

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA
SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO



**Cambios de la Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca en
ajedrecistas universitarios tras la complejidad en competencias**

Por

Oscar José Campos Segura

PRODUCTO INTEGRADOR

TESINA

Como requisito para obtener el grado de

MAESTRÍA EN ACTIVIDAD FÍSICA Y DEPORTE
CON ORIENTACIÓN EN ALTO RENDIMIENTO DEPORTIVO

Nuevo León, Junio 2022



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



FOD

FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA
SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

Los miembros del comité de titulación de la Subdirección de Posgrado e Investigación de la Facultad de Organización Deportiva, recomendamos que el Producto Integrador en modalidad de Tesina titulado “Cambios de la Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca en Competencias de Ajedrez” realizado por el Lic. Oscar José Campos Segura, sea aceptado para su defensa como oposición al grado de Maestro en Actividad Física y Deporte con Orientación en Alto Rendimiento Deportivo.

COMITÉ DE TITULACIÓN

Dr. Germán Hernández Cruz

Asesor Principal

Dra. Blanca Rocío Rangel Colmenero

Co-asesor 1

Dra. Rosa María Cruz Castruita

Co-asesor 2

Dr. Jorge Isabel Zamarripa Rivera

Subdirección de Posgrado e Investigación de la FOD

Nuevo León, Julio, 2022

DEDICATORIA

En la vida un tema de suma importancia es la gratitud, y pensar con gratitud nos ayuda a descubrir aspectos positivos de la misma. Ahora mencionare que hay coincidencias con mucha gente, en donde cada vez van llegando más y a su vez hay otros que se van quedando en el camino, pero ante cualquiera de estas situaciones hay que mantenernos firmes, es por ello que doy gracias a la vida y a mi destino por haberme dado una familia maravillosa, en donde siempre han estado a mi lado en cada paso que doy, cada victoria y por supuesto en aquellas derrotas por las que he pasado que me han servido para aprender y mejorar cada día, agradezco esa forma tan extraordinaria en la cual me educaron con valores y ejemplos, esto me ha impulsado a la realización de mis metas.

Tengo el honor de dedicar este trabajo a mi familia, amigos y maestros que siempre han confiado en mí y en mis decisiones, lo cual me alienta a seguir creciendo de manera personal y profesional.

Por supuesto este trabajo también va dedicado a ustedes hijos Yos y Kat, sé que por el estudio y el trabajo no he podido estar el tiempo suficiente, pero espero que este trabajo sea una motivación e inspiración en su vida de estudiantes y logren cumplir todas sus metas. Gracias por brindarme su cariño y sus sonrisas.

A la Inge, SQ, el apoyo recibido por ti fue fundamental, este proyecto no fue fácil, pero me animaste y ayudaste siempre a seguir adelante y no rendirme jamás.

A mi abuelo, que dios lo tiene en su santa gloria y ahora es un ángel en mi vida y sé que se encuentra muy orgulloso de su nieto y desde donde está me bendice.

AGRADECIMIENTOS

Estoy infinitamente agradecido con el Dr. German Hernández Cruz, por apoyarme en todo momento, por escucharme y creer en mis ideas, toda esta experiencia fue sumamente enriquecedora, agradezco por estar durante todo el proceso de mi estancia en la maestría y por ser mi asesor principal en este proyecto.

A los Doctores quienes han sido mis maestros y que han sido parte importante de mi desarrollo profesional, así mismo agradezco al Dr. Fernando Alberto Ochoa Ahmed Dr. José Leandro Tristán, al Dr. Alberto Garrido Esquivel, al Dr. Daniel Carranza Bautista, al Dr. Luis Enrique Carranza García, a la Dra. Flor Janeth Miranda Mendoza, a la Dra. Nancy Ponce Carbajal, a la Dra. Marina Medina Corrales, a la Dra. Blanca Roció Rangel Colmenero, por haberme brindado la oportunidad de vivir esta gran experiencia.

A mis compañeras, Maya y Yazmín, por su disponibilidad y apoyo en la realización de trabajos durante nuestra estancia académica. ¡Son excelentes! Se logro el objetivo.

A mis distinguidos amigos que siempre me han apoyado, corregido, regañado y regalado palabras de aliento y porras, Coi, Jero, Edson, Pedro, Sophia, Sara, Ángeles, Francisco, Emilio, Antonio y varios más.

A todos mis alumnos que me han apoyado en mi trabajo, a todos los que me regalaron una frase, palabra o abrazo para mantenerme motivado.

¡Muchas Gracias!

*“La regularidad puede influir al cambio positivo.
Siempre hay que buscar retos. Hallar nuevas preguntas.
Tener el valor de pensar en grande y confiar en tu
potencial y en tus decisiones.”*

- Garry Kasparov



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA

FICHA DESCRIPTIVA

Fecha de Graduación: Julio, 2022

NOMBRE DE LA ALUMNA(O): OSCAR JOSÉ CAMPOS SEGURA

Título del Reporte de Tesina: CAMBIOS DE LA VARIABILIDAD DE LA FRECUENCIA CARDIACA EN AJEDRECISTAS UNIVERSITARIOS TRAS LA COMPLEJIDAD EN COMPETENCIAS

Número de páginas: 49

Estructurade la Tesina: Propuesta de un sistema de entrenamiento para mejorar los niveles de estrés de los ajedrecistas.

Candidato para obtener el Grado de Maestría en Actividad Física y Deporte con Orientación en Alto Rendimiento Deportivo

FIRMA DEL ASESOR PRINCIPAL:

Tabla de Contenido

Introducción.....	9
Justificación.....	10
Planteamiento del problema	11
Capítulo I.....	12
Marco teórico	12
<i>El ajedrez como deporte</i>	12
<i>Área de competencia</i>	14
<i>Preparación física en ajedrez</i>	15
<i>Valor psicológico del ajedrez</i>	17
<i>Psicología, ansiedad y ajedrez</i>	18
Test de ansiedad CSAI-2	20
Sistema Nervioso.....	22
<i>Sistema Nervioso Autónomo</i>	22
<i>Sistema Nervioso Simpático</i>	23
<i>Sistema Nervioso Parasimpático</i>	25
Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca.....	27
<i>Uso de la variabilidad de la frecuencia cardíaca en campo del deporte</i>	28
<i>Métodos para la medición de la variabilidad de la frecuencia cardíaca</i>	28
<i>Cuando realizar el registro de la variabilidad de la frecuencia cardíaca.</i>	31
Capítulo II	32
Metodología.....	32
Tipo de estudio	32
Población y muestra	32
Criterios de inclusión.....	32
Criterios de Exclusión	32
Criterios de eliminación	32
Variables.....	33
Procedimiento del estudio.....	33
Descripción del protocolo.....	33
Procedimiento de toma de Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca.....	35
Análisis estadístico	36

Capítulo III	36
Resultados	36
Capítulo IV	40
Discusión	40
Referencias	43
Anexos	46

Introducción

El tema de toma de decisiones es muy importante en diversas disciplinas como la psicología, la pedagogía, el entrenamiento, las competencias y el ajedrez. El autor Jonathan Rowson (2005) afirma que “hay razones para pensar no solo que su capacidad para conocer y utilizar sus emociones es tan importante como la forma en que piensa, sino que los dos conceptos, pensamiento y emoción, están inevitablemente unidos”.

El concepto de variabilidad de la frecuencia cardíaca de los ajedrecistas es crucial en el proceso de entrenamiento deportivo ya que mientras juegan sus partidas tienden a hacer planes, ganar, empatar, perder, cometer errores, calcular y esto permite revelar más de lo que piensan los jugadores, incluyendo todos los aspectos de las emociones y pensamientos.

Según Ruiz & Arruza (2005) *“el comportamiento decisional y táctico de un deportista está directamente relacionado con la capacidad para percibir e interpretar la situación de juego, lo que implica a los sistemas cognitivo y emocional”*

Torres (2009) *“una decisión es un dictamen, una elección entre varias alternativas.”*

En la disciplina de ajedrez solo en condiciones muy particulares, se evalúan determinadas situaciones de forma racional y deliberada para obtener un objetivo particular, pero la gran mayoría de los jugadores en lugar de esto utiliza la intuición, por lo cual esto llega a ser un problema en la mayoría de los casos. Derén decía: "cuando no sabemos lo que es, decimos que es una intuición" es difícil de sistematizar la intuición al grado de ser capaces de explicarla a los ordenadores.

Kaspárov (2007) menciona que:

Debido a su reducido ámbito, el ajedrez proporciona un modelo muy versátil acerca de la toma de decisiones. En el ajedrez, el éxito y fracaso se miden con patrones muy estrictos. Si te equivocas en las decisiones, tu posición se debilita y el péndulo oscila hacia la derrota; si aciertas, se mueve hacia la victoria. Cada uno de los movimientos es el reflejo de una decisión, y, con el tiempo suficiente, podría analizarse con perfección científica si esa decisión fue la más eficaz o no.

El estudio de la variabilidad de la frecuencia cardíaca durante una partida de ajedrez nos permite analizar los cambios en función de lo que sucede dentro de una

partida: jugadas concretas, momentos de la partida, valor de las posiciones, errores, etc. Con este conjunto de datos, es posible analizar los cambios en la frecuencia cardíaca en diferentes momentos durante la partida como por ejemplo:

- cuando un jugador o un oponente comete un error
- cuando un jugador está haciendo un plan
- Cuando un jugador está en apuros de tiempo
- Cuando está en una posición ganadora
- Entre otros

Justificación

La importancia de conocer la variabilidad de la frecuencia cardíaca durante partidas de ajedrez y evaluarlas, da la oportunidad de conocer el momento exacto donde un deportista tiende a estresarse. Cabe señalar que al mencionar el termino competir, siempre se relaciona a determinado nivel de estrés, lo cual puede ser bueno porque ayuda al cuerpo a encarar los desafíos. Pero a su vez, un exceso de este puede entorpecer el rendimiento.

