

Factores físicos y cognitivos involucrados en la práctica del kartismo en niños y niñas, implicaciones para la evaluación y el entrenamiento

Physical and cognitive factors involved in the practice of karting in children, implications for the evaluation and training

Rodrigo Castro¹, María Consuelo Gutierrez²

RESUMEN

El kartismo es una actividad deportiva muy exigente y potencialmente riesgosa que se inicia a muy temprana edad, en Colombia incluso a los 4 años. A pesar de la baja fatalidad de los accidentes relacionados con el kartismo, la gran frecuencia de incidentes pueden generar problemas musculo-esqueléticos que requieren de un manejo preventivo y de rehabilitación adecuado. Adicionalmente es necesario preparar tanto física como mentalmente a los pilotos para mejorar su desempeño, disminuir el estrés, así como la aparición de lesiones y el subsecuente abandono temprano de la práctica deportiva. Por tal razón el acompañamiento multidisciplinario (en donde debe haber profesionales de medicina deportiva y medicina física y rehabilitación) para los pilotos, implica un conocimiento profundo de cada uno de los factores implicados, para de esa manera lograr una adecuado Fitness del piloto y hacer de esta una práctica cada vez más segura y placentera.

Palabras clave: Vehículos a motor, karting, lesiones, niño, aptitud física.

ABSTRACT

Karting is a very demanding sport, potentially risky that begins at an early age, in Colombia even at 4 years. Despite the low fatality

Recibido:

17 de octubre de 2015

Aceptado:

27 de noviembre de 2015

Autores:

Rodrigo Castro

¹Médico Especialista en Medicina Física y Rehabilitación, Director Académico y Científico Teamekia. Bogotá. Colombia.

María Consuelo Gutiérrez

²Médico y Cirujano, Especialista en Marketing, MBA. Directora Administrativa y Financiera Teamekia. Bogotá. Colombia

Correspondencia:

rodrigoctr@icloud.com

Conflicto de interés: Ninguno

related accidents with karting, the high frequency of accidents can cause musculoskeletal problems that require appropriate preventive management and rehabilitation. Additionally, it is necessary to prepare both physically and mentally pilots to improve their performance, decrease stress and the appearance of lesions and the subsequent abandonment of the sport early. For this reason the multidisciplinary support (where there should be professionals of sport medicine and physical medicine and rehabilitation) of pilots implies a profound knowledge of each of the factors involved, to thereby achieve a suitable Fitness of the pilot and make this practice increasingly safe and enjoyable.

Keywords: Motor vehicles, karting, injuries, child, physical fitness.

DEFINICIÓN Y CLASIFICACIONES:

El kartismo es una disciplina deportiva del automovilismo que se practica con Karts sobre circuitos llamados kartódromos que tienen entre 600 y 1.700 metros de longitud, y con una anchura entre 8 y 15 metros¹. De acuerdo con la definición de Wikipedia: “dadas sus características, el kart es la modalidad por excelencia de formación de pilotos: suele ser el primer automóvil en el que debutan los aspirantes a pilotos de competición, a edades tan tempranas como los ocho años”¹.

En Colombia el Kartismo depende de los lineamientos de la CIK-FIA (Commission Internationale de Karting – FIA), los cuales son ejecutados a través de el Automóvil Club de Colombia que a su vez regula la actividades de las Federaciones de Automovilismo, en este caso Fedekart que lidera el actuar de los clubes de Kartismo.

De acuerdo con la Commission Internationale de Karting – FIA (CIK-FIA) un Kart es: “un vehículo terrestre de una sola silla, sin techo ni tablero de instrumentos, sin suspensiones con o sin carrocería, con cuatro ruedas no alienadas que están en contacto con el suelo, las dos delanteras que controlan la dirección y las dos traseras, conectadas por una pieza de eje, que transmite el poder. Las partes principa-

les son el chasis (Incluyendo la carrocería), los neumáticos y el motor”².

De acuerdo con la CIK - FIA el kartismo utiliza la siguiente clasificación²:

- Clases: Grupo de vehículos determinados por la capacidad del motor en cilindros cúbicos o por otros criterios de distinción.
- Grupos:
 - o Grupo 1 = karts especialmente destinados para la competencia y motores que están bien homologados o derivados de las homologaciones o aprobados.
 - o Grupo 2 = karts para los que a petición de los fabricantes, la producción en serie de un cierto número de equipos idénticos ha sido comprobada (chasis, motores, neumáticos, carburadores, encendido, embragues, tubos de escape, frenos y carrocerías) en un período determinado de tiempo y dirigida a la venta normal a los clientes. Todas las piezas de los equipos comercializados deben cumplir con sus formas de homologación.
- Categorías: Clasificación de los karts de acuerdo con sus características técnicas y con las condiciones de elegibilidad de sus conductores.

o La CIK-FIA ha definido las siguientes categorías:

Grupo I :

- KZ1: Cylinder capacity of 125 cc
- KF1: Cylinder capacity of 125 cc
- Superkart: Cylinder capacity of 250 cc

Grupo II:

- KZ2: Cylinder capacity of 125 cc
- KF2 : Cylinder capacity of 125 cc
- KF3 : Cylinder capacity of 125 cc
- KF4 : Cylinder capacity of 125 cc

• En Colombia existen las siguientes categorías inscritas de acuerdo con Fedekart⁶:

- o NKC
- o Vortex
- o Rotax
- o TK

• De acuerdo con Autódromos SA, la clasificación colombiana de Kartismo comprende las siguientes categorías³:

- o Infantil: pilotos cuya edad este entre 6 y 7 años 364 días.
- o Infantil Avanzada: pilotos de 8 y 9 años 364 días.
- o Pre-Junior: pilotos de 10 y 11 años 364 días.
- o Junior: pilotos cuya edad este entre los 12 y 14 años 364 días.
- o 100cc Ltda. Promocional: pilotos cuya edad mínima sea de 14 años cumplidos.
- o 125cc Senior: pilotos de 30 años cumplidos y más.
- o Intercontinental A – Formula A: edad mínima de 14 años cumplidos.
- o Intercontinental C – Formula C - Shifter Colombia: pilotos cuya edad mínima sea de 15 años cumplidos. Un año de experiencia en Formula A – Super A – Inter. C, komet, 125cc o intercontinental A o Shifter Regionales.

o Hay en Colombia otra categoría definida como Teteros que son niños entre los 4 y los 6 años de edad. Categoría en la que el motor es de 80 cc. De acuerdo con los reglamentos particulares de las competencias, es obligatorio que el representante firme un documento de exoneración de riesgos⁴.

o Los requisitos para la licencia de piloto 2015 independiente de la edad son: examen médico general, examen visual, examen auditivo, 2 fotos, copia de documento de identidad y paz y salvo del club afiliado. El valor de la licencia para nacionales y regionales es del 80% del salario mínimo legal vigente⁵.

De acuerdo a la información anterior, se evidencia que las categorías se dividen de acuerdo al cilindraje de los motores y a la edad de los pilotos participantes. Esta heterogeneidad requiere de una aproximación específica tanto para la enseñanza, el entrenamiento y para la competición, que tenga en cuenta la etapa del desarrollo en el cual se encuentran los participantes, para así optimizar el desempeño de acuerdo con el nivel de psicomotricidad de los mismos y de esa manera ser coherentes entre el nivel competitivo y la edad el piloto. De aquí se desprende la necesidad de realizar programas de preparación grupales e individualizados, que optimicen la condición física y mental de los pilotos, lo cual requiere de una intervención multidisciplinaria dirigida tanto a los Pilotos, como a los entrenadores y a los padres de los participantes en las pruebas de kartismo.

