

UAI

Universidad Abierta Interamericana

Licenciatura en actividad física y deporte

El estudio de las fuerzas G en pilotos de Fórmula 1

Prof: Florencia Paula Ferrero

Juan Cruz Azar

24 de diciembre de 2024

Agradecimientos:

Quiero agradecer a las licenciadas Paula Ferrero, Melissa Tobar y Camila Páez por su invaluable apoyo y dedicación durante este trabajo. Sus conocimientos, experiencia y orientación han sido fundamentales para llevar a cabo esta tesis.

Y en especial, quiero agradecer a mi familia por estar siempre a mi lado, apoyándome de forma incondicional para que pueda lograr todas mis metas y objetivos.

Índice

Agradecimientos 2

Resumen 4

Abstract 5

Introducción 6

Pregunta de Investigación 6

Objetivos 6

Objetivo General 6

Objetivos Específicos 6

Antecedentes 10

Justificación o Relevancia del Trabajo 11

Hipótesis 11

Metodología 11

Diseño de la Investigación 11

Participantes 12

Instrumentos 12

Procedimientos 12

Criterios de Inclusión y Exclusión. 13

Reporte de Resultados 13

Análisis de datos 13

Discusión 15

Conclusiones 16

Referencias Bibliográficas 17

Resumen

Este estudio examina el impacto de la fuerza G en el rendimiento de los pilotos de Fórmula 1. El objetivo general es evaluar el impacto de la fuerza G en el rendimiento de los pilotos de Fórmula 1. La metodología utilizada fue la siguiente, el enfoque fue cuantitativo, el diseño fue caso único experimental, el alcance fue exploratorio. Participó un chico de 21 años que compite en la categoría Formula 1 Argentina, se utilizó un acelerómetro para medir las fuerzas experimentadas por un piloto durante una carrera. Los resultados muestran que afecta significativamente el rendimiento, especialmente en el cuello y la resistencia muscular, los pilotos necesitan entrenamiento específico para soportar estas fuerzas y mejorar su rendimiento. En conclusión, la fuerza G es un factor crucial para obtener el éxito en la Fórmula 1 y comprender su impacto es esencial para optimizar el rendimiento y la seguridad de los pilotos. En el caso particular de esta investigación, los resultados fueron menores a los esperados debido al tiempo de prueba.

Abstract

This study examines the impact of G-force on Formula 1 driver performance. The overall objective is to assess the impact of G-force on Formula 1 driver performance. The methodology used was as follows, the approach was quantitative, the design was single-case experimental, the scope was exploratory. A 21-year-old boy competing in the Formula 1 Argentina category participated, an accelerometer was used to measure the forces experienced by a driver during a race. The results show that it significantly affects performance, especially in the neck and muscle endurance, drivers need specific training to withstand these forces and improve their performance. In conclusion, G-force is a crucial factor to achieve success in Formula 1 and understanding its impact is essential to optimize driver performance and safety. In the particular case of this research, the results were lower than expected due to the test time.

Introducción

La Fórmula 1 es uno de los deportes más exigentes y competitivos del mundo, donde los pilotos están sometidos a condiciones extremas de velocidad, aceleración y fuerza gravitacional. Según Alonso (2012), la fuerza G se la considera como la unidad que equivale a la aceleración de la gravedad terrestre, que genera una reacción de la misma intensidad, dirección y sentido opuesto, provocando así una fuerza de inercia que actúa sobre el piloto en distintas direcciones. La fuerza G, en particular, es un factor crítico que puede afectar significativamente el rendimiento de los pilotos, ya que puede influir en su capacidad para controlar el vehículo, tomar decisiones rápidas y mantener su concentración durante periodos prolongados, por esto mismo, surge la pregunta de ¿Existe una correlación entre la tolerancia a las fuerzas G y el éxito de un piloto en Fórmula 1?

A pesar de la importancia de la fuerza G en la Fórmula 1, existen pocos estudios que hayan investigado su impacto en el rendimiento de los pilotos. Por lo tanto, el objetivo de esta tesis es evaluar el impacto de la fuerza G en el rendimiento de los pilotos de Fórmula 1, identificando los efectos fisiológicos y psicológicos que experimentan durante las carreras y desarrollando estrategias para mitigarlos y de este, se desprenden propósitos más específicos, tales como:

- Determinar qué tipos de la fuerzas G son claves en el automovilismo de la Fórmula 1
- Identificar en la lectura existente los diferentes entrenamientos para fortalecer y soportar las cargas de la fuerza G durante los grandes premios de la Fórmula 1.

