erosión de los tejidos cerebrales que a su vez causan lesión axonal difusa dentro del cerebro. En la patofisiología es importante describir los conceptos básicos de la cascada metabólica que caracteriza la contusión y LCTL siendo esto crucial para el diagnóstico y tratamiento del Patólogo del Habla. En varias investigaciones sobre contusión y LCTL, estas consecuencias de aceleración y desaceleración del cerebro conllevan una responsabilidad de cambios neurodegenerativos importantes que provocan un riesgo cognitivo-lingüístico a largo plazo mostrando consecuentemente una Encefalopatía Traumática Crónica (R. A Stern et al., 2011).

### **Trauma cerebral repetitivo y su relación con el deterioro neurológico**

La Encefalopatía Traumática Crónica (ETC) es una tauopatía neurodegenerativa. La tauopatía es la acumulación de proteínas fosforizadas tau. La ETC es provocada por los impactos en el cuerpo transferidos a la cabeza. Desde 1960 se estudia este tipo de deterioro neurológico en atletas que reciben múltiples impactos en la cabeza (ej. Boxeo, fútbol, fútbol americano). Las condiciones relacionadas al ETC son demencia (ej. Alzheimer), depresión y la Esclerosis Lateral Amiotrófica; mejor conocida por sus siglas en inglés como ALS.

La estructura más susceptible a cambios en relación al ETC en el cerebro son los axones. El axón transmite información de una neurona a otra y típicamente tiene una cubierta de mielina (Kandel, Schwartz, Jessell, Siegelbaum, & Hudspeth, 2013). Está cubierta de mielina en algunas neuronas tiene interrupciones conocidas como nódulos de Ranvier. Los nódulos de Ranvier

ayudan a aumentar la conducción nerviosa. Es en el axón donde se contiene la proteína Tau. La acumulación localizada de la proteína Tau causada por múltiples impactos a largo plazo se le atribuye el nombre de trauma cerebral repetitivo (R. A Stern et al., 2011). Donovan et al. (2014) explica que individuos con una contusión repetida en menos de 10 a 13 días presentan alteraciones prolongadas en el metabolismo cerebral en comparación a aquellos que solo tienen una contusión. A estas alteraciones se le ha otorgado mayor importancia con una nueva terminología ETC antes conocido como demencia pugilística. El ETC se asocia con los cambios de personalidad, discapacidad en la memoria, parkinsonismo y anormalidades en el habla (Spiotta, Shin, Bartsch, & Benzel, 2011).

### **Presentación al problema**

Los niños reciben un promedio de 15 impactos en la cabeza con el balón. Esos impactos pueden ser considerados impactos subconvulsivos. Estos niños practican 3 veces por semanas por al menos 12 semanas en un año (1 temporada) equivalentes a 1080 impactos en la cabeza anuales. La vida deportiva de un futbolista hispano nacido en Puerto Rico comienza a los 5 años y podría llegar hasta los 25 años. Estos atletas recibirían un promedio de 21,600 impactos a largo plazo, lo que podría causar varias LCTL en su vida atlética y con el tiempo enfermedades neurodegenerativas.

El rol del Patólogo del Habla y Lenguaje (PHL) es estar preparado para ayudar a reducir el riesgo de deterioros a corto y largo plazo en el lenguaje receptivo y expresivo de individuos que sufren contusión o impactos subconvulsivos. El PHL en la escuela debe estar estratégicamente seleccionado para cuidar y monitorear la neurocomunicación y el progreso académico de un individuo con posibles disfunciones cognitivas-lingüísticas; por lo que, esta investigación

pretende aportar estrategias acerca de la evaluación, el diagnóstico, el tratamiento y la prevención de los impactos subconcusivos y contusiones en niños.

### **Hipótesis**

**Ha:** Se obtendrán rasgos positivos de mareos luego de recibir un impacto o más en un partido de fútbol.

**Ho:** No se obtendrán rasgos positivos de mareos luego de recibir un impacto o más en un partido de fútbol.

### **Definiciones operacionales**

- i. **Concusión** - es un síndrome clínico que provoca una alteración en la función cerebral, típicamente afectando la memoria y la orientación, implicando la pérdida de conciencia.
- ii. **Lesión Traumática Cerebral Leve (LTCL)** - es una lesión cerebral aguda resultante de la energía mecánica de fuerzas físicas externas en alguna parte del cuerpo transferida a la cabeza.
- iii. **Encefalopatía Traumática Crónica** - es un desorden neurodegenerativo cerebral relacionado con la exposición a lesiones cerebrales traumáticas repetitivas.
- iv. **Impacto Subconcusivo** - es un impacto traumático en la cabeza que no presenta ningún síntoma clínico inmediatamente.
- v. **Enfermedad neurodegenerativa** – es la pérdida de estructura o función neuronal, ya sea por pérdida de la sinapsis y/o muerte celular.
- vi. **Funciones Ejecutivas** - denotan la habilidad para planificar, organizar y regular la conducta para resolver problemas o lograr las metas propias y las afectadas son una consecuencia común de lesión cerebral, particularmente en el lóbulo frontal.

## Capítulo II

### Fútbol y sus repercusiones en el cerebro

El fútbol es uno de los deportes más jugado a nivel mundial donde en los Estados Unidos se estima que 13 millones de niños menores de 18 años juegan el deporte (Salinas, Webb, & Devore, 2009). El fútbol es un deporte que se organiza por la composición de dos equipos de once o más jugadores que se enfrentan entre sí. El propósito del juego es tener once jugadores por el campo y un portero (también conocido como arquero), donde se tratará de lograr meter el balón a la portería del equipo contrario, respetando diversas reglas. El balón se puede tocar con todas las partes del cuerpo (hombros, piernas, brazos y cabeza), excepto con las manos, aunque el portero si las podrá utilizar para agarrar el balón. El juego es continuo teniendo que los jugadores improvisar sus tácticas de juego durante el mismo, cambiando sus posiciones constantemente para recibir el balón. El esquema de los jugadores en el terreno es el siguiente: portero, defensa, mediocampista y delantero.

El campo de fútbol es un terreno rectangular de una longitud máxima de 1,20 metros y de ancho máximo de 90 metros. El campo se divide en varias áreas: el centro del campo (es el que divide el terreno en dos mitades); área de meta (dos líneas perpendiculares a la línea de fondo) y el área de penalti (se sitúa a 16.50 metros de cada poste de la portería y el punto se marca a 11 metros de la línea meta). El portero es el único jugador que puede tocar el balón con las manos y tiene como objetivo principal evitar que el balón entre a la portería durante el juego se meta (acto que se conoce como un gol). La defensa son jugadores que su objetivo principal es detener los ataques del equipo rival y se encuentran justo al frente del área de portería. El mediocampista es el jugador que se encuentra en mediocampo y está encargado de recuperar balones, propiciar creación de jugadas y explotar el juego ofensivo. El delantero se destaca como un jugador que se

encuentra en la posición de ataque y el rol principal es poder marcar goles. Estos jugadores, según sus posiciones, deben ser capaces de controlar los balones que reciben.

El control del balón puede ser con la parte interna del pie, parte externa del pie, con la punta del pie hacia arriba, rodilla, pecho, aguantando el balón entre la planta del pie y el piso; y en los balones alto, con la cabeza. En el caso del uso de la cabeza, existen diversos tipos del cabeceo: cabeceo normal, cabeceo en picada, cabeceo de lado y cabeceo hacia atrás. El cabeceo normal se arquea hacia atrás y se envía la cabeza hacia adelante luego; el contacto debe hacerse con el centro de la frente. En el cabeceo en picada se debe lanzar todo su cuerpo en la trayectoria que quiere dirigir el balón y los brazos deben estar listos al frente para protegerse a la caída. El cabeceo de lado se debe girar su cabeza en la dirección de su objetivo, para lograr redirigir el balón que llega. En el cabeceo hacia atrás el jugador debe arquearse hacia atrás y se redirigirá el balón hacia atrás del jugador utilizando la parte de posterior de la cabeza. La velocidad de un balón que ha sido pateado su velocidad máxima (hombres adultos) podría ser sobre 100 km/h. La velocidad del balón no se ha investigado por edad o género; no obstante, si se ha reportado la velocidad en diversos movimientos para algunos impactos: a partir de una patada (  $\approx 45\text{mph}$  /  $72.4\text{km/h}$ ), luego de que el balón toque el piso e impacte la cabeza (  $\approx 55\text{mph}$  /  $88.5\text{km/h}$ ) o golpe de defensa (  $\approx 55\text{mph}$  /  $88.5\text{km/h}$ ).

Las posiciones de los jugadores tienen un factor importante en el riesgo asociado a la concusión en el fútbol. Por lo antes expuesto, es importante conocer la diferencia entre una contusión y una concusión. La contusión es una lesión localizada, comparable a los hematomas que se obtiene cuando se golpea la espinilla, estos pueden ocurrir de menor a escala hasta mayor escala (severidad) causando la muerte. La contusión es una de la etiología para los riesgos o

accidentes cardiovasculares debido a que la sangre se puede coagular. No obstante, la concusión es una lesión que ocurre cuando una región más grande del cerebro se lesiona, y pueden producir varias contusiones (e.g accidentes de tráfico, caídas al practicar deportes, violencia, entre otros.) La concusión puede ser una lesión que amenaza la vida; no obstante, no se producen síntomas inmediatos en ocasiones y puede ocurrir por cualquier golpe significativo a la cabeza; por lo que, algunas personas que sufren una concusión no reciben atención médica en absoluto.

Maher, Hutchinson, Cusimano, Comper y Schweizer (2014), reportan que 70.2% de los jugadores de defensa y 78.9% de los porteros sostienen una LTCL en una temporada; a diferencia de los mediocampistas que se reportó solo un 57.7 % y los delanteros 57.4%. Esto implica que los jugadores de defensa y el portero son los de mayor riesgo al estar más propensos a sufrir más LTCL que los delanteros y mediocampistas. Kirkendall, Jordan, y Garrett (2001), exponen que los lugares en el terreno donde mayor posibilidad se tiene de obtener un LTCL es en el área de penalti cuando los jugadores están compitiendo por un tiro de esquina o cuando un jugador brinca hacia delante y se golpea con el portero. Otro lugar de mayor posibilidad de recibir un LTCL en el terreno de fútbol es cerca de la línea del mediocampo cuando los jugadores compiten por balones en el aire.

El fútbol es uno de los deportes de mayor crecimiento en Puerto Rico y de mayor riesgo en condiciones crónicas causadas por golpes en la cabeza (Bailes, Petraglia A, O., Nauman, & Talavage, 2013). Los autores Zhang, Red, Lin, Patel y Sereno (2013), indican que incluso los impactos subconcusivos en el fútbol pueden dar lugar a cambios en la función cognitiva siendo

esto relacionado con Lesión Traumática Cerebral Leve (LTCL) de los lóbulos frontales. Los impactos subconvulsivos son golpes que no resultan en signos, síntomas o diagnóstico clínico de una concusión causada por la aceleración o desaceleración a menor escala del cerebro (Bailes, Petraglia A, O., Nauman, & Talavage, 2013; Broglio, Eckner, Paulson, & Kutcher, 2013) Cuando ocurre una LTCL, los lóbulos frontales son los más susceptibles a lesiones y es donde ocurre parte del desarrollo de las funciones ejecutivas. Estas funciones regulan la conducta para resolver problemas o lograr las metas propias y las afectadas son una consecuencia común de lesión cerebral, particularmente en el lóbulo frontal. Los niños y adolescentes pueden tener una recuperación más lenta de la LTC y concusión (Echemendia, 2012).

Durante la edad escolar, un gran número de estudiantes empiezan a participar en deportes, como el fútbol americano, el fútbol y el baloncesto (Edrington, 2013). Los patrones de comportamientos y actividades de riesgo pueden hacer que las condiciones del LTCL broten para una mayor prevalencia de traumas a ciertas edades. Por ejemplo, los niños que asisten a la escuela elemental, intermedia y secundaria pueden estar en mayor riesgo de adquirir una concusión.

El cerebro tiene tres (3) funciones básicas: regulación, procesamiento y formulación. La regulación se refiere al nivel de energía que tiene la persona y el funcionamiento del tallo cerebral y la corteza. El procesamiento se encuentra en la corteza posterior, el cual regula la información en la forma de analizarla, codificando la información y guardándola en la memoria (actividad del hipocampo). El crecimiento de la corteza de los hemisferios del cerebro es vital para el habla y función del lenguaje ya que la mayoría de la estructura neural para comunicarse



se integra en el área. En la estructura neural se recibe información auditiva, somestésica y áreas visuales de asociación (Webb & Adler, 2008).

La concusión puede cambiar el funcionamiento normal del cerebro (Coronado, 2011). Uno de los signos asociados a la concusión se puede ver reflejado en la cognición donde se presenta los síntomas como la dificultad en concentrarse, dificultad en recordar, sentirse mentalmente cansado, lento y contestar preguntas lentamente. Cognición consiste en actividades mentales que intervienen en la comprensión de información percibida, incluyendo la adquisición, la organización, el almacenamiento, la memoria y el uso del conocimiento (Owens, 2008). Un desorden comunicativo – cognitivo en la comunicación resulta de las secuelas de un daño cerebral difuso, incluyendo déficits en el procesamiento de la información, la atención, el razonamiento y resolución de problemas y la memoria (Webb & Adler, 2008). Las consecuencias de la concusión se pueden dividir en consecuencias a corto y largo plazo o pueden ser categorizadas por su efecto neurocognitivo, emocional, físico o función académica (Conder & Guskiewicz, 2015).

El estudio de Kaminski, Wikstrom, Guitierrez y Glutting (2007) se muestran los datos de déficits cognitivos acumulativos en jugadores de fútbol, los autores sugirieron que es el resultado de los impactos subconcusivos de la pelota de fútbol en la cabeza. En la metodología de la investigación Kaminski et. Al (2007) relacionaron los impactos de la cabeza con la función cognitiva y el balance en los jugadores de fútbol de escuela secundario y universitarios realizando pre y post prueba Romberg. En resumen, la prueba implica el uso de un sistema de puntos para varios errores asociados con la pérdida de equilibrio durante la prueba cronometrada de 30 segundos. Cada intento de práctica fue calificado por el mismo examinador experto y fue grabado y revisado para verificar la puntuación real de los intentos que contaban. Los datos sobre

los cabeceos se documentaron contando el número de veces que cada participante golpeo el balón de fútbol con la cabeza durante los juegos, usando un sistema de registro simple. Los entrenadores del departamento atlético de las escuelas participantes fueron responsables de contar los cabeceos y registrarlos (no intentaron distinguir entre los tipos de cabeceos realizadas).

El investigador Mckinlay (2014) no está de acuerdo en cuanto a si los efectos negativos sobre el cerebro se deben a lesiones en la cabeza agudas o el uso intencional de la cabeza con el tiempo en el fútbol en relación a la cantidad de tiempo que llevan jugando. Guitierrez, Conte y Lightbourne (2014) describen estas lesiones como las lesiones de contacto directo que causan sucesivamente LTCL y contusiones; en la investigación de Guitierrez et al. (2014) son descritas como cabeza con cabeza donde dos jugadores buscan el balón en el aire; pierna con cabeza donde un jugador intenta deslizarse a salvar una bola y el jugador del equipo oponente patea; por último, cabeza con la superficie del campo donde los jugadores de cualquier equipo pueden intentar salvar un balón, tropezarse o brincar en el aire y caer sufriendo entonces una repercusión en el cerebro. El diseño de estudio de Guitierrez et al. (2014) consistió en evaluar el efecto del cabeceo en el fútbol sobre la función neurocognitiva, donde se utilizó un diseño pre- prueba y post- prueba (ImPACT) para evaluar los cambios en las puntuaciones después de un cabeceo agudo. En el área fisiológica optaron por evaluar la relación entre la fuerza del cuello y el impacto de la cabeza cuando golpeaba el balón durante driles en las prácticas; por lo que lograron medir la correlación de un impacto en la cabeza con la aceleración de la misma a través de un acelerómetro tridimensional fijado a la parte posterior de la cabeza, lo que permitió la medición del impacto en la cabeza. Sin embargo, hubo correlaciones estadísticamente significativas, moderadas y negativas ( $r = -0.500: -0.757$ ,  $p < .05$ ) entre la fuerza del cuello y la aceleración de la cabeza, indicando que aquellos con cuellos más débiles tuvieron mayores

impactos. Finalmente, los resultados de Guitierrez et al. (2014) sugieren que el fortalecimiento del cuello puede ser un componente importante de cualquier programa de prevención de lesiones en la cabeza.

### **Impactos Subconscivos y Mareos**

Durante las últimas décadas se han estudiado los impactos que causan la aceleración a la masa encefálica y sus repercusiones a la salud. El fútbol es el deporte más popular y el de mayor desarrollo a nivel mundial sobre 265,000 de jugadores activos expuestos a diferentes tipos de lesiones en la cabeza y el cuello que incluyen laceraciones, contusiones, fracturas y concusiones (Maher et al., 2014). Los impactos subconscivos no presentan signos, síntomas o diagnóstico clínico de una concusión causada por la aceleración o desaceleración a menor escala del cerebro (Bailes et al., 2013; Broglio, Eckner, Paulson & Kutcher, 2013). En relación a la concusión, los signos y síntomas comúnmente conocidos son: confusión, amnesia, mareos, disturbios visuales y dolores de cabeza.

Confusión es la inhabilidad de pensar claramente o rápidamente en situaciones comunes o de rutina (Huff, Marx, Hockberger, & Walls, 2013). La mayoría de los niños sufren confusión luego de un impacto al cerebro (e.g. durante el juego del fútbol ocurren golpes de la bola sobre la cabeza) no obstante, hacen una recuperación completa al ser un impacto leve. La amnesia es la pérdida de habilidad que la persona utiliza para memorizar (Stern et al., 2015). Una lesión traumática cerebral (LTC) puede resultar en daño a las estructuras del cerebro que forman el sistema límbico (controla las emociones y memoria). El tipo de amnesia causada por una lesión cerebral es conocido como una amnesia neurológica; no obstante, estos impactos leves al cerebro no causan amnesia severa (McCrorry et al., 2008). En niños y adolescentes se recomienda que se

retorne al juego de fútbol progresivamente luego de haber tenido una LTCL presentando algunos de estos síntomas (confusión y/o amnesia).