FACTORES DE RIESGO DERIVADOS Y CONSECUENCIAS DE LA PRÁCTICA DEL KARTISMO

Desde su introducción en los años cincuenta, el kartismo se ha desarrollado a sí mismo como un deporte y como una oportunidad de

esparcimiento. Debido a las velocidades alcanzadas, al diseño del kart, a las fuerzas vectoriales, a los fenómenos de aceleración y desaceleración, a las demandas psico-afectivas implicadas durante la competencia y a las características ambientales dentro de las cuales se encuentra alto nivel de ruido generado por los motores, los diseños de las pistas y otros elementos involucrados, el kartismo es una actividad deportiva altamente demandante desde el punto de vista físico y mental.

Bentley R, con respecto a las exigencias del automovilismo afirma que: “el acto físico de manejar un carro de carreras es relativamente simple en comparación con los aspectos mentales. En otras palabras los resultados dependen en gran medida de la ejecución mental”⁶. Afirma también que en las carreras un “90% es mental y el resto es físico”⁶.

A pesar de este panorama y aunque es claro que se han recomendado prácticas de fuerza y de acondicionamiento físico en los pilotos pues requieren grandes habilidades físicas y experimentan lesiones, las demandas físicas, dichas lesiones y las prácticas de entrenamiento no han sido bien investigadas^{7,9}.

De acuerdo con Eker H, et al., la frecuencia de accidentalidad en el kartismo es excesivamente alta. A pesar del riesgo sustancial de lesiones severas, el número mandatorio de requerimientos de seguridad para este deporte permanece siendo bajo, a diferencia de prácticas similares como en el caso de la Fórmula 1⁷. Mencionan Eker H, et al, que al hacer un análisis crítico del deporte en sí mismo, un panel de expertos identificó dos grupos principales de factores que determinan el mecanismo del trauma: factores relacionados con los materiales utilizados y factores relacionados con la velocidad. Basándose en lo anterior definieron tres categorías de trauma⁷:

1. Lesiones de las extremidades y el tronco, que están relacionadas con una colisión directa a cada lado del kart y que se asocian con cortes, moretones y fracturas.

2. Trauma de alta energía, principalmente causado por colisión frontal, usualmente causa lesión contundente abdominal o lesiones torácicas, pero también pueden verse fracturas por compresión de miembros inferiores^{7,8}.

3. Trauma por aceleración – desaceleración, causado por hiperextensión de la columna cervical.

Concluyen que las lesiones derivadas de los accidentes de kart pueden variar ampliamente en severidad, resultando en grandes diferencias en la recuperación. Un factor de riesgo sobre el que hacen énfasis es que para muchos pilotos el kartismo se constituye en la primera experiencia de manejo de un vehículo, lo que explica que la mitad de los lesionados son menores de 24 años⁷.

Previamente autores como Miller en 1973¹⁰ y Youngson en 1978¹¹ habían descrito mecanismos de lesión similares. En estudios posteriores realizados en 2005 por Ng et al en China¹², se evidenció que el principal mecanismo de lesión fue colisión contra otro kart, el 64,2% de los pilotos presentaron lesiones de tejidos blandos, un 31% lesiones óseas como fracturas y luxaciones y un 4,8 % lesiones de órganos internos. Otros reportes mostraron lesiones más severas como transección esófagotraqueal en personas que usaban en el momento de la práctica bufandas que quedaban enredadas en las ruedas del vehículo, esto ocurrió en práctica recreativa y no deportiva de la actividad^{13,14}, al igual que avulsiones de cuero cabelludo especialmente en mujeres que usan el pelo largo y no lo recogen durante la conducción del vehículo¹⁵. En la práctica del automovilismo también se pueden presentar lesiones de columna vertebral, como lo demuestra el estudio de Sawyer con respecto a accidentes en niños en vehículos todo - terreno (cuatrimotos)¹⁶ en donde se evidencia un aumento del 476% entre 1997 y 2006 en lesiones de médula espinal asociada a estos vehículos. Sin embargo autores como Salvi, et al¹⁷, concluyen que hay baja incidencia de lesiones y que el karting es un deporte relativamente seguro, no obstante como ciertas

regiones específicas del cuerpo son las que más se lesionan, hay que protegerlas para reducir el riesgo de lesión.

IMPORTANCIA DEL ENTRENAMIENTO Y LA PREVENCIÓN DE LESIONES EN LOS PILOTOS DE KART

Debido a las edades en las que se comienza a practicar el Kartismo y por las características propias de esta disciplina deportiva, es necesario que tanto el piloto, la máquina, el entrenador y los padres estén en óptimas condiciones biopsicosociales, para asumir los desafíos de esta práctica deportiva de una manera responsable y lo más adecuada posible.

- a. El piloto de acuerdo a su rango de edad. De acuerdo con Myer et al, en la práctica deportiva el término joven se refiere a niños y niñas (en estadios Tanner 1 y 2 de madura-

ción sexual, aproximadamente 11 años para mujeres y 13 años en niños varones) y adolescentes (en estadios Tanner 3 y 4 de maduración sexual, edades entre 12 y 18 años en niñas y 14 a 18 años en niños) ¹⁸. Pero muchos niños en Colombia inician la práctica del Kartismo a la edad de 4 años (Figura 1), que corresponde al ciclo vital definido como preescolar. En esta etapa se tiene la oportunidad de observar que el niño se convierte en una persona con su propia personalidad dinámica, habilidades complejas y con ampliación de sus relaciones. Esta etapa constituye una fase de enormes transformaciones entre un cumpleaños y otro ¹⁹ [19], por lo que es vital para el equipo de evaluación y de práctica deportiva estar consciente de las habilidades de los niños acordes con la edad específica, para hacer recomendaciones y adecuaciones de acuerdo con el programa de entrenamiento y las características de las competencias en las cuales se participa.

Figura 1. Niño de 4 años participando de la práctica deportiva de karting. En la etapa Teteros el cilindraje es de 80 cc, se puede alcanzar hasta 50 - 60 km/hora (Fotografía tomada por Rodrigo Castro).



