



Guillermo López de Silanes Martínez - Gonzalo Lacasta López

Estudios fisiológicos aplicados
a la instrucción de combatientes

El instinto de lucha El salto paracaidista

UNIVERSIDAD DE GRANADA
MANDO DE ADIESTRAMIENTO Y DOCTRINA

ESTUDIOS FISIOLÓGICOS
APLICADOS A LA INSTRUCCIÓN
DE COMBATIENTES

ESTUDIOS FISIOLÓGICOS APLICADOS
A LA INSTRUCCIÓN DE COMBATIENTES



EL INSTINTO DE LUCHA
REACCIONES FISIOLÓGICAS EN COMBATE

GUILLERMO LÓPEZ DE SILANES MARTÍNEZ



EL SALTO PARACAIDISTA
CUÁL ES LA REACCIÓN PSICOFÍSICA
DE UN PARACAIDISTA ANTE UN SALTO REAL

GONZALO LACASTA LÓPEZ



GRANADA
2024

COLECCIÓN EMILIO HERRERA

DIRECCIÓN DE LA COLECCIÓN

JESÚS BANQUERI OZÁEZ, Universidad de Granada
JAVIER MARÍA RUIZ ARÉVALO, Mando de Adiestramiento y Doctrina del
Ejército de Tierra

CONSEJO ASESOR

FRANCISCO HERRERA TRIGUEROS, Universidad de Granada. CARLOS CASTRILLO LARRETA-AZELAIN, Mando de Adiestramiento y Doctrina del Ejército de Tierra. FRANCISCO JAVIER ROLDÁN BARBERO, Universidad de Granada. JUAN RAMÓN SABATÉ ARAGONÉS, Mando de Adiestramiento y Doctrina del Ejército de Tierra. JAVIER JESÚS JORDÁN ENAMORADO, Universidad de Granada. ANDRÉS FREIRE GARCÍA, Mando de Adiestramiento y Doctrina del Ejército de Tierra. ANA ISABEL DEL MORAL GARCÍA, Universidad de Granada. BONIFACIO GUTIÉRREZ DE LEÓN, Mando de Adiestramiento y Doctrina del Ejército de Tierra. MIGUEL LUIS LÓPEZ-GUADALUPE MUÑOZ, Universidad de Granada. ANTONIO GARCÍA NAVARRO, Mando de Adiestramiento y Doctrina del Ejército de Tierra

El Centro Mixto UGR-MADOC no se responsabiliza de las opiniones de los autores.

Esta publicación ha contado con la financiación de la Fundación Caja Rural de Granada.

© LOS AUTORES

© UNIVERSIDAD DE GRANADA

ISBN: 978-84-338-7449-8

Edita: Editorial Universidad de Granada

Campus Universitario de Cartuja. Granada

Colegio Máximo, s.n., 18071. Granada

Tel.: 958 243930-246220

Web: editorial.ugr.es

Fotocomposición: María José García Sanchis. Granada

Diseño de cubierta: Tadigra. Granada

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra sólo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley.

PRÓLOGO

El Premio “Cadete Afán de Ribera” a la investigación, organizado por el Mando de Adiestramiento y Doctrina (MADOC) con el patrocinio de la Fundación Caja Rural Granada, se establece con el propósito de fomentar el espíritu de investigación y análisis en los alumnos de la Academia General Militar, recompensando a los autores de aquellos trabajos de fin de grado relacionados con el ámbito de responsabilidad del MADOC. La Universidad de Granada colabora en la selección de los trabajos premiados, en los que se valora su interés para el MADOC, su originalidad, estilo literario, rigor investigativo e interés divulgativo.

El Centro Mixto UGR-MADOC (CEMIX), instituido en el marco del Convenio entre el Ministerio de Defensa y la Universidad de Granada para la realización de actividades docentes, de investigación, de desarrollo tecnológico, culturales y de cualquier otro ámbito de interés mutuo, gestiona, a través de la Editorial de la UGR, la publicación en la Colección CEMIX de trabajos de investigación y formación relacionados principalmente con aspectos humanísticos, científicos y tecnológicos. Dentro de esta colección, la Biblioteca Emilio Herrera nace en 2020 con la intención de ser un cauce de comunicación de trabajos relacionados con aspectos científicos y tecnológicos en el ámbito de la defensa. Esta colección toma su nombre don Emilio Herrera Linares, insigne militar granadino y brillante científico de gran prestigio internacional que representa a la perfección los valores que subyacen tras la colaboración entre Universidad y Ejército.

El presente libro incluye los trabajos premiados en las ediciones de los años 2022 y 2023. El hecho de que ambos trabajos se enmarquen en la misma área de conocimiento, los estudios fisiológicos, ha aconsejado publicarlos conjuntamente, facilitando así el acceso a todos aquellos interesados en esta materia.