Otro síntoma anteriormente mencionado en relación a LTCL es el mareo, el cual es reconocido como una sensación de pérdida de balance, una sensación de inestabilidad y/o ligera pesadez en la cabeza (Chawla & Olshaker, 2006). Existen cuatro (4) tipos de mareos estos son: sensación rotacional, desmayo, pérdida de equilibrio y pesadez de la cabeza. La sensación rotacional es cuando el individuo siente que su ambiente está dando vueltas (es frecuentemente reconocido como vértigo y acompañado de náuseas, vómitos y modo de andar irregular). El desmayo es una sensación de pérdida de conciencia y sus síntomas reconocidos son la palidez, visión borrosa, zumbido en los oídos y sudoración excesiva. La pérdida de equilibrio es la pérdida de balance sin una sensación anormal en la cabeza comúnmente reconocida al caminar que desaparece al sentarse. Por último, la pesadez en la cabeza es un mareo que no puede identificarse como los otros tipos al no tener síntomas; pero es confundido con la sensación de oscilación (balanceo) leve en la cabeza y ansiedad (Murkherjee, Chatterjee, & Chakravarty, 2003).

El vértigo y el mareo son términos intercambiables frecuentemente confundidos. Murkherjee et al. (2003) explica en detalle el término vértigo siendo este más específico a un desorden vestibular que compone el oído interno, el nervio vestibular, el cerebelo y hasta los ojos y propioceptores del cuello. Los propioceptores son receptores que reciben un estímulo sensorial sobre cinco (5) modalidades (visión, sensación vestibular, posición, presión y audición). Estos receptores son los encargados de enviar información a nuestro cerebro sobre la posición y espacio, un término conocido como percepción.

Las concusiones y LTCL necesitan de un cierto tiempo para recuperarse. La LTCL es causada por una lesión cerrada al cerebro en donde se pierde la conciencia por menos de 20 minutos. Según el estudio de Kaminski et al. (2007) muestra los datos de déficits cognitivos acumulativos e indicaron a través de un programa que los jugadores con concusiones o LTCL podían volver a jugar luego de 10-12 días como tiempo de recuperación. Kaminski et al. (2007) desarrollaron como parte de su metodología una clínica llamada *mTBI Clinic* con los propósitos de evaluar a los estudiantes después de una sospecha de un LTCL y proporcionar educación y orientación sobre cuándo regresar al juego (mejor conocido por sus siglas en inglés RTP- Return to Play). El algoritmo RTP tuvo éxito en el retorno de los atletas en 16.9 días. El programa de *mTBI Clinic* sirvió como colaboración a tres distritos escolares del área de California y en la post-temporada se les ofreció un cuestionario a todos los jugadores como parte del protocolo. Es importante que los proveedores de atención médica recuerden que la mayoría de las consecuencias de LTCL se resolverán dentro de los 10 a 16 días (Kelleher, Taylor-Linzey, Ferrigno, Bryson, & Kaminski, 2014).

Los mareos son un trastorno principal descrito por la gente después de sufrir una concusión tanto en la fase aguda como después de la recuperación (Diaz, 2013). Presentar mareos inmediatamente después de la concusión y en la fase subaguda son dos factores de riesgo asociados con la LTC presentando estos jugadores una recuperación prolongada (Kumara, Raob, Chandramoulic, & Pillai, 2013).

A los jugadores juveniles (hasta los 12 años) no se les brinda entrenamiento o enseñanza de cómo golpear el balón de fútbol con la cabeza y esto es una destreza compleja y coordinada que el jugador puede realizar docenas de veces durante un evento deportivo de contacto. Al comparar este dato sobre la educación con el estudio de Kirkendall et al. (2001), estos exponen que el Dr.

Lyle Micheli (ortopeda cirujano especialista en concusión), en una entrevista de ABC News, explicó que el cerebro de un niño de 5-13 años no está desarrollado completamente para golpear el balón con la cabeza hasta los 14 años; por lo que implica que estos impactos subconcusivos pueden ocurrir docenas de veces durante un evento deportivo de contacto sin ningún tipo de diagnóstico o intervención médica. Webb y Adler (2008) reportan que no es hasta los 10 años que el cerebro alcanza 95% de su peso óptimo y que a los 12 años de edad del niño el cerebro alcanza hasta su 100% del peso.

### **Concusiones relacionadas al deporte**

El deporte de fútbol es bien popular en esta sociedad y millones de atletas participan a diario desde niños, juveniles, adolescentes, jóvenes, universitarios e individuos que realizan el deporte de forma recreacional. Según Conder y Guskiewicz (2015) en los niños el deporte provee un ambiente que los ayuda a crecer y desarrollarse físicamente, mental, emocional y social. Muchos de los padres o cuidadores en Puerto Rico ponen a los niños (hijos, nietos o sobrinos) a realizar este tipo de actividad física (fútbol), la cual los divierte y los mantiene saludables. Los deportes que son jugados con mayor frecuencia en Puerto Rico y que podrían ocasionar impactos subconcusivos y concusiones son: el fútbol, baloncesto, voleibol, fútbol americano, boxeo, atletismo, béisbol, softbol, hípica, lucha, judo, halterófila, balonmano, waterpolo, karate y taekwondo.

Durante los pasados años, los deportes de contacto han sido el ente de los medios de comunicación, quienes se han encargado de reportar que existe un aumento en concusiones en varios de los deportes mencionados; por lo que, ha llevado a que los padres o cuidadores retiren a sus niños de realizar los deportes y que simplemente los cambien del deporte a uno menos

peligroso. Los impactos subconvulsivos pueden ocurrir en docenas de ocasiones durante un deporte de contacto con ninguna forma diagnóstico médica e intervención, especialmente en los deportes del futbol americano o fútbol (Guitierrez et al., 2014).

La concusión es un evento neurometabólico que causa una disfunción neurológica transitoria y es descrita como una lesión en el cerebro causada por un golpe en la cabeza (Conder et al., 2015). La concusión puede ocurrir en cualquier actividad como el deporte recreativo formal o informal; también durante las prácticas de entrenamiento y durante un juego. Los signos y síntomas de la contusión pueden aparecer inmediatamente después de la lesión, puede que no aparezcan, se hagan visibles algunos días o meses después de haber sufrido la lesión.

Los atletas con una concusión no deben regresar al campo de juego hasta que hayan desaparecido los síntomas y reciban la autorización de un médico o profesional de la salud. Con frecuencia existen atletas que continúan en juego después de haber tenido una contusión esto implica que si tuvo una contusión antes de que el cerebro recuperara de la primera el individuo aumentaría la probabilidad de que se presenten problemas a largo plazo. Algunos de estos síntomas de la concusión son: dolor o “presión” en la cabeza, náuseas, problemas de equilibrio, mareo, visión doble o borrosa, molestia causada por el ruido, sentirse debilitado, confuso, aturdido, dificultad para concentrarse, problemas de memoria, confusión y no “sentirse bien”.

La vida deportiva de un futbolista hispano nacido en Puerto Rico comienza a los 5 años y podría llegar hasta los 25 años. Las consecuencias de las concusiones relacionadas con los deportes se pueden dividir en severidades. Se estima que el 10% de los niños antes de los 10 años de edad experimenta una LTC de suficiente gravedad como para buscar atención médica, aumentando a un 30% a la edad de 25 años; no obstante, aproximadamente el 90% de los eventos de impactos se clasifican como LTCL (Mckinlay, 2014). En la investigación de Carrol et al.,

(2014) mostraron evidencia de una prognosis buena en los niños de las edades entre 7 a 13 años que sostienen una LTCL. Carrol et al., (2014) evidenciaron que es importante la identificación de síntomas y administración de pruebas de habilidades cognitivas, de comportamiento y déficit académico para lograr una buena prognosis en estos niños. Durante el estudio de Carroll et al., (2014) se clasificó una concusión de acuerdo a tres (3) grados: una concusión de grado 1 lo definieron como desorientación de tiempo y lugar por menos de 15 min, una concusión de grado 2 fue definido como desorientación durante al menos 15 min y una concusión de grado 3 incluía pérdida de conciencia. Todos los participantes se clasificaron como tener una concusión de grado 1 o 2 evidenciando que es aproximadamente equivalente a someter un LTCL.

El impacto del LTC en la comunicación de los niños se ha asociado con dificultades en la cognición y la memoria, y los problemas emocionales como los conductuales, la ansiedad y la hiperactividad (Hessen, Nestvold, y Anderson, 2007; Mckinley, 2014). No hay suficientes investigaciones para saber cómo estos impactos subconcusivos a largo plazo resultan en problemas de comunicación desde edad temprana (Duff & Stuck, 2015). Webb & Adler (2008) mencionan que el periodo pre escolar es único por muchas razones, ya que es caracterizado por cambios neuronales, físico y emocionales. Blosser y DePompei (2003) han estudiado que el cambio en el desarrollo del niño ha sido sustancial la neuroplasticidad (habilidad del cerebro para re-estructurar redes neuronales en respuesta a estímulos externos o internos) del cerebro donde la misma es sustancial para la protección de los efectos nocivos de la LTC. Es evidente que la edad de cuando se sufre la lesión es importante en términos de las consecuencias que se podrían manifestar por la lesión y un acercamiento longitudinal es fundamental para evaluar si existe problemas asociados a una LTCL en edad temprana (5-7 años).

En el estudio de Duff y Stuck (2015) se llevó a cabo una encuesta para evaluar cuál era el



actual conocimiento del Patólogo del Habla y Lenguaje (PHL) sobre las concusiones pediátricas, el manejo de concusiones pediátricas y las prácticas en otras áreas de la lesión cerebral. Menos del 10% de los PHL reportaron tener experiencia proveyendo los servicios a estudiantes con una concusión en el área Minnesota, Wisconsin, New York, Massachusetts, Georgia, Florida, Texas, Tennessee, California y Arizona. Duff y Stuck (2015) reportaron que los procedimientos, protocolos y manejos de concusión en los distritos escolares para el PHL el 54.1% no tienen práctica guiada o protocolos; mientras que el 41.9% no saben si existe un protocolo o algún manejo para estos niños. Luego de revisar la literatura accesible en Puerto Rico no se encontró investigaciones similares que prueben sobre el rol del PHL con el manejo de la concusión y tampoco existen protocolos de manejo en clínicas privadas, en las escuelas y en universidades que evidencien el cuidado, manejo y prevención de esta población con las lesiones en la cabeza y el LTCL. A. P Salvatore y Fjordbak (2011) están de acuerdo en que los Patólogos del Habla (PHL) están ubicados en la escuela de EEUU estratégicamente y deben estar capacitados para proveer servicios en las escuelas que cuiden y monitoreen la neurocomunicación y progreso académico de los atletas y niños con posibles disfunciones cognitivas-lingüísticas. Los PHL y educadores reportan en el estudio de Duff y Stuck (2015) que no están preparados y no se sienten capacitados para dar tratamiento a individuos con LTCL o concusión.

La intervención de concusión requiere educación continua en el área (A.P Salvatore, Holland, & Bernstein, 2014). El profesional debe estar capacitado para ayudar a reducir el riesgo de deterioros no tan sólo a corto plazo; sino que también a largo plazo en disfunciones cognitivas, habla y lenguaje que pueden verse afectados en niños que sufren una concusión o LTCL. A largo plazo, se espera en este estudio aporten en el desarrollo de programas para la protección, orientación y prevención de lesiones que resultarían en LTCL.

El Centro de Control y Prevención de Enfermedades destaca que el periodo más significativo para una LTC de alto riesgo es entre los 15 a los 19 años (Fifer, 2009). En el fútbol en EEUU donde mayor actividad atlética se reporta es entre las edades de 9 a 15 años. Salinas et al. (2009) evidenciaron que los varones presentan mayor frecuencia a sufrir de una lesión cerebral que las niñas que están expuestas a la misma cantidad de impactos a la cabeza; no obstante, tanto la intensidad como la frecuencia de golpear el balón con la cabeza salió bajo en comparación al del adulto y el niño. En la muestra de Salinas et al. (2009), se obtuvo que los niños de 9-12 años la gran mayoría de los cabezazos con la bola ocurrieron de una intensidad leve a moderada y directa (ej. la entrada de la bola era perpendicular a la frente); por lo que, pudieron concluir que la edad se correlaciona significativamente con la frecuencia del impacto en la cabeza.

Kelleher et al. (2014) evidenciaron que muchos atletas no reportan concusiones porque no las encuentran serias (60% -94%), sienten que las concusiones son parte del juego (55% -89%), no quieren dejar el juego (41% 67%), mucho de estos jugadores no saben que tuvieron una concusión(36% -67%), y no quieren dejar que sus compañeros de equipo pierdan el partido (hasta el 32% -39%) Por lo que, Kelleher et al. (2014) evidenciaron que la combinación de estos factores ha dado lugar a una tasa significativa y alarmante de las concusiones no reportadas. Se ha informado de que hasta el 53% - el 80% de los atletas no informan su concusión debido a estos factores antes mencionados. Por lo que, se comenzaron a tomar medidas preventivas, como lo hizo el Dr. A. P Salvatore (2016), experto y director de la Clínica de manejo de concusión en Universidad de El Paso Texas (mejor conocida por sus siglas en inglés UTEP). El Doctor Salvatore logró implementar protocolos en El Paso, Texas para proteger a los niños de 5 a 7 años de un riesgo de concusión y uno de los cambios más grandes es que los niños no podrán golpear el balón con la cabeza en los juegos hasta que suban a la categoría de 12 años. Los niños

de 9- 11 años se encuentran aún en desarrollo y en años atrás se pensaba que una mayor plasticidad en el cerebro en desarrollo produciría una recuperación más rápida y completa después de la LTC. Evidencias más recientes mencionan que la severidad de la lesión y la edad se correlacionan negativamente en la predicción de la recuperación del jugador (Anderson, Catroppa, Morse, Haritou, & Rosenfeld, 2005).

### **La patofisiología de una contusión**

El sistema nervioso tiene dos tipos de células: células nerviosas (neuronas) y células (gliales). Las neuronas tienen cuatro (4) regiones importantes: el cuerpo, el axón, las dendritas y los terminales sináptico. El cuerpo o soma es el área que contiene el núcleo. El núcleo contiene la información genética de la célula. Los axones transmiten información a través de la célula y están compuestos por mielina. La información transmitida por la célula puede viajar distancias entre una décima de milímetro hasta dos metros. Los espacios entre mielina son conocidos como los nódulos de Ranvier. Los nódulos de Ranvier aumentan la velocidad de conducción de la neurona. Las dendritas son las responsables de recibir la información de otras células nerviosas. Las señales e impulsos nerviosos se inician con la acción potencial. Es el cerebro el que analiza e interpreta la información. Al final, la sinapsis ocurre en los terminales axónicos. Las zonas que transmiten inicialmente son las células pre-sinápticas y las receptoras son células post-sinápticas.

Un impacto a la cabeza es una cascada de efectos nocivos a la salud. Los impactos podrían causar una disrupción de membrana en las células neuronales, estiramiento axonal y un flujo de iones desproporcionados. La distribución irregular de neurotransmisores resulta en una cascada de efectos neurometabólicos provocado por una concusión, consecuente con una lesión biomecánica al cerebro (Dominguez & Raparla, 2014). Campbell y Reece (2015) explican como

la membrana celular controla el contenido dentro y fuera de la célula a través de la permeabilidad selectiva, la cual hace unas sustancias más susceptibles que otras. Las membranas de las neuronas se deforman al ocurrir una depolarización permitiendo exceso de potasio en la célula al igual que otros aminoácidos (Barkhoudarian, Hovda, & Giza, 2011). Los aminoácidos son una estructura que consiste de un grupo amino (-NH<sub>2</sub>) y un grupo carboxil (-COOH) atado a un átomo de carbono. El glutamate es un aminoácido que obstaculiza la unión de los iones con sus receptores. MacFarlane y Glenn (2015) reportan que luego de una perturbación a los neurotransmisores estos aminoácidos pueden aumentar hasta 50 veces más lo que afecta las despolarizaciones.

Una depolarización es una reducción de la membrana potencial (Kandel, Schwartz, Jessell, Siegelbaum, & Hudspeth, 2013). Las depolarizaciones suprimen las neuronas creando migrañas y son implicadas a las LCTL. La membrana potencial en descanso depende de la distribución desigual de iones (Na<sup>+</sup> y K<sup>+</sup>) y la selectividad de permeabilidad en la membrana (Barkhoudarian et al., 2011). Las neuronas tienen -45 voltios en descanso. Después de un impacto, los conductores de iones reducen su almacenamiento lo que produce el uso ineficiente de la glucólisis. La glucólisis es un sistema que degrada las moléculas de glucosa mediante una secuencia enzimática (Kenney, Wilmore & Costill, 2015). El aumento en glucólisis inicia la producción de ácido láctico, en donde la acumulación de iones de hidrógenos aumenta la acidez y disminuye el pH esto y la acumulación de líquidos provoca inflamación de los tejidos. Dominguez y Reaparla (2014) exponen que este evento resulta en un deterioro del transporte neuronal, daño en neurofilamento e hinchazón de axones que consecuentemente conlleva a muerte de célula cerebral. Los aumentos en lactatos están asociados con un incremento a una lesión isquémica y una posible predisposición a lesiones recurrente, este estado hipermetabólico

hace que el cerebro tenga que usar diferentes recursos para estabilizar su funcionamiento (Echemendia, 2012). Las lesiones traumáticas son responsables de los cambios bioquímicos que ocurren inmediatamente después de la lesión; eventualmente conlleva a una deficiencia cognitiva dependiendo del lugar de la lesión (Barkhoudarian et al., 2011).