Como esta actividad deportiva se inicia de manera tan temprana, es necesario tener en cuenta las características esperadas en el desa-

rollo motor de los niños entre los cuatro y los cinco años que se exponen en la siguiente tabla:

Tabla 1. Desarrollo motor del preescolar¹⁹

	2 años	3 años	4 años	5 años
Camina hacia adelante	Ligeramente flexionado	Balanea los brazos	Marcha tándem	
Camina hacia atrás	3 metros			Tándem
Corre	Cambiando dirección	Alterna los brazos		
Escala	Fuera de la cuna	altamente equipado		
Salta	Ambos pies separados del suelo	26 a 30 en los dos pies, 6 en un solo pie	32 en un solo pie	Más de 10 en una cuerda
Salta hacia abajo	Paso con ambos pies	16 en tierra, con un pie primero	18, cae en ambos pies	
Sube escaleras	1, Un paso a la vez	4, sin riel, alternante		
Baja escaleras	4, Un paso a la vez	alternante, sin riel	4, alternante	
Se para en un solo pie	Trata	1 segundo en un pie	5 a 6 segundos en cada pie	10 segundos
Patear	Patea una bola 1,8 metros			
Brincar		3 brincos en el mismo lugar	5 hacia adelante	6 metros hacia adelante 10 veces
Lanzar	Lanza 1,5 metros	Rebote, por encima de la cabeza	3 metros, 1 o 2 brazos	
Atrapar		Brazos rectos	Brazos doblados	Pase rebotado (picado)
Rebotar				Rebota
Pedalear		3 metros triciclo		

La tabla 1, es un ejemplo de las diferencias sustanciales que ocurren en niños entre la edad preescolar y la escolar, diferencias que también se aprecian en las otras áreas del desarrollo como son la socialización, la comunicación, las características psicológicas y las funciones cognitivas entre otras. Esto tiene un impacto

fuerte en la aproximación a los entrenamientos y a las competencias, que deben tener en cuenta las características propias de la etapa en que se encuentra un niño al inicio de la práctica deportiva y de esa manera no caer en el error de tratarlos simplemente como adultos en miniatura generando estrés, frustración, acci-

dentalidad y en muchas ocasiones deserción de la actividad deportiva. Aunque el ejercicio en niños y adolescentes tiene un papel importante en la autoestima y la autoimagen, así como en la depresión y la ansiedad^{20,21,22}, una práctica tan altamente competitiva si no se maneja adecuadamente puede generar precisamente lo contrario. Por tal razón constituye una obligación tanto para los entrenadores como para los miembros del equipo médico el ayudar a reducir los riesgos de lesiones relacionadas con las prácticas deportivas y optimizar su ejecución, en particular en la población escolar y adolescente^{23, 24, 25, 26,27}.

Inicialmente es importante apreciar las particularidades físicas y psicosociales de los niños y de los adolescentes²⁸ y es necesario definir el concepto de edad de entrenamiento que es la cantidad de tiempo acumulado de participación tanto periódica como longitudinal, en programas de entrenamiento y actividades relacionadas con el deporte que fomentan el desarrollo de la salud musculoesquelética, patrones básicos de movimiento y acondicionamiento físico²⁹.

Esto explica porque han surgido aproximaciones específicas direccionadas a disminuir el impacto negativo del entrenamiento en jóvenes deportistas, propendiendo por la construcción de atletas jóvenes y saludables. Un caso es el que proponen Figenbaum AD y Meadors L, del Departamento de Salud y Ciencias del Ejercicio del College de New Jersey, ellos proponen los doce principios FUNDamentales (las tres primeras letras en mayúscula haciendo énfasis en el disfrute de la actividad deportiva) que deben tener los entrenadores de jóvenes (niños y adolescentes) en su práctica deportiva.

Estos doce principios se sintetizan a continuación³⁰:

1. Los atletas jóvenes no son adultos en miniatura. Sin importar que tan grandes o fuertes puedan parecer. El joven requiere una aproximación específica a la preparación física para la participación efectiva. Un apropiado

entrenamiento está determinado por el entrenamiento neuromuscular individual, el control postural, la mecánica del movimiento, la madurez psicosocial, y el propio nivel de desarrollo físico. No hay que imponer la teoría de no pain, no gain - sin dolor no hay ganancias³⁰.

2. Valore el acondicionamiento preparatorio. Una participación de un joven en un deporte no debe comenzar con la competencia, significa que hay que direccionar las debilidades individuales y las áreas que necesitan mejoramiento. Una causa muy frecuente de lesiones por sobreuso en atletas jóvenes se asocian a una preparación física inadecuada o a errores de entrenamiento. Se ha demostrado que las lesiones por sobreuso pueden disminuir entre un 15-50% direccionando los factores de riesgo asociados a lesiones deportivas en la niñez³⁰.
3. Evite la especialización deportiva antes de la adolescencia. La amplia participación en una variedad de actividades durante los años de la escuela primaria y la percepción de competencia deportiva en la infancia, se relaciona más con la actividad física de los adolescentes y la aptitud de la especialización temprana en deportes. Además participar en varios deportes y actividades de ejercicio, se asocia con disminución en el riesgo de trastornos musculoesqueléticos. Los jóvenes atletas, deberían exponerse a una variedad de deportes y actividades deportivas en una variedad de escenarios, para que descubran que es lo que más disfrutan mientras maximizan su desarrollo físico, psicológico y social³⁰.
4. Mejorar la alfabetización física. Los padres, profesores y entrenadores deberían trabajar juntos para educar (alfabetización física) a los jóvenes desde una perspectiva divertida y positiva. Mejorar la competencia en destrezas motrices y su papel en mejorar las habilidades atléticas, es algo que los entrenadores deben tener en cuenta. Las destrezas locomotoras básicas (correr, brincar, y rebo-

tar) y las destrezas de control de los objetos (lanzar, atrapar y golpear), que requieren agilidad, balance y coordinación y la velocidad, forman los fundamentos de movimientos específicos más avanzados más tarde en la vida³⁰.

5. Es mejor sub entrenar que sobre entrenar. Entrenar a jóvenes atletas compromete el balance entre las demandas de un entrenamiento pesado (requerido para la adaptación), con las necesidades de un entrenamiento menos intenso (también requerido para la adaptación); un buen entrenador de niños entiende y valora la importancia de desarrollar patrones de movimiento de calidad y de favorecer una técnica de ejercicio con sesiones de entrenamiento menos intensas, por esto es necesario balancear muy bien la agenda de práctica, entrenamiento y competición, para optimizar la carrera del atleta³⁰.
6. Enfóquese en educación positiva. Entrenadores de los jóvenes que captan a los jóvenes atletas ‘como “siendo buenos” y que los elogian públicamente por su desempeño en un simulacro o ejercicio específico puede aumentar la confianza en sí mismo, así como la calidad de la sesión de práctica. Los entrenadores, pueden ser más propensos a ver los errores como parte del proceso de aprendizaje y usan las fallas para aumentar la motivación. Los motivos más importantes para los jóvenes son desarrollar y demostrar competencia física, lograr la aceptación y el apoyo social, y divertirse³⁰.
7. Maximice la recuperación. Los entrenadores de jóvenes necesitan prestar mucha atención a lo que se hace entre y durante las sesiones de práctica. La práctica deportiva, las competencias y las actividades de acondicionamiento, ponen una gran cantidad de estrés sobre los atletas jóvenes. La importancia de una adecuada recuperación necesita ser reforzada regularmente, debido a que el pensamiento de que más es mejor es contraproducente y probablemente resulta en lesión, enfermedad o “burnout”. Las estrategias de recuperación incluyen enfriamiento activo, hidratación adecuada, intervenciones nutricionales adecuadas, estrategias de relajación efectivas (tales como socializar con los amigos) y mínimo de 8-9 horas de sueño por noche³⁰.
8. No es lo que tomas, es lo que haces. Muchos entrenadores son bombardeados con publicidad creativa de compañías de nutrición que garantizan ganancias en tamaño muscular y ejecución. No hay que olvidar que la mejor ayuda ergogénica es la participación regular en un programa periódico de entrenamiento, bajo la tutela de un entrenador de jóvenes cualificado³⁰.
9. Esté conectado. Los entrenadores exitosos de jóvenes son buenos oyentes y unos comunicadores excepcionales quienes entienden las necesidades individuales, habilidades e idiosincrasias. Toman tiempo para aprenderse el nombre de cada uno de los atletas, direccionan cualquier preocupación, proveen estímulos, un ánimo adecuado y muestran un interés genuino en cada participante. Un joven atleta que se siente conectado con su entrenador y con el grupo, es más probable que haga amigos y siga instrucciones y tenga menos probabilidades de prácticas disruptivas o de engancharse en comportamientos negativos³⁰.
10. Hacer un compromiso a largo plazo. Aunque algunos observadores desean resultados inmediatos y buscan soluciones rápidas a los problemas que puedan encontrar, un plan de desarrollo del atleta a largo plazo es necesario para optimizar la ejecución, reducir la probabilidad de lesiones relacionadas con la práctica, disminuir la probabilidad de deserción y producir atletas de élite. Desafortunadamente, algunos entrenadores de los jóvenes y los padres ponen demasiado énfasis en la competencia a una edad temprana y enfocan la capacitación y el desarrollo de habilidades, con poco o ningún interés en el desarrollo deportivo