Tomando en consideración conocer estos niveles, ayuda a prevenir y controlar el estrés; y con ello también se reduce el riesgo de contraer diversas enfermedades cardiovasculares. Con esta información toda la comunidad ajedrecística podrá los beneficios que tiene el saber controlarlo, como por ejemplo:

- Dormir mejor
- Controlar tu peso
- Reducir la tensión muscular
- Mejorar estado de ánimo
- Mejorar relaciones sociales

Planteamiento del problema

Las decisiones implican elegir una opción entre varias posibles y con ello está el pensamiento intuitivo y el pensamiento reflexivo, pero en las partidas rápidas de ajedrez, la mayoría de los deportistas toman decisiones impulsadas por la intuición.

El presente estudio trata de conocer los cambios de la variabilidad de la frecuencia cardiaca y a su vez analizar los fenómenos causantes del estrés y su relación con la toma de decisiones durante una sesión de competencia simulada a un ritmo de juego de 15 minutos por jugador para toda la partida en diferentes niveles de dificultad. Por lo anterior planteamos la siguiente pregunta ¿Cómo se comportaría la variabilidad de la frecuencia cardiaca en competencia de acuerdo con tres niveles de juego (Básico, Intermedio, Avanzado)?

Objetivo: Analizar el efecto de la VFC, la percepción intrínseca del estrés, la dificultad y la complejidad en los diferentes niveles de juego dentro de la competencia simulada.

Capítulo I

Marco teórico

El ajedrez como deporte

La Organización Mundial de la Salud (OMS) precisa la actividad física como cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos, con el consiguiente consumo de energía.

El deporte se define como un ejercicio que pone a prueba la destreza, la agilidad, la fuerza y el uso del cuerpo y/o la mente; y en esta disciplina se debe tener una excelente condición física para soportar la tensión de un torneo de alto rendimiento.

El ajedrez es un juego de estrategia en el que se enfrentan dos personas frente a un tablero de ajedrez de 64 casillas con distintas piezas, entre ellas:

1 rey	2 alfiles	2 torres
1 dama	2 caballos	8 peones

El objetivo del ajedrez es derrotar al rey del oponente, a través de un jaque mate. El ajedrez es definido por varios autores como Fine, R (1974), Blanco, J (2004), Buela, D (2005) y Fernández Amigo, J. (2008) entre otros, “como una ciencia, un juego, un arte, un deporte y una excelente herramienta educativa”. En el juego de ajedrez, siempre se toma la decisión final y sin consultar a nadie.

El ajedrez es un juego de decisiones. Además de decidir qué jugada hacer y cómo planea hacerlo, también debe tomar decisiones prácticas sobre cómo administrar su tiempo y si es mejor usar su intuición que tratar de calcular cada alternativa hasta llegar a un final. Eingorn (2007) afirma que *“si el jugador controla las circunstancias que rodean la toma de decisiones, desarrollará una mayor capacidad para usar con armonía la intuición y el cálculo”*

El ajedrez se considera un deporte mental porque va más allá del juego en sí. Algunos incluso lo elevan al ámbito del arte y la ciencia. Por otro lado, dado que el ajedrez requiere un alto grado de concentración, mejora el nivel de concentración del deportista que lo practica. También potencia la capacidad para afrontar diferentes situaciones y

resolver problemas gracias al diseño de acciones y estrategias. Además, se desarrolla el pensamiento creativo y original, ya que los jugadores tienen que tomar decisiones rápidas bajo presión.

Ashton Anderson de Microsoft Research (2020), Jon Kleinberg de la Universidad de Cornell y Sendhil Mullainathan de la Universidad de Harvard (2016) estudiaron la toma de decisiones mediante el análisis de una variedad de juegos de ajedrez jugados en línea por aficionados y maestros de ajedrez; dentro de las investigaciones mencionan que:

La percepción de los errores depende al nivel del jugador, por lo tanto, toman malas decisiones, principalmente los jugadores aficionados. Examinan el juego centrándose en el tiempo, la complejidad y el nivel de habilidad, y varía uno de estos factores, mientras mantienen constantes los otros, para encontrar los factores que tienen el mayor impacto en la decisión correcta en el ajedrez.

El deporte también enseña cómo planificar y anticipar los movimientos de los oponentes mientras promueve el autocontrol y el buen juicio. Asimismo, mover piezas en un tablero de ajedrez es una gran terapia de ejercicio que facilita la coordinación entre el pensamiento y la ejecución del movimiento.

Cuando consideramos el ajedrez como un deporte, comenzamos analizando una pregunta importante: ¿por qué el ajedrez es un deporte? Se debe tener en cuenta que el ajedrez fue reconocido oficialmente como deporte por el Comité Olímpico Internacional COI en Corea en 1999 y la Federación Internacional de Ajedrez (FIDE) como su organismo rector. Pero ¿Qué características fueron tomadas en cuenta por las autoridades del COI para reconocer al ajedrez como deporte? Para ello, estas organizaciones han recopilado una serie de preguntas y análisis para destacar que el ajedrez es un deporte por las siguientes razones:

1. Accesible para todos
2. Es un juego divertido
3. Es universal
4. Está regido por leyes
5. Crea competencia
6. Aplica el principio del rendimiento

7. Existe una organización mundial que lo regula
8. Está conectado con la actividad física

Área de competencia

La Federación Internacional de Ajedrez (FIDE) es una organización internacional que designa a las federaciones nacionales de ajedrez. Fue fundada el 24 de julio de 1924 en París, Francia, con el lema "Gens una Sumus" ("Somos una sola familia").

Hay muchos torneos de ajedrez, entre ellos, uno de los más importantes son las Olimpiadas de Ajedrez, estos torneos de ajedrez generalmente se llevan a cabo en un área específica porque no es posible jugar en el exterior debido a la lluvia y/o el viento, ya que esto puede ser incómodo para el jugador.

Hace unos años, en el ajedrez competitivo, se observaban partidas muy largas que podían durar varios días por la posibilidad de aplazar partidas. El duelo histórico entre Kaspárov y Karpov y muchos otros ha pasado dejando en vilo a miles de seguidores durante meses. Por ejemplo, se recuerda que, en 1990, estos dos ex campeones del mundo jugaron 150 minutos para los primeros 40 movimientos, luego 1 hora para cada uno de los 16 movimientos. sin embargo, esto ya no sucede.

En ajedrez, se clasifica de acuerdo con tres ritmos de juego: clásico, rápido y blitz, donde las reglas son esencialmente las mismas, pero el tiempo de movimiento de cada jugador varía mucho.

- **Ajedrez clásico:**

Una partida de "Ajedrez clásico" es aquella en la que todos los movimientos deben completarse en un tiempo fijo de 60 minutos o más por cada jugador. O cuando el resultado de la suma del tiempo asignado, más el incremento por jugada multiplicado por 60, sea más de 60 minutos para cada jugador.

- **Ajedrez rápido:**

Una partida de "Ajedrez Rápido" es aquella en la que todos los movimientos deben completarse en un tiempo fijo de más de 10 minutos, pero menos de 60 minutos por cada jugador. O cuando el resultado de la

suma del tiempo asignado, más el incremento por jugada multiplicado por 60, sea más de 10 pero menos de 60 minutos para cada jugador.

- **Ajedrez blitz:**

Una partida de Ajedrez Relámpago (o “Blitz”) es aquella en la que todos los movimientos deben completarse en un tiempo fijo de diez minutos o menos por cada jugador. O cuando el resultado de la suma del tiempo asignado, más el incremento por jugada multiplicado por 60, sea diez minutos o menos por cada jugador

A juzgar por el tiempo de juego de una partida, es evidente que los ajedrecistas deben conceder gran importancia a su preparación física. Partiendo de que una partida de la elite de costumbre dura más de cinco horas, y sin olvidar que los torneos de alta competencia se prolongan durante más de dos semanas de gran tensión, podemos afirmar que, en igualdad de conocimientos técnicos, creatividad, control de nervios, el jugador de ajedrez bien preparado físicamente se impondrá a quien no lo esté. Un punto importante a destacar es la resistencia a la fatiga, dado que es un tema que interviene demasiado en ajedrez.

Preparación física en ajedrez

El objetivo de la preparación física es mantener la forma física y reducir el riesgo de lesiones. La preparación física óptima combina el desarrollo de la forma física con el trabajo de la motricidad. Según Ozolin (1949) “La preparación física como el proceso orientado al fortalecimiento de los órganos y sistemas, a una elevación de sus posibilidades funcionales, al desarrollo de las cualidades motoras (fuerza, velocidad, resistencia y la flexibilidad y la agilidad)”.

La importancia de la preparación física de los jugadores de ajedrez es tal, que normalmente se enlistan en centros de alto rendimiento en jornadas previas a campeonatos. El experto en medicina deportiva argentina, Daniel Jacobs afirma que “La preparación física es necesaria para una mayor oxigenación del cerebro. Esto significa tener un aspecto sano. La cantidad de horas al frente del tablero, más el nerviosismo

conlleva un gasto de energía física, en donde sin una buena anatomía no pueden desarrollar bien sus ideas.”

Figuras del ajedrez mundial como Grandes Maestros (GM) Anand, Kaspárov, Topalov, mantienen en sus declaraciones, que la actividad física es parte significativa en su preparación como ajedrecistas. Está claro que cada jugador puede o no recibir una formación física o entrenamiento, según sus características pero básicamente una preparación física apropiada para un ajedrecista esta centrada en dos capacidades físicas básicas que son la resistencia, que por lo regular es contra la fatiga con el fin de aumentar la capacidad de concentración y memoria, orientada al fortalecimiento muscular en relación a la postura en posición de sentado, centrandó la atención en los músculos, lumbares, dorsales, abdominales, cervicales y glúteos.

Una capacidad física que permite mantenerse efectivo por mucho tiempo en condiciones aeróbicas, en la lucha contra la fatiga, es la resistencia. El nivel de resistencia al oxígeno está determinado por el funcionamiento eficiente de los sistemas cardiovascular y respiratorio, el metabolismo, la correlación de órganos y sistemas, la economía de todas las funciones corporales, la técnica de coordinación motora, para la regulación eficaz del sistema nervioso y la mente, especialmente la voluntad.