En primer lugar, el trabajo de Guillermo López de Silanes Martínez, bajo el sugerente título *El instinto de lucha*, aborda el análisis de las reacciones fisiológicas en combate. Partiendo del hecho innegable de que el combate induce un alto grado de estrés ante una situación de amenaza grave hacia la integridad física del combatiente, el autor considera necesario investigar cómo la psicología y la fisiología del combate afectan al rendimiento del combatiente. Para ello, durante la investigación se llevaron a cabo ejercicios tácticos específicamente orientados a conseguir una simulación de estrés en combate lo más parecida posible a la realidad. Durante ellos, se midió el estrés de los participantes mediante la grabación de su frecuencia cardiaca. Los datos así obtenidos permiten al autor extraer interesantes conclusiones al respecto.

En el segundo trabajo, Gonzalo Lacasta López aborda el estudio de la reacción psicofísica de un paracaidista ante un salto real. El propósito de la investigación es demostrar si las instalaciones de instrucción paracaidista del Ejército de Tierra cumplen con su propia finalidad. El estudio comprende una serie de pruebas tanto psicológicas como fisiológicas para ver el impacto que tienen los simuladores de salto en los paracaidistas del Ejército en comparación con un salto de combate. Para ello, el autor realizó una serie de pruebas durante el uso de los simuladores, evaluando la respuesta del personal participante en la muestra. Las mismas pruebas se realizaron, posteriormente, durante la realización de saltos reales. En el texto se expone en detalle el proceso, así como las conclusiones extraídas de la comparación de datos.

La publicación de estos dos trabajos supone un reconocimiento para sus autores y un paso más en la colaboración entre la UGR y el MADOC en el ámbito de la investigación.

PEDRO MERCADO PACHECO
Rector de la UGR

JOSÉ MANUEL DE LA ESPERANZA Y
MARTÍN-PINILLOS
Jefe del MADOC

GUILLERMO LÓPEZ DE SILANES MARTÍNEZ

EL INSTINTO DE LUCHA:
REACCIONES FISIOLÓGICAS EN COMBATE



GRANADA
2024

INDICE

Capítulo 1. EL COMBATE, SU FISIOLOGÍA Y SU PSICOLOGÍA.	13
1.1. El estrés en combate	13
1.2. ¿Por qué, para qué y cómo estudiar el estrés en combate?	14
Capítulo 2. EN QUÉ CONSISTE EL ESTRÉS DE COMBATE Y CÓMO FUNCIONA.	17
2.1. El papel del sistema nervioso autónomo	19
2.2. Estrés de combate y sistema nervioso autónomo	21
Capítulo 3. RENDIMIENTO EN COMBATE Y FRECUENCIA CARDIACA	23
3.1. Teoría de Fases.	23
3.2. La técnica de la respiración táctica	25
3.3. Variabilidad de la frecuencia cardiaca	26
Capítulo 4. INVESTIGANDO LA FISIOLOGÍA DEL ESTRÉS DE COMBATE	29
4.1. El ámbito humano del estudio	29
4.2. La medida fisiológica del estrés	30
Capítulo 5. METODOLOGÍA	33
5.1. Marco metodológico	33
5.2. Parámetros frecuenciales	34
5.3. Otros parámetros.	35
Capítulo 6. LOS “GUERRILLEROS” ENTRAN EN ACCIÓN.	37
6.1. Enfrentamiento con perro de ataque (K9)	37
6.2. Combate en población con munición FX	42
6.3. Ejercicio de tiro con inoculación de estrés	49
Capítulo 7. DESAFÍOS DE FUTURO	59
Capítulo 8. CONCLUSIONES	61
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63

Capítulo 1

EL COMBATE, SU FISIOLOGÍA Y SU PSICOLOGÍA

*Si vis pacem, para bellum.
(Si quieres la paz, prepárate para la guerra)*

Julio César

*En la paz la guerra parece algo demasiado
lejano para merecer atención.*

Vegecio

1.1. EL ESTRÉS EN COMBATE

Combatir es un verbo de uso eminentemente militar. La sociedad civil actual apenas lo usa. Suena demasiado violento. Sin embargo, los estándares de libertad y bienestar de las sociedades modernas se soportan en la capacidad de combatir de los que están encargados de protegerlas.

El combate representa la expresión máxima del enfrentamiento entre seres humanos. Cuando los gestos y las palabras no son suficientes, cuando el diálogo se revela inútil, la defensa de la razón pasa por la utilización de la fuerza en cualquiera de sus facetas. Desde la presión sutil hasta el enfrentamiento más violento, el combate busca quebrantar la voluntad del adversario y, si es necesario, su propia integridad física.