a largo plazo de un joven atleta. No hay atajos para el éxito deportivo. Los observadores bien informados sugieren que toma entre 8-11 años de entrenamiento para que un atleta con talento logre niveles de élite³⁰.

11. No hay secretos. No existe una combinación óptima de series y repeticiones o un grupo mágico de ejercicios que favorezca la capacidad atlética de los jóvenes deportistas. No hay secretos, atajos, ni métodos de entrenamiento clandestinos de probada eficacia que garanticen el éxito atlético. Un compromiso a largo plazo con un entrenamiento adecuado y el desarrollo de destrezas son requeridos para proveer el camino hacia atletas de élite³⁰.
12. Nunca pare de aprender. Ser un entrenador con buenas intenciones y tener la voluntad de trabajar con los niños y adolescentes no es suficiente. La educación del entrenador es la base del desarrollo del jugador a largo plazo. Se necesita aprender de sus propias experiencias, leer literatura de su área, asistir a conferencias, hablar con entrenadores respetados, con proveedores del cuidado de la salud y con profesionales de fortalecimiento y de acondicionamiento. Es necesario a veces cambiar viejos hábitos y aprender nuevas destrezas, esto permitirá estar mejor preparado para ayudar a sus atletas en ser lo mejor que ellos puedan ser y a adaptar las sesiones de entrenamiento a la edad cronológica, del desarrollo y de entrenamiento de cada individuo³⁰.

Estos aspectos claves tomados de Figenbaum, AD y Meadors, L³⁰, muestran perspectivas importantes del entrenamiento que inciden de manera positiva en los resultados esperados de cualquier práctica deportiva, para este caso particular, el kartismo. Por esta razón es necesario hacer un programa de entrenamiento de entrenadores, que genere las competencias necesarias para que su actividad de acompañamiento a los pilotos desde temprana edad sea lo más adecuada posible.

PROCESO DE EVALUACIÓN E INTERVENCIÓN DE ACOMPAÑAMIENTO A LOS PILOTOS DE KARTING

Como ya se ha mencionado, es necesario diseñar una estrategia de evaluación de fortalezas y puntos a mejorar en cada uno de los jóvenes pilotos para definir estrategias de apoyo individualizadas que optimicen el desempeño y los resultados finales en términos de práctica deportiva y desempeño en las competencias. El objetivo no es la medicalización de una práctica deportiva como el Kartismo, sino examinar el potencial individual de cada uno de los pilotos participantes para generar propuestas de prevención de lesiones, dado el gran índice de accidentalidad, mejorar el desempeño en los entrenamientos y hacer del kartismo una práctica más segura, confiable y placentera. Los estudios han demostrado que los pilotos de carreras demuestran frecuencias cardíacas, VO₂, volúmenes ventilatorios y respuestas metabólicas similares a la de aquellos atletas que participan en básquetbol, boxeo, fútbol, también a las de corredores, y ciclistas entre otros³¹.

a. Evaluación de los pilotos.

La evaluación consta de una estrategia estandarizada que permite analizar las capacidades físicas, cognitivas y psicológicas que inciden en el desarrollo de la práctica deportiva del kartismo. Debido a que el kartismo es altamente demandante en términos físicos, es necesario hacer una adecuada evaluación de los siguientes parámetros:

1. Fuerza muscular. Manejar un carro de carreras requiere de una fuerza sustancial³¹. Prácticamente todos los grupos musculares están involucrados y se requiere una adecuada fuerza axial en el cuerpo superior, por las fuerzas de aceleración y desaceleración, en cuello se experimentan fuerzas G, por aceleración horizontal y el efecto centrífugo lateral, a lo que hay que sumarle el peso del casco. La fuerza en brazos en particular en hombros es fundamental en las competencias, al igual que la fuerza de agarre del

timón en manos, muchos pilotos mencionan que los brazos y las manos, especialmente cuando rozan los neumáticos, pareciera que se fueran a caer³¹. Pero también es importante la fuerza de miembros inferiores en particular de las piernas y las pantorrillas por la acción del acelerador y la actividad del frenado. Se requiere además fuerza en aductores de ambas caderas ya que las fuerzas G generan que ambas piernas tiendan a salirse fuera del carro en las curvas. Es necesario evaluar la fuerza muscular por medio de la escala de fuerza muscular de 0 a 5, que se usa tradicionalmente.

2. Resistencia Cardiovascular. El acondicionamiento aeróbico, es necesario para mantener la frecuencia cardíaca baja y estar en calma, se necesita estar en muy buena capacidad aeróbica para aguantar una competencia de karts prolongada. En las Guías de Actividad Física para los Americanos en 2008, se definió que los niños entre los 6 y 17 años deberían participar en actividades físicas de 60 minutos o más³². Estas actividades deberían incluir ejercicio aeróbico de intensidad moderada a vigorosa por lo menos tres veces a la semana. El acondicionamiento físico que puede conducir a un incremento en el acondicionamiento cardiorespiratorio incluye actividades como correr, jugar golosa, saltar la cuerda, actividades de escalar, bailar y muchas otras como gimnasia o actividades basadas en el campo³².
3. Postura. En el kartismo debido a la homologación requerida en los carros de carreras, se genera que el piloto debe adaptarse a las dimensiones del auto y no al contrario. Esto genera múltiples problemas y alteraciones posturales, que se asocian a la distancia de los pedales, del timón y de la silla, la cual es estándar en todas las competencias. La postura es crucial en el éxito deportivo en el automovilismo y especialmente en el Kartismo³³. Al analizar la posición del piloto se aprecia que hay una conformación de lo que se llama una cadena cinética cerrada debido a que hay apoyo distal en los pedales del carro y en el timón, lo que hace que el piloto se vincule de manera integral al auto de carreras haciendo parte de un todo, De ahí que es necesario analizar las características biomecánicas y posturales de los pilotos de carreras en la competencia y en las prácticas de preparación del deporte. Además la velocidad, la masa del automóvil y de los aditamentos como el casco, van a tener implicaciones en el desplazamiento del centro de gravedad, el cual genera fuerzas de reacción para mantener la postura y el equilibrio para contrarrestar el efecto de la fuerza G sobre el cuerpo. El análisis estático y dinámico de la postura en la práctica del kartismo se convierte entonces en un elemento fundamental de la evaluación.
4. Flexibilidad y Elasticidad. Debido a que los pilotos durante el entrenamiento y el desarrollo competitivo de su práctica deportiva tienen que estar por horas seguidas en la misma posición dentro del auto deportivo, pueden generarse problemas de retracciones musculares asociadas a dicha postura, especialmente en flexores de cadera, flexores de rodilla, flexo extensores de pies, así como en músculos pectorales, de cintura escapular y musculatura abdominal. Por tal razón es primordial hacer una evaluación completa de las posibles retracciones que presenten los pilotos, para diseñar programas de estiramiento individualizados de acuerdo con las estructuras musculares comprometidas.
5. Coordinación y equilibrio. Todas las modalidades del automovilismo requieren de respuestas motrices inmediatas, las cuales tienen que a la vez estar en un nivel excepcional, ya que hay que responder de manera inmediata a estímulos en un entorno de gran velocidad.
 - a. Coordinación sensorio-motriz. Las capacidades visomotrices más importantes en el acto de manejar un vehículo automotor son: visopercepción, movimientos balís-

ticos, el seguimiento visomotor y tiempos de reacción de los pies³⁴.