Con lo anteriormente mencionado, se puede concluir que un ajedrecista necesita actividad física, pero en muchos casos los entrenadores y deportistas desconocen la base biológica sobre su preparación física. Es importante considerar que con una base científica aplicada, un ajedrecista debe anticipar el desarrollo de la resistencia física.

En el año 1987 se indago en el Instituto de Cultura Física de Moscú por Gladischeva, supervisada por el Doctor en medicina V.B. Balkine donde se exponen como los jugadores de alto rendimiento necesitan una buena preparación física.

Se señala en el informe

El esfuerzo mental sin movimientos musculares y con excitación del sistema cardiovascular puede provocar serios problemas psíquicos. Se conocen casos en los que el peso de los jugadores ha disminuido entre 4 y 8 kilos durante un torneo importante. En otros casos, los jugadores han experimentado cambios fisiológicos:

desarrollo de la taquicardia, contracciones que aumentan hasta las 145 pulsaciones y tensión arterial que sube entre un 20% y un 30%

Debe resaltarse la tensión psicoemocional que aparece durante la partida. La inquietud y una gran tensión emocional forman parte de la mayoría de las competiciones deportivas, lo que influye desfavorablemente en el rendimiento. Cabe preguntarse cuál es la diferencia entre la tensión emocional de los ajedrecistas y la de otros deportistas. Y la respuesta es simple; en la mayoría de los deportes, esa tensión está acompañada de un esfuerzo físico que protege al organismo del estrés, principal provocador de la tensión emocional.

"Los entrenamientos cada vez son más rigurosos, la elevación del nivel de juego y el aumento del número de torneos ha provocado que los ajedrecistas pasen "de un estrés emocional a una hipertensión psíquica"

Valor psicológico del ajedrez

Dentro de la actividad ajedrecística está inmersa de manera intensiva la psicología y las peculiaridades de la personalidad de los jugadores. Dentro de una partida se constituyen otros tipos de movimiento que con posterioridad adquirirán una particular importancia puesto que se reconoce el valor del juego por estimular procesos cognitivos, como la percepción, el pensamiento crítico y los procesos emocionales.

Según Vygotsky (1979), *"la relación entre juego y desarrollo puede compararse con la relación entre educación y desarrollo."*

En una partida se producen cambios en las aptitudes y en la conciencia de carácter general y es una fuente de desarrollo que crea el área de desarrollo potencial. La acción es un campo imaginario, la creación de una atención espontánea y la formación de motivaciones voluntarias; todo esto surge en el juego y se plantea en el más alto nivel del desarrollo.

La teoría pedagógica cubana parte de un enfoque histórico cultural, sobre la base de las ideas de Vygotsky (1978). Así, se proyecta la práctica educacional, teniendo como premisa el carácter rector de la educación en su relación con el desarrollo psíquico, que permite adoptar una posición humanista y optimista. La personalidad no es innata, su

formación y desarrollo se encuentran íntimamente ligados a las experiencias educativas y culturales.

El ajedrez se ha utilizado para el estudio de los procesos cognoscitivos como la memoria, la resolución de problemas o la toma de decisiones (Chase y Simón, 1973; Kiesel et al., 2009; Villafaina et al., 2018).

En 1925, los psicólogos nacidos en Rusia Djakow, Petrowski y Rudik estudiaron a los grandes maestros de ajedrez para determinar cuáles eran los factores básicos del talento ajedrecístico. Los investigadores encontraron que las mayores ganancias en el ajedrez radican en la memoria visual extraordinaria, las habilidades combinatorias, la velocidad computacional, la concentración y el pensamiento lógico. “El ajedrez es uno de los juegos deportivos más completos para que los niños se desarrollen intelectualmente porque, además de desarrollar su mente, es una forma divertida de aprender un juego que no es común entre sus compañeros, y les permite desarrollar tu inteligencia.

¿Cómo ha influido la psicología en el juego del ajedrez? Primero, está presente en cualquier deporte: en cada partido, además de las características técnicas de cada disciplina, hay un duelo psicológico, que se relaciona con la tenacidad, la resistencia, la voluntad de ganar, la tenacidad y la preparación para el combate.

Uno de los máximos exponentes del "estilo psicológico" del ajedrez fue el alemán Emmanuel Lasker (1868-1941), quien ostentó el máximo título mundial 27 años consecutivos entre 1894 y 1921. Lasker toma las luchas psíquicas muy en serio, siempre tratando de incomodar a sus oponentes y llegar a lugares donde se sintieron menos seguros. Por supuesto, poner esto en práctica requiere una gran habilidad técnica, ya que esto solo es posible con disposición para moverse en situaciones muy diferentes. Se puede destacar que además de la versatilidad del ajedrez, es fundamental una gran confianza en las propias fuerzas para poder adaptarse a cualquier cambio en las situaciones de combate.

Psicología, ansiedad y ajedrez

Para Fine (1974), la ansiedad que acompaña al juego es casi siempre inmediata. Los ajedrecistas se quejan de que están estresados o tensos, que el juego no les permite

dormir tranquilos (las piezas bailan en su mente), que cualquier fallo es un serio revés para ellos, etc.

La ansiedad como construcción psicológica es uno de los factores más citados por todos los modelos de la psicología visto desde cualquier corriente junto con sus exponentes y con ello se destaca la importancia de la ansiedad en el desarrollo emocional y racional en cada proceso.

- Psicoanalítica (Freud, 1917)
- Conductistas (Skinner, 1979; Wolpe, 1981)
- Enfoque cognitivo (Beck y Emery, 1985)

En el transcurso de una partida de ajedrez, existen múltiples factores que pueden producir altos niveles de estrés. Algunos de ellos por ejemplo, La presión de tener poco tiempo en el reloj, premiación de por medio, o incluso solo por motivación personal. Pero a medida que el estrés incrementa repercute al deportista, y con esto suelen cometer errores comunes.

Para combatir las situaciones de estrés, se utilizan métodos de respiración, relajación y el consumo de algunos alimentos (dulces o chocolates). El ajedrecista Bobby Fischer, solía tomar jugo de naranja y manzana durante la partida, otro ejemplo puede ser una técnica de respiración que consiste en respira durante cuatro segundos, retener la respiración durante siete segundos y exhalar durante ocho segundos, entre otros.

Los deportes competitivos pueden causar una ansiedad significativa, lo que afecta los procesos fisiológicos y cognitivos, perjudicando el rendimiento e impidiendo niveles óptimos del mismo. (Lorenzo et al, 2001).

Según Weinberg y Gould (1996), El concepto de ansiedad hace referencia al estado de ánimo y se entiende como condición emocional. Por ejemplo, el nivel de ansiedad de un jugador en un partido cambiará en función del contexto en el que se encuentre.

Como afirman Weinberg y Gould (1996), la ansiedad cognitiva está relacionada con el nivel de ansiedad o pensamiento negativo del sujeto, mientras que la ansiedad física está asociada a cambios bruscos en la estimulación fisiológica cognitiva. Según González

(1997, citado por Lorenzo et al, 2001), esta ansiedad, antes y durante la competición, puede provocar confusión visual, reducir la flexibilidad mental, confusión mental, disminuir la capacidad de toma de decisiones y aumentar los números negativos. En el pensamiento, se produce una capacidad reducida para concentrarse en el trabajo, atención insuficiente sobre las experiencias y los detalles del uso de viejos hábitos inapropiados, tendencia a actuar más rápido.

Test de ansiedad CSAI-2

La ansiedad asociada ante la incertidumbre, amenaza, se define como un estado emocional negativo, una conducta no deseada que se traduce en un estado de estrés, ansiedad, cansancio, baja autoestima, etc., asociada a la activación y excitación. En función de la estabilidad que presente, distinguimos dos tipos:

- Concepto de ansiedad rasgo (ser)

El estrés puede ser causado y se define como la tendencia a mirar situaciones de riesgo, no peligrosas, que experimenta una persona en la vida diaria y responder a ellas con situaciones de angustia e intensidad que se encuentran en un segundo plano fuera de lo normal. (Caracue et al, 1991).

- Concepto de ansiedad estado (estar)

Se manifiesta mediante cambios momentáneos (nerviosismo, preocupación, etc.) ante situaciones relacionadas con el Arousa del organismo en situaciones concretas. Es mucho más fácil tratarla. Está caracterizada por sentimientos negativos, conscientemente percibidos de aprensión y tensión acompañados y/o asociados de la activación del sistema nervioso autónomo. Las reacciones son episódicas y a corto plazo, es un estado emocional inmediato.

Aunque las respuestas emocionales a la ansiedad varían en magnitud y fluctúan en el tiempo, lo que nos preocupa hoy es el estado de ansiedad, en el que surgen sentimientos subjetivos de estrés y aprensión. Son transitorios, involucran la actividad del sistema nervioso autónomo (SNA) y están asociados con un evento específico, como un próximo torneo o partida.

Las medidas de ansiedad a través del autoinforme pueden aportar un mayor conocimiento del estado general de un deportista que las medidas fisiológicas, siendo una herramienta de trabajo imprescindible para los psicólogos, que se plantean crear un programa de entrenamiento de habilidades psicológicas. Pero uno de los principales obstáculos que enfrentamos en este campo de especialización es la falta de herramientas de evaluación específicas para atletas desarrolladas en nuestro idioma.

En el caso de la ansiedad estado, existe un modelo de medida con amplio reconocimiento internacional, el CSAI-2 (Martens et al, 1990), que ha sido revisado recientemente en inglés por Cox, Martens y Russell (2003) y publicado con el nombre de CSAI-2R (Revised Competitive Anxiety Inventory-2).

¿En qué deportistas se ha utilizado el CSAI-2?

- Atletas (Hammemeister y Burton, 1995; Jones et al, 1992),
- Futbolistas (Hale y Whitehouse, 1998; Maynard et al, 1995),
- Gimnastas (Elko y Ostrow, 1991),
- Luchadores, piragüistas, triatletas, surfistas y golfistas (Telletxea, 2008),
- Entre otros.