Existen varios biomarcadores asociadas las Lesiones Traumáticas Cerebrales o concusiones. MacFarlane y Gleen (2015) exponen que los biomarcadores son definidos como características objetivamente evaluadas como un indicador confiable de un proceso biológico, patogénico o farmacológico en respuesta a una intervención. Las proteínas Tau son biomarcadores localizados en el axón y pueden ser secretadas hasta seis (6) horas después de una concusión. La s-100 es otra proteína que puede ser secretada por el axón, luego de una concusión. Los niveles de s-100 pueden aumentar en la primera hora y se reducen luego de doce (12) horas. La proteína s-100 ha sido correlacionada con la prueba de Escala Glasgow. La enzima neuro específica enolasa es encontrada en el citoplasma de las neuronas. Se considera como un indicador de células neuronales. La proteína glial fibrilar ácida es encontrada en las células gliales que sugieren daños a los atrociitos hasta tres (3) horas después de impacto. La proteína glial fibrilar aparenta ser un biomarcador más específico que la proteína s-100.

Existen diversos tipos de lesiones traumáticas al cerebro (LTCL-Leve, LTCM-Moderada, LTCS-Severa), las cuales pueden resultar en desordenes de comunicación y cognitivos asociados a la lesión. La lesión abierta al cerebro envuelve fractura o perforación del cráneo, meninges lacerada o deteriorada y lesión que se extiende hasta tejido cerebral (e.g misiles a alta velocidad). La lesión cerrada al cerebro no envuelve ninguna herida abierta en la cabeza, no hay penetración de sustancias extrañas al cerebro y fractura al cráneo; no obstante, las meninges se quedan

intacta. Muchas de estas lesiones no penetrantes pueden ser del tipo de aceleración – desaceleración o de no aceleración (Roseberry & Hedge, 2016).

Las lesiones de aceleración – desaceleración provocan que la cabeza se ponga en movimiento por fuerzas físicas externas. Al recibir un impacto en un lado de la cabeza también el cerebro golpea contra el lado opuesto a la lesión, esto ocurre simultáneamente a cuando el movimiento de la cabeza se detiene por lo que causa una aceleración – desaceleración del cerebro (e.g. accidente automovilístico). El cerebro es lacerado debido a las protuberancias óseas en la base del cráneo. Las lesiones de no aceleración ocurren cuando la cabeza esta restringida y ocurre un golpe por un objeto en movimiento. El impacto de no aceleración tiene menos consecuencias al cerebro; no obstante, también se puede presentar una fractura. Lesión por estadillo (explosión) puede causar ambas lesiones cerebrales (1) abierta (12% ) como (2)cerrada (hasta un 88% )(Stern et al., 2015). La lesión al cerebro en el punto de impacto de no aceleración es llamada como golpe a la cabeza y la lesión al lado opuesto del impacto es causado por el cerebro chocando el cráneo que es conocido como contragolpe. Los golpes y los contragolpes son características de lesiones de aceleración lineal.

Lesiones de aceleración lineal son causadas por aceleración súbita de la cabeza por una fuerza que se mueve a través de la línea media de la cabeza. La aceleración lineal usualmente es menos dañina que la aceleración angular que puede ocasionar un trauma más severo (Ling, Hardy, & Zetterberg, 2015). No obstante, la aceleración angular y lineal usualmente causan compresión, desgarramiento y erosión de los tejidos cerebrales que a su vez causan lesión axonal difusa. En el fútbol observamos aceleración angular en donde la misma es causada por desviación y rotación de la cabeza por una fuerza que impacta la cabeza en un ángulo (Barkhoudarian et al., 2011).

## **Epidemiología del LTCL y ETC**

Cada año se estima que 42 millones de personas a nivel mundial sufren de una lesión traumática cerebral (LTC) o concusión (Gardner & K., 2015). La LTC generalmente resulta en una lesión axonal disfuncional secundario a fuerzas de aceleración; por lo que, ocurren daños generalizados dentro de la corteza que pueden afectar cualquier variedad de funciones cerebrales en patrones inusuales. La población general puede recibir una concusión a través de un trauma accidental; los que participan en deportes de contacto aumenta dramáticamente el riesgo de obtener una LTC. Broglio et al. (2013) expone que el riesgo de contusión es 0.25% al año en los jóvenes menores de 19 años. El riesgo a tener una concusión aumenta hasta un 5% en los jóvenes anualmente con la participación en un deporte de contacto y de colisión, como el fútbol en la escuela. Incluso Noble y Hesdorffer (2013) informaron que los niños entre las edades de 8-12 años son más susceptibles a una concusión en el fútbol americano.

En la revisión de Echemendia (2012) nos brinda información sobre cuán alto es el porcentaje de probabilidad de concusiones en los diversos deportes como por ejemplo en el fútbol de mujeres (8.7%) hombres (5.8%), béisbol (3.3%), baloncesto femenino (6.5%) y hombres (3.6%), voleibol femenino (4.7%) y gimnasia (2.8%) a nivel colegial. Los jóvenes y las atletas (mujeres) sostienen una LTC a una velocidad mayor (11.4%) que los hombres adultos (7%) (Noble & Hesdorffer, 2013).

Frommer et al. (2011) brindó información sobre las féminas en 2 años consecutivos tenían mayores incidencias de contusiones que los varones a la misma edad (16 años) en el deporte del fútbol. En el primer año de muestra, las mujeres obtuvieron una incidencia de 52 concusiones en comparación a los varones con 33; a diferencia del segundo año, donde las féminas obtuvieron 37 concusiones y los varones 36 a los 15.9 años de edad. Asociado a las concusiones los

síntomas más comunes reportados por Frommer et al. (2011) son : Amnesia (H =9% , M = 3%), Dificultad en la concentración (H = 5% , M= 5%), confusión ( H=13% , M=6%), Mareos (H =16% , M = 20%), somnolencia (H =0.4% , M = 2%), dolor de cabeza (H =40% , M = 44%), irritabilidad (H =0% , M = 1%), pérdida de la conciencia (H =2% , M = 5%), Nauseas (H =2% , M = 2%), tinitus (H =0.4% , M = 0%), sensibilidad a la luz (H =0% , M = 0%), sensibilidad al sonido (H =4% , M = 2%). En el primer el año del estudio en ambos géneros los síntomas más comunes fueron el dolor de cabeza, el mareo y confusión. En el segundo año de la muestra, los síntomas más comunes fueron amnesia (H =26% , M = 11%), dificultad en la concentración (H = 51% , M=47%), confusión ( H=54% , M=35%), mareos (H =77% , M = 77%), somnolencia (H =20% , M = 31%), dolor de cabeza (H =95% , M = 97%), irritabilidad (H =7% , M = 3%), pérdida de la conciencia (H =4% , M = 5%), nauseas (H =33% , M = 36%), tinitus (H =13% , M = 11%), sensibilidad a la luz (H =32% , M = 28%), sensibilidad al sonido (H =5% , M = 14%).

La revisión de Castile, Collins, McIlvain y Comstock (2012) para atletas de escuela superior entre 2005 y 2010 encontraron en el deporte del fútbol que luego de una concusión los síntomas más comunes en atletas de escuela superior eran dolor de cabeza (H =86.9% , M = 91.5%) y sus secuencias (H =66% , M = 87%); mareos (H =64.1% , M = 60.9%) y sus secuencias (H =73.1% , M = 52.8%); dificultad en la concentración (H =42.4% , M = 47.7 %) y sus secuencias (H =13.2% , M = 55.4%), confusión (H =39.8% , M = 29.6%) y sus secuencias (H =31% , M = 34.7%), sensibilidad a la luz (H =29.9% , M = 28.7%) y sus secuencias (H =32.3% , M = 32.5%), nauseas (H =24.2% , M = 27%) y sus secuencias (H =16.6% , M = 27.4%); amnesia (H =32.1% , M = 12%) y sus secuencias (H =11.3% , M = 15.8%) y pérdida de conciencia (H =7.9% , M = 2.3%) y sus secuencias (H =1.5% , M = 8.2%). Los resultados reflejaron que los síntomas más comunes percibidos por los atletas fueron dolor de cabeza, mareos y dificultad en



la concentración para ambos géneros. En varones las secuencias más percibidas fueron los mareos, el dolor de cabeza y la sensibilidad a la luz; sin embargo, en féminas los más recurrentes fueron el dolor de cabeza, la dificultad en la concentración y el mareo respectivamente.

Clay, Glover y Lowe (2013) proveyeron información sobre el tipo de actividad en el fútbol que estaba más propensa para producir una concusión. En cada actividad encontraron que el porcentaje de concusiones en relación a atentado de deslizamiento (H = 4.6%, M= 0%), en maniobras de manejo de balón (0%), en bloqueo de patada (H = 3.2% , M = 0%), en buscar una bola pérdida (H = 1.4% , M = 11.7%), en la defensa (H = 3.7% , M = 15.1%), en las jugadas general (H = 10.6% , M = 8.5%), en goaltending (H = 20.5% , M = 8.4%), en intento de cabeceo (H = 40.5 % , M = 36.7%), al recibir un deslizamiento (H = 0% , M = 5.1%) y al recibir un pase (H = 10.5 % , M = 3.0%). En hombres las actividades más peligrosas en el fútbol en la muestra fueron los cabezazos al balón, al bloquear el balón al portero, recibir el balón y las jugadas generales; sin embargo, para las féminas serían los cabezazos al balón, buscar una bola pérdida, bloquear un tiro y las jugadas generales.

Castile et al. (2012) informaron sobre las incidencias de concusión durante competencias y prácticas del fútbol en niños. La metodología de la investigación de Castille et al. (2012), se realizó a través de una base de datos de Vigilancia de Lesiones Relacionadas con el Deporte de la Escuela Nacional que reúne antecedentes a través del sistema de vigilancia basado en Internet, reportando información en línea (RIL). Castile et al. (2012) indicaron que los atletas que sufrieron concusiones recurrentes tuvieron tiempos de recuperación de los síntomas de LTCL más largos, se mantuvieron fuera del juego por más tiempo y reportaron pérdida de conciencia con más frecuencia que los atletas que sufrieron nuevas concusiones. Ellos encontraron que durante competición se obtiene una concusión entre 82% (varones) y 85% (fémias). Sin

embargo, durante prácticas se encontró que los niños reciben concusión en un 17% (varones) y 15% (fémimas). La incidencia de concusiones repetitivas fue de un 12% en varones y un 14% en fémimas, haciendo diferencia en un 13% para los varones durante competición y un 6% durante prácticas. En los resultados de las fémimas se encontró que la incidencia de concusiones repetitivas se encuentra en un 14%, en donde en competición se espera un 14% y en práctica un 11%. Esto nos explica como la competición por su intensidad es más peligrosa que las prácticas; sin embargo, existen más de un 10% de recaída en ambos géneros.

Lesiones Traumáticas Cerebrales Severas (LTCS) son un factor de alto riesgo a una variedad de enfermedades neurodegenerativas incluyendo Demencia de Alzheimer (DALz), Enfermedad del Parkinson y Esclerosis Lateral Amiotrófica (ELA). DALz es un síndrome neurológico adquirido y caracterizado por deterioro en las funciones intelectuales, pensamiento, habilidades visuoespaciales, lenguaje, memoria, emociones y comportamiento. Para diagnosticar DALz algunos médicos requieren que se presente al menos tres características antes presentadas. Una excepción puede ser American Psychiatric Association (2000) lo define que el deterioro de la memoria sea evidente para ser diagnosticado. Normalmente la demencia tiende a ser progresiva, pero hay excepciones y puede ser reversible 20% de los casos (Roseberry & Hedge, 2016). Esclerosis Lateral Amiotrófica (ELA) es una degeneración progresiva que se afecta el área bulbar (disfagia 73% y disartria) causando peor prognosis, alto riesgo de aspiración y pulmonía por aspiración, pero aún no se sabe su etiología. Surge deficiencias en la neurona motora superior (NMS) y neurona motora inferior (NMI) (Webb & Adler, 2008).

Las LTC pueden causar lesiones en las neuronas motora. La NMS son neuronas motoras que se originan en la región motora de la corteza cerebral o el tallo cerebral y llevan información común al final de la ruta. Lesiones en NMS causan espasticidad, parálisis, reflejos hiperactivos,

debilidad, alcance de movimiento limitado y lentitud de los movimientos. La NMI es el último eslabón de la secuela de la actividad neuromuscular que conduce a movimiento y ocurre daño en la contracción muscular (músculos más flácidos e hipotónicos) (Webb & Adler, 2008).

En una LTCS la persona se mantiene en coma por más de 24 horas. Las personas que reciben una LTCS obtienen problemas de comunicación cognitivos, físicos, sociales, emocionales y de comportamiento que afectan durante toda la vida hasta un 80% en estas personas. Una persona que sufra una Lesión Traumática Cerebral Moderada (LTCM) puede perder la conciencia hasta antes de 24 horas. En la LTCM las personas pueden obtener una fractura al cráneo, contusión, hemorrágico o daño óptico identificado por un CT o MRI. Las implicaciones para los niños y adolescentes con LTCM incluyen debilidad física, daño comunicológico - cognitivo, dificultad aprendiendo información nueva y problemas psicosociales (Blosser & DePompei, 2003). Blosser y DePompei (2003) exponen en su investigación con niños y adolescentes que no existen resultados convincentes que se relacione la funcionalidad del niño o adolescente con la severidad de la lesión. Duff (2009) logró describir el manejo adecuado en las escuelas relacionado a la concusión en los deportes en niños y adolescentes. Su artículo de investigación muestra los post-síntomas neuroconductuales concusivos que pueden afectar el resultado funcional (procesamiento de información, atención y memoria); los cuales suelen dividirse en cuatro dominios: somáticos, cognitivos, psicológicos y disturbios del sueño. Los post-síntomas neuroconductuales concusivos pueden incluir cualquier combinación de los síntomas (Ver Figura 1).

La lesión cerebral traumática leve (LCTL) es causada por una lesión cerrada al cerebro en donde se pierde la conciencia por menos de 20 minutos. LCTL es sumamente común y se estima que de 100 a 300 personas de 100,000 buscan atención médica, luego de sufrir este tipo de lesión

(Conder et al., 2015). El 1 % de todo los Estados Unidos (EEUU) visita los hospitales para buscar atención médica equivaliendo esto, sobre un millón de contusiones que ocurren anualmente en los Estados Unidos y la mayoría de las visitas como consecuencia de estas lesiones ocurren como resultado de participación atlética. Se reportan que ocurren aproximadamente 300,000 concusiones anualmente relacionadas a los deportes de alto impacto, según la estadística del Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades (Rabinowitz, L. & H., 2014).

ETC es un taupatía neurodegenerativa relacionado con la exposición repetitiva a la LTCL (Gardner & K., 2015). La taupatía es la acumulación de proteínas fosfolirizadas (adicción de un fosfato) tau. La ETC está asociada con síntomas atípicos en el comportamiento, estado anímico, cognitivo y/o motor. La prevalencia de ETC en la población de atletas es desconocida. Rabinowitz et al. (2014) aseguran que para poder tener un estimado de la prevalencia deben confiar en la serie de autopsias de casos confirmados de ETC. Los estudios basados en la población de ETC no han sido posible debido a la falta de criterios diagnósticos clínicos de consenso para ETC, lo que impide el diagnóstico durante la vida de atletas en riesgo.

Figura 1. Post-síntomas neuroconductuales concusivos

Tomado de Echemendia, R. (2012). Cerebral Concussion in Sport: An Overview. *Journal of Clinical Sport Psychology*, 6, 207-230



### Instrumentos clínicos para evaluación

Alrededor de los pasados 25 años, se ha estudiado la evaluación neurofisiológica, la cual es prominente en el método clínico para evaluar y monitorear la recuperación seguida por una LTCL (Reka & Sepulveda, 2014). Una evaluación neurofisiológica es compleja y desafiante debido a la alta variabilidad del comportamiento neurocognitivo y la amplia gama de diversos

síntomas que presentan los atletas que reciben una concusión. La evaluación neurofisiológica depende en la condición médica que el paciente se encuentre.

La evaluación neurofisiológica es una de múltiples facetas que abarca el enfoque integral de evaluación que a su vez incluye prueba de balance y evaluación de síntomas. En adición a la evaluación neurofisiológica, es crítico en toda evaluación tomar un historial, observar al paciente, entrevistar a los familiares y los cuidadores; por último, revisar cualquier record médico que se pueda entender con naturalidad. Algunas de las evaluaciones o pruebas utilizadas en el área de patología del habla y lenguaje para evaluar y diagnosticar resultados de lesiones cerebrales de leve a severas son las siguientes: “The Coma Recovery Scale –Revised (CRS-R; Giacino, Kalmar, & Whyte 2004) la cual permite evaluar audición, visual, motor y comunicación oral; otra prueba es la “The Scales of Cognitive Ability for Traumatic Brain Injury (SCATBI; Adamovich & Henderson, 1992)” que permite evaluar la percepción, orientación, memoria y razonamiento. En el área motora, una de las evaluaciones más reconocidas en el área de las contusiones es “The Glasgow Coma Scale (GCS; Teasdale & Jennett, 1974)”, la cual permite realizar una prueba inicial de respuesta motora y de respuesta verbal. Al evaluar pacientes de lesiones cerebrales severas, se puede utilizar la “The Brief Test of Head Injury (BTHI; Helm-Estabrooks & Hotz, 1991)” pues es un cernimiento para pacientes adultos; el cual ayuda a evaluar orientación, seguir órdenes y otros comportamientos relevantes a los pacientes de lesión cerebral. La “Galveston Orientation and Amnesia Test (GOAT; Levin O’ Donell’, & Grossman, 1979) es una prueba que evalúa áreas más específicas a nivel cognitivo como la amnesia, orientación y memoria. La escala “The Rancho Los Amigos Level Cognitive Function (Hagen & Malkamus, 1979), la cual permite evaluar la cognición y comportamiento a niveles de no respuesta, respuesta generaliza, respuesta localizada, confundida-agitada, respuesta confusa- incoherente, respuesta

automática y en el más alto nivel la apropiada. Uno de los factores que podría estar presente que el atleta no reconozca lo que le está sucediendo o que el atleta oculte escondan intencionalmente los síntomas para continuar jugando. Existen herramientas que ofrecen a los proveedores de salud datos de confianza en su enfoque de la evaluación de la contusión de los pacientes de 5-11 años de edad. La prueba ImPACT Pediatric® establece datos de referencia en pacientes sanos, para dar una idea de los cambios cognitivos, si se produce una lesión, y para ayudar en el desarrollo del tratamiento del individuo.