- i. Visopercepción. Se asocia a componentes de agudeza visual, que deben ser medidos por un optómetro certificado. Resolución visual se define como la separación mínima (mm) a la que un sujeto es siempre capaz de identificar correctamente el punto que está fuera del centro de una línea en un test específicamente diseñado para evaluarla³⁵.

Percepción Visual: es el proceso a través del cual la información sensorial derivada de la luz es interpretada para reconocimiento de objetos o para orientación espacial. Consta de habilidad visoperceptual y de habilidad visoespacial, los cuales son dos procesos funcionalmente y anatómicamente independientes. La distinción funcional se refiere al “que” (visoperceptual) y el “donde” (visoespacial).

La habilidad visoperceptual subsume la forma o la discriminación de patrones. El color, la forma y otras características intrínsecas son procesados por el sistema visoperceptual independiente de las dimensiones espaciales de un objeto o el ambiente.

La habilidad visoespacial es el proceso de orientación visual en el espacio, independiente de las características intrínsecas del objeto y el ambiente. La profundidad y el movimiento son subsumidos por este sistema³⁶.

Las pruebas de evaluación de conducción analizan la percepción estática y la percepción dinámica mediante pruebas específicas diseñadas para tal fin³⁵.

- ii. Movimientos balísticos. Los movimientos que se realizan con la máxi-

ma velocidad y aceleración pueden considerarse acciones balísticas. Las acciones balísticas se caracterizan por altas frecuencias de disparo, tiempos de contracción breves, y altas tasas de desarrollo de la fuerza³⁷. En las actividades de automovilismo se analizan en términos de tiempos de reacción, tiempos de movimiento, tiempo total y velocidad pico³⁵.

- iii. Seguimiento visomotor. Los seres humanos tenemos la capacidad de sincronizar los movimientos de las extremidades de acuerdo a las cambiantes condiciones ambientales, tanto en condiciones esperadas e inesperadas. Esta capacidad de adaptación a las condiciones ambientales cambiantes, requiere del sistema neuro-motor para hacer correcciones en la trayectoria de una extremidad, manteniendo la precisión y la estabilidad. Las tareas de seguimiento visomotor tienen que ver con los mecanismos subyacentes que respaldan los ajustes correctivos en el seguimiento de un objeto en movimiento sobre la base de la información visual recibida³⁸. En automovilismo se evalúa el seguimiento sinusoidal, el aleatorio y el seguimiento por pasos³⁵.

- iv. Tiempos de reacción de los pies. Tiene que ver con los tiempos de reacción y de movimiento de los pies al acelerar, al frenar un vehículo automotor³⁵.

- b. Propiocepción: La propiocepción es un subsistema del sistema somatosensorial, que también incluye el dolor, el tacto y la sensación de temperatura de la piel y estructuras musculoesqueléticas. Es el propio sentido de la posición y el movimiento del cuerpo, que incluye posición estática de un segmento corporal, desplazamiento, velocidad, aceleración y sentido muscular de la fuerza o esfuerzo³⁹. Esta información sensorial es derivada del cambio

en estructuras internas, como opuestas a los estímulos externos (exterocepción). Señales derivadas de varias terminaciones nerviosas, que son propioceptores, en respuesta a deformación mecánica y que se transforman en impulsos eléctricos que son representados en los niveles consciente (corteza cerebral) e inconsciente (cerebelo) del sistema nervioso central⁴⁰. Esas señales son transformadas en posición relativa y parámetros de movimiento. La cinestesia (Kinesis: movimiento, aisthesis: sensación) o sentido del movimiento, es un componente de la propiocepción. La función propioceptiva puede ser alterada por una lesión. Hay test específicos de propiocepción los cuales se basan en medir indirectamente el umbral a la detección del movimiento pasivo y la reproducción de la posición articular, los test clínicos de propiocepción incluyen el tener a los pacientes con los ojos cerrados y que estos noten cuando y en qué dirección es movido un segmento corporal, tocando un punto en el cuerpo con precisión, haciendo coincidir las posiciones o movimientos, del miembro / segmento y observando el número de errores⁴¹.

6. Funciones cognitivas. Las funciones cognitivas son fundamentales en el desempeño del automovilismo, por un lado están implicadas en la prevención de lesiones y en mejorar el rendimiento deportivo. Las principales funciones cognitivas involucradas son las siguientes:

a. Atención. Se define como la focalización selectiva en una persona, objeto o acontecimiento específicos, excluyendo otros estímulos extraños, se considera una de las bases de la consciencia⁴². Hay diferentes tipos de atención que están involucrados en el entrenamiento y en la práctica del automovilismo.

i. Atención focalizada⁴³. Es la habilidad de responder discretamente a un estímulo específico visual, táctil o auditivo.

ii. Atención sostenida⁴³. Se refiere a la capacidad de mantener una respuesta comportamental consistente durante una actividad continua y repetitiva. Un ejemplo es el mantener la concentración durante toda la competencia.

iii. Atención selectiva⁴³. Se refiere a la habilidad de mantener una serie comportamental o cognitiva en presencia de un estímulo distractor o competitivo. Se incorpora la noción de libre de distractibilidad. La ansiedad, preocupaciones pueden ser un estímulo distractor, un ejemplo es mantener el foco en la competición a pesar de lo que ocurre en el entorno.

iv. Atención alternante⁴³. Se refiere a la capacidad de flexibilidad mental que permite a los individuos desplazar su foco de atención y moverse entre tareas de diferentes requerimientos cognitivos, controlando de esa manera cual información será selectivamente procesada.

v. Atención dividida⁴³. Comprende la habilidad de responder simultáneamente a distintas tareas o múltiples demandas de tareas. Esta última se ha considerado crucial en el manejo de vehículos automotores³⁴ y más en la época actual en donde hay tantos elementos adicionales que se han involucrado al acto de conducir.

b. Memoria. Es el almacenamiento de la información aprendida⁴². De acuerdo con Budson AE y Price BH, la memoria es ahora entendida como una colección de habilidades mentales que dependen de varios sistemas dentro del cerebro⁴³. Un sistema de memoria es la manera como el cerebro procesa la información que será disponible para su uso en un tiempo posterior. Hay varios sistemas de memoria que facilitan su comprensión y que también están implicados en la práctica del automovilismo.