El combate no es algo deseado. Sobreviene como consecuencia de una escalada de hostilidades en un conflicto, habiendo fracasado previamente todos los medios al alcance de un estado. Pone a prueba al ser humano como especie, desde el momento en que demanda que unos sujetos se enfrenten a sus semejantes, entregando su vida si preciso fuera, tal como reza la vigente fórmula de Jura de Bandera en España.

En consecuencia, el combate induce un alto grado de estrés ante una situación de amenaza grave hacia la integridad física del

combatiente. De ahí la importancia de investigar cómo la psicología y la fisiología del combate afectan al rendimiento.

Bruce K. Siddle definió el estrés de combate como “reacción fisiológica ante la percepción de una amenaza inminente de herida grave o muerte, o ante la responsabilidad de ser encargado de proteger a un tercero de lesiones graves o muerte inminente, bajo condiciones donde el tiempo de respuesta es mínimo”.

El interés del autor de estas líneas por conocer los efectos del estrés en el combatiente se despertó hace varios años con motivo de la lectura del libro “Sobre el combate, la psicología y fisiología del conflicto letal en la guerra y en la paz”, escrito por el Teniente Coronel estadounidense Dave Grossman. Esta lectura coincidió en el tiempo con un cúmulo de experiencias personales relacionadas con el proceso de adiestramiento militar que el propio autor recibía como alumno de la Academia General Militar de Zaragoza. Resultaba fácil reconocer en carne propia algunos de los efectos del estrés sobre el combatiente que se describían en dicha obra. De ahí, surgió el interés personal por profundizar en un tema de aplicación profesional y de utilidad para el área de conocimiento vinculada a la instrucción del militar y su rendimiento táctico.

En resumen, el estrés es una reacción inherente al combate y a la instrucción militar con simulación de condiciones reales. Constituye una de las reacciones esenciales del cuerpo humano cuando es sometido a condiciones en las que prima el uso de la fuerza para el cumplimiento de una misión, aun a costa de la propia supervivencia. Por tanto, es preciso conocer en profundidad la influencia del estrés en los combatientes para poder predecir su comportamiento en una situación real y adaptar las técnicas de adiestramiento para que nuestros soldados sepan identificar y prevenir los efectos adversos del estrés, de modo que afronten el combate en las mejores condiciones posibles.

1.2. ¿POR QUÉ, PARA QUÉ Y CÓMO ESTUDIAR EL ESTRÉS EN COMBATE?

El estrés en el combate es un ámbito de trabajo muy estudiado desde hace unos 15 años por los cuerpos policiales y militares de Estados Unidos. Sin embargo, en España se trata de un área de trabajo no tan frecuente, si bien está recibiendo mayor atención en los tiempos recientes. Podríamos decir que la investigación en España comienza a ser abundante, pero resulta muy dispersa.

Los cuerpos policiales americanos se dieron cuenta de que sus agentes durante los enfrentamientos armados experimentaban un aumento de la activación del Sistema Nervioso Simpático (SNS) y sus consiguientes reacciones fisiológicas, entre las que podemos destacar el aumento de la frecuencia cardíaca (FC), la pérdida de la capacidad motriz fina, la exclusión auditiva, la visión de túnel, la apertura de esfínteres, la pérdida de memoria o el tiempo ralentizado, entre otras distorsiones cognitivo-perceptuales. (Clemente Suarez, Palomera y Robles, 2018).

Muchos de ellos cuando se enfrentaban a una situación de vida o muerte actuaban de manera refleja, a modo de “piloto automático”, y solo eran capaces de realizar aquellos movimientos que habían entrenado en el campo de tiro (Grossman y Christensen, 2007). De aquí procede el famoso lema en la instrucción: “train as you fight”, que hace referencia a la importancia de la instrucción realista, portando el equipo completo de combate y realizando todos los procedimientos, aunque pueda resultar incomodo y entorpecedor.

El sistema nervioso autónomo (SNA) tiene dos ramas el sistema nervioso simpático (SNS) y el sistema nervioso parasimpático (SNP). Estos dos sistemas tienen funcionalidades opuestas, mientras que el SNS prepara el cuerpo para la acción acelerando el metabolismo el SNP se encarga de los procesos recuperativos y de relajación (Navarro, 2002). Más adelante se profundizará en estos conceptos.

En 2007 se llevó a cabo uno de los primeros estudios para evaluar la relación entre el sistema nervioso y el rendimiento del personal militar expuesto a un alto nivel de estrés (Morgan et al., 2007). En este estudio se concluyó que una mayor activación del SNS se asociaba a un mayor rendimiento.