### **Recapitulación sobre los impactos subconcusivos y su manejo**

Luego de revisar la documentación existente en torno al tema, los Patólogos del Habla y Lenguaje (PHL) de Puerto Rico no han tenido tradicionalmente un papel en el escenario de la concusión, especialmente dentro del sistema escolar. En Puerto Rico, no se realiza este servicio; sin embargo Edrington (2013) menciona que en el ámbito de la práctica del PHL, tal como lo define la American Speech-Language-Hearing Association (ASHA), incluye la intervención para los trastornos del lenguaje y la cognición. Dentro de ese rol, A. P Salvatore y Fjordbak (2011) mencionan que está alineado con el perfil característico de concusión.

El documento que contiene los conocimientos y habilidades de ASHA (2005) que necesitan los PHL que proporcionan servicios a individuos con trastornos de la comunicación cognitiva señalan que los PHL deben poseer conocimiento en áreas pertinentes a los efectos de la concusión que incluyen atención, percepción, memoria, organización y función ejecutiva (Conder et al., 2015).

La declaración de política de la práctica de ASHA (2005) indica que los PHL deben conocer sobre las etiologías adquiridas de trastornos de la comunicación cognitiva (como lesión cerebral

traumática (LTC), tumor y accidente cerebrovascular). Secundando a Salvatore y Fjordbak (2011), es importante durante la investigación la descripción del papel de los PHL en el manejo de la concusión, apoyando la utilización tanto en el tratamiento como en los papeles de educación (orientación) y prevención. La formación de PHL para trabajar con la población de concusión en los sistemas escolares, ya están presentes en Estados Unidos. Por lo que, Duff y Stuck (2015) mencionan que logísticamente los PHL deben estar bien situados para la intervención con estudiantes afectados por una concusión esto incluye que se realicen un perfil base antes de comenzar una temporada y un monitoreo continuo, luego de una lesión a la cabeza o algún tipo de LTC. Sin embargo, estos investigadores señalaron que la limitada investigación disponible indica que los PHL en las escuelas de EEUU no se sienten capacitados adecuadamente para trabajar con individuos con LTC.

Es importante comenzar a crear una conciencia de prevención; ya que se ha puesto un mayor énfasis en el manejo de las concusiones. El énfasis en el manejo se ha caracterizado por el aumento significativo de la atención de los medios de comunicación, la investigación y la educación frente a esta epidemia de concusiones percibida (Resch & Kutcher, 2015). Además, según Conder et al. (2015); Noble y Hedsdorffer (2013) han indicado en sus artículos de investigación que los proveedores de atención médica también deben recordar que hay pocas o ninguna evidencia de consecuencias a largo plazo después de terminar de jugar el deporte.

Estudios como los de Kelleher et al. (2014); Mckinlay (2014) nos mencionan la importancia de notar que no hay dos (2) concusiones que sean iguales y cada paciente tendrá un conjunto único de factores genéticos y ambientales; que, en última instancia, la forma de su orientación y experiencia a la concusión es la que conllevará una mejor recuperación. Por lo tanto, cada atleta que sufre una concusión se presenta con áreas variadas de signos y síntomas que se resuelven en



períodos de tiempo variables (Covassin, Moran & Wilhem, 2013; Frommer et al., 2011). Al mismo tiempo, Chawla y Olshaker (2006); Díaz (2013) señalan que el identificar conductas o síntomas ya presentes relacionados a los impactos subconvulsivos y/o LTC podrían alertar a sus familiares sobre los mismos e incluso podría ser manejado por el personal médico apropiado y los resultados del paciente deben ser positivos.

### Capítulo III

En este capítulo se describen las características de los participantes, los criterios de inclusión y exclusión, los métodos de reclutamiento, la instrumentación, procedimientos de medición y análisis estadísticos para la evaluación de mareos, funcionamiento neurocognitivo (ImPACT Pediatric®) y aceleración de la cabeza con el instrumento SIM-G™ (Smart Impact Monitor).

#### Objetivos

El principal objetivo de esta investigación fue medir la intensidad (frecuencia y magnitud) de los impactos subconcusivos ocasionados por un golpe del balón en la cabeza durante un partido de fútbol en niños 9-11 años para evitar y disminuir el riesgo de algún tipo de lesión cerebral que van desde golpes subconcusivo no clínicamente detectables a la concusión sintomática de la LCTL. El segundo objetivo de esta investigación fue conocer si existía una diferencia en el funcionamiento neurocognitivo después de recibir más de un impacto al finalizar el partido. En el tercer objetivo se evaluaron medidas para conocer si el participante presentó mareo luego de un impacto subconcusivo.

#### Participantes

La muestra estuvo compuesta por 30 participantes: jugadores atletas de fútbol en las categorías de 9 años a 11 años.

Los criterios de inclusión para los niños atletas participar en el estudio fueron sólo dos. El niño o niña estuviese entre 9 a 11 años. El segundo criterio de inclusión consistió en que el niño o niña de estas edades (9-11 años) formaran parte de alguna liga, club o programa deportivo de fútbol en Puerto Rico. Los criterios de exclusión para los niños atletas a participar sólo fueron tres. El participante no podía tener menos de 6 meses de experiencia en un equipo de fútbol. El niño o niña que quería participar no podía padecer de algún síndrome que limitara la habilidad

intelectual y física (ej. Síndrome Down, Síndrome X Frágil, Síndrome Landau –Kleffner) que imposibilitaría la ejecutoria durante de las pruebas neurocognitivas. Por último, el niño no podía haber sufrido o tener historial de una lesión traumática cerebral y/o contusión reciente (3 meses antes).

Mediante la carta de invitación se promovió el estudio entre los clubes seleccionados. La hoja suelta tenía información sobre el propósito y beneficios de participar en el estudio e información de contacto del investigador; y la aprobación de la Junta para la protección de Seres Humanos en la Investigación (IRB) del Sistema Universitario Ana G. Méndez. El investigador principal se reunió con el entrenador o apoderado/a del equipo al que pertenecía el participante. El entrenador o apoderado/a del equipo se encargó de entregar la carta de invitación a los padres del equipo asignado. Se les explicó a los entrenadores en detalle el protocolo del estudio, se le contestaron preguntas y se le pidieron horarios de juegos y prácticas para mantenerse en contacto con los participantes y si alguno deseaba probar el acelerómetro durante alguna práctica se le facilitó.

Los interesados en participar fueron contactados en el siguiente entrenamiento que tenían donde el investigador principal les explicó y leyó en detalle el protocolo del estudio como parte de la orientación a padres y jugadores. Para llevar a cabo la recolección de datos de la investigación se utilizaron los siguientes instrumentos: una escala de mareos, pre y post prueba de ImPACT Pediatric®, la cual el acercamiento fue realizado al participante por contacto directo.

Durante la primera intervención, se contestaron preguntas y se le aclararon dudas a los padres y participantes con respecto al estudio. Luego de contestar todas las dudas se le entregó el consentimiento informado para participar del estudio. Se les exhortó a que lo completaran y lo entregaran en el momento al investigador principal. Luego, se les realizó a los padres del participante un cuestionario sociodemográfico creado por el investigador que tenía información

general del participante (nombre, edad, contacto de emergencia, datos sociales, etc.) e historial de salud (alergias, condiciones, actividades, etc.). Se les ofreció al padre y el participante una charla sobre el uso del acelerómetro SIM-G™ (Smart Impact Monitor), el mismo es un monitor de impacto diseñado para medir y reportar la intensidad de la aceleración de los impactos en la cabeza, expresada en unidades de G-Force o g (aceleración de la gravedad en la superficie terrestre). En esta charla sobre el acelerómetro se le explicó al niño y al padre sobre el uso del mismo, qué mide y su propósito; la misma tuvo duración de 10 minutos aproximadamente. Se obtuvo información requerida por el cuestionario en la aplicación de ImPACT Pediatric® (perfil del niño) de características y salud general, el cual fue completado por el investigador principal con los datos utilizado en el cuestionario sociodemográfico. El cuestionario en la aplicación de ImPACT Pediatric® permitió obtener la siguiente información: qué edad tiene el niño, cuánto tiempo lleva jugando el fútbol, si existe algún riesgo de convulsión durante el juego, cuándo fue su último examen médico, si existe alguna enfermedad o síndrome, si es estudiante, si alguna vez había tenido una contusión, si se sentía constantemente mareado en diversas situación ( e.g. al ver televisión, si la luz le molestaba, etc.), participación activa de algún deporte aparte del fútbol e información sobre alguna lesión reciente que no permitiera realizar ejercicio o actividad física. En caso del padre o cuidador que necesitaba mayor tiempo para revisar el documento, se le entregó el consentimiento informado para que lo revisara en el hogar y luego entregarlo en una próxima reunión según acordasen las partes.

Los participantes que cumplieran con los criterios de inclusión para participar en el estudio, fueron invitados a una segunda reunión donde se les administrará una pre- prueba llamada ImPACT Pediatric® que consiste de una prueba neurocognitiva para niños de 5-11 años para describir los cambios cognitivos, velocidad cognoscitiva y control de los impulsos, la memoria

inmediata y retardada si se produce una lesión. [Ver sesión de Toma datos y Mediciones para más detalles (pg. 44.)] Al finalizar con los requisitos de la investigación, luego de contestar la escala de Mareos y la post-prueba donde el niño se encontró con la misma información de la prueba que tomó una semana antes del partido (ImPACT Pediatric®); el participante recibió como incentivo una camiseta por su participación.

### **Escenario de la investigación**

La investigación se llevará a cabo en el campo de fútbol en el área metropolitana donde juegue el participante. El investigador principal colocará dos videocámaras de grabación [perpendicular (lado de portería) y vertical (línea de mediocampo)] en el partido de fútbol. Durante el partido, el investigador principal estuvo revisando los resultados instantáneos de los impactos en la cabeza registrados por SIM-G™ (Smart Impact Monitor) acelerómetro que serán enviados los datos a una computadora portátil.

### **Procedimiento de la hoja consentimiento**

Los padres de los participantes tuvieron acceso a la hoja de consentimiento del estudio antes de comenzar la participación de la investigación; a su vez se le entregó al niño una hoja de asentimiento para que tuviera acceso a la información del estudio antes de comenzar su participación. Ambos documentos (consentimiento y asentimiento) recogieron toda la información relacionada al estudio (propósito, procedimiento, incentivos y beneficios) como las medidas de confidencialidad y el derecho que tiene el participante a retirarse del estudio en cualquier momento que él lo desee, sin ningún tipo de penalidad. Se corroboró si el participante y los padres comprendieron lo discutido mediante la formulación de preguntas. Todos los participantes tuvieron la oportunidad de aclarar dudas antes de comenzar con el protocolo.

## Toma de datos y Mediciones

El participante tuvo la oportunidad de contestar ciertas preguntas luego de haber participado en un partido. Las preguntas se utilizarán para obtener las medidas del síntoma de mareo las cuales fueron tomadas de la escala llamada Modified Dizziness Handicap Inventory. Esta escala consiste de las siguientes preguntas: (1) ¿sientes mareo cuando miras hacia arriba?, (2) ¿sientes mareo cuando caminas en una línea o en el terreno?, (3) ¿sientes mareo cuando te acuestas o te volteas?, (4) ¿sientes mareo cuando lees?, (5) ¿sientes mareos cuando haces movimientos rápidos con la cabeza?, (6) ¿sientes mareo cuando doblas el tronco hacia delante?, (7) ¿sientes mareo cuando te agachas? (8) ¿sientes mareo en lugares abiertos? (9) ¿sientes mareo cuando das la vuelta o te acuestas? Estas preguntas fueron medidas por una escala donde (6-5) indica severo, (4-3) moderado; (2-1) leve y (0) nada.

Los datos relacionados al impacto del balón con la cabeza del participante fueron registrados por un acelerómetro SIM-G™ (Smart Impact Monitor). El acelerómetro es un dispositivo que se utiliza con una banda de cabeza ajustable según la circunferencia de la cabeza del jugador, la cual medirá la aceleración de los impactos en la cabeza. El SIM-G™ es de 1.04" (26.4mm) A x 1.33" (33.78mm)L el cuerpo y la antena (cola) 0.285" (7.24mm)A x 3.3" (84mm) L, tiene una batería de 5VDC y es inalámbrico hasta 150 yardas (137m) dependiendo de las condiciones del ambiente. El SIM-G™ fue capaz de dar medidas de forma continua a una frecuencia de 1 kHz, y los registros cuando detecta un impacto mayor que un nivel predeterminado de 10 g, momento en el que el dispositivo guarda 10 milisegundos antes de que suceda el impacto, así como 90 milisegundos después, proveyendo las coordenadas de aceleración lineal de X, Y y Z a 1-milisegundos intervalos.

El protocolo de investigación incluyó la administración de pre y post prueba en el área del funcionamiento neurocognitivo; esta área se estará evaluando con un examen computarizado, ImPACT Pediatric® (es la única herramienta de evaluación de la concusión aprobado por la Administración de Drogas y Comida, mejor conocida por sus siglas en inglés FDA, en el mercado para las poblaciones pediátricas 5-11 años de edad). Los patólogos del habla y lenguaje pueden obtener con la ImPACT Pediatric® datos de referencia en pacientes sanos, también ayuda a facilitar una visión de los cambios cognitivos si ocurre una lesión y ayuda en el desarrollo de un servicio personalizado en el tratamiento del mismo. ImPACT Pediatric® ofrece la posibilidad de medir y registrar las principales áreas de la cognición que pudieran ser afectadas por un impacto en la cabeza o concusión y esto ocurrió de inmediato ya que la prueba fue administrada desde una tableta (Ipad), a través de la aplicación ImPACT. Las áreas de cognición que fueron evaluadas: memoria secuencial (MS), memoria de palabra (MP)(recuperación), memoria visual (MV) y la velocidad de procesamiento cognoscitivo (VPC); y abarcaron al lapso no verbal del participante. Esta prueba produjo resultados con comparaciones normativas de referencia.

La pre-prueba (ImPACT Pediatric®) se administró una semana antes del partido y cuando el jugador estuviera en descanso, lo cual ayudó a que el niño no se sienta agotado cognitivamente. El niño pudo tomar un receso antes de comenzar la prueba, pero no durante la prueba; ya que se estaba midiendo el tiempo de ejecución en la misma para luego hacer comparativas.

### **Procedimiento e instrumentación**

El procedimiento de esta investigación identificó posibles clubes participantes, director técnico del club y luego contactó los padres y niños para participar. Los participantes que

cumplieran con los criterios de inclusión, luego de llenar los consentimientos y asentimientos informados, se le administró la pre- prueba ImPACT Pediatric® antes mencionada. Se les mostró a los participantes todos los instrumentos y su funcionamiento.

Se le entregó una hoja de invitación al entrenador, dónde se reunió a los padre el siguiente día de práctica del participante. La cita para llenar los documentos de consentimiento y asentimiento informado y permiso para fotos fue 1 hora antes de comenzar la práctica pautada para ese día. Se le aclaró todas las dudas que tenía el encargado y/o participante. Los padres de los participantes que llenen la hoja de consentimiento y asentimiento tendrá el acceso a la información del estudio antes de comenzar su participación. Ambos documentos (consentimiento y asentimiento) recogieron toda la información relacionada al estudio como las medidas de confidencialidad y el derecho que tenía el participante para retirarse del estudio en cualquier momento que él lo deseara, sin ningún tipo de penalidad. Los diversos equipos (clubes) eran visitados por el investigador principal 1 hora antes de la práctica pautada para ese día. Esta cita fue coordinada con el entrenador y apoderado/a del equipo.

El primer día de llenar los consentimientos, en un lugar de conveniencia, se le notificó al entrenador que se le estaría dando una orientación a los participantes que iban a ser parte de la investigación dirigida a la familiarización: ¿Qué es un mareo? Esta orientación tuvo duración de veinte (20) minutos. Se utilizó la Tabla SQA (qué saben, quieren y aprendieron) [Columna 1: ¿Qué saben sobre el tema?, Columna 2: ¿Qué quieren aprender?, Columna 3: ¿Qué aprendieron?] con el tema Mareo. Los niños tuvieron que escribir en cinco (5) minutos la columna 1, luego se le otorgarán cinco (5) minutos para poner lo que querían saber. Luego de completadas sus tablas, el clínico le dio una información breve de qué es un mareo (aproximadamente 5 minutos) y se explicó la escala que se le estará administrando al final del



partido. Se contestó cualquier pregunta que tenían durante la orientación o luego. Al finalizar la orientación, se le pidió que completaran la columna 3 de la tabla. (Ver Figura 2).

Figura. 2 Tabla SQA

<b>S</b> ¿Qué saben sobre el mareo?	<b>Q</b> ¿Qué quieren aprender?	<b>A</b> ¿Qué aprendieron?
*Columna 1	*Columna 2	*Columna 3

El día del partido los niños atletas fueron evaluados utilizando el SIM-G<sup>TM</sup> que estaba colocado alrededor de la cabeza. El investigador principal le explicó que en ningún momento se podían tocar el equipo o despegarlo, excepto que el participante no quisiera participar más de la investigación. Se observarán cada uno de los participantes en el terreno de juego durante todo el partido de fútbol. Antes de comenzar el juego, se asegurará que el acelerómetro este colocado correctamente alrededor de la cabeza del participante.

Al finalizar el partido, los participantes que estén participando ese día de la investigación se le realizará la post-prueba; luego de un (1) impacto o más en la cabeza con el balón. Si surgiera que uno de los sujetos de la investigación recibe durante el juego un golpe contra el piso, cabeza con cabeza o algún otro objeto que no sea el balón se le realizará la post-prueba.

### **Riesgos o incomodidades**

Los riesgos asociados a este estudio fueron los siguientes: los participantes de la investigación pudieron haber experimentado durante el partido, de forma natural y de acuerdo a sus ejecutorias un golpe contra el piso, cabeza con cabeza o algún otro objeto que no sea el balón.

Incomodidades que ocurrieron es que el participante no se sentía cómodo utilizando la banda en

la cabeza, la cual podía sentirla suelta o apretada, o sudoración. El participante pudo haber experimentado cansancio durante las pruebas. Las medidas que se tomaron para prevención y minimizar los riesgos o incomodidades fueron las siguientes: se le colocó una banda de cabeza encima del acelerómetro como protección y la misma estaba diseñada. La participación fue completamente voluntaria y el participante podrá decidir no participar o retirarse del estudio en cualquier momento. Durante el proceso de investigación, el participante pudo haberse sentido aburrido o incomodo; el mismo podía decidir no continuar participando de esta investigación.