Asimismo, el instrumento se ha traducido a diferentes idiomas castellano, francés, griego, sueco y ha sido sometido a varios análisis de fiabilidad y validez factorial empleando muestras amplias y muy diversas (Cox et al, 2003; Lundqvist y Hassmén, 2005; Martinent, Ferrand, Guillet, y Gauthier, 2010; Tsorbatzoudis et al, 1998).

Sistema Nervioso

Es la estructura que se encarga de controlar y comunicar algunos órganos del cuerpo humano; formado por células llamadas neuronas que son capaces de conducir impulsos eléctricos a través de una gran red de terminaciones nerviosas terminales.

Tortosa (2013) menciona que: *“La estructura del sistema nervioso es una serie de redes estructurales complejas especializado, tiene la base principal para controlar y regular las funciones órganos y sistemas, observando y coordinando funciones al mismo tiempo con el ambiente interno y externo y así actuar como un vehículo evaluar la información recibida y responder a este estímulo del partido ¿de dónde o de dónde debe existir la respuesta?”*

Sistema Nervioso Autónomo

A fin de comprender los aspectos fisiológicos relacionados con la variabilidad de la frecuencia cardíaca y su aplicación práctica en el campo del ejercicio, es necesario comprender el sistema nervioso humano.

El sistema nervioso autónomo (SNA) o vegetativo, es la parte central y periférico responsable de regular las funciones involuntarias del cuerpo, mantener la homeostasis y las respuestas adaptativas a los cambios en el medio externo e interno. Por tanto, ayuda a controlar la presión arterial, la motilidad y excreción gastrointestinal, la diuresis, la sudoración y la temperatura corporal, etc. Algunas de estas funciones están totalmente controladas por el sistema nervioso autónomo, mientras que otras están parcialmente controladas.

Si hablamos de las consideraciones del ajedrez desde el punto de vista de la fisiología, sería una actividad nerviosa superior por el beneficio de los procesos mentales que se desarrollan durante una partida, como por ejemplo: el pensamiento, imaginación, memoria, percepción de sentimiento, centrarse con una emoción emocional significativa.

El cerebro es extremadamente sensible a la falta de oxígeno y su agotamiento provoca cambios marcados en la actividad neuronal. La concentración de glucógeno en el cerebro es tan pobre que sus reservas en este tejido están prácticamente inutilizadas (90 mg x 100 g de tejido cerebral). Cuando baja el azúcar en la sangre, la actividad nerviosa

se ve afectada negativamente por su caída. Por esta razón, la glucosa en sangre es el principal combustible para el tejido cerebral.

Es un sistema de acción energizante para mantener los tejidos y órganos activos en un estado intermedio. Una característica principal es la rapidez e intensidad con la que puede alterar las funciones viscerales. Por ejemplo, en 3-5 segundos puede duplicar su frecuencia cardíaca y en 10-15 segundos puede duplicar su presión arterial.

Cuando se realizan sistemáticamente ejercicios de resistencia, se desarrollan ajustes biológicos tanto funcionales como estructurales en diferentes sistemas de órganos, entre ellos el sistema nervioso, y nos percatamos mediante:

- Incremento de la actividad de enzimas como la fosforilasa, hexoquinasa, lactodehidrogenasa y succidehidrogenasa en los tejidos cerebrales.
- Mejoran la capacidad amortiguadora del tejido cerebral. Aumenta la capacidad del tejido cerebral para utilizar y resintonizar compuestos de fósforo para obtener energía, proteínas y lípidos.
- Aumenta la actividad de los procesos de oxidación aerobia. Aumente la velocidad y la calidad del procesamiento de la información del analizador.
- Mejor estabilidad emocional.

Sistema Nervioso Simpático

También conocido como sistema nervioso toracolumbar, se origina en la lateral de la sustancia gris de la médula espinal. De este modo, predominan las neuronas preganglionares, que se originan de la médula espinal y salen por los nervios raquídeos a través de los ganglios de la cadena simpática paravertebral. (Tortosa, 2013).

Los nervios simpáticos se originan en la médula espinal entre los segmentos T-1 y L-2, desde donde viajan a la cadena simpática paravertebral y finalmente a los tejidos y órganos delimitados. Los cuerpos celulares de las fibras preganglionares se localizan en el asta medial-lateral de la médula dorsal, y salen de la raíz anterior junto con las fibras motoras; las fibras preganglionares simpáticas abandonan el nervio espinal inmediatamente después de salir del agujero intervertebral y constituyen la cadena

mielínica blanca. que conduce a la rama de tráfico de los nervios simpáticos paravertebrales.

Durante cualquier actividad física, la principal función del sistema nervioso es incrementar la motivación al deportista. Todo empieza cuando se recibe información central de una respuesta autónoma. A partir de este momento, dos sistemas caracterizan la salida de información de los ganglios paravertebrales y autonómicos, es decir, tanto los nervios simpáticos como los parasimpáticos estimulan los axones presinápticos para inducir la liberación del neurotransmisor acetilcolina, aunque a veces en los ganglios simpáticos. El neurotransmisor posfibrilar es la norepinefrina (Chicharro & Vaquero, 2006).

Cuando entran en la cadena ganglionar, las fibras simpáticas pueden seguir diferentes caminos:

- a) pueden hacer una unión con las neuronas postganglionares del ganglio simpático del mismo nivel espinal.
- b) pueden subir o bajar y hacer sinapsis a otros niveles de la cadena.
- c) pueden recorrer distancias variables dentro de la cadena simpática, y abandonarla sin hacer unión, llegando hasta uno de los ganglios simpáticos distales, donde realizan sinapsis con la neurona postganglionar; estos ganglios son impares y reciben el nombre de ganglios colaterales: ganglio celíaco, ganglio mesentérico superior y ganglio mesentérico inferior.

Así, la mayor parte de las neuronas posganglionares se ubican en los ganglios simpáticos, desde donde sus fibras llegan a los órganos efectores; en cambio, algunas de ellas regresan desde los ganglios simpáticos paravertebrales a los nervios raquídeos por medio de ramificaciones comunicantes grises (amielínicas). Estos nervios simpáticos que viajan con las fibras somáticas (aproximadamente el 8% de las fibras nerviosas somáticas son simpáticas) se distribuyen a las glándulas sudoríparas, los músculos erectores del pelo, los vasos sanguíneos de la piel y los músculos. Por tanto, las fibras simpáticas no siempre siguen la misma distribución física que las fibras somáticas.

Las fibras nerviosas simpáticas de T-1 generalmente viajan a lo largo de la cadena simpática hasta la cabeza, mientras que las fibras simpáticas de T-2 ingresan al cuello. De T-3 a T-6 se distribuyen al tórax, de T-7 a T-11 al abdomen, y de T-12 a L-2 a las extremidades inferiores. Esta es una distribución aproximada y siempre se producirá una superposición. Por lo regular, todos los órganos reciben inervación simpática, y la distribución simpática de cada órgano dependerá de dónde estaba ubicado originalmente en el embrión (por ejemplo, el corazón recibe inervación de la cadena simpática en el cuello, ya que es donde se originó el embrión). La cadena simpática cervical consta de fibras de T1 a T5 que dan lugar a tres ganglios cervicales: los ganglios superiores, medio y cardiotorácico. El ganglio cardiotorácico o ganglio estrellado es la fusión del ganglio cervical inferior y el primer ganglio torácico y es responsable de la inervación simpática de la cara, el cuello, las extremidades superiores, el corazón y los pulmones. En el caso de las glándulas suprarrenales, las fibras preganglionares llegan directamente a las células cromafines de la médula suprarrenal, donde hacen sinapsis. Estas células se derivan embriológicamente del tejido neural y se consideran neuronas posganglionares. Cada neurona preganglionar simpática puede hacer sinapsis con 20-30 neuronas posganglionares, distribuidas en diferentes órganos, lo que explica la respuesta generalizada y a gran escala a la estimulación simpática sistémica, por otra parte está mediada por la libertad aumentada de epinefrina de la médula glandular.

Sistema Nervioso Parasimpático

Las fibras parasimpáticas se originan en el tronco cerebral, los núcleos craneales III (oculomotor), VII (facial), IX (gloso faringe) y X (vago) y la médula sacra: el segundo y tercer nervio sacro y, a veces, el primero y el cuarto. El nervio vago es el más ampliamente distribuido en todo el SNP y es responsable de más del 75% de la actividad nerviosa parasimpática; inerva el corazón, los pulmones, el esófago, el estómago, el intestino delgado, el colon proximal, el hígado, la vesícula biliar, el páncreas y la parte superior del uréter. Las neuronas posganglionares se encuentran en las paredes de estos órganos.

Las fibras del tercer nervio craneal van al esfínter de la pupila y al músculo ciliar del ojo. Los del par VII incluyen las glándulas lagrimales, subcondrales y mucosas de la

nariz, y del par IX, las glándulas parótidas. En tales casos, la neurona postsináptica se ubica en los ganglios del nervio craneal. Las fibras de la cruz, que se originan principalmente en los nervios sacros segundo y tercero, y ocasionalmente en los nervios primero y cuarto, forman el nervio pélvico que se extiende hacia el colon descendente y el recto, la vejiga, los uréteres inferiores y los genitales externos. La relación entre fibras preganglionares y posganglionares es de 1:1 o 1:3, por lo que las neuronas preganglionares forman sinapsis con un número muy pequeño de neuronas posganglionares, debido a la proximidad de la sinapsis al órgano interno, lo que lleva a una estimulación parasimpática más localizada, en contraste con lo que está ocurriendo en el SNS.