En el estudio de Reid (2019), se mencionan los diferentes desafíos fisiológicos que incluyen factores ambientales, físicos y cardiovasculares que deben enfrentar en cada carrera los conductores y su equipo de boxes.

Esta investigación se centrará en analizar la relación entre la fuerza G y el rendimiento deportivo de los pilotos, el cual se define como un conjunto de habilidades del individuo y como estas se relacionan con su estado mental (Aldas Ramos, 2018).

También, en el rendimiento del piloto, se incluyen variables como la velocidad, la aceleración, la fatiga muscular y mental, la concentración y la toma de decisiones. Además, se explorarán las diferencias individuales en la percepción y el manejo de la fuerza G entre los pilotos, con el fin de identificar patrones y tendencias que puedan ser útiles para mejorar el rendimiento y la seguridad en el deporte.

En términos de rendimiento, que el piloto tenga un cuello desarrollado y bien entrenado, le permitirá afrontar las exigencias y demandas requeridas para un gran premio de Fórmula 1; un piloto, para ser un piloto completo, necesita estar bien preparado, tanto física como mentalmente. En la parte física, se hace énfasis en un método de entrenamiento, en el cual, no se prioriza la fuerza (hipertrofia), sino que el individuo prioriza fortalecer su cuello, la zona media (core),en lo cual es importante mencionar a Oltra (2015) que especifica sobre que un core bien entrenado es esencial para un rendimiento óptimo y la prevención de lesiones, especialmente algias lumbares. También se debe mencionar que los plantares de los pies y la movilidad de manos son importantes a la hora de darle relevancia en el entrenamiento de la fórmula 1. En estos entrenamientos, se utilizan máquinas adaptadas a situaciones reales que el piloto atraviesa en la pista; son métodos en los cuales no tienen una duración de más de 10 segundos promedio, debido a que, en ese intervalo de tiempo, el corredor realiza una gran demanda y exigencia física.

El calendario de Fórmula 1 consta de 24 grandes premios,que están distribuidos por todo el mundo y comienza en marzo y finaliza en diciembre.

Los pilotos pasan gran parte de su semana en el simulador, entrenando y reconociendo la pista. La sesión de entrenamiento específica y orientada al rendimiento físico del piloto, suele ser una o dos veces por semana, en un lapso de 120 minutos; estas sesiones tienen que ser planificadas y realizadas al detalle de la excelencia, debido a que una mala planificación y realización de un

entrenamiento de este calibre, puede traer consecuencias negativas para el desarrollo integral del piloto.

Las demandas físicas, llevan al piloto a tener fatiga muscular, déficit de atención y toma de decisión. En cuanto a fatiga muscular, suelen perder de 2 a 4 kg por carrera, sumado a la gran cantidad de líquido expirado por la transpiración. Los déficit de atención se generan por cansancio y distracciones o factores sorpresa que aparecen en cualquier momento de la pista, esto deriva a la toma de decisiones, que si el corredor no está 100% enfocado y metido en la carrera, cualquier decisión errónea le puede llegar a costar la vida. En la investigación de Nuñez (2024) se habla sobre las diferentes exigencias que se expone el atleta como el calor, el estrés cardiovascular y el aire ambiente producto de los gases que derivan de la combustión. Conocer las lesiones más frecuentes, generar estrategias de trabajo preventivo y mejorar la recuperación de la capacidad física del piloto.

En cuestiones mentales, el piloto realiza un trabajo interdisciplinario con un psicólogo especializado en el tema de los diversos factores, como por ejemplo, emociones, resultados, demandas, presiones, relaciones, popularidad y redes sociales. Todos estos factores influyen tanto interna como externamente en el rendimiento del piloto.

En cuanto al factor de la seguridad, a lo largo de los años y utilizando los nuevas tecnologías disponibles a sus alcances, se crearon instrumentos desde el casco, en 1952, ya que previamente, los pilotos corrían con gorras de tela junto a gafas de protección, pero los gorros cambiaron a cascos de corcho. Su evolución incluye el Nomex (una fibra de meta-aramida resistente al calor y

a las llamas), se implementaron viseras reforzadas y los cascos pasaron a ser integrales. Llegó el siglo XXI y los cascos eran de fibra de carbono, manteniéndose su resistencia al fuego.