### **Análisis Estadístico**

Las características demográficas de los sujetos (peso y estatura), las medidas de resultados (resultados neurocognitivos, total de resultados de mareos y aceleración linear de la cabeza) y los datos de pre- prueba y post prueba fueron descritos a través de promedio y desviación estándar. Los resultados neurocognitivos fueron descritos a través de estándares normativos y un Índice de Cambios en la Confiabilidad (ICC) [Reliable Change Index]. La ICC es una estadística que determina la magnitud de la puntuación de cambio necesario de una medida de auto informe dado que se consideró estadísticamente fiable.

La confiabilidad de información que se ofreció en el acelerómetro SIM-G™ se utilizó para calcular la frecuencia (e.g. 15g) y magnitud (aceleración pico máxima) de la exposición de impactos en la cabeza medidos por un (1) partido. Se obtuvo gráficas para las variables y examinar normalidad, promedio, mediana y distribución. También se obtuvo la frecuencia de los impactos en la cabeza.

Para determinar información recopilada sobre los síntomas de mareos con relación a los de la descripción del entorno de las personas se utilizó la escala de mareos (Modified Dizziness

Handicap Inventory), cada elemento puede ser analizado por separado o en algunos casos respuestas por punto puede resumirse para crear una puntuación para un grupo de artículos. Por lo tanto, las escalas de Likert a menudo se llaman escalas sumativas. Las cinco categorías de respuesta a menudo representarán un nivel de intervalo nominal. Los análisis estadísticos se efectuaron con el programado SPSS 20 (IBM Corporation, EU, 2011). Para determinar significancia estadística se utilizará un alfa menor de 0.05 ( $p < 0.05$ ).

### **Confidencialidad y privacidad**

La información recopilada de los participantes fue codificada y se utilizaron identificadores para proteger la confidencialidad de la información. Solo el investigador principal tuvo acceso a esta información y tuvo dos (2) archivos (archivo 1 & archivo 2) con llave en su casa. La información fue guardada de la siguiente manera: consentimiento y asentimiento informado y permiso para fotos se guardaron en el archivo 1 privado, seguro, bajo llave y aparte de los demás documentos como el Cuestionario Sociodemográfico (CS) y Escala de Mareos. Los documentos de información de salud (CS) y Escala de Mareos se guardaron bajo llave, aparte del consentimiento y asentimiento informado, en el archivo número 2 y serán triturados cinco (5) años después de concluirse la investigación. En el pre y post prueba los resultados de la ImPACT Pediatric® se almacenarán en una base de datos segura por la aplicación y serán encriptados. Una vez se utilizó toda la información de los resultados de la ImPACT Pediatric® se almacenó y será borrada cinco (5) años después de concluirse la investigación. En la pre y post prueba de ImPACT Pediatric® y resultados de acelerometro solo el investigador principal tuvo acceso con contraseña en la computadora y Ipad para ver la base de datos y los resultados. La información de SIM-G™ [Smart Impact Monitor] (acelerometro) fue guardada en una computadora con

contraseña y será encriptada. La información del acelerómetro será borrada cinco (5) años después de concluirse la investigación. Todos los documentos mencionados solo el investigador principal tiene acceso a ellos y fueron guardados en su hogar.

### **Beneficios para la sociedad**

Como resultado de la revisión de literatura realizada para esta investigación se pudo inferir que este tipo de estudio es el primero realizado en el país. Los beneficios esperados de esta investigación fueron (1) tener la oportunidad de los participantes y padres ampliar sus conocimientos sobre el tema de la investigación. El conocimiento se puede desarrollar como consecuencia del que se beneficien no sólo los profesionales de la salud, como los patólogos de habla y lenguaje, y audiólogos; sino también entrenadores, padres y federativos de las ligas de fútbol en Puerto Rico. (2) Los participantes pudieron identificar síntomas ya presentes (en ellos, sus compañeros y/o familiares) relacionados a los impactos subconcusivos. Al participante poder identificar el síntoma de mareo, que se les comunicó el conocimiento durante la orientación, ayudó de esta manera no formar parte de las estadísticas de personas con Lesión Traumática Cerebral Leve (LTCL) a causa de impactos subconcusivos.

## Capítulo IV

### RESULTADOS

#### Introducción

Luego de la administración de las pruebas (pre y post), observación de impactos y escala de mareos, se procedió a la corrección de las mismas, para realizar un análisis de los resultados. Los datos a continuación detallan los hallazgos obtenidos.

#### Resultados del estudio

En este capítulo se presentan los resultados que describen las características generales de los participantes, puntuaciones de las pruebas de memoria secuencial, memoria de trabajo, memoria visual y procesamiento rápido. Estas pruebas neurocognitivas se realizaron antes (pre-prueba) y luego de al menos un impacto (pos-prueba). A su vez, se obtuvo la magnitud de cada impacto subconvulsivo y la puntuación en la escala de mareo de cada uno de los participantes.

En este estudio transversal participaron 33 niños (17 masculino, 16 féminas) hispanos practicantes del deporte de balompié de la liga de fútbol en Puerto Rico. Los niños estaban entre las edades de 9 a 11 años y todos tenían más de 6 meses de experiencia practicando el deporte del fútbol. Ninguno tuvo algún síndrome que limitará la habilidad intelectual y física (ej. Síndrome Down, Síndrome X Fragile, Síndrome Laundau –Kleffner) que imposibilitará la ejecución durante las pruebas neurocognitivas. Las características generales de los participantes están desglosadas en la Tabla 1 incluyendo la media y desviación estándar de edad, peso, estatura y magnitud del impacto subconvulsivo.

Una prueba de rango de Wilcoxon se hizo para encontrar diferencia entre las edades de varones y féminas. La prueba de Wilcoxon es una prueba no-paramétrica alternativa a la prueba de T que no comparten suposiciones de distribución (Conover & Iman, 1981). La prueba de rango de Wilcoxon no fue significativa,  $V = 26.00$ ,  $p = .875$ . Esto indica que la diferencia entre géneros es explicable al azar. Una prueba de Shapiro-Wilk test se condujo para determinar diferencia producidas por una distribución para pesos, estatura y magnitud de impactos subconclusivo (Razali & Wah, 2011). La prueba de Shapiro-Wilk demostró ser no significativa ( $W = 0.98$ ,  $p = .930$ ,  $W = 0.94$ ,  $p = .395$ ,  $W = 0.94$ ,  $p = .477$ , sucesivamente). Esto sugiere que las desviaciones de normalidad son explicables al azar, por ende, la normalidad se asume.

La prueba de Levene para igualdad de varianza se realizó para ver si se cumplía con la suposición de homogeneidad de varianza. Esta suposición también se cumplió (Levene, 1960). Los resultados de la prueba de Levene no fue significativa ( $F(1, 31) = 0.92$ ,  $p = .344$ ,  $F(1, 31) = 0.27$ ,  $p = .607$ ,  $F(1, 51) = 1.18$ ,  $p = .283$ , sucesivamente) indicando que la prueba de suposición de homogeneidad se cumplió. La prueba de t-test no fue significativa para el peso, estatura y magnitud de impacto subconclusivo entre géneros ( $t(15) = -1.99$ ,  $p = .065$ ,  $t(15) = 0.39$ ,  $p = .705$ ,  $t(12) = 0.68$ ,  $p = .507$ , sucesivamente). Esto sugiere no hubo diferencia entre género en la edad, peso, estatura y magnitud de impacto subconclusivo.

Tabla 1. Datos Demográficos de Participantes (media $\pm$  de)

<i>Variable</i>	<i>Féminas</i>	<i>Varones</i>	<i>Total</i>
<i>Edad</i>	9.9 $\pm$ 0.7	9.9 $\pm$ 0.6	9.9 $\pm$ 0.6
<i>Altura (cm)</i>	138.7 $\pm$ 7.2	138.8 $\pm$ 8.9	138.8 $\pm$ 8.0
<i>Peso (kg)</i>	37.8 $\pm$ 8.5	34.2 $\pm$ 6.9	35.9 $\pm$ 7.8

## Pruebas Neurocognitivas Totales

Las pruebas totales (incluyen varones y féminas) de memoria secuencial, memoria de trabajo, memoria visual y procesamiento rápido se presenta en la Tabla 2. Una prueba de Shapiro-Wilk test se condujo para determinar diferencia producida por una distribución para memoria secuencial, memoria de trabajo, memoria visual y procesamiento rápido (Razali & Wah, 2011). La prueba de Shapiro-Wilk demostró ser no significativa en memoria secuencial, memoria de trabajo, memoria visual,  $W = 0.97$ ,  $p = .780$ ,  $W = 0.93$ ,  $p = .111.$ ,  $W = 0.97$ ,  $p = .796$ . Esto sugiere que las desviaciones de normalidad son explicables al azar, por ende, la normalidad se asume. Sin embargo, la prueba de Shapiro-wilk para procesamiento rápido fue significativo,  $W = 0.89$ ,  $p = .015$ .

Existe una baja probabilidad se produzca una distribución normal; por ende, la normalidad no puede ser asumida. Sin embargo, el promedio de cualquier variable al azar puede ser aproximadamente normal si aumenta el tamaño de la muestra según el teorema de limite central. La prueba de Levene para igualdad de varianza se realizó para ver si se cumplía con la suposición de homogeneidad de varianza. Esta suposición también se cumplió (Levene, 1960). Los resultados de la prueba de Levene no fue significativa para memoria de trabajo, memoria visual y procesamiento rápido ( $F(1, 54) = 1.21$ ,  $p = .276$ ,  $F(1, 54) = 0.02$ ,  $p = .883$ ,  $F(1, 54) = 0.07$ ,  $p = .798$ , sucesivamente). Sin embargo, en la memoria secuencial esta prueba si fue significativa,  $F(1, 55) = 4.42$ ,  $p = .040.$ , indicando que la suposición de homogeneidad fue violada. Consecuentemente, los resultados no son confiables para generalizar en esta prueba debido a que las varianzas no son iguales.

Los resultados de Pruebas de T pareada fue significativa para la memoria secuencial,  $t(22) = 3.19$ ,  $p = .004$ , sugiriendo una diferencia significativa de cero entre Pre-Pruebas y Pos-Prueba. El

promedio de la Pre-Pruebas fue significativamente mayor ( $M = 49.30$ ) a la Pos-Prueba ( $M = 41.39$ ). El restante de las Pruebas de T pareadas (memoria de trabajo, memoria visual y procesamiento rápido) no hubo diferencias significativas ( $t(22) = -0.86, p = .397, t(22) = -1.50, p = .147, t(22) = 0.16, p = .874$ , sucesivamente). Sugiriendo los promedios de las Pre-Pruebas y las Pos-Pruebas no son significativamente diferentes de cero.

Tabla 2. Valores de pre- y pos-prueba en ambos géneros (media $\pm$  de)

<i>ImPACT Pediatric®</i>	<i>Pre-prueba</i>	<i>Post- prueba</i>	<i>Prueba de T pareada</i>
<i>Memoria Secuencial</i>	50.8 $\pm$ 8.5	41.4 $\pm$ 14.1	P = 0.04
<i>Memoria de palabra</i>	49.3 $\pm$ 5.7	49.7 $\pm$ 6.6	P = 0.27
<i>Memoria Visual</i>	50.2 $\pm$ 7.6	52.7 $\pm$ 7.1	P = 0.14
<i>Procesamiento Rápido</i>	59.2 $\pm$ 7.5	59.8 $\pm$ 6.5	P = 0.87

### Pruebas Neurocognitivas por Género

Las pruebas por género de memoria secuencial, memoria de trabajo, memoria visual y procesamiento rápido se presentan en la Tabla 3. La prueba de Shapiro-Wilk demostró ser no significativa en todas las pruebas neurocognitivas en mujeres ( $W = 0.90, p = .281, W = 0.84, p = .076, W = 0.95, p = .711, W = 0.97, p = .921$ , sucesivamente) y en las pruebas de memoria secuencial, memoria visual y procesamiento rápido en varones ( $W = 0.94, p = .365, W = 0.91, p = .129, W = 0.93, p = .252$ , sucesivamente). Esto sugiere que las desviaciones de normalidad son explicables al azar, por ende, la normalidad de estas pruebas se asumió. Sin embargo, en la prueba Shapiro-Wilk de memoria de trabajo en varones se encontró diferencia significativa ( $W = 0.85, p$



= .017). Esto sugiere que existe una baja probabilidad se produzca una distribución normal; por ende, la normalidad no puede ser asumida.

Los resultados de la prueba de Levene no fue significativa para memoria de trabajo, memoria visual y procesamiento rápido en mujeres ( $F(1, 22) = 0.37, p = .550, F(1, 22) = 0.05, p = .824, F(1, 22) = 0.00, p = .983$ , sucesivamente), en hombres las pruebas de memoria secuencial, memoria de trabajo, memoria visual y procesamiento rápido no fueron significativas ( $F(1, 30) = 2.30, p = .140, F(1, 30) = 0.72, p = .402, F(1, 30) = 0.08, p = .779, F(1, 30) = 0.06, p = .810$ , sucesivamente). Sin embargo, en la memoria secuencial esta prueba si fue significativa,  $F(1, 22) = 6.81, p = .016$ , indicando que la suposición de homogeneidad fue violada. Consecuentemente, los resultados no son confiables para generalizar en esta prueba debido a que las varianzas no son iguales.

El resultado de la Prueba de T pareada fue significativo en féminas para la memoria secuencial,  $t(7) = 2.87, p = .024$ , sugiriendo una diferencia significativa de cero entre Pre-Pruebas y Pos-Prueba. El promedio de las pre-pruebas fue significativamente mayor ( $F = 52.75$ ) a la Pos-Prueba ( $F = 41.88$ ). En el restante de las Pruebas de T pareadas (memoria de trabajo, memoria visual y procesamiento rápido) no hubo diferencias significativas ( $t(7) = 0.03, p = .976, t(7) = -1.11, p = .302, t(7) = -1.27, p = .244$ , sucesivamente). Sugiriendo los promedios de las Pre-Pruebas y las Pos-Pruebas no son significativamente diferentes de cero en féminas.

En varones las Pruebas de T pareada fue significativa para la prueba de procesamiento rápido,  $t(14) = 2.64, p = .019$ , sugiriendo una diferencia significativa de cero entre pre-pruebas y pos-prueba. El promedio de la pre-prueba fue significativamente mayor ( $M = 60.53$ ) a la Pos-Prueba ( $M = 58.60$ ). En el restante de las Pruebas de T pareadas (memoria secuencial, memoria de trabajo y memoria visual) no hubo diferencias significativas ( $t(14) = 1.94, p = .073, t(14) = -1.71, p =$

.110,  $t(14) = -0.97$ ,  $p = .347$ , sucesivamente). Sugiriendo los promedios de las Pre-Pruebas y las Pos-Pruebas no son significativamente diferentes de cero.

Tabla 3. Valores de pre- y pos-prueba por géneros (media $\pm$  de)

<i>Impact Pediatric®</i>	<i>Féminas</i>			<i>Varones</i>		
	Pre-prueba	Post-prueba	Prueba de T pareada	Pre-prueba	Post- prueba	Prueba de T pareada
<b><i>Memoria Secuencial</i></b>	52.7 $\pm$ 6.3	41.9 $\pm$ 15.5	P = 0.02	48.9 $\pm$ 10.0	41.1 $\pm$ 14.2	P = 0.07
<b><i>Memoria de palabra</i></b>	49.4 $\pm$ 5.4	48.5 $\pm$ 7.3	P = 0.97	49.4 $\pm$ 5.4	50.4 $\pm$ 6.4	P = 0.11
<b><i>Memoria Visual</i></b>	50.4 $\pm$ 8.8	48.5 $\pm$ 7.3	P = 0.30	50.0 $\pm$ 6.5	52.5 $\pm$ 7.0	P = 0.34
<b><i>Procesamiento Rápido</i></b>	57.7 $\pm$ 9.5	62.2 $\pm$ 8.5	P = 0.24	60.5 $\pm$ 5.1	58.6 $\pm$ 8.5	P = 0.01

### **Comparación entre la Escala de Mareo y la Magnitud de Impacto**

En la tabla 4, se presenta los resultados por género de la magnitud de impactos (G), la escala de mareo y la cantidad total de impactos recibidos. Los varones obtuvieron una mayor cantidad de impactos en diferentes áreas específicas de la cabeza, reflejado por la intensidad de juego; mientras que las féminas obtuvieron menor cantidad de impactos en dos (2) áreas específicas de la cabeza (Tabla 5). En la figura 3, se presenta el análisis de relación entre la mayor magnitud de impacto registrado por un participante y su puntuación en la escala de mareo para el grupo de niños. La escala de mareo explicó el 21.16% de la variabilidad y tuvo una relación positiva con el mayor impacto registrado de cada participante ( $r=0.46$ ).