Logroño (2011) menciona que: *“El sistema nervioso parasimpático funciona a diferencia del sistema nervioso simpático, cuya función principal es inducir la relajación y una actividad más lenta y menos agitada o intensa de los órganos internos excepto el sistema digestivo.”*

Como agente de la conducta relajada y cautelosa, este sistema realiza una función conservada, mostrando una elevada actividad cuando, tras la exposición a un estímulo, se entra en una fase de relajación o descanso. Estos efectos pueden ser contrarrestados por el sistema nervioso simpático, cuyos puntos fuertes son la disminución de la frecuencia Cardíaca, el aumento de la variabilidad de la frecuencia cardíaca, la vasoconstricción coronaria, el broncoespasmo, pero reducciones muy leves de la presión arterial y la vasodilatación periférica, tanto visceral como visceral. músculos y en el corazón.

Navarro (2002) menciona que: *Este sistema está involucrado en funciones protectoras que contribuyen al funcionamiento normal de los sistemas relacionados, especialmente los órganos internos. Estos componentes no funcionan simultáneamente en condiciones normales, sino que contribuyen a una función específica. Hoy en día, cada neurona preganglionar está expuesta a un pequeño número de neuronas posganglionares, cuyo número es aún menor en el sistema nervioso simpático.*

Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca

La variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) facilita información que permite medir las interacciones entre los sistemas simpático y parasimpático, informando de las capacidades de estos sistemas en diferentes condiciones, y así poder ver el impacto de estos sistemas en el corazón. Es un parámetro no invasivo que mide el cambio en la frecuencia cardíaca durante un período específico en el análisis de ciclos circadianos consecutivos.

Las mediciones de la VFC son establecidas en el análisis de los intervalos consecutivos RR y pueden estar a la mira mediante electrocardiogramas, ondas de pulso, tonos cardiacos o métodos similares.

Montes de Oca (2005) menciona que: *El cálculo de este se realiza entre las ondas R por intervalo RR en el complejo QRS y corresponde al sistema nervioso autónomo y al equilibrio simpático del nervio vago cardíaco mediado por dos capas del sistema cardíaco que son el simpático y el parasimpático.*

El registro de la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) se ha convertido en un método ampliamente utilizado en las comunidades médicas y deportivas para comprender el estado del sistema nervioso autónomo (SNA), lo que permite diversas aplicaciones según diferentes campos.

Específicamente, en los deportes, el ejercicio o el entrenamiento físico provoca cambios en el estado del SNA. Generalmente, el valor de VFC es más bajo después del entrenamiento de alta carga, y el valor de VFC es más alto durante el entrenamiento de carga moderada o baja.

Según Bourdillon, Schmitt, Yazdani, Vesin, y Millet (2017) *Entender el estado del SNA en el ámbito deportivo es clave para optimizar el proceso de entrenamiento, ya que permite entender cómo los deportistas absorben las diferentes cargas de entrenamiento y por tanto sus niveles de fatiga para evitar estados de sobre entrenamiento*

Uso de la variabilidad de la frecuencia cardiaca en campo del deporte

Antes de revisar el avance de la variabilidad de la frecuencia cardiaca en los deportes, es interesante recordar que refleja oscilaciones constantes del intervalo RR de forma no invasiva y proporciona datos precisos sobre el estado real del SNA (Working Group, 1990).

Plews et al., (2014) menciona que la VFC se ha convertido en un parámetro confiable para determinar los niveles de fatiga en deportes profesionales y aficionados.

El parámetro del valor SNA se considera como un valor Compromiso de controlar las adaptaciones individuales al entrenamiento para conocer el verdadero estado de fatiga de cada deportista en cada momento concreto de la temporada (Al Haddad, et al, 2011; Plews et al., 2014).

Aunque la variabilidad de la frecuencia cardiaca es un valor muy fiable y preciso, no da datos sobre todos los aspectos relacionados con la fatiga o rendimiento.

Buchette (2014), recomienda combinar su uso con otros parámetros como datos de salud, frecuencia cardíaca en reposo, datos de entrenamiento (como fase de entrenamiento, volumen, severidad), análisis de sangre, examen físico tan simple como salto compensatorio (CMJ), etc. Una descripción general de cómo cada atleta o jugador puede acomodar diferentes cargas de entrenamiento y así conocer el nivel de fatiga del deportista.

Métodos para la medición de la variabilidad de la frecuencia cardiaca

Existen muchos métodos para medir la variabilidad de la frecuencia cardíaca, pero los más comunes se encuentran en el dominio del tiempo, dominio de frecuencia, medidas geométricas del intervalo RR y variables no lineales como perturbaciones de pulso, gradientes de ley de potencia y diagramas de Poincaré.

Abreviatura ***Descripción***

<i>RR o NN</i>	Su unidad es milisegundos (ms) intervalo de tiempo entre dos pulsaciones del corazón.
<i>Media RR o AvRR/RRmw</i>	Su medida es milisegundos (ms) el tiempo promedio entre todos los intervalos RR
<i>RRSD o SD/SDR</i>	Su unidad de medida es milisegundo y es la desviación estándar de todos los intervalos RR del periodo medio. Este es un indicador independiente de las frecuencias para definir el concepto de la variabilidad total.
<i>RMSSD o rMSSD/r-MSSD</i>	La unidad es milisegundos, que es la raíz cuadrada de la media de la suma de los cuadrados de las diferencias de todos los rangos de RR consecutivos. Informe de cambio a corto plazo, utilizado para observar los efectos del sistema nervioso parasimpático en relación con el cambio a corto plazo.
<i>SDSD o SDNN</i>	Su medida es en milisegundos y es la desviación estándar de la diferencia de los intervalos consecutivos.
<i>NN50 o RR50</i>	Número de intervalos RR consecutivos que se diferencian en más de 50ms entre sí.
<i>pNN50</i>	Su unidad de medida es en % y es el porcentaje de los intervalos RR consecutivos que discrepan en más de 50ms entre sí. Un valor elevado nos da información acerca de las variaciones altas espontaneas de la frecuencia cardiaca.
<i>Mean HR</i>	Media de la frecuencia cardiaca.

<i>SD1 o SD transversal</i>	Es medida en ms y es la desviación estándar de los intervalos ortogonales de los puntos RR _i , RR _{i+a} al diámetro transversal de la elipse.
<i>SD2 o SD longitudinal</i>	Medida en ms, es la desviación estándar de los intervalos ortogonales de los puntos RR _i , RR _{i+a} al diámetro longitudinal de la elipse.
<i>SDANN</i>	Desviación estándar de los periodos RR con una media de medida de 5 minutos.
<i>ASDNN</i>	Índice de las desviaciones estándar de todas las medidas de los intervalos RR de 5 minutos a lo largo de 24 horas.
<i>LnrMSSD.</i>	El logaritmo neperiano natural de la RMSSD
<i>SS</i>	Índice de stress

Diagrama de Poincaré: también conocido como diagrama de dispersión, uno de los diagramas no lineales más utilizados y estudiados en notación VFC. Los intervalos RR en patrones geométricos le permiten analizar la VFC usando propiedades gráficas

Según Naranjo (2015) Estudios recientes sugieren dos medidas novedosas de la variabilidad de la frecuencia cardíaca como indicadores de la interpretación del diagrama de Poincaré, donde el índice de estrés (SS) se expresa como el recíproco de SD2 multiplicado por 1000, con el objetivo de que sea un valor proporcional a la actividad simpática. compárelo con la relación simpático-parasimpático (relación S/PS), que es la diferencia entre SS y SD1, para explicar directamente el equilibrio autonómico.

Los intervalos RR se muestran en un diagrama de dispersión 2D; El diámetro longitudinal de la elipse describe la variación a largo plazo de la frecuencia cardíaca y el diámetro transversal describe la variación a corto plazo de la frecuencia cardíaca. Mediante el cálculo de las desviaciones estándar de los diámetros longitudinal y

transversal, se cuantificaron los cambios espontáneos ya largo plazo en la VFC. En este gráfico se analizan los siguientes parámetros: SD1, que se considera que describe la volatilidad a corto plazo, y SD2, la volatilidad a largo plazo.

Cuando realizar el registro de la variabilidad de la frecuencia cardiaca.

Los registros de la variabilidad de la frecuencia cardíaca se pueden realizar en diferentes momentos:

- En reposo (normalmente antes de realizar cualquier tipo de actividad física)
- Durante el propio ejercicio físico
- O después del entrenamiento

Pichot y cols (2000) menciona que la VFC se lleva el registro mientras el deportista duerme, justo después de despertarse o en el centro de entrenamiento antes de empezar la sesión de entrenamiento. La actividad del SNA es muy sensible a las condiciones ambientales (sonido, temperatura, luminosidad) por lo que el registro de la VFC requiere que las condiciones durante este sean lo más parecidas posibles, aumentando la homogeneidad de estas y poder observar de una manera más precisa los efectos del entrenamiento sobre el SNA.

Boullosa et al. (2013) realizaron registros largos de la variabilidad de la frecuencia cardíaca durante la fase de sueño en 8 deportistas profesionales usando un pulsómetro Polar (Polar Electro Oy, Kempele, Finlandia) durante un período de ocho semanas, con cuatro registros por semana. Los autores comprobaron que los registros de la VFC, (analizando SDNN, RMSSD, LF, HF, ratio LF/HF, SD1 y SD2) durante la fase de sueño era un sistema válido para comprobar los cambios producidos por el entrenamiento en el estado del SNA.

Capítulo II

Metodología

Tipo de estudio

Este estudio tiene un enfoque cuantitativo no experimental de alcance explicativo

Población y muestra

La muestra quedó constituida por 12 jugadores de ajedrez del equipo representativo varonil de los Halcones de la Universidad Veracruzana. Los sujetos que participaron en este estudio fueron informados del procedimiento a seguir al inicio del estudio, mediante una reunión informativa, y una vez que aceptaron firmaron una carta de consentimiento informado, siguiendo las recomendaciones de la declaración de Helsinki. Este estudio tuvo como sede la sala de ajedrez de la Universidad Veracruzana para la prueba, análisis de muestras y aplicación del protocolo y las instalaciones de la Dirección de Actividades Deportivas de la Universidad Veracruzana para las reuniones informativas con los participantes.