Un sistema está relacionado con las experiencias conscientes (explícita) y que puede ser conscientemente llamada declarativa, mientras que otro sistema es expresado por cambios en el comportamiento (implícita) y es típicamente inconsciente, no declarativa⁴⁴. También la memoria puede ser categorizada de acuerdo con la naturaleza del material a ser recordado, por ejemplo visoespacial, en el caso del automovilismo tiene que ver por ejemplo con recordar la forma de la pista.

- i. Memoria episódica⁴⁴. Se refiere a un sistema de memoria explícita y declarativa usada para llamar experiencias personales enmarcadas en el propio contexto, tal como una historia o lo que se comió la noche anterior.
- ii. Memoria semántica⁴⁴. Se refiere principalmente al almacenamiento general de conocimiento conceptual o de hechos. Por ejemplo el color de un león o el primer presidente del país.
- iii. Memoria de procedimiento⁴⁴. Se refiere a la capacidad de aprender destrezas cognitivas y del comportamiento así como algoritmos que son usadas a un nivel automático o inconsciente. Es no declarativa pero durante la adquisición puede ser tanto explícita (aprender a manejar un auto con una transmisión estándar) o implícita (aprender la secuencia de números en un teléfono sin esfuerzo consciente). Este tipo de memoria es muy importante en el automovilismo, ya que las personas con un mínimo esfuerzo acceden al manejo de la máquina haciéndolo de forma automática, sin tener que estar conscientes a todo momento de lo que se está realizando.
- iv. Memoria de trabajo⁴⁴. Es una combinación de los campos tradicionales de atención, concentración y memoria a

corto plazo. Se refiere a la capacidad de mantener y manipular temporalmente la información que uno necesita mantener en mente. Requiere de una participación consciente Y se divide en dos componentes: información fonológica (mantener en la cabeza un número telefónico) o espacial (seguimiento mental de una ruta, en este caso la pista de carreras). Uno puede almacenar esa información en sistemas de memoria a largo plazo o lo puede descartar.

- c. Funciones ejecutivas. Se refieren a las habilidades cognitivas comprometidas en la iniciación, planeamiento, secuenciación y regulación del comportamiento. Constituye un sistema de orden superior que media la auto iniciación del comportamiento y gobierna la eficiencia y lo apropiado de la ejecución de una tarea ⁴³. Hacen referencia a una constelación de capacidades cognitivas implicadas en la resolución de situaciones novedosas, imprevistas o cambiantes y de forma consensuada, pueden agruparse en una serie de componentes:
 - Las capacidades necesarias para formular metas.
 - Las facultades implicadas en la planificación de los procesos y las estrategias para lograr los objetivos.
 - Las habilidades implicadas en la ejecución de los planes.
 - El reconocimiento del logro/no logro y de la necesidad de alterar la actividad, detenerla y generar nuevos planes de acción⁴⁵.

De lo anterior se desprende la importancia de estas funciones en el entrenamiento como en el desempeño en el automovilismo. Se ha demostrado que el ejercicio aeróbico tanto agudo como crónico, pro-

mueve las funciones ejecutivas de los niños^{46,47,48}. Al desglosar con mayor precisión las funciones ejecutivas específicas podemos evidenciar como se asocian a una competición automovilística⁴³:

- **Iniciación y direccionamiento.** Comenzar el comportamiento. Arrancar la competencia justo cuando se da la partida.
- **Inhibición de la respuesta.** Detener el comportamiento. Esperar a que se dé el inicio de la competencia y no arrancar antes. Disminuir la marcha cuando se muestra la bandera amarilla.
- **Persistencia de la tarea.** Mantener el comportamiento. El piloto es capaz de terminar la carrera a pesar de las adversidades que se puedan presentar, mantiene la atención durante el recorrido y logra llegar hasta el final.
- **Organización.** Organización de ideas y pensamientos. El piloto identifica toda la secuencia de acciones en la carrera, evita elementos y pensamientos que lo puedan distraer.
- **Pensamiento generativo.** Creatividad fluencia y flexibilidad cognitiva. El piloto genera soluciones a problemas y piensa de manera flexible su solución. Por ejemplo faltan cuatro vueltas para terminar la competencia y el combustible se está agotando, el piloto tiene que decidir entre arriesgarse a seguir o cargar combustible.
- **Conciencia.** Monitorizar y modificar el propio comportamiento. El piloto es consciente de las reglas de la competencia y maneja sus impulsos ante los resultados adversos.

Estos elementos son críticos para el logro adecuado del desempeño deportivo, que

no va dirigido únicamente a ganar sino a garantizar un desempeño adecuado durante los entrenamientos y más aún durante las competencias. De un adecuado manejo de las funciones ejecutivas dependerá en muchas ocasiones el éxito o el fracaso.

5. Importancia del acompañamiento y estrategias asociadas.

Para el logro adecuado de las competencias físicas y cognitivas esperadas en las carreras de autos es necesario realizar una evaluación integral de los elementos anteriormente descritos y en caso de encontrar debilidades en algunas de las áreas diseñar estrategias de acompañamiento bien sea terapéutico o pedagógico, para mejorar el desempeño y el disfrute de la práctica deportiva. De manera general se expone a continuación las estrategias principales dirigidas a cada una de las áreas, considerando que un factor primordial, el psicológico por su extensión, ha quedado aparte del enfoque de esta revisión:

- a. **Acondicionamiento físico musculo esquelético:** tiene que ver con la función integrada de fuerza muscular, resistencia muscular, y potencia muscular para posibilitar la ejecución de trabajo en contra del propio peso corporal o de una resistencia externa⁴⁹.
 - i. **Fuerza muscular,** es la habilidad de producir un trabajo medible dentro de un músculo o un torque en una o múltiples articulaciones durante una contracción voluntaria máxima.
 - ii. **Potencia muscular,** refleja la velocidad a la cual esos músculos ejecutan el trabajo.
 - iii. **Resistencia muscular,** es la habilidad de los músculos para ejecutar contracciones voluntarias repetidas en contra de una carga constante.

Stodden D y Brooks T, han propuesto unas fases de acuerdo con la edad de los participantes en las actividades deportivas para desarrollar un adecuado acondicionamiento físico músculo esquelético⁴⁹:

- i. Fase preparatoria (2-5 años). Las metas de esta fase son proveer experiencias amplias de movimiento en un ambiente de estimulación enriquecido. Una típica prescripción del programa sería: 10 minutos de conciencia corporal y creatividad de movimiento (cuclillas, agacharse, subir, caer), 5 minutos de manipulación de objetos (recoger/colocar y lanzar balones, objetos, etc.), 5 minutos de coordinación (destrezas de ritmo, brincar, saltar), 5 minutos de cooperación y seguimiento de reglas (simón dice, etc.) y 5 a 10 minutos de juego libre semi-estructurado. Consiste en un programa de entrenamiento neuromuscular integrativo.
- ii. Fase de Descubrimiento (6-9 años). Las metas de esta fase deberían ser proveer experiencias de movimiento continuo en un ambiente progresivamente más estimulante. Hay por lo tanto un incremento en la duración del ejercicio y la complejidad en cada categoría. El programa sería: 10 minutos de conciencia corporal y creatividad, 10 minutos de manipulación de objetos, 10 minutos de coordinación, 10 minutos de cooperación y seguimiento de reglas y 5-10 minutos de juego libre semi-estructurado.
- iii. Fase de exploración (10-13 años). Las metas de esta fase de exploración serían construir sobre destrezas y capacidades adquiridas durante las fases previas de maneras previamente adquiridas en maneras progresivamente más desafiantes. Es una etapa más formal, pero tal aprendizaje y movimien-

tos debe ser más divertida que como un trabajo en sí; el programa sería así: 10 minutos de destrezas de arcos de movilidad/movimiento, 15 minutos de preparación general sistémica de ejercicios (salto alternando piernas y brazos, burpees, saltos sobre un solo sitio, saltar cuerda, etc.), 10 minutos de facilitación de la coordinación (destrezas de ritmo, conciencia espacial, etc.), 10 minutos de fortalecimiento sistémico (arrastrándose, cuclillas, destrezas técnicas en barras), y 10-15 minutos de juego estructurado o semiestructurado (cursos de obstáculos, agilidad, etc.).