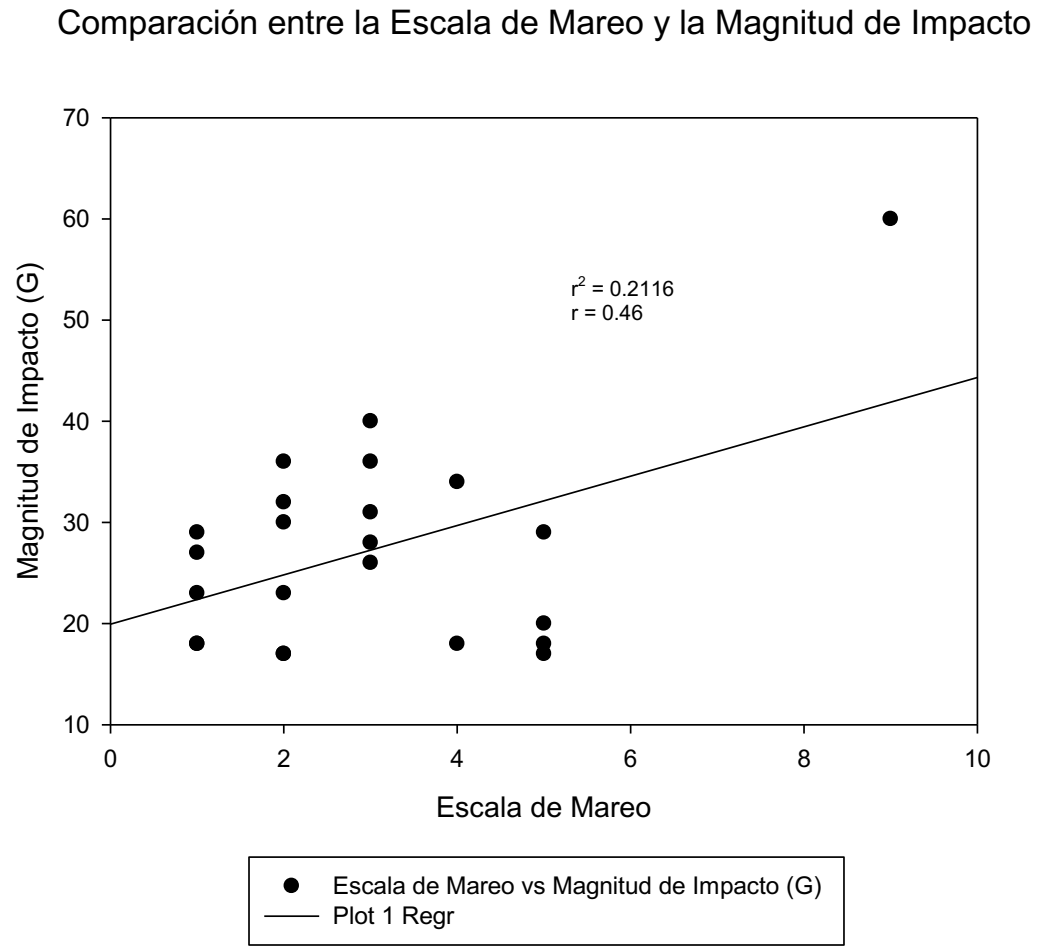
Tabla 4. Valores de Impactos y Escala de mareo por géneros (media± de)

	<i>Féminas</i>	<i>Varones</i>	<i>Total</i>	<i>Prueba de T</i>
<i>Impactos (G)</i>	21.15 ± 6.0	24.12 ± 9.3	23.4 ± 8.6	P = 0.50
<i>Escala de Mareos</i>	3.0 ± 2.1	3.0 ± 1.5	3.0 ± 1.9	P = 0.65
<i>Cantidad de impactos</i>	40	13	53	N/A

Tabla 5. Lugar de exposición del impacto por géneros (promedio)

<i>Lugar Impacto</i>	<i>Féminas</i>	<i>Varones</i>
	<i>Cantidad Recibidos (%)</i>	<i>Cantidad Recibidos (%)</i>
<i>Frontal</i>	61.5	39.5
<i>Occipital</i>	38.5	26.5
<i>Temporal</i>	0	13.2
<i>Parietal</i>	0	15.8
<i>Fronto Temporal</i>	0	5.3

Figura 3. Comparación entre la Escala de Mareo y la magnitud de impacto con el SIM-G (Smart Impact Monitor)



## Capítulo V

### DISCUSIÓN

Este estudio evalúa cambios en las funciones neurocognitivas, síntomas de mareo y la magnitud de uno o más impactos subconcusivos durante un partido de fútbol en niños de 9 a 11 años de edad. Los datos recopilados mediante los resultados de las pruebas neurocognitivas (ImPACT Pediatric®), evidenciaron que después de un impacto subconcusivo con una fuerza de 15 g o más, los jugadores de fútbol presentan déficits neurocognitivos en la memoria secuencial y el procesamiento rápido. Igualmente, en la escala de mareo (Modified Dizziness Handicap Inventory) hubo una relación positiva leve y el mayor impacto recibido en cada uno de los jugadores que recibieron un impacto o más ( $r = 0.46$ ). La relación positiva apoya la hipótesis del estudio donde se obtuvo rasgo positivo de mareo luego de recibir un impacto o más en un partido de fútbol. A su vez, se evidenció el impacto positivo de la educación sobre el tema del mareo en los niños de 9 a 11 años que formaron parte del estudio; a través de una orientación que se le otorgo antes de comenzar la liga de fútbol, donde el niño tuvo que llenar que había aprendido sobre el mareo e inclusive identificar los síntomas si sentía mareo luego del juego a través de la escala antes hablada.

Una de las fortalezas de este estudio fue la cuantificación de todas las exposiciones a impacto que ocurrieron en los partidos durante el periodo del estudio. Uno de los factores de relevancia particular es que este estudio fue realizado en la población pediátrica, debido a que no se había estudiado anteriormente esas edades (9 a 11 años) y en la mayoría de las ligas de fútbol a nivel nacional y mundial se juegan desde los 5 años. La población pediátrica ha estado y está expuesta desde estas edades tempranas a recibir impactos con el balón en la cabeza inconscientemente y sin ningún protector o amortiguador (ej. cascos, bandas, etc.) de impactos. Se tomaron edades

específicas de 9 a 11 años de edad porque estos niños se encontraban todavía en desarrollo y en los últimos años se pensó que el aumento de plasticidad en el cerebro en desarrollo produciría una recuperación más rápida y completa después de una lesión traumática cerebral leve (LTCL) (Petraglia et al., 2013). Una evidencia más reciente menciona que la severidad del impacto y la edad se correlacionan negativamente en la predicción de la recuperación del jugador (Anderson et al., 2005). Además, las poblaciones pediátricas son afectadas profundamente por una LTCL en comparación a los adultos con una estructura fisiológica madura.

El primer hallazgo importante fue la diferencia significativa obtenida entre las pre y post-pruebas neurocognitivas realizadas después de un impacto o más en la cabeza. Los participantes en ambos sexos mostraron cambios en la Memoria Secuencial (MS) después de al menos un impacto subconscivo. El análisis estadístico de la pre- y post-prueba fue realizado, a su vez, en ambos géneros por separado y los varones evidenciaron cambios en el Procesamiento Rápido (PR); mientras que las mujeres presentaron cambios en la MS. Los problemas asociados con los déficits en las habilidades de MS es el reconocimiento de palabras, lectura oral y comprensión de lectura. A diferencia del PR en varones sugieren que podrían afectar áreas como el procesamiento auditivo, las habilidades del lenguaje y decisiones rápidas.

Las implicaciones clínicas de estos hallazgos, en específico sobre las diferencias significativas en MS y PR, exhiben muy bien lo que Duff y Stuck (2015) mostraron en su artículo, luego de una LTCL algunos individuos pueden experimentar deterioros significativos y persistentes de la comunicación cognitiva (MS y PR), incluyendo déficits conductuales, sociales y emocionales que afectan negativamente logros académicos e interacciones sociales. En este estudio sobre impactos subconscivos los participantes de 9 a 11 años recibieron la mayor parte de los impactos en el área frontal (> 40%) y occipital (> 26%) en ambos sexos, donde las áreas

cerebrales son responsables de las funciones ejecutivas (e.g atención y memoria) y del lenguaje pueden ser afectadas (Salinas, Webb y Devore, 2009).

En la revisión literaria, se mencionó sobre las funciones más complejas del humano, entre ellas las funciones ejecutivas, las cuales son soportadas principalmente por la corteza prefrontal (Goldberg, 2001). Las funciones ejecutivas participan en el control, la regulación y la planeación eficiente de la conducta humana, también permiten que los individuos se involucren exitosamente en conductas independientes, productivas y útiles para sí mismos (Lezak, Howieson, & Loring, 2004). Los participantes de este estudio recibieron la mayor parte de los impactos en el área frontal (> 40%) en esta área se facilita la adaptación a nuevas situaciones nuevas, el cual opera por medio del control de habilidades cognitivas más básicas; estas habilidades o rutinas son procesos sobre conceptos aprendidos (e.g. escribir, recuperación de palabras básicas, entre otras) por medio de la práctica o la repetición e incluyen habilidades motoras y cognitivas (e.g. la lectura, la memoria o el lenguaje) (Burgess, 1997). A su vez, problemas asociados con los déficits en las habilidades de MS, localizados área frontal donde se formulan nuevos planes de acción en los ámbitos académicos (e.g contestar preguntas de comprensión, entender material nuevo, etc.), seleccionar y programar secuencias apropiadas de respuesta [e.g. discursos, presentaciones orales, formular preguntas acerca de material, lectura, entre otras] (Robbins, 1998).

Los resultados del estudio donde recibieron la mayoría parte de los impactos son consistentes con el trabajo de Hanlon y Bir (2012). El propósito de estos autores en su estudio fue recopilar datos de aceleración producida por los impactos en la cabeza en tiempo real un juego juvenil de niñas (menor a 14 años). El dispositivo utilizado en la cabeza fue también uno inalámbrico, llamado Head Impact Telemetry System. Después de la recolección de datos en el campo, se

analizaron cada impacto individualmente. Se determinó el tipo de impacto, de los que cabecearon o sin cabecear. En el estudio Hanlon y Bir (2012), se reflejó una mayoría de impactos recibidos en el área frontal ( $n = 17$ ). No obstante, la mayoría de los impactos de los que no cabecearon (40%) fueron colisiones de jugadores con otros jugadores. En comparación a Hanlon y Bir (2012) este estudio fue dirigido a impactos subconcusivos, los impactos de cabeza con piso u otra parte del cuerpo u otro objeto distinto a la bola no se estudiaron.

El segundo hallazgo significativo de importancia a recalcar es que al menos el 75% de los jóvenes, jugadores de fútbol de 9-11 años de edad, están expuestos a recibir al menos un impacto durante un partido de fútbol, sin importar la posición (ej. delantero, defensa y/o mediocampista) exceptuando al portero (debido a que no puede cabecear por regla de la liga). La magnitud del rango de impacto fue de 60 g-16 g, lo que implica que estos niños podrían sostener un impacto desde leve hasta severo siendo 15g leve y 60g severo. La magnitud del impacto (15g-60g) y la escala de mareo reflejaron una relación leve positiva con el mayor impacto recibido; por lo que, esto indica que a mayor magnitud de impacto aumentarán los síntomas de mareo ( $r = 0.46$ ). Ningún niño reportó cambio significativo en síntomas de concusión, solo mareo, incluyendo a un (1) jugador que recibió la frecuencia y magnitud más alta de exposición del impacto (jugador sostuvo 6 impactos entre  $>15g$  y  $<60g$ ). La investigación realizada de estos impactos a la cabeza reflejó las diferencias de concentración reportadas entre los hombres y las mujeres, debido a la relación positiva que se presentó en la escala de mareo y la magnitud del impacto. En el estudio de Conder y Guskiewicz (2015), se expuso dificultades de concentración, consecuente a los síntomas de concusión (e.g. dolores de cabeza, mareo, etc.). Sin embargo, estos síntomas son más prolongados en las féminas cuando sufren una lesión; mientras que en varones se observa la falta de concentración y el mareo a nivel funcional. Los efectos del síntoma de mareo en



relación a la magnitud del impacto, se deben tener en cuenta; debido a que luego que ocurre una LTCL, una recuperación completa depende de no presentarse ningún síntoma relacionado a la concusión.

Durante la interacción del investigador principal los participantes, padres, entrenadores y comunidad aliada al deporte reflejaron desconocimiento sobre los impactos subconcusivos al momento de dialogar y explicar el estudio. En el área Metro de Puerto Rico, donde fue realizado el estudio se identificó una necesidad que podría trabajarse en futuras investigaciones relacionado a que se realicen protocolos (eg. tiempo de descanso, tiempo de recuperación, etc.) de contusiones o aliados de la salud que verifiquen a un niño desde las edades de 5 a 18 años si ha sufrido un impacto a la cabeza. En la investigación realizada solo se logró otorgar orientación a los jugadores participantes sobre qué era un mareo, para poder identificar el síntoma a lo largo de los partidos jugados (<3 observados). Se identificó una necesidad que puede sugerir posibles alternativas de investigaciones de acción para ayudar sobre el tema y las posibles repercusiones que podrían tener durante su vida atlética y académica

El trabajo interdisciplinario en esta investigación se realizó con un Fisiólogo del Ejercicio (para evaluar los aspectos fisiológicos de la aptitud física y el rendimiento deportivo). En este estudio el fisiólogo logró establecer con el Patólogo del Habla observaciones de rendimiento deportivo al momento de recibir un impacto. En la fisiología de un niño, según Conder y Guskiewicz (2015), una buena fuerza muscular, especialmente de los músculos del cuello, puede reducir las concusiones o LTCL, especialmente cuando el jugador es consciente que puede ocurrir un golpe (e.g. no un golpe inesperado). El fisiólogo logró dialogar sobre las observaciones que realizaron en el campo que podrían recaer en posibles repercusiones (e.g

dolores de cuello, espalda, etc.) a corto y largo plazo presentando más adelante bajo desempeño en áreas físicas específicas.

Investigaciones sobre impactos subconvulsivos en la profesión de Patología del Habla y Lenguaje y profesiones relacionadas a la salud están limitadas. Los datos actualmente disponibles indican que los Patólogos del Habla y Lenguaje (PHL) requieren de mayor información para su preparación en su tarea de manejo de la contusión o LTCL. A. P Salvatore y Fjordbak (2011) implementaron protocolos en El Paso, Texas para proteger a los niños de edades de 5 a 7 años de un riesgo de concusión. Las recomendaciones incluyen no golpear la bola de fútbol con sus cabezas hasta llegar a la categoría de 12 años. Los niños de 9 a 11 años de edad todavía están en desarrollo y en los últimos años se entiende que el aumento de la plasticidad en el cerebro en desarrollo produciría una recuperación más rápida y completa después de LTCL. En Puerto Rico ni en Estados Unidos (E.E.U.U), los PHL están conscientes en relación con el número de casos de deportistas a los que atienden, ya que algunos pacientes podrían estar realizando en deportes extremos donde existe la posibilidad de exposición al impacto de la cabeza (Edrington, 2013).

Entre las limitaciones de este estudio, se encontró que la cantidad de participantes (=32). El periodo de tiempo para realizar la investigación fue de unos dos (2) meses; se observaron de 3 juegos por cada equipo. Solo se monitoreaban seis (6) jugadores por juego debido a la cantidad limitada de monitores de impactos, en ocasiones, solo se pudo contar el impacto de atletas participantes; mientras, otros jugadores no tenían monitores. Además, se necesitan estudios para comprender mejor la verdadera tasa de impactos de cabeza en el fútbol pediátrico y conocer la relación entre los impactos subconvulsivos y los resultados neurocognitivos comparando los resultados de una prueba con la otra, lo que ayudará a determinar cuándo el atleta puede seguir

jugando.

Para futuras investigaciones, se sugiere que se añada un grupo control para la prueba ImPACT Pediatric® en pre y post-prueba. La inclusión de un grupo control en estudios futuros nos permitirá dilucidar claramente el verdadero efecto de los impactos de la cabeza subconcusivos sobre los cambios en las medidas clínicas de la función neurocognitivas. La investigación futura también debe examinar más a fondo el vínculo entre los impactos subconcusivos y las complicaciones de salud a largo plazo. Se sugiere futuras investigaciones donde se realice una investigación longitudinal evalúe un grupo de jugadores de fútbol desde los 7 años hasta los 21 años de su carrera atlética. Esta investigación sugiere que hay una relación entre la fuerza impacto diario y la disminución de funciones neurocognitivas en áreas específicas que debe ser evaluada a lo largo de la carrera de estos jugadores.

Se encontró una relación positiva entre los rasgos del síntoma de mareo y la magnitud del impacto recibido por los participantes. La relación positiva indica que se obtuvieron rasgos positivos de mareo luego de un impacto o más a la cabeza. Los resultados sugieren en este estudio lo siguiente: los atletas reciben una fuerza mayor a  $> 20$  g, independientemente del lugar de impacto en la cabeza, deben ser evaluados durante y después del juego con un profesional de la salud disponible.

Se sugiere realizar pruebas neurocognitivas para obtener información inicial y monitorear a los individuos durante temporadas o torneos de la liga de fútbol en Puerto Rico. El proveer estas pruebas ayudará a modo de prevención e identificación de destrezas (estableciendo una base) para poder monitorear cambios en jugadores que sufran impactos. Los autores Kumara, Raob, Chandramoulic y Pillai (2013) exponen evidentemente los efectos acumulativos de los impactos

subconcusivos a lo largo del tiempo y pueden estar relacionados con la degeneración cognitiva a largo plazo, por lo que sería beneficioso identificar formas de minimizar los impactos en la cabeza.

Dentro de las implicaciones clínicas, como sugerencia, los PHL deben trabajar "mano a mano" con un equipo multidisciplinario (fisioterapeutas, fisiólogos, entrenadores y padres) para educar sobre la concusión, así manejar a los jugadores estudiantes que han incurrido en más de dos (2) impactos subconcusivos o un impacto ( $> 50$  g). En este estudio realizado se propone el establecer protocolos donde todo jugador que participe de una liga de fútbol se le realice una evaluación neurocognitiva antes de comenzar temporada; por consiguiente, se sugiere que antes de comenzar las prácticas el niño tendrá que entregar certificación de evaluación de un PHL.

En la liga de fútbol en Puerto Rico se debe establecer una regla en la cual ningún niño debe cabecear antes de que cumpla 12 años, como muy bien fue establecido en El Paso, Texas por el Dr. Anthony Salvatore. Por otra parte, el tener recursos escolares (e.g. protocolos de pruebas, protocolos de recuperación luego de concusión, materiales para utilizar luego de lesión y equipo multidisciplinario de rehabilitación) es de uso prudente para lograr identificar que niño está teniendo bajo desempeño académico en las áreas específicas (e.g. escribir, comprensión de lectura, discursos, interacción social, entre otras) porque ha sufrido una LTCL o concusión en el entrenamiento o partido que hubo durante la semana.