Criterios de inclusión

- Tener entre 18 y 25 años
- Ser integrante del equipo representativo de los Halcones UV
- Asistencia
- Realización de todas las pruebas y/o análisis que requiera la investigación.

Criterios de Exclusión

- No aceptar los términos de la investigación.
- Incumplir en alguna de las pruebas o análisis de la investigación

Criterios de eliminación

- Incumplir con el horario establecido.
- Abandonar los entrenamientos establecidos.

Variables

- Variabilidad de la Frecuencia cardiaca
- Complejidad de la partida
- Estrés precompetitivo

Procedimiento del estudio

- Participación de los deportistas en la investigación, mediante el conocimiento de la Dirección de Actividades Deportivas de la Universidad Veracruzana.
- Firma de consentimiento informado e información sobre todo el contenido del estudio a los deportistas.
- Medición de variabilidad de la frecuencia cardiaca en estado basal por la mañana antes de realizar cualquier otra actividad.

Descripción del protocolo

Se diseñó un protocolo de competencia simulada con diferentes niveles de dificultad como medio de evaluación del participante. Se reunió al equipo de ajedrez rama varonil representativo de los Halcones UV que cumplía con las características de los sujetos necesarios para la aplicación del protocolo y se les explicó en qué consistía el estudio. Se analizó su calendario de entrenamientos y se seleccionó la competencia en la que se aplicaría el protocolo de preparación.

Se seleccionaron tres niveles de dificultad mediante el software Fritz 17 el cual incluye el módulo de ajedrez “Fat Fritz “. Se trata de un módulo con nivel de dificultad alto, funciona mediante una red neuronal artificial con una tecnología basada en la de Alpha Zero. El módulo produce análisis semejantes a los obtenidos a través del enfoque humano y sigue un plan inteligente. Los resultados que se obtienen son de alto nivel con las siguientes valoraciones:

- Jugador club con ambiciones (Puntuación 1600)
- Jugador club experimentado (Puntuación 1900)
- Candidato a maestro (Puntuación 2200)

Los cuales estaban dentro de su programa de entrenamientos, los sujetos del estudio compitieron en los tres niveles de manera aleatoria y sin saber contra cual nivel jugaban, 30 minutos antes se aplicó el inventario 2 del estado de ansiedad competitiva (CSAI-2). Con la finalidad de revelar el nivel de ansiedad estado y ansiedad rasgo da los participantes, esta última como una característica propia de la personalidad de los ajedrecistas.

Instrumentos

- Tablero electrónico DGT e-Board
- Reloj de Ajedrez DGT 3000
- Computadora: especificaciones recomendadas, PC Intel i5 oder AMD Ryzen 3 (Quadcore), 8 GB RAM, Windows 10 con 64-Bit (versión actual), tarjeta gráfica NVIDIA RTX con 6 GB.
- Software Fritz 17 (Incluye el módulo FAT FRITZ, el súper módulo para ajedrecistas profesionales.)
- Sensor POLAR H-10
- Software informático Kubios versión (Kubios HRV analysis software, The MathWorks Inc, University of Eastern Finland)
- Acceso a Internet

Duración del protocolo

La competencia simulada, tiene un tiempo total de aplicación de dos horas con 10 minutos para cada deportista, de los cuales 30 minutos son para la aplicación de CSAI-2 y registro de la VFC, posteriormente, 100 minutos son para el entrenamiento con cada uno de los diferentes niveles. (25 minutos por cada nivel incluido y 10 minutos de tiempo de recuperación entre cada partida).

Cada sesión de competencia simulada se realiza en un espacio cerrado libre de ruido, la cual es individual y personalizada, aplicada por el entrenador de la disciplina. Se le explico a cada sujeto de estudio el proceso de competencia previo a recibirlo para que conozca las indicaciones de cambios de nivel por el aplicador.

Procedimiento de toma de Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca

La medición de la variabilidad de la frecuencia cardiaca se realizó mediante el equipo Polar Team2 Polar Electro OY, Kempele, Finland. En donde se colocaron las bandas WearLinkwind Polar junto con el transmisor Polar Team2 Bluetooth en el tórax del deportista a la altura de la apófisis xifoides del esternón. El monitoreo se realizó en un ambiente controlado con buena iluminación, temperatura y libre de sonidos que alteraran a los sujetos.

Para la toma basal, fueron acostados en zonas cómodas y estables en posición supina con piernas extendidas y los brazos laterales al cuerpo durante cinco minutos para la toma de la variabilidad de la frecuencia cardiaca en estado de reposo.

La señal del transmisor es mandada a la unidad central Polar Team2 que este a su vez es recibida en el software informático Polar Protrainer™ versión, en la opción R-R (latido a latido), donde se obtienen y guardan todos los datos.

El análisis de estos datos se realizó mediante el software informático versión Kubios HRV Standard 3.3.1 (Kubios HRV analysis software, The MathWorks Inc, University of Eastern Finland). Se controlaron los hábitos que pudieran afectar el resultado de la variabilidad de la frecuencia cardiaca, tales como el descanso, ingesta de sustancias estimulantes, ingesta de alimento previo a la medición (Hernández, 2012; Rodas et al., 2008; Task Forcé, 1996).

Se utilizó el método de dominio de tiempo como análisis lineal, tomando a la rMSSD, como indicador de la influencia del sistema nervioso parasimpático en el sistema cardiovascular para posteriormente en una plantilla estadística utilizar el logaritmo neperiano a los datos de la RMSSD y poder arrojar el LnRMSSD, mientras que el SS para medir la actividad simpática, se utilizó el protocolo propuesto por Naranjo y colaboradores (2015a).

Análisis estadístico

Se presentan los datos descriptivos con media y desviación estándar, utilizando el paquete estadístico SPSS (SPSS INC., Chicago, IL, USA). Se revisó la normalidad de los datos a través de Prueba de Kolmogórov-Smirnov, posteriormente se utilizó la ANOVA de un factor considerando el valor de $p < .05$.

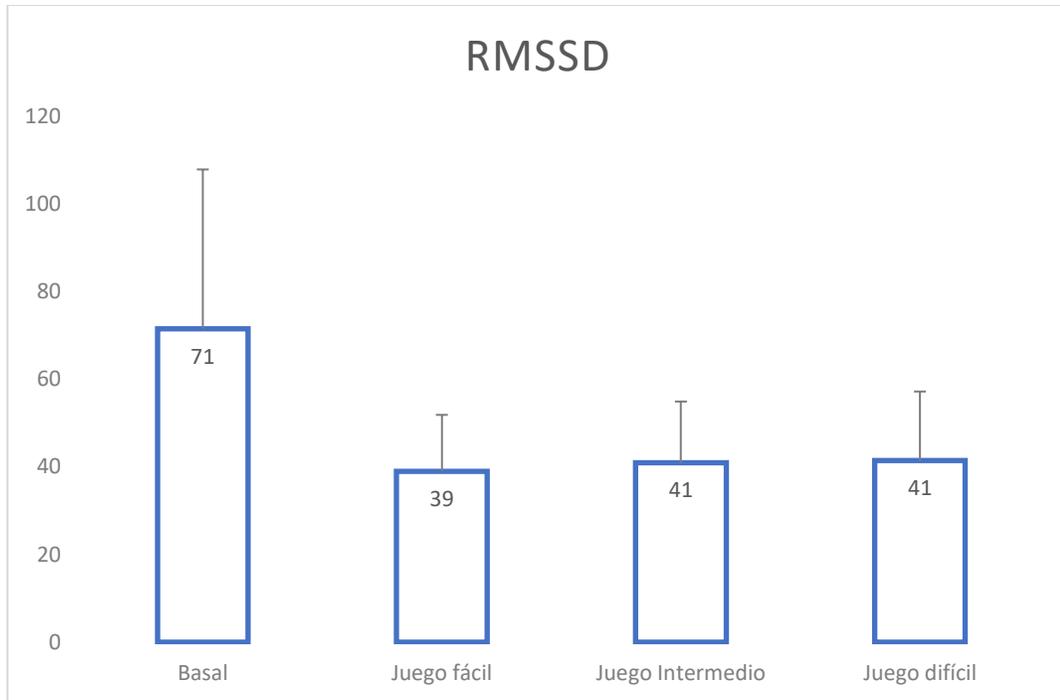
Capítulo III

Resultados

Se tomó una muestra de 12 deportistas, de la rama varonil pertenecientes al equipo representativo de la Universidad Veracruzana. Se trabajó de manera individual con cada uno de los deportistas por las características particulares de nivel de la práctica conlleva. Siendo estas las características generales de los ajedrecistas evaluados.

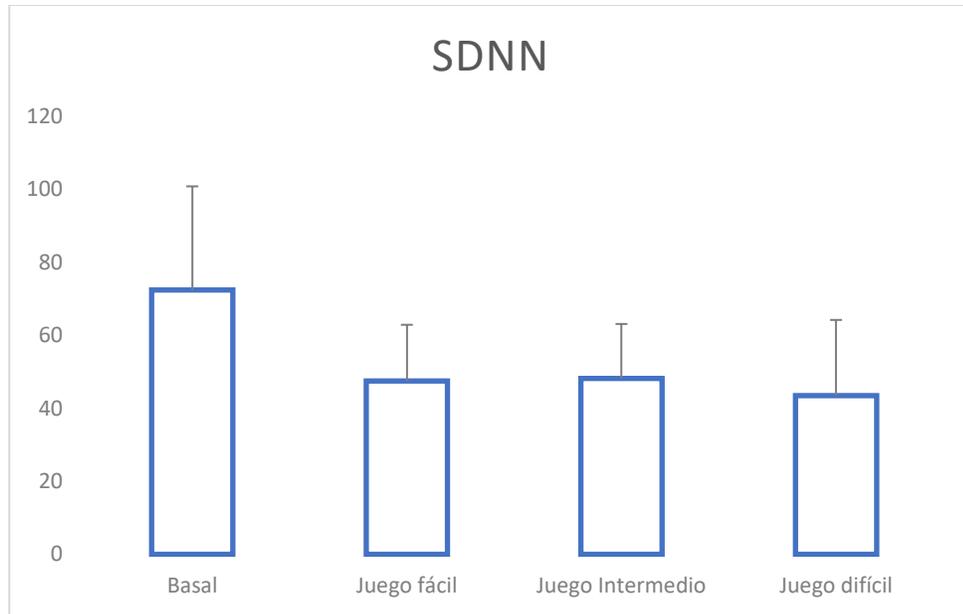
En cuanto a la RMSSD, el cual es un indicador de la actividad parasimpática del SNA se puede observar en la figura 1 que en situaciones basales los sujetos se encuentran en condiciones estables, sin embargo, los valores de la RMSSD descienden una vez que empiezan a jugar las partidas mostrando una diferencia significativa ($p < .05$) con respecto a la toma basal. Cabe destacar que entre los juegos, sin importar el nivel de dificultad no se presentaron cambios en la RMSSD.