Luego de eso, se implementaron las barras anti vuelco, las cuales aparecieron en 1961, que consisten en una estructura curvada interna de acero que se incorpora a la carrocería y ayuda a aumentar la seguridad en volcadas y colisiones. Su principal función es evitar que los pilotos queden aplastados dentro del vehículo, ya que mantienen el espacio del cockpit seguro para que no sea difícil sacar al conductor.

Otra medida de seguridad que debería de haber sido obligatorio desde 1950 en el primer campeonato de Fórmula 1 pero no sucedió sino hasta 1972. Antes de eso, los pilotos optaron por no usarlos ya que, si el auto se incendiaba, podrían salir más rápido.

El cinturón ha evolucionado a lo largo de los años y actualmente los pilotos trabajan con arneses de seis puntos y con una hebilla central a la altura del estómago. Además, cuentan con cinturones sobre cada hombro y correas que los sujetan de forma segura. Los cinturones también ayudan a que el piloto se mantenga estable en el auto.

Las celdas de supervivencia o monocasco, es el tipo de chasis construido de una sola pieza. Se introdujo en 1981 y está conformado con un compuesto especial de 6 milímetros de fibra de carbono, reforzado con una capa de Kevlar para aguantar fuertes golpes.

El monocasco, la primera línea de defensa de un auto, es casi indestructible está diseñado de tal forma que su estructura puede resistir una cantidad considerable de energía como la que se puede dar en un choque.

En 1996, se introduce el acolchado. Está hecho de un material especial que ayuda a absorber los impactos de mejor manera y evitar un latigazo cervical, muy común a altas velocidades. Su

función es reducir la tensión que puede tener la cabeza y el cuello de los pilotos por la fuerza G, que puede llegar a ser de hasta 6G en curvas.

Después de varios años, en 2003, llega el HANS (Head and Neck Support), un dispositivo que limita el movimiento de la cabeza y cuello del piloto, con el que se evitan lesiones en los accidentes, ya que reduce la tensión del cuello en incidentes en un 72%.

Esto mismo, provocó opiniones encontradas entre los pilotos y todo aquel involucrado al mundo del deporte motor, hasta que se comprobó su utilidad.

Antecedentes

Los autores Kellar (1999), Jenkins (2010), Reid (2019), De la vega (2018), Alonso (2012), Rivas (2023), Aguilar Cordero (2014) y Vega (2017) basaron sus estudios evolución y avances tecnológicos a lo largo de la historia en Fórmula 1 y se llegaron a la conclusión de que a medida que avanzaron los años, fueron innovando y perfeccionando las medidas de seguridad y eficiencia de las carreras para un mayor espectáculo y beneficios para el público y pilotos.

En cambio, Autores como Guayllas (2021) y Dhakar (2016) investigaron sobre las incidencias e investigaciones sobre los efectos aerodinámicos en la fórmula 1. Se llegó a deducir que estas dos investigaciones, nos muestran como diversas partes y sistemas del auto, pueden afectar indirectamente la fuerza g en el piloto.

Por último, los estudios de Aldas Ramos (2018), Nuñez (2024), Villora (2015) y Oltra (2015) Se centraron en el entrenamiento de las manifestaciones de las variables que se centran y se pueden ver en la fórmula 1. Se llegó en la conclusión que además de un gran monoplaza, es fundamental la preparación física y rendimiento deportivo del piloto.

Justificación

En esta investigación, se abordará la importancia de comprender y gestionar adecuadamente la fuerza gravitacional en los pilotos de Fórmula 1, con el objetivo de optimizar su rendimiento y reducir el riesgo de fatiga y lesiones durante las carreras.

Se analizarán las diferentes estrategias, tales como entrenamientos isométricos del cuello, pruebas de choque en simuladores y tecnologías utilizadas, como lo son aparatos que miden el impacto de la fuerza G en sus diversas formas. Acelerómetros, para contrarrestar los efectos de las fuerzas G en los pilotos, así como su impacto en la industria automovilística y en la seguridad de los deportistas.

Hipótesis

A través de esta investigación, con el piloto Uriel Aldabe, corredor de fórmula en la categoría Fórmula 1 Argentina, utilizando el acelerómetro, a partir de los datos arrojados por el mismo y comparándolo con datos previos a este estudio, se puede afirmar que las fuerzas G tienen una gran influencia en el éxito de los pilotos de fórmula 1 durante una carrera de automovilismo.

Metodología

Diseño de la Investigación

El diseño del estudio es realizado con el método cuantitativo, el tipo de diseño es caso único experimental. El enfoque del estudio es exploratorio y su temporalidad es transversal.