Bruce K. Siddle, director del Human Factor Research Group, es considerado el pionero en el campo de la fisiología del combate. En su libro *Sharpering the Warrior's Edge* se estudia por primera vez los efectos del aumento de la frecuencia cardíaca por factores hormonales o como reacción al miedo, y enuncia la “Teoría de Fases” que establece una vinculación entre la frecuencia cardíaca y el nivel de rendimiento (Siddle, 2005). Mas adelante se explicará detalladamente la Teoría de Fases.

El presente estudio ha sido desarrollado entre los días 05/09/2021 y 15/10/2021 gracias a la colaboración de los miem-

bros de la Bandera de Operaciones Especiales (BOEL) XIX de la Legión ubicada en Alicante. Se diseñaron ejercicios tácticos específicamente orientados a conseguir una simulación de estrés en combate lo más parecida posible a la realidad. Mediante la grabación de la frecuencia cardíaca de los participantes en dichos ejercicios se procedió a analizar los niveles de activación del SNP y del SNS, y la relación de todo ello con el rendimiento del combatiente.

Los siguientes capítulos pretenden poner de manifiesto, precisamente, cómo afecta fisiológicamente a los miembros de operaciones especiales la inoculación de estrés psicológico, que no físico, durante los ejercicios de instrucción táctica. Además, se analizará la vinculación de la frecuencia cardíaca con el rendimiento y la utilidad del uso de técnicas de respiración para disminuir el nivel de estrés durante el combate.

En España, en muy contadas ocasiones se ha abordado este tema en el marco de unidades de operaciones especiales, que se caracterizan por acciones de combate muy intensas y de corta duración, ejecutadas por personal altamente adiestrado y especializado.

Las conclusiones del presente estudio han de resultar de interés para todas aquellas personas que debido a su trabajo alguna vez se puedan enfrentar a una situación de vida o muerte, en la que el cuerpo humano deba enfrentarse a dilemas de “lucha o huida”. Como pueden ser los miembros de las Fuerzas Armadas, las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado y los miembros de servicios emergencias.

Capítulo 2

EN QUÉ CONSISTE EL ESTRÉS DE COMBATE Y CÓMO FUNCIONA

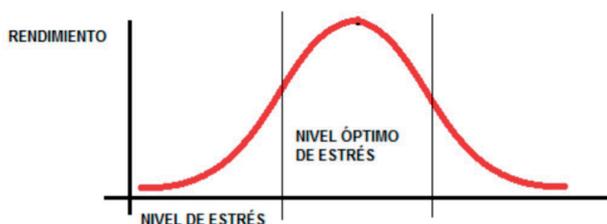
*En el campo de batalla el enemigo de verdad
es el miedo y no las bayonetas o las balas.*
Stonewell Jackson

Los efectos de los enfrentamientos armados sobre el estado nervioso y mental de los combatientes han sido evidentes desde la antigüedad. Ya Herodoto en el año 440 a.C. refirió alteraciones mentales en los guerreros tras la batalla de Maratón. Más cerca de nuestros días, durante las guerras napoleónicas, se observó que los soldados podían entrar en un estado de estupor como resultado de la exposición próxima y directa a un riesgo mortal (Bartone, 2006). De hecho, en referencia al estremecimiento que producían los disparos de la artillería enemiga, la lengua francesa acuñó el término de “sentir le vent du boulet” (escuchar el zumbido de la bala de cañón), para referirse al estado de parálisis de algunas personas ante situaciones de extremo peligro.

Pero fue en la Primera Guerra Mundial cuando despertó el interés del bando aliado por analizar metódicamente los síntomas de lo que comenzó a denominarse “fatiga de combate” o, en los casos más graves, “neurosis de guerra”. Tantos fueron los afectados que el alto mando comenzó a preocuparse por esta alarmante epidemia que amenazaba la moral de las tropas que participaban directamente en las acciones bélicas. Como consecuencia, a partir de entonces, este síndrome suscitó un gran interés por parte de la psiquiatría y la psicología de la época. (Department of Defense, 2010).

Se observó que los soldados desplegados en el frente de batalla durante varios meses de forma ininterrumpida terminaban viendo progresivamente afectada su capacidad para combatir e, incluso, para realizar tareas cotidianas sencillas. En este contexto,

comenzaron a producirse numerosas bajas psicológicas causadas por la convivencia cercana con la muerte. El sentimiento constante de estar en peligro mortal y sufrir diariamente la muerte de algún compañero, cuyos cadáveres mutilados a menudo eran visibles desde las propias trincheras, generaban un nivel de estrés que terminaba induciendo desórdenes psicológicos, que, en el peor de los casos, incapacitaban a las tropas para el combate.



Relación entre el nivel de estrés y el rendimiento

Durante la Segunda Guerra Mundial se integraron planes de tratamiento psicológico con el objetivo de disminuir el número de bajas e intentar que los soldados afectados regresaran cuanto antes al combate. Sin embargo, la violencia extrema de