Figura 1. Comportamiento de la RMSSD en las partidas de ajedrez.



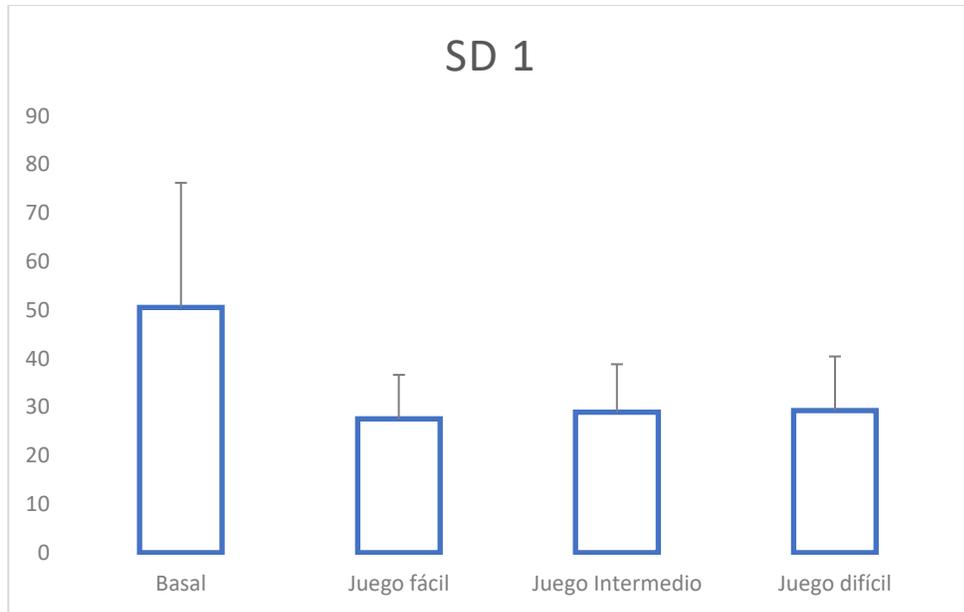
La SDNN es la desviación estándar de la diferencia de los intervalos consecutivos, podemos observar en la figura 2 que en situaciones de reposo los sujetos se mantienen estables, pero al igual que en la figura anterior los valores de la SDNN descienden una vez que comienzan a jugar las partidas; y no se muestran cambios en la SDNN en ninguno de los tres niveles.

Figura 2. Comportamiento de la SDNN en las partidas de ajedrez.



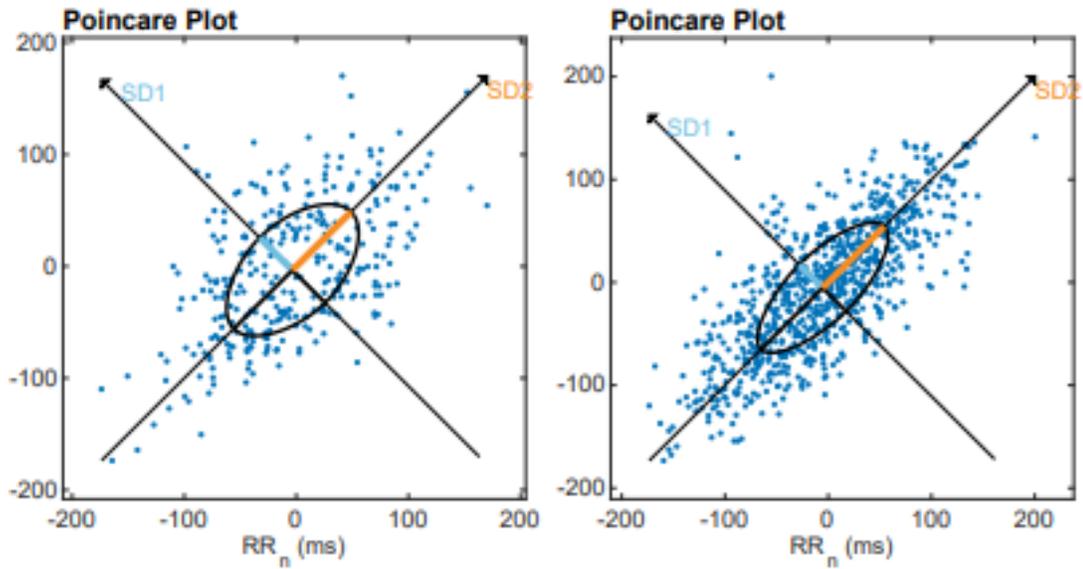
En la figura 3 se muestran los resultados de la SD1 que es una variable que también mide la actividad parasimpática pero del diagrama de Poincaré y nos permite tener una evaluación más visual.

Figura 3. Comportamiento de la SD 1 en las partidas de ajedrez.



El análisis por gráficos de Poincaré es un método geométrico y no lineal para evaluar la dinámica de la VFC y se trata de la representación de una serie de tiempo al plano cartesiano, en donde los valores de cada par de elementos sucesivos de la serie definen un punto en la gráfica.

Figura 4. Diagrama de Poincaré frente a los intervalos NN



Capítulo IV

Discusión

El principal hallazgo de este estudio es que la actividad parasimpática producida por una partida de ajedrez la cual es independiente del estado en reposo del deportista puesto que presenta un incremento significativo al momento de jugar una partida mientras que la recuperación del sistema nervioso autónomo depende de la intensidad de este.

La finalidad del estudio fue conocer los cambios de la Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca en jugadores de ajedrez, en donde se contó con una participación de

12 deportistas los cuales dentro del procedimiento utilizaron una banda de frecuencia que permite la determinación de la densidad espectral en cada momento de una partida de ajedrez.

Para Ruso (2018) el estudio de la RMSSD sufre una caída importante en sus valores con independencia de la intensidad y de la duración del ejercicio, por tanto, afirma que la supresión del estímulo parasimpático durante el esfuerzo físico es total con independencia de la intensidad realizada. Sin embargo, una vez comenzada la recuperación se observa un aumento progresivo de los valores de la RMSSD que es significativamente más rápido cuando la intensidad es más baja.

En general, los resultados mostraron que cuando comenzaba el deportista a jugar la partida, la RMSSD disminuyó tanto en una partida con un nivel alto, medio y bajo.

En cuanto a las medidas subjetivas, dificultad percibida, estrés y la complejidad de la partida aumentó al comienzo de cada juego. Por lo tanto, los resultados estuvieron en línea con los planteamientos iniciales, donde mencionábamos que los jugadores al momento de comenzar una partida sus niveles de estrés comienzan a aumentar. Ese planteamiento suponía que los jugadores alcanzarían mayor parasimpática (mayor VFC), así como menor estrés percibido, dificultad y complejidad durante las diferentes partidas.

Los resultados del presente estudio de la VFC muestran diferencias en la RMSSD, SDNN y SD1 comparando su estado en reposo con cada uno de los juegos realizados. Por otra parte cabe destacar que estos resultados son muy relevantes y se piensa hacer un segundo estudio con una población mayor, ya que se encontraron pocos estudios con una metodología similar a la propuesta por nosotros.

Esto podría indicar que las respuestas simpáticas fueron más altas cuando la partida iba progresando, lo que podría estar dirigido para hacer frente a las demandas cognitivas de la posición a la que se llega (Wickens et al., 2015).

De acuerdo con estos hallazgos, algunos investigadores han demostrado previamente que cuanto mayor es la carga cognitiva, menor es la frecuencia cardíaca (Hjortskov et al., 2004; Mukherjee et al., 2011), lo que respalda la idea de la VFC como un indicador fiable y sensible de esfuerzo mental (Mukherjee et al., 2011). Además, se

observó un aumento en la percepción subjetiva de estrés, dificultad y complejidad entre las partidas de alto, medio y bajo nivel.

Los resultados del análisis mostraron una diferencia significativa en SD1 (una medida no lineal de VCF). Esto puede indicar que esta escala puede ser más sensible a los cambios en el procesamiento cognitivo que otras. De acuerdo con nuestros resultados, las mediciones de tiempo y SD1 parecen ser indicadores confiables y sensibles del esfuerzo mental. (Mukherjee et al., 2011).

Para posteriores estudios se recomienda utilizar más cuestionarios de estrategias de afrontamiento situacionales. Asimismo, continuar con la medición de estados de ánimo o ansiedad precompetitiva siempre que la organización de la competición y entrenamientos lo permita. Sin embargo, el tamaño de muestra relativamente pequeño hace que estos hallazgos deban ser tomado con precaución considerando para futuras investigaciones ampliar la muestra.

En conclusión, este estudio informa una disminución de la RMSSD para satisfacer las demandas cognitivas de las partidas en los jugadores de ajedrez. La variabilidad de la frecuencia cardiaca fue significativamente mayor al comenzar las partidas de ajedrez sin importar el nivel de dificultad del oponente. Estos resultados abren un nuevo campo donde la variabilidad de la frecuencia cardiaca podría ser una herramienta interesante y útil en el entrenamiento de ajedrez para valorar las instancias y capacidades cognoscitivas de los ajedrecistas.