Participantes

La población elegida será Uriel Aldabe, un chico de 21 años que compite en la categoría Fórmula 1 Argentina.. Su lugar de residencia es en Pilar y fue elegido por la posibilidad de probar este estudio en un piloto profesional.

Instrumentos

El instrumento que se va a utilizar es un acelerómetro, fue creado por Brüel & Viggo Kjær.y es utilizado “para sensar los cambios de velocidad con respecto al tiempo y para el control y los mecanismos de vibración” (Rincon-Jara, 2010)

Se define a un acelerómetro como “un monitor que mide la aceleración que lleva a cabo una persona cuando se mueve. Puede ser uniaxial o triaxial, según mida las aceleraciones en una sola dirección o lo haga en tres direcciones” (Aguilar Cordero, 2014)

Este aparato tecnológico brindara los datos de la a fuerza de aceleración en la unidad G medida en tres diferentes planos, se coloca en los oídos ya que se considera no invasivo y a partir del mismo se puede recopilar los movimientos exactos a los que se puede someter la cabeza en los accidentes.

Procedimiento

Para la recolección de los datos necesarios, se solicitó el consentimiento del piloto Uriel Aldabe para llevarlo a cabo, se le explico como trabajar con el aparato y que se buscaba conseguir para ratificar dicha muestra, luego de ubicar el acelerómetro en el traje del piloto, salió a pista para realizar una vuelta en velocidad de competencia en situación real, y a partir de ahí extraer todos los datos que el aparato captó. Fue conseguido en una sola prueba y los resultados fueron los esperados.

Criterios de inclusión y de exclusión

Los criterios de inclusión son que sea un piloto que maneje un auto de categoría monoplaza fórmula y que compite regularmente durante el año calendario. Y los criterios de exclusión serían que no compite regularmente en el año, que no compita en la categoría de monoplaza fórmula y que maneje autos con capota (techo).

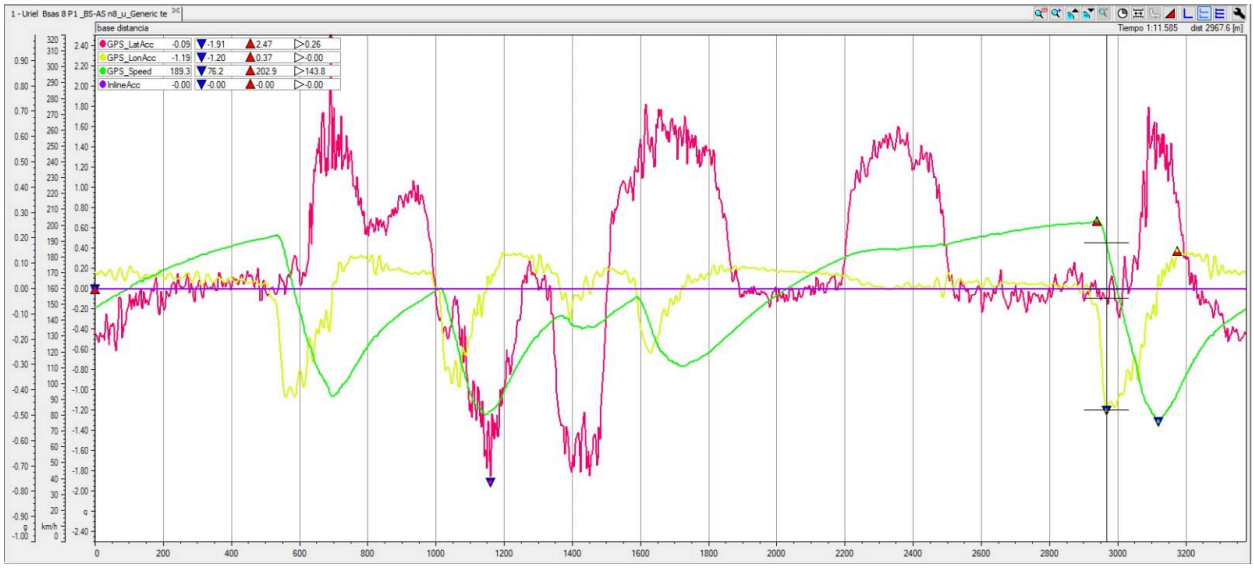
Resultados

Análisis de datos

Para evaluar el impacto de la fuerza G en un piloto de Fórmula 1, se utilizan diversas herramientas y métodos, como los sensores que registran constantemente datos sobre la aceleración, la desaceleración y las fuerzas laterales a las que está sometido el piloto, la telemetría permite al equipo monitorear en tiempo real los datos de los sensores, lo que ayuda a los ingenieros a comprender cómo las diferentes fuerzas G afectan al coche y al piloto, además los pilotos de Fórmula 1 se someten a pruebas físicas regulares para evaluar su resistencia a las fuerzas G. Estas pruebas pueden incluir centrifugadoras que simulan las altas fuerzas G a las que se enfrentan en las carreras y por último, después de cada carrera, los equipos analizan los datos recopilados para identificar patrones y correlaciones entre las fuerzas G y el rendimiento del piloto.