La educación y la intervención (e.g. funciones ejecutivas) de concusiones dirigidas a la prevención y manejo de lesiones pueden minimizar las secuelas a largo plazo de las concusiones o LTCL relacionadas con el deporte. En Puerto Rico, según las observaciones de esta investigación, ninguno de los jugadores de fútbol pediátricos que han sostenido impactos

subconcusivos, durante los juegos no se evalúan para obtener información inicial, antes o durante, las temporadas de juego en sus funciones neurocognitivas. Las evaluaciones neurocognitivas, los síntomas de una LTCL y el examen físico deben ser utilizados colectivamente para evaluar impactos subconcusivos, las concusiones o LTCL por un PHL. Los PHL deben guiar y educar a los entrenadores, padres, ligas o profesionales de la salud para evaluar las funciones neurocognitivas de los atletas. El PHL debe informar sobre las posibles repercusiones y precauciones en cuanto a la competencia lingüística (e.g. semántica, sintaxis, morfología, etc.) y académica.

## Referencias

- American Academy of Pediatrics, C. o. S. M. a. F. C. (2000). Injuries in youth soccer: A subject review. *Pediatric*, *105*, 659-661.
- Bailes, J., Petraglia A, L., O., B. I., Nauman, E., & Talavage, T. (2013). Role of subconcussion in repetitive mild traumatic brain injury. *Journal Neurosurgeon*, *119*, 1233-1234.
- Barkhoudarian, G., Hovda, D. A., & Giza, C. C. (2011). The Molecular Pathophysiology of Concussive Brain Injury. *Clin Sports Med*, 33-48.
- Baugh, C., Kiernan, P., Kroshus, E., Daneshvar, D., Montenigro, P., McKee, A., & Stern, R. A. (2015). Frequency of Head-Impact–Related Outcomes by Position in NCAA Division I Collegiate Football Players. *Journal of Neurotrauma*, *32*, 314–326.
- Blosser, J. L., & DePompei, R. (2003). *Pediatric Traumatic Brain Injury* (2nd Ed. ed.). NY, USA: Delmar Cengage Learning.
- Broglio, S., Eckner, J., Paulson, H., & Kutcher, J. (2013). Cognitive Decline and Aging: The role of Concussive and Subconcussive Impacts. *Exerc Sport Sci Rev.*, *40*(3), 138-144.
- Campbell, N. A., & Reece, J. B. (2005). *Biology* (7th ed.). San Francisco: Pearson Education, Inc. .
- Carlozzi, N., Grech, J., & Tulskey, D. (2013). Memory functioning in individuals with traumatic brain injury: An examination of the Wechsler Memory Scale–Fourth Edition. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *35*(9), 906–914.
- Castile, L., Collins, C., McIlvain, N., & Comstock, D. (2012). The epidemiology of new versus recurrent sports concussions among high school athletes. *Br J Sports Med*, *46*, 603-610.
- Chawla, N., & Olshaker, J. (2006). Diagnosis and Management of Dizziness and Vertigo. *Med Clin N Am*, *90*, 291-304.
- Conover, W. J., & Iman, R. L. (1981). Rank transformations as a bridge between parametric and nonparametric statistics. *The American Statistician*, *35*(3), 124-129.
- Covassin, T., Elbin, R., Bleecker, A., Lipchik, A., & Kontos, A. (2013). Are There Differences in Neurocognitive Function and Symptoms Between Male and Female Soccer Players After Concussions? *The American Journal of Sport Medicine*, *41*(12), 2890-2895.

- Covassin, T., Moran, R., & Wilhelm, K. (2013). Concussion Symptoms and Neurocognitive Performance of High School and College Athletes Who Incur Multiple Concussions. *The American Journal of Sport Medicine*, 41(12), 2885-2889.
- Diaz, D. S. (2013). Management of Athletes with Postconcussion syndrome. *Seminars in Speech and Language*, 35, 204-209.
- Donovan, V., Kim, C., Anugerah, A., Coats, J., Oyoyo, U., Pardo, A., & Obenaus, A. (2014). Repeated Mild Traumatic Brain Injury Results In Long-Term White-Matter Disruption. *Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism*, 34, 715-723.
- Duff, M. C. (2009). Management of Sports-Related Concussion in Children and Adolescents *The ASHA Leader*, 10-13.
- Duff, M. C., & Stuck, S. (2015). Paediatric concussion: Knowledge and practices of school speech-language pathologists. *PubMed*, 29(1), 64-77.
- Echemendia, R. (2012). Cerebral Concussion in Sport: An Overview. *Journal of Clinical Sport Psychology*, 6, 207-230.
- Edrington, K. (2013). *School-based Speech-Language Pathologists and Concussion: Training, Knowledge, and Experience*. (Master of Arts), The University of Texas at Austin, Austin, Tx.
- Frommer, L., Gurka, K., Cross, K., Ingersoll, C., Comstock, R., & Saliba, S. (2011). Sex Differences in Concussion Symptoms of High School Athletes. *Journal of Athletic Training*, 46(1), 76-84.
- Gardner, R. C., & K., Y. (2015). Epidemiology of mild traumatic brain injury and neurodegenerative disease *Molecular and Cellular Neuroscience*, 75-80
- Guitierrez, G., Conte, C., & Lightbourne, K. (2014). The Relationship Between Impact Force, Neck Strength, and Neurocognitive Performance in Soccer Heading in Adolescent Females *Pediatric Exercise Science*, 26, 36-40.
- Hartwigsen, G. (2016). Adaptive Plasticity in the Healthy Language Network: Implications for Language Recovery after Stroke. *Hindawi*, 2016(1), 1-18.
- Huff, J. S., Marx, J., Hockberger, R., & Walls, R. (2013). Confusion. *Rosen's Emergency Medicine*, 8th ed. , 486-488.

- Kaminski, T. W., Wikstrom, A. M., Guitierrez, G., & Glutting, J. J. (2007). Purposeful heading during a season does not influence cognitive function or balance in female in female soccer player. *Psychology Press*, 29(7), 742-751.
- Kandel, E., Schwartz, J. H., Jessell, T. M., Siegelbaum, S., & Hudspeth, A. (2013). *Principles of Neural Sciences*. New York: McGrawHill Medical.
- Kelleher, E., Taylor-Linzey, E., Ferrigno, L., Bryson, J., & Kaminski, S. (2014). A community return-to-play mTBI clinic: Results of a pilot program and survey of high school athletes. *Journal of Pediatric Surgery*, 49, 341-344.
- Kenney, W., Wilmore, J., & Costill, D. (2015). *Physiology of Sport and Exercise* (6th Ed. ed.). New Zealand: Human Kinetics.
- Kiran, S., & Roberts, P. (2010). Semantic feature analysis treatment in Spanish–English and French–English bilingual aphasia. *Aphasiology*, 24(2), 231-261.
- Knollman, K., Constantinidou, F., & Hutchinson, K. (2014). Speech-Language Pathology and Concussion Management in Intercollegiate Athletics: The Miami University Concussion Management Program. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 23, 507-519.
- Kumara, S., Raob, S., Chandramoulic, B., & Pillai, S. (2013). Reduced contribution of executive functions in impaired working memory performance in mild traumatic brain injury patients. *Clinical Neurology and Neurosurgery*, 115, 1326–1332.
- Levene, H. (1960). Contributions to probability and statistics. *Essays in honor of Harold Hotelling*, 278-292.
- Ling, H., Hardy, J., & Zetterberg, H. (2015). Neurological consequence of traumatic brain injuries in sports. *Molecular and Cellular Neuroscience*, 66, 114-122.
- MacFarlane, M., & Glenn, T. (2015). Neurochemical cascade of concussion. *Brain Injury*, 29(2), 139-153.
- MacLeod, A., Smith, L., Boegner-Pagé, S., & Fontolliet. (2012). Simultaneous bilingual language acquisition: The role of parental input on receptive vocabulary development. *Child Language Teaching and Therapy*, 29(1), 131-142.
- Maher, M., Hutchinson, M., Cusimano, M., Comper, P., & Schweizer, T. (2014). Concussion and heading in soccer: A review of the evidence of incidence, mechanisms, biomarkers and neurocognitive outcomes. *Brain Inj.*, 28(3), 271-285.



- Maher, M., Hutchinson, M., Cusimano, M., Comper, P., & Schweizer, T. (2014). Concussions and heading in soccer: A review of the evidence of incidence, mechanisms, biomarkers and neurocognitive outcomes. *Brain Injury*, 28(3), 271-285.
- Maughan, R., & Gleeson, M. (2010). *The Biochemical Basis of Sports Performance*. New York, US.
- McCrory, P., Meeuwisse, W., Johnston, K., Dvorak, J., Aubry, M., Molloy, M., & Cantu, R. (2008). Consensus Statement on Concussion in Sport: the 3rd International Conference on Concussion in Sport held in Zurich. *Br J Sports Med*, 43, 76–84.
- McIntire, A., Langan, J., Halterman, C., Drew, A., Osternig, L., Chou, L., & Donkelaar, P. (2006). The influence of mild traumatic brain injury on the temporal distribution of attention. *Exp Brain Res*, 174, 361–366.
- Mckinlay, A. (2014). Long-Term Outcomes of Traumatic Brain Injury in Early Childhood. *Australian Psychological Society*, 49, 323-327.
- Mukherjee, A., Chatterjee, S., & Chakravarty, A. (2003). Vertigo and Dizziness — A Clinical Approach. *JAPI*, 51, 1095-1101.
- Noble, J. M., & Hesdorffer, D. (2013). Sport-Related Concussions: A Review of Epidemiology, Challenges in Diagnosis, and Potential Risk Factors. *Neuropsychol Rev*, 23, 273-284.
- Owens, R. E. (2008). *Language Development: An Introduction* (S. D. Dragin Ed. 7th Ed. ed.). Boston, MA: Pearson Education, Inc.
- Porter, K., Constantinidou, F., & Marron, K. (2014). Speech- Language pathology and concussion management intercollegiate athletics: The Miami University concussin management program. *American Journal of Speech- Language Pathology*, 23, 507-519.
- Rabinowitz, A. R., L., X., & H., L. (2014). Sport and Nonsport Etiologies of Mild Traumatic Brain Injury: Similarities and Differences. *The Annual Review of Psychology*, 65, 301-330.
- Rand, K., & Lahav, A. (2013). Impact of the NICU environment on language deprivation in preterm infants. *Foundation Acta Pædiatrica.*, 243-248.
- Razali, N. M., & Wah, Y. B. (2011). Power comparisons of shapiro-wilk, kolmogorov-smirnov, lilliefors and anderson-darling tests. *Journal of statistical modeling and analytics*, 2(1), 21-33.

- Reka, E., & Sepulveda, A. (2014). Clinical Test Instrument Development to Identify and Track Recovery from Concussion. *Seminars in Speech and Language, 35*(3), 173-185.
- Resch, J. E., & Kutcher, J. S. (2015). The Acute Management of Sport Concussion in Pediatric Athletes. *Journal of Child Neurology, 30*(12), 1686-1694.
- Roseberry, C., & Hedge, M. (2016). *An advanced review of Speech- Language Pathology* (4th Ed. ed.). Austin, Texas.
- Salvatore, A. P., & Fjordbak, B. S. (2011). Concussion Management: The Speech- Language Pathologist's Role. *Journal of Medical Speech- Language Pathology, 19*, 1-12.
- Salvatore, A. P., Holland, A. L., & Bernstein, N. (2014). Concussion 101 for SLPs. *Seminars in Speech and Language, 35*, 153-154.
- Shipley, K. G., & McAfee, J. G. (2009). *Assessment in Speech- Language Pathology: A Resource Manual* (4th ed.). New York: Delmar Cengage Learning.
- Spiotta, A. M., Shin, J. H., Bartsch, A. J., & Benzel, E. C. (2011). Subconcussive Impact in Sports: A New Era of Awareness. *World Neurosurgery, 175*-178.
- Stern, R. A., Riley, D. A., Daneshvar, D., Nowinski, C. J., Cantu, R. C., & McKee, A. (2011). Long-term Consequences of Repetitive Brain Trauma: Chronic Traumatic Encephalopathy. *American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation, 3*, 460-467.
- Stern, R. A., Riley, D. A., Daneshvar, D. H., Nowinski, C. J., Cantu, R. C., & McKee, A. C. (2015). *Introduction to Neurogenic Communication Disorders* (8 ed.). St. Louis, Missouri: Mosby.
- Tulsky, D. S., Carlozzi, N. E., Chevalier, N., Espy, K. A., Beaumont, J., & Mungas, J. L. (2013). V. NIH Toolbox Cognition Battery (CB): measuring working memory. *Monographs of the society for research in child development, 70*-87.
- Zhang, M. R., Red, S. D., Lin, A. H., Patel, S. S., & Sereno, A. (2013). Evidence of Cognitive Dysfunction after Soccer Playing with Ball Heading Using a Novel Tablet- Based Approach. *PLOS ONE, 8*(2), 1-4.

# APÉNDICES

## APÉNDICE A:



SISTEMA UNIVERSITARIO ANA G MÉNDEZ  
Vicepresidencia de Planificación y Asuntos Académicos  
Vicepresidencia Asociada de Recursos Externos  
Oficina de Cumplimiento

### *Junta para la Protección de Seres Humanos en la Investigación (IRB)*

Fecha : 6 de febrero de 2017  
Investigadora principal : Sra. Yarimar I. Díaz Rodríguez  
Mentora : Dra. María Centeno  
Título de protocolo : Impactos subconvulsivos en niños futbolistas de 9 a 11 años  
Número de protocolo : 03-813-17  
Tipo de solicitud : Protocolo inicial  
Institución, Escuela : Universidad del Turabo, Ciencias de la Salud  
Tipo de revisión : Expedita  
Acción tomada : Aprobada  
Fecha de revisión : 6 de febrero de 2017

Certificamos que el estudio/investigación de referencia recibido en la Oficina de Cumplimiento fue revisado por la *Junta para la Protección de Seres Humanos en la Investigación (IRB)* el **6 de febrero de 2017**. El mismo fue evaluado y aprobado a través de una revisión **expedita**.

Los siguientes documentos fueron revisados:

<input checked="" type="checkbox"/> Protocolo	<input checked="" type="checkbox"/> Carta de autorización
<input checked="" type="checkbox"/> Asentimiento Informado en español	<input type="checkbox"/> Hoja Informativa
<input checked="" type="checkbox"/> Consentimiento Informado en español	<input checked="" type="checkbox"/> Curriculum Vitae
<input type="checkbox"/> Carta de Enmienda	<input checked="" type="checkbox"/> Certificado de HIPS
<input checked="" type="checkbox"/> Instrumentos	<input type="checkbox"/> Formulario FDA 1572
<input type="checkbox"/> Anuncio	(Administración Federal de
<input checked="" type="checkbox"/> Certificado de Protección para Participantes	Alimentos y Drogas
Humanos	<input type="checkbox"/> "Package Insert"
<input checked="" type="checkbox"/> Derecho de autor	<input type="checkbox"/> "Investigator Brochure"
<input checked="" type="checkbox"/> Evidencia/ Recibo de compra del instrumento	<input checked="" type="checkbox"/> Otras: Certificado RCR

Favor de tener presente los siguientes puntos:

- La hoja de consentimiento es un documento que asegura que los sujetos o participantes entienden su participación en el estudio, además de ser un seguro de protección para los mismos. De acuerdo con las Regulaciones Federales se requiere que los participantes reciban copia de la hoja de consentimiento después de firmarla.

Sra. Yarimar I. Díaz Rodríguez  
Protocolo 03-813-17

- De realizarse algún cambio en los documentos anejados con este estudio deben ser sometidos nuevamente al IRB para su debida revisión y aprobación utilizando la forma de IRB "Solicitud para Cambios/ Enmiendas".
- Todo evento adverso o no esperado debe ser informado al IRB utilizando la forma de IRB de "Eventos Adversos".
- Todos los documentos relacionados con la investigación deben ser guardados hasta un término de cinco (5) años. Pasado este término los mismos deben ser eliminados/ triturados, no quemados.
- De no realizar su investigación en el término aprobado deberá someter una solicitud de "Revisión Continua" llenando la forma IRB para "Renovar un Protocolo ya Aprobado" antes de vencerse el mismo.
- Al finalizar su investigación debe someter una solicitud de cierre utilizando la forma de IRB "Solicitud para Cierre de Protocolo" aprobado por el IRB.

**Usted podrá llevar a cabo este estudio durante el término de un año venciendo el 5 de febrero de 2018.**

Para más información, aclarar dudas, notificar algún evento adverso o no anticipado puede comunicarse con su Coordinador de Cumplimiento Institucional en: la Universidad Metropolitana la Srta. Carmen Crespo al (787)766-1717 ext. 6366; Universidad del Turabo la Prof. Josefina Melgar al (787)743-7979 ext.4126; y en la Universidad del Este la Sra. Natalia Torres al (787)257-7373 Ext. 2279; Administración Central la Sra. Wanda Vázquez Solá, (787) 751-0178 ext. 7195 o puede escribir a:

Oficina de Cumplimiento  
Vicepresidencia Asociada de Recursos Externos  
Vicepresidencia de Planificación y Asuntos Académicos  
Sistema Universitario Ana G. Méndez  
P.O. Box 21345  
San Juan, PR 00928-1345  
Tel. 787 751-0178 exts.7195-7197; Fax 787 751-9517

## APÉNDICE B:



Sistema Universitario Ana G. Méndez  
 Universidad del Turabo  
 Escuela de Ciencias de la Salud  
 Maestría en Patología del Habla-Lenguaje

Título Investigación: **Impactos Subconscivos en niños futbolistas de 9 a 11 años**

Nombre del Investigador Principal: **Yarimar I. Díaz Rodríguez, B.A**

Nombre del Mentor: **Dra. María A. Centeno, Ph.D., CCC-SLP**

### Invitación

Estimado padre, madre o encargado:

Como parte del Programa de Maestría en Ciencias en Patología de Habla- Lenguaje de la Escuela de Ciencias de la Salud de la Universidad del Turabo le extiendo una invitación para colaborar con el Proyecto de Investigación ***“Impactos Subconscivos en niños futbolistas de 9 a 11 años”***.

El propósito de esta investigación es describir y cuantificar los impactos subconscivos (impactos a la cabeza) sufridos por niños mientras juegan el deporte del fútbol. Su hijo ha sido escogido para participar de este estudio. Este estudio se estará programando para realizarse durante los meses de febrero y marzo del 2017.