El hallazgo más relevante tiene relación con la obtención de altos porcentajes de activación correspondientes a estrés durante periodos de juego durante las partidas de ajedrez, que comienzan antes de las partidas y sin posibilidad de descarga física, lo que sugiere una necesidad de entrenamiento psicológico para el afrontamiento de competiciones, la realización de actividad física moderada para la descarga tensional y la estructuración del torneo con más tiempos de recuperación.

Referencias

- Bompa, T. (2004). *Periodización del entrenamiento deportivo* (2ª ed.). Editorial Paidotribo.
- Bompa, T. (2007). *Periodización. Teoría y metodología del entrenamiento* (2ª ed.). Editorial Hispano Europea.
- Bricout, V. A., Dechenaud, S., & Favre-Juvin, A. (2010). Analyses of heart rate variability in young soccer players: the effects of sport activity. *Autonomic Neuroscience*, 154(1), 112-116. <https://doi.org/10.1016/j.autneu.2009.12.001>
- Buchheit, M. (2014). Monitoring training status with HR measures: do all roads lead to Rome? *Frontiers in Physiology*
- Chase, w. G., and Simon, h. A. (1973). Perception in chess. *Cognit. Psychol.* 4, 55–81. doi: 10.1016/0010-0285(73)90004-2
- Chicharro, J., & Vaquero, a. (2006). *Fisiología del ejercicio* (3ª ed.). Editorial Médica Panamericana.
- DA COSTA, M. P., DA SILVA, N. T., DE AZEVEDO, F. M., PASTRE, C. M., AND MARQUES VANDERLEI, L. C. (2016). Comparison of Polar((R)) RS800G3 heart rate monitor with Polar((R)) S810i and electrocardiogram to obtain the series of RR intervals and analysis of heart rate variability at rest.
- Damásio, A. R. (1994). *Descartes' Error: Emotion, Reason, and the Human Brain*. New York: Grosset/Putnam.
- De Groot, a. (1965). *Thought and Choice in Chess*. Mouton, The Hague.
- Eingorn, V (2007). *La toma de decisiones en el tablero*. Barcelona: Hispano Europea. Colección Jaque Mate.
- Elko, P. K., & Ostrow, A. (1991). Effects of a Rational-Emotive Education Program on Heightened Anxiety Levels of Female Collegiate Gymnasts. *The Sport Psychologist*.

- Elo, A. (1978). *The Rating Of Chessplayers, Past and Present*. New York, NY: Batsford.
- Gobet, F., and Simon, H. A. (1998). Expert chess memory: revisiting the chunking hypothesis.
- González, J. L. (1996). *El entrenamiento psicológico en los deportes*. Madrid: Biblioteca Nueva.
- Hall, J. E. (2011). *Guyton y Hall. Tratado de fisiología médica*. Elsevier Health Sciences.
- Kasparov, G. (2007). *Cómo la vida imita al ajedrez*. Debate.
- Montes de Oca, G., Moreno, T., Rodríguez, G., Jiménez, d., & Alvarez, j. (2005). Estudio de la variabilidad del RR en un sistema de monitoreo ambulatorio. *Bioingeniería y Física Médica Cubana*.
- Mukherjee, S., Yadav, R., Yung, I., Zajdel, d. P., and Oken, B. S. (2011). Sensitivity to mental effort and test-retest reliability of heart rate variability measures in healthy seniors. *Clin. Neurophysiol.* 122, 2059–2066. doi: 10.1016/j.clinph.2011. 02.032.
- Naranjo, J., de la Cruz, B., Sarabia, e., de Hoyo, M., & Domínguez, S. (2015a). Two new indexes for the assessment of autonomic balance in elite soccer players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(4), 452–457.
- Naranjo, J., de la Cruz, B., Sarabia, E., de Hoyo, M., & Domínguez-cobo, S. (2015). Heart rate variability: a follow-up in elite soccer players throughout the season. *International Journal of Sports Medicine*, 94(11), 881-886.
- Navarro, J., Amar, J., & González, C. (1995). Ansiedad precompetitiva y conductas de autocontrol en jugadores de fútbol. *Revista de Psicología del Deporte*
- Plews, D. J., Laursen, P. B., Stanley, J., Kilding, a. E., & Buchheit, M. (2013). Training adaptation and heart rate variability in elite endurance athletes: opening the door to effective monitoring. *Sports Medicine*, 43(9), 773-781.
- Plews, D. J., Laursen, P. B., Stanley, J., Kilding, a. E., & Buchheit, M. (2014a). Heart-rate variability and training intensity distribution in elite rowers. *International Journal of Sports Physiology & Performance* 9(6): 1026-32.

- Plews, D., Scott, B., Altini, M., Wood, M., Kilding, A., y Laursen, p. (2017). Comparison of heart-rate-variability recording with smartphone photoplethysmography, Polar H7 chest strap, and electrocardiography. *International Journal of Sports Physiology & Performance*, 12(10), 1324-28
- Rodas, G., Pedret, C., Ramos, J. y Capdevila, L. (2008a). Variabilidad de la frecuencia cardíaca: concepto, medidas y relación con aspectos clínicos (I). *Archivos de Medicina del Deporte*, 123, 41-47.
- Rodas, G., Pedret, C., Capdevila, L. y Ramos, J. (2008b). Variabilidad de la frecuencia cardíaca: concepto, medidas y relación con aspectos clínicos (II). *Archivos de Medicina del Deporte*, 25, 11-18.
- Ruiz, L.M. & Arruza, J. (2005). *El proceso de toma de decisiones en el deporte. clave de la eficiencia y el rendimiento óptimo*. Barcelona: Paidós.
- Soares-Miranda, L., Sattelmair, J., Chaves, P., Duncan, G., Siscovick, D. S., Stein, P. K., Et Al. (2014). Physical activity and heart rate variability in older adults: the Cardiovascular Health Study.
- Tarvainen, M. P., Niskanen, J.-P., Lipponen, J. A., Ranta-Aho, P. O., And Karjalainen, P. A. (2014). Kubios HRV - Heart rate variability analysis software. *Comput. Methods Progr. Biomed.* 113, 210–220. doi: 10.1016/j.cmpb.2013. 07.024
- Tortosa Moreno, A. (2013). *Sistema Nervioso: Anatomía*. Infermera Virtual.
- Vygotsky, L.S. (1979) *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona: Crítica.
- Weinberg, R.S. & Gould, D. (1996). *Fundamentos de psicología del deporte y el ejercicio físico*. Barcelona: Ariel Psicología.
- Wickens, C., Hollands, J., Banbury, S., And Parasuraman, R. (2015). *Engineering Psychology and Human Performance*. New York, NY: Psychology Press.

Anexos

Anexo 1. Banda WearLinkwind Polar, para toma de frecuencia cardiaca



Anexo 2. Equipo con software Fritz, Tablero electrónico DGT y app HRV elite



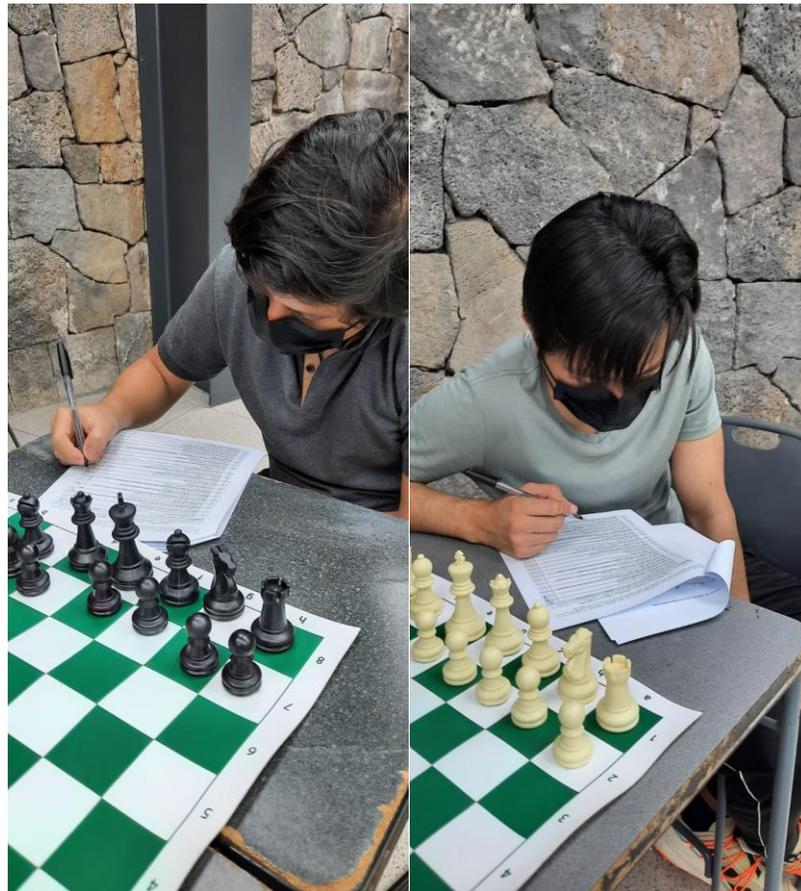
Anexo 3. Fotos de la realización del entrenamiento



Anexo 4. Registro de resultados al término de una partida.



Anexo6. Foto de cuestionario CSAI-II previo a la sesión de entrenamiento.



RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO

Oscar José Campos Segura

Candidato para obtener el Grado de Maestría en Actividad Física y Deporte
con Orientación en Alto Rendimiento Deportivo

Tesina: Cambios de la Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca en ajedrecistas
universitarios tras la complejidad en competencias

Campo temático: VFC en ajedrecistas

Datos Personales: Nacido en Xalapa, Veracruz el 18 de octubre de 1994

Educación Profesional: Licenciado en Pedagogía

Experiencia Profesional: Técnico Académico de la Dirección de Actividades
Deportivas de la Universidad Veracruzana y Entrenador de la Selección de Ajedrez
rama varonil y femenil.

E-mail: oscarjose0794@gmail.com