Descripción

En la siguiente imagen, se podrá observar como en una vuelta rápida, aparecen diversos factores y variantes a la hora de recorrer el circuito, cada una de estas líneas, nos aportan datos cruciales para entender más sobre la influencia de la fuerza G. La línea verde nos indica las aceleraciones y desaceleraciones del monoplaza, la línea amarilla es la fuerza Gravitacional longitudinal y la línea roja es la fuerza Gravitacional lateral.



Los efectos fisiológicos se centran en el aumento de la presión sanguínea, Las fuerzas G positivas (al acelerar) empujan la sangre hacia los pies, mientras que las negativas (al frenar) la dirigen hacia la cabeza. El estrés en el cuello es una de las zonas más afectadas, ya que soporta el peso de la cabeza, que puede multiplicarse por varios factores bajo altas fuerzas G. La fatiga muscular, los músculos se contraen constantemente para mantener el cuerpo en posición y resistir las fuerzas G. Las alteraciones en la respiración pueden dificultar la respiración, especialmente en las curvas más cerradas, lo que afecta el suministro de oxígeno al cerebro y los músculos. Y por último la deshidratación, que con la sudoración excesiva y la respiración acelerada causada por el esfuerzo físico contribuyen a la deshidratación.

Los efectos psicológicos varían según la concentración, los pilotos deben mantener una concentración máxima a pesar de las fuerzas G y las sensaciones físicas desagradables. El estrés, el ambiente altamente competitivo y las demandas físicas y mentales del deporte generan un alto nivel de estrés. El miedo, que a pesar de la preparación física y mental, los pilotos experimentan miedo, especialmente en situaciones límite. Por lo contrario, la capacidad de mantener la confianza en sí mismo y en el vehículo es crucial para rendir al máximo nivel.

En el caso particular de Uriel Aldabe, no afectan a su rendimiento debido a que la prueba fue realizada a una vuelta, lo cual el tiempo de exposición, intensidad e impacto en el rendimiento fueron menores a lo previsto.

Discusión

Este trabajo de investigación, aporta al ámbito de la fórmula 1, más información sobre el tema de las fuerzas gravitacionales que soporta un piloto, debido a que, en comparación con otros trabajos relacionados al tema, no se encuentran muchos artículos que tengan una vinculación en específico con la fórmula 1 y que explique todo lo que conlleva ser un piloto de élite en cuanto rendimiento, exigencia y cuales son los riesgos a los que se enfrentan a diario.

Esta tesis, estuvo muy bien utilizando distintas tecnologías para realizar este estudio, lo cual impulsa a que en el futuro se realicen distintas investigaciones más completas y en las cuales tendrán una guía para llevar a cabo más información acerca del tema.

Pero, esta investigación podría haber estado mejor si hubiera sido con una población elegida de varios pilotos de carrera de fórmula 1, se podrían haber ampliado los datos e incluso conseguir resultados más específicos. Además, debería aconsejar que tengan en cuenta medir con mayor cantidad de elementos y variables para así realizar una investigación mucho más completa, dando la oportunidad de poder entrar bien en detalle de todo lo que conlleva la fuerza gravitacional en la fórmula 1. Un ejemplo de esto es el estudio de Alonso (2012) el cual trata de Manifestaciones clínicas durante exposición a altas fuerzas G en centrífuga humana en el cual se desarrolló una numerosa población de pilotos, 81 en total, y a partir de esto se pudieron conseguir numerosos datos como síntomas visuales, astenias, inestabilidad, vértigo y dolores en grupos musculares.