- iv. Fase de transformación (Más de 14 años). La meta es usar la fluencia motriz previamente adquirida y aplicar patrones de movimiento en maneras más suaves, controladas e incrementalmente especializadas. Es decir va dirigido hacia una refinación de las habilidades y de la ejecución deportiva. Un programa típico sería así: 5-10 minutos para mejorar la calidad de tejido (rollo de espuma, auto liberación miofascial), 10 minutos de arcos de movilidad/ activación/ejercicio de movilidad del torso, 10 minutos de ejercicios de preparación general sistémica (ejercicios dinámicos de movilidad específica), 20 minutos de fuerza y técnicas de potencia, (ejercicios de arremetida o lunges, sentadillas, levantamiento de pesas), diez minutos e ejecución de potencia (varios saltos y lanzamientos explosivos con balón medicinal), y 10-15 minutos de ejercicios de estiramiento/movilidad estática.
- b. Fortalecimiento muscular específico para pilotos de carreras.

Ebben W, de la Universidad de Wisconsin propone los siguientes ejercicios para

mejorar la fuerza y el acondicionamiento físico en pilotos de carreras⁵⁰:

- Ejercicios de fortalecimiento lateral del cuello.
- Ejercicios de fortalecimiento anterior y posterior del cuello.
- Ejercicios de manejar el timón simulado (con pesas)
- Levantamiento de pesas sobre la cabeza, en posición sentado.
- Fortalecimiento de bíceps (arm curl)
- Fortalecimiento axial lateral
- Ejercicios de reacción manual
- Ejercicios de reacción de los pies
- Ejercicios en escaladora (sentado)
- Ciclo ergómetro con simulación de timón
- Ejercicios en ergómetro de remo.

Finaliza el autor mencionando que este es un punto de partida para fortalecimiento y el acondicionamiento de los pilotos de acuerdo con sus necesidades específicas⁴⁹. La sola participación regular en actividades deportivas organizadas, no asegura que los niños y adolescentes automáticamente puedan beneficiarse para mejorar su salud y reducir el riesgo de lesiones^{51, 52}, por tal razón es necesario brindar un acompañamiento tanto a los practicantes del deporte como a los entrenadores y las familias para que la práctica deportiva favorezca los procesos de desarrollo en los niños y niñas.

CONCLUSIONES:

El ejercicio y el deporte con el aumento del sedentarismo es cada vez más importante en la niñez. En medicina física y rehabilitación uno de los pilares fundamentales es la prescripción de ejercicio, en el caso de la práctica deportiva el acompañamiento a las personas en el desarrollo de sus habilidades y destrezas debe basarse en la prevención y el manejo de las lesiones musculoesqueléticas que se puedan producir. Este abordaje es multidisciplinario y por supuesto que debe contar con el asesoramiento de un médico deportólogo, es necesario emplear to-

das las actividades que impliquen disminuir al máximo los riesgos inherentes de la actividad.

El Kartismo y el automovilismo son unas disciplinas deportivas muy exigentes y demandantes desde el punto de vista físico, psicológico y cognitivo. Debido a que muchos pilotos comienzan sus entrenamientos en la edad preescolar y escolar, es necesario tener en mente los procesos de evaluación, entrenamiento y tratamiento cuando sea necesario, las necesidades específicas asociadas al rango de edad, a la etapa de aprendizaje y desempeño en que se encuentran trabajando no solo directamente sobre el niño o la niña, si no sobre sus padres y entrenadores que son los que a la larga contribuirán a una práctica deportiva exitosa pero ante todo placentera.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Karting [internet]. Estados Unidos [actualizado día del mes del año; consultado el 27 de febrero de 2014]. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Karting>
2. CIK-FIA [internet]. Estados Unidos: Definitions & Classification; 2014 [actualizado el 6 February de 2014; consultado el 27 de febrero de 2014]. Disponible en: http://www.cikfia.com/fileadmin/content/REGULATIONS/Sporting/Sporting%20Regulations/2014/Web_DC2014.pdf
3. Autódromos S.A. Colombia [internet]. Colombia: Kartódromo.Categorías en Colombia. [actualizado el día del mes del año; consultado el 27 de febrero de 2014]. Disponible en: http://www.autodromos-sa.com/Autodromos/Campeonatos/CNA2013_/CAMPEONES_2013/Kartódromo_5-72.html?Map=Autódromos+S.A
4. FEDEKART, Nariño [internet]. Colombia: Karting de Colombia, Comfamiliar

- Nariño. Reglamento Particular I Válida Campeonato Regional de Karts; . 31 de Enero de 2015. [actualizado el 31 de enero de 2015; consultado el 23 Julio 2015]. Disponible en: <http://www.fedekart.net/pdf/enero2015/REGLAMEN-TO%20PARTICULAR%20I%20VALIDA%202015%20NKC.pdf>
5. Fedekart. [internet]. Colombia: Categorías. [actualizado el día del mes del año; consultado el 27 de julio de 2015]. Disponible en: <http://fedekart.com/index.php/clubes>
 6. Bentley R. How the driver's mind works. En: *Ultimate Speed Secrets. The complete guide to high-performancend race driving*. First edition. China: Motorbooks; 2011.
 7. Eker HH, Van Lieshout EM, Den Hartog D, et al Trauma Mechanism and Injuries Associated with Go-Karting. *The open Orthopaedics Journal* 2010;(4): 107-10.
 8. Yimlaz KB, Akinci M, KayaO, Kulaçoglu H. Emergency surgery due to go-kart injuriesw: report of two consecutive cases. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg* 2012;(18):458-60.
 9. Ebben WP, Suchomel TJ. Physical Demands, Injuries, And Conditioning Practices of Stock Car Drivers. *J Strength and Cond Res* 2012; (26): 1188-98.
 10. Miller SS, Proctor D. Go-Kart injuries at a Fairground. *BMJ* 1973; (3): 685-86.
 11. Youngson GG, Baker R. Go-Kart Injuries. *Injury* 1978; (9):212-15.
 12. Ng CP, Chung CH. Go-kart related injuries: a local scene. *Hong Kong J Emerg Med* 2005; (12): 14-22.
 13. Ahmad M, Sinha P, Al-Tamimi YZ, Sylvester D, et al. The Isadora síndrome: A case report of cervical, oesophageal and tracheal transection in a go-karting accident. *Br J Neurosurg* 2011; (25):310-12.
 14. Seims AD, Shellenberger TD, Parrish GA, Lube MW. Cervical tracheal transection after scarf entanglement in a Go-Kart Engine. *J Emer Med* 2013; (45): e13-e16.
 15. Güven E, Basaran K, Meyzín B, Keklik B, et al. Replantation of scalp avulsión following a go-kart accident: a case report. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg* 2011;(17):177-79.
 16. Sawyer JR, Beebe M, Creek AT, Yantis M, et al. Age-related patterns of spine injury in children involved in all-terrain vehicle accidents. *J Pediatr Orthop* 2012;(32): 435-39.
 17. Salvi D, Marc R, Casimiro J, Cristina M, et al. Epidemiological study of injuries Arising from karting competition in children. *J Community Med Health Educ* 2014;(4):1-4.
 18. Myer GD, Lloyd RS, Brent JL, Faigenbaum AD. How Young is "Too Young" to start training? *ACSMs Health fit J*. 2013;(17):14-23.
 19. Sturner RA, Howard BJ. Preschool Development 1. Communicative and Motor Aspects. *Pediatr Rev* 1997; (18): 291-301.
 20. Singh GK, Kogan MD, Siahpush M, van Dyck PC. Independent and joint effects of socioeconomic, behavioral, and neighborhood characteristics on physical inactivity and activity levels among US children and adolescents. *J Community Health* 2008;(33):206-216.