La colaboración en la investigación requiere la firma del Consentimiento Informado, asentimiento del niño (que él/ella quiera participar) y que se complete una hoja breve de historial relacionada a la salud de su hijo. Si está interesado en que su hijo/a colabore con la investigación, en la próxima práctica nos estaremos reuniendo antes de que comience el entrenamiento.

Cordialmente,

---

Yarimar I. Díaz Rodríguez  
 Investigadora Principal  
 Email: ydiaz162@email.suagm.edu



Ana G. Mendez University System  
 Institutional Review Board (IRB)

Protocol No. 03-813-17  
 Approval Date 02/06/17  
 Expiration Date 02/05/18

## APÉNDICE C:



### SISTEMA UNIVERSITARIO ANA G. MÉNDEZ

Universidad del Turabo

Gurabo, Puerto Rico

Escuela de Ciencias de la Salud

Programa de Patología del Habla

### Impactos Subconcusivos en niños futbolistas de 9- 11 años

#### Consentimiento del padre

#### I. Descripción de la Investigación y el rol del menor en la misma

**Yarimar I. Díaz**, Investigador Principal y **María A. Centeno**, Mentor y profesor del Sistema Universitario Ana G. Méndez (SUAGM) invitan a su hijo a participar en un estudio de investigación. El propósito de esta investigación es describir y cuantificar los impactos subconcusivos sufridos por niños mientras juegan el deporte del fútbol. A largo plazo, se espera que estos resultados aporten en el desarrollo de programas para la protección, orientación y prevención de lesiones que resultarían en Lesión Traumática Cerebral Leve (LTCL).

La participación de su hijo en esta investigación consistirá del siguiente **procedimiento**:

1. Se le mostrará todos los instrumentos.
2. Se realizará una orientación de 15 minutos al niño/a sobre: lo que es Mareo, uso de la banda en la cabeza (acelerómetro) y la prueba que se le estará administrando.
3. La semana antes del partido se le administrará una prueba en el Ipad al niño que tomará 15 a 20 minutos sobre figuras para parear, colores para recordar y fotos para adivinar.
4. El día del partido se le colocará la banda en la cabeza ("headband") al niño/a para saber si recibe un impacto con el balón durante el juego y cuantificar cuán fuerte fue ese impacto. Durante el partido, se va a grabar al niño que tenga **el permiso de fotos/ grabaciones firmado** para poder analizar el ángulo en el cual le dio a la bola el niño (ej. ángulo de 120° en el lado derecho).
5. Al finalizar el partido de 1 hora aproximado, si el niño/a recibió un impacto o más en la cabeza se le administrará la post- prueba (igual que la prueba inicial) en el Ipad.

A su hijo le tomará aproximadamente **tres (3) intervenciones** en participar en esta investigación.

1. Orientación y llenar formularios entregados por el investigador principal.
2. La pre- prueba sobre lo explicado anteriormente será administrada una semana antes del partido.
3. El día del partido donde se le colocará el equipo a utilizarse y se administrará la post – prueba.

#### II. Riesgos e Incomodidades

Los riesgos asociados a este estudio son los siguientes: los participantes de la investigación podrían experimentar durante el partido, de forma natural y de acuerdo a sus ejecutorias. En el área del acelerómetro podría causar incomodidad el sudor o que la banda le apriete. El participante podría experimentar cansancio o nervios durante las pruebas. Las medidas que se tomarán para prevención o minimizar los riesgos o incomodidades son las siguientes: se le colocará una banda de cabeza encima del acelerómetro como protección y la misma está

Ana G. Méndez University System  
Institutional Review Board (IRB)



Protocol No. 03-813-17

Approval Date 02/06/17

Expiration Date 02/05/18

diseñada. La participación es voluntaria y el participante podrá decidir no participar o retirarse del estudio en cualquier momento.

### III. Posibles Beneficios

Los beneficios esperados de esta investigación serán (1) tener la oportunidad de los participantes y padres ampliar sus conocimientos sobre el tema de la investigación. (2) Los participantes podrán identificar síntomas ya presentes (en ellos, sus compañeros y/o familiares) relacionados a los impactos subconvulsivos. El participante podrá adquirir información nueva sobre lo que es un mareo.

Al realizar este estudio las siguientes personas obtendrán el siguiente beneficio: Podrán indentificar el síntoma de mareo, que se les impartirá el conocimiento durante la orientación, ayudará de esta manera no formar parte de las estadísticas de personas con Lesión Traumática Cerebral Leve (LTCL) a causa de impactos subconvulsivos.

### IV. Incentivos

El participante recibirá una camiseta como incentivo por su participación.

### V. Protección de la Privacidad y Confidencialidad

La información de su hijo se mantendrá tan confidencial como sea posible y exija la ley de Privacidad y Confidencialidad (HIPAA). La identidad y confidencialidad de su hijo será protegida en todo momento y bajo ninguna circunstancia se compartirá información del menor. Todos los documentos serán guardados de la siguiente manera: consentimiento y asentimiento informado y permiso para fotos se guardarán en el archivo 1 privado, seguro, bajo llave y aparte de los demás documentos como el Cuestionario Sociodemográfico (CS) y Escala de Mareos por un período de cinco (5) años y luego serán triturados. Los documentos de información de salud (CS) y Escala de Mareos se guardarán bajo llave, aparte del consentimiento y asentimiento informado, en otro archivo (número 2) y serán triturados cinco (5) años despues de concluirse la investigación.

En la pre y post prueba los resultados de la ImPACT Pediatric® se almacenarán en una base de datos segura por la aplicación, en una Ipad y computadora con contraseña y serán encriptados. Una vez se utilice toda la información de los resultados de la ImPACT Pediatric® se almacenará y será borrada cinco (5) años después de concluirse la investigación. En la prueba y resultados de acelerometro solo el investigador principal tendrá acceso con contraseña en la computadora y Ipad para ver la base de datos y los resultados. La información de ambos será borrada cinco (5) años después de concluirse la investigación. Las grabaciones de video serán guardadas en una computadora con contraseña y será encriptada. Estas grabaciones serán borradas de la computadora y equipo electrónico una vez termine el proceso de evaluación de datos. Esta autorización servirá hasta el final del estudio, a menos que su hijo o usted la cancele antes. Usted puede cancelar esta autorización en cualquier momento. Por ende, **TODOS** los documentos estarán seguros y bajo llave y solo el consentimiento, asentimiento y permiso para fotos serán guardados en un archivo aparte a los otros documentos antes mencionados.

Los resultados de esta investigación pueden ser publicados en revistas científicas o ser presentados en las reuniones médicas, pero la identidad del participante no será divulgada. La información puede ser revisada por la Junta para la protección de Seres Humanos en la Investigación (IRB siglas en inglés) del Sistema Universitario Ana G. Méndez. El IRB del





SUAGM es un grupo de personas quienes realizarán la revisión independiente de la investigación según los requisitos de las regulaciones. Su información será mantenida tan confidencial como sea posible bajo la ley. Esta autorización servirá hasta el final del estudio, a menos que usted la cancele antes. Usted puede cancelar esta autorización en cualquier momento.

#### VI. Determinar si su hijo participa en el estudio

La participación de su hijo en este estudio es totalmente voluntaria. Usted como padre, madre o tutor legal puede decidir si su hijo participa o no de este estudio. Por el contrario, si decide que su hijo participe de este estudio éste puede retirarse en cualquier momento sin penalidad alguna. Para nosotros también es importante conocer la opinión de su hijo con respecto a su participación en el estudio. Por esta razón, su hijo también firmará un documento donde indica su decisión de participar en el estudio. Si su hijo, luego de comenzar el estudio, decide retirarse está en toda libertad de hacerlo sin penalidad alguna.

#### Información contacto

Si usted tiene alguna duda o inquietud correspondiente a este estudio de investigación o si surge alguna situación durante el periodo de estudio, por favor contacte a Yarimar I. Díaz, [ydiaz162@email.suagm.edu](mailto:ydiaz162@email.suagm.edu) al (787) 459-0506. Si usted tiene preguntas sobre los derechos de su hijo al participar en esta investigación por favor comuníquese con la Oficina de Cumplimiento del SUAGM al 787-751-3120 o [compliance@suagm.edu](mailto:compliance@suagm.edu).

#### Consentimiento

**He leído este documento y se me ha dado la oportunidad de aclarar todas las dudas respecto al contenido del mismo. Autorizo a mi hijo a participar en esta investigación.**

_____ Nombre del Padre	_____ Firma	_____ mes/día/año
_____ Nombre del Representante legal	_____ Firma	_____ mes/día/año
_____ Nombre del Niño	_____ Firma	_____ mes/día/año
_____ Nombre del Investigador Principal	_____ Firma	_____ mes/día/año

#### NOTA:

**Es nuestra responsabilidad proveerle con una copia de este documento. Favor de seleccionar la opción de su preferencia.**

- Certifico que se me entregó copia de este documento.
- Certifico que se me ofreció copia de este documento y no deseo tener copia del mismo.



## APÉNDICE D:



Sistema Universitario Ana G. Méndez  
Universidad del Turabo  
Escuela de Ciencias de la Salud  
Patología del Habla-Lenguaje

Título Investigación: **Impactos Subconcusivos en niños futbolistas de 9 a 11 años**

Nombre del Investigador Principal: **Yarimar I. Diaz Rodríguez, B.A**

Nombre del Mentor: **Dra. María A. Centeno, Ph.D., CCC-SLP**

### Hoja de Asentimiento Informado

Hola amigo futbolista,

Te invitamos a participar de un estudio donde se investiga las consecuencias de los golpes con el balón en la cabeza durante un juego. Este estudio te ayudará a entender y mejorar como proteger y prevenir estos golpes.

Luego de contestar todas tus preguntas, hayas firmado este papel y estés de acuerdo, te visitaremos en un día de práctica y un día de juego en la cancha de fútbol. Esto se dividirá en dos días, primer día de orientación, y el segundo de juego.

#### Procedimientos

1. Te mostraré todos los instrumentos.
2. Te daré en 15 minutos una clase divertida donde explicaré qué es un mareo.
3. Te enseñaré cómo usarás la banda que llevarás en la cabeza durante el juego.
4. La semana antes del juego te daré una prueba en el Ipad que tomará 15 a 20 minutos sobre figuras para parear, colores para recordar y fotos para adivinar.
5. El día del juego se te colocará la banda en la cabeza ("headband") para saber si recibes un impacto con el balón durante el juego.
6. Cuando termine el juego, si recibiste un golpe o más en la cabeza podrás hacer la prueba en el Ipad de nuevo y luego el investigador te hará ocho (8) preguntas sobre Mareo.

Durante tu participación en el estudio pueden presentarse **algunos riesgos e incomodidades:**

1. Te pondremos la banda de cabeza (headband) que medirá los golpes en la cabeza y podría provocar que te moleste mientras juegas o podría crear que sudes más en el área de las orejas y cabeza.
2. Durante la prueba podrías sentirte cansado o nervioso al contestar las preguntas.

Para que esto no suceda y te puedas sentir cómodo(a) la investigadora principal tomará las siguientes precauciones:

1. Solo la investigadora principal colocará la banda en tu cabeza.
2. Tendrás el tiempo que desees para contestar la prueba.



Ana G. Mendez University System  
Institutional Review Board (IRB)

Protocol No. 03-813-17  
Approval Date 02/06/17  
Expiration Date 02/05/18

Todas las evaluaciones se realizarán dependiendo de dónde tu juegues. Tú participación en este estudio es voluntaria (mamá y papá u otra persona NO te pueden obligar). En ningún momento se utilizará tu nombre.

Al finalizar el estudio, recibirás una camiseta como incentivo por tu participación.

**Tu firma en este documento significa que aceptas participar en la investigación.**

\_\_\_\_\_  
Nombre del niño

\_\_\_\_\_  
edad

\_\_\_\_\_  
Nombre del equipo

\_\_\_\_\_  
Número de camisa

\_\_\_\_\_  
He discutido esta hoja de asentimiento con el arriba firmante y he aclarado todas sus preguntas

\_\_\_\_\_  
Firma del investigador

\_\_\_\_\_  
Fecha



Ana G. Mendez University System  
Institutional Review Board (IRB)

Protocol No. 03-813-17

Approval Date 02/06/17

Expiration Date 02/05/18

## APÉNDICE E:



Sistema Universitario Ana G. Méndez  
Universidad del Turabo  
Escuela Ciencias de la Salud  
Programa de Maestría en Patología de Habla-Lenguaje



### Impactos Subconscivos en niños futbolistas de 9 a 11 años

#### Cuestionario Sociodemográfico

*Es un placer para nosotros evaluar a su niño(a). La información que usted nos provea es estrictamente confidencial y será utilizada en el proceso de investigación.*

Fecha \_\_\_\_\_ ID# \_\_\_\_\_

#### Información General

Sexo: \_\_\_F \_\_\_M Fecha de Nacimiento \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ (DD/MM/YY)

¿Con quién vive el niño? \_\_\_ Ambos padres \_\_\_ Madre \_\_\_ Padre

Familiar: \_\_\_\_\_ Cuidador por Hogar de Crianza \_\_\_\_\_

#### Características de Comportamiento:

\_\_\_ Cooperativo \_\_\_ Se distrae con facilidad \_\_\_ Atento  
\_\_\_ Poco contacto visual \_\_\_ Dispuesto a tratar nuevas actividades

Nombre alguno de los juegos o actividades preferidas del niño(a). \_\_\_\_\_

¿Qué formas de disciplina ha utilizado con el niño(a) y cuál ha resultado ser más efectiva?

\_\_\_ Premiar \_\_\_ Quitar privilegios \_\_\_ Amonestación Verbal \_\_\_ Castigo corporal

Otros: \_\_\_\_\_

#### Historial de Salud

Indique las condiciones que ha padecido o padece el niño(a):

Condiciones	Sí	No	Edad de comienzo
Alergias (a qué)			
Infecciones frecuentes de oído			
Problema de Visión			



Ana G. Mendez University System  
Institutional Review Board (IRB)

Protocol No. 03-813-17

Approval Date 02/06/17

Expiration Date 02/05/18

Problema de Audición			
Convulsiones/Epilepsia			
Esclerosis Lateral Amiotrófica			
Apraxia (dificultad o imposibilidad para desarrollar acciones voluntarias)			
Artritis			
Problemas Físicos o de Aprendizaje			
Asma			
Tinnitus (pitillo en el oído)			
Dolores de cabeza			
Otros:			

¿Cuándo fue su último examen médico? \_\_\_\_\_

#### Historial de actividades

¿Estudia actualmente?  Sí  No Escuela/ Colegio: \_\_\_\_\_

Si es estudiante, ¿En qué grado se encuentra?

¿Participa el niño en algún programa de ejercicios actualmente?  Sí  No

Si su contestación es afirmativa:

Describa brevemente su programa de ejercicio.

\_\_\_\_\_

¿Practica algún otro deporte, además del fútbol?  Sí  No

Describa brevemente cuál evento o posición en el deporte.

\_\_\_\_\_

¿Padece el niño de alguna lesión que interfiera con la realización de algún ejercicio?  Sí  No



Ana G. Mendez University System  
Institutional Review Board (IRB)

Protocol No. 03-813-17  
Approval Date 02/06/17  
Expiration Date 02/05/18

## APÉNDICE F:

**TURABO**

UNIVERSIDAD  
DEL TURABO  
SISTEMA UNIVERSITARIO  
ANA G. MÉNDEZ



Sistema Universitario Ana G. Méndez  
Universidad del Turabo  
Escuela Ciencias de la Salud  
Programa de Maestría en Patología de Habla-Lenguaje

### Impactos Subconcusivos en niños futbolistas de 9 a 11 años

#### Autorización para tomar fotos y videos

La información que usted nos provea es estrictamente confidencial y será utilizada en el proceso de investigación.

Entiendo que a través de este documento se solicita mi autorización/permiso para filmar, video, y/ fotografiar (vistas fijas y/o fotos) a mi hijo/a durante el partido de fútbol. Entiendo que las grabaciones de videos y fotografías tomadas serán utilizadas solamente para anotar el número específico de impactos que reciba y evaluar el ángulo en el cual se golpea el balón con la cabeza mientras los niños juegan el deporte del fútbol. No se identificará al participante por sus rasgos o facciones físicas (se le tapan los ojos). Al finalizar el periodo, estas grabaciones serán borradas de la computadora y equipo electrónico una vez termine el proceso de evaluación de datos.

Sí, otorgo mi consentimiento/autorización

No, niego mi consentimiento/autorización: La participación no se verá afectada y podrá continuar en la investigación.

Nombre del Padre o la Madre, o encargado: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Después de firmar, favor de devolver al o al investigador principal.

Muchas gracias.



Ana G. Mendez University System  
Institutional Review Board (IRB)

Protocol No. 03-813-17  
Approval Date 02/06/17  
Expiration Date 02/05/18

**APÉNDICE G:**

The University of Texas at El Paso  
 College of Health Sciences  
 Speech, Hearing, and Language Center  
 1101 North Campbell  
 El Paso, TX 79902-0639  
 (915) 747-7250

Client Name: _____
Testing Status: _____
Date Completed: _____
RA Signature: _____
Date of Data Entry: _____
Data Entered by: _____

During the Past Week Have You Experienced		None	Mild	Moderate	Severe			
1	Dizziness ( if no, mark 0 for all other questions)	0	1	2	3	4	5	6
2	Dizziness when looking up?	0	1	2	3	4	5	6
3	Dizziness when walking down aisles, hallways etc?	0	1	2	3	4	5	6
4	Dizziness when turning over, getting out of bed or when lying down?	0	1	2	3	4	5	6
5	Dizziness when reading?	0	1	2	3	4	5	6
6	Dizziness during quick head movements?	0	1	2	3	4	5	6
7	Dizziness when bending over?	0	1	2	3	4	5	6
8	Dizziness in open spaces?	0	1	2	3	4	5	6

**Total Score:** \_\_\_\_\_

**\* Participant responds verbally to each question and answers are circled and totaled by the clinician.**



Ana G. Mendez University System  
 Institutional Review Board (IRB)

Protocol No. 03-813-17  
 Approval Date 02/06/17  
 Expiration Date 02/05/18