Conclusión

La fuerza G es una medida de aceleración, que produce la gravedad de la tierra sobre un objeto. Es un factor muy importante a la hora de manejar un auto de carrera, más sobre todo en lo que serían stints largos, en stint corto no afecta mucho. Se siente la fuerza G, al momento de cómo estás aferrado a un lugar y tu cuerpo se mueve para el lado contrario al que estás doblando y eso implica un esfuerzo físico extra a la hora de doblar y de frenar, porque mientras estás haciendo fuerza para doblar, se está haciendo fuerza inconscientemente para mantener tu cuerpo en el mismo lugar o mejor dicho el cuello, que si no entrenas el cuello, ciertos puntos importantes de sujeción de la cabeza por así decirlo, a lo largo de las vueltas hacen que el cuello se vaya venciendo, y ya no puedas sostener más la cabeza de una forma en la que podés seguir enfocando la mirada en la curva y sin duda que una vez que se cansa el cuello, se cansa todo el cuerpo.

En una carrera, el cuello es como el ÿousand, como la raíz del físico digamos, se cansa el cuello y es muy muy difícil poder terminar una carrera de autos.

Después, las exigencias físicas se preparan mucho con gimnasio, entrenamientos planificados orientados a movilidad lumbar, ejercicios de zona media, cardio, cognitivo motriz, fuerza isométrica y velocidad de reacción.

En conclusión, la fuerza G en la Fórmula 1 es un factor vital para el rendimiento del piloto y el éxito en esta disciplina, demostrando así la valoración e importancia de este estudio, y que el mismo sirva para las futuras generaciones apasionadas a este deporte y que sume informacion para que se pueda seguir ampliando y especificando sobre este tema tan importante y que tan poca relevancia tiene.

Referencias Bibliográficas

Aguilar Cordero, M. J., Sánchez López, A. M., Barrilao, G., Rodríguez Blanque, R., Noack Segovia, J., & Cano, P. (2014). Descripción del acelerómetro como método para valorar la actividad física en los diferentes periodos de la vida: revisión sistemática. Nutrición hospitalaria, 29(6), 1250-1261. https://scielo.isciii.es

Aldás Ramos, A. C., Saltos Salazar, L. F. , & Robayo Carrillo, J. M. (2018). Influencia de la ansiedad en el rendimiento deportivo en futbolistas. Revista Científica Ciencia Y Tecnología, 18(19). https://doi.org/10.47189/rcct.v18i19.185

Alonso Rodríguez, C., Medina Font, J., & Puente Espada, B. (2012). Manifestaciones clínicas durante exposición a altas fuerzas G en centrífuga humana. Sanidad Militar, 68(3), 157-162. https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=

De la Vega, I. (2018). Innovación, tecnologías emergentes y cambio organizacional. El caso de la Fórmula 1. Revista Venezolana de Análisis de Coyuntura, 24(1), 311-342. https://www.redalyc.org

Dhakar, A., & Ranjan, R. (2016). Force calculation in the upright of a FSAE race car. International Journal of Mechanical Engineering and Technology, 7(2), 168-176. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net

Guayllas, S. D. D. (2021). Propiedades Aerodinámicas Que Influyen En Un Vehículo de "Fórmula 1" a Través de CFD. Repositorio Easy Chair. https://easychair.org

Jenkins, M. (2010). Technological discontinuities and competitive advantage: A historical perspective on Formula 1 motor racing 1950–2006. Journal of Management Studies, 47(5), 884-910. https://doi.org/10.1111/j.1467-6486.2010.00928.x

Kellar, Pearse, & Savill. (1999). Formula 1 car wheel aerodynamics. Sports Engineering, 2(4), 203-212. https://doi.org/10.1046/j.1460-2687.1999.00030.x

Nuñez, L. (2024). Lesiones más frecuentes en pilotos de automovilismo profesional y rol de la kinesiología. http://redi.ufasta.edu.ar

Oltra, A. V. (2015). Entrenamiento del CORE: selección de ejercicios seguros y eficaces. Lecturas: Educación física y deportes, (210), 7. https://dialnet.unirioja.es

Reid, M. B., & Lightfoot, J. T. (2019). The physiology of auto racing: a brief review. Med Sci Sports Exerc, 51(12), 2548-62. https://www.researchgate.net

Rincon-Jara, R. I., Ambrosio, R., & Mireles, J. (2010). Análisis y caracterización de un acelerómetro capacitivo fabricado con tecnología polymump's. Superficies y vacío, 23(3), 26-31. https://www.scielo.org.mx/pdf/sv/v23n3/v23n3a6.pdf

Rivas Pérez, O. (2023). Estudio de la evolución aerodinámica de los coches de Fórmula 1 (Treball Final de Grau). UPC, Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Manresa, Departament d'Enginyeria Minera, Industrial i TIC. Retrieved from http://hdl.handle.net/2117/393391