21. Larun L, Nordheim LV, Ekeland E, Hagen KB, Heian F. Exercise in prevention and treatment of anxiety and depression among children and young people. *Cochrane Database Syst Rev* 2006;19(3): CD004691.
22. Calfas KJ, Taylor WC. Effects of physical activity on psychological variables in adolescents. *Pediatr Ex Sci* 1994; (6):406-423.
23. Myer GD, Faigenbaum AD, Chu DA, Falkel J, et al. Integrative Training for children and adolescents: Techniques and practices for reducing sports-related injuries and enhancing athletic performance. *The Phys and Sport Med* 2011;(39): 74-84.
24. Adirim TA, Cheng TL. Overview of injuries in the young athlete. *Sports Med.* 2003;33(1):75–81.
25. Stein C, Micheli L. Overuse injuries in youth sports. *Phys Sportsmed.* 2010;38(2):102–108.
26. Faigenbaum AD, Kraemer WJ, Blimkie CJ, et al. Youth resistance training: updated position statement paper from the national strength and conditioning association. *J Strength Cond Res.* 2009;23(5 suppl):S60–S79.
27. Myer GD, Paterno MV, Ford KR, Hewett TE. Neuromuscular training techniques to target deficits before return to sport after anterior cruciate ligament reconstruction. *J Strength Cond Res.* 2008;22(3):987–1014.
28. Myer GD, Lloyd RS, Brent JL, Faigenbaum AD. How Young is “To Young” to start training? *ACSMs Health Fit J* 2013; (17):14-23.
29. Myer GD, Faigenbaum AD, Chu DA, Falkel J, Ford KR, Best TM, Hewett TE. Integrative training for children and adolescents: techniques and practices for reducing sports-related injuries and enhancing athletic performance. *Phys Sportsmed.* 2011; (39):74–84.
30. Faigenbaum AD, Meadors L. *A Coaches Dozen: 12 FUNDamental Principles for Building Young and Healthy Athletes.* *Strength and Cond J* 2010; (32): 99-101.
31. Ebben WP, Suchomel TJ. Physical Demands, Injuries, and Conditioning Practices of Stock Car Drivers. *J Strength Cond Res* 2012; (26): 1188-98.
32. U.S.Department of Health and Human Services [internet] Estados Unidos: Physical activity guidelines for Americans. Washington, DC; 2008 [Actualizado el día del mes del año; consultado el 21 de julio de 2015]. Disponible en: <http://www.health.gov/paguidelines/pdf/paguide.pdf>.
33. EvenFlow Kart Driver Coaching [internet]. Estado Unidos: Body Posture - The Karting Secret that Transforms Kart Drivers. [actualizado el día del mes del año; consultado el 7 de marzo 2014]. Disponible en: http://evenflow.co.uk/index.php?option=com_content&view=article&id=65:body-posture-the-karting-secret-that-transforms-kart-drivers&catid=35:kart-driving-articles&Itemid=78
34. Innes CRH, Jones RD, Dalrymple-Alford JC, Jayes S, et al. Sensory-motor and cognitive test predict driving ability of personas with brain disorders. *J of Neurol Sci* 2007; (260): 188-98.
35. Canterbury Driving Assessment Tool (CanDAT) [internet]. Incorporating

- SMCTests version 5.0. [actualizado el día del mes del año; consultado el 7 de marzo de 2014]. Disponible en: http://www.neurotech.org.nz/files/CanDAT_SMC-Tests_User_Manual.pdf
36. Snyder PJ, Nussbaum PD, Robins DL. *Clinical Neuropsychology*. 2nd ed. Washington: American Psychological Association; 2005. 547p.
 37. Zehr EP, Sale DG. Ballistic movement: muscle activation and neuromuscular adaptation. *Can J Appl Physiol* 1994; (19): 363-78.
 38. Ryu YU, Buchanan JJ. Accuracy, Stability, and Corrective Behavior in a Visuomotor Tracking Task: A Preliminary Study. *PLoS ONE* 2012; 7 (e38537): 1-6.
 39. Ogard WK. Proprioception in Sports Medicine and Athletic Conditioning. *Strength and Cond J* 2011; (33): 111-18.
 40. Lundy-Eckman L. Somatosensory system. In: *Neuroscience: Fundamentals for Rehabilitation* (3rd ed). Lundy-Eckman L, ed. Philadelphia, PA: Saunders Elsevier, 2007. pp. 105–128.
 41. Goble DJ. Proprioceptive acuity assessment via joint position matching: From basic science to general practice. *Phys Ther* 2010; (90): 1176-84.
 42. Kandel ER, Jessell TM, Schwartz JH. *Neurociencia y conducta*. 1 ed. Madrid: Prentice Hall; 1997.
 43. Sohlberg MM, Mateer CA. *Cognitive Rehabilitation. An integrative neuropsychological approach*. New York: Guilford; 2001.
 44. Budson AE, Price BH. Memory Dysfunction. *NEJM* 2005; (352): 692-99.
 45. Muñoz-Céspedes JM, Tirapu-Ustárriz J. Rehabilitación de las funciones ejecutivas. *Rev Neurol* 2004; (38): 656-63.
 46. Landry BW, Whateley-Driscoll SW. Physical activity in children and adolescents. *PM&R* 2012; (4): 826-32.
 47. Hillman CH, Kamijo K, Scudder M. A review of chronic and acute physical activity participation on neuroelectric measures of brain health and cognition during childhood. *Prev Med* 2011;52:S21-S28.
 48. Best JR. Effects of physical activity on children's executive function: Contributions of experimental research on aerobic exercise. *Dev Rev* 2010;(30):331-351.
 49. Stodden D, Brooks T. Promoting Musculoskeletal Fitness in Youth: Performance and Health Implications From a Developmental Perspective. *Strength and Cond J* 2013; (35): 54-62.
 50. Ebben W. Strength and Conditioning for Sock car Racing. *Strength and Cond J* 2010; (32): 16-27.
 51. Leek D, Carlson JA, Cain KL, Henrichon S, et al Physical Activity During Youth Sports practices. *Arch Pediatr Adolesc Med*. 2011;(165): 294-99.
 52. Pate RR, O'Neill JR. Youth sports programs: contribution to physical activity. *Arch Pediatr Adolesc Med*. 2011;(165):369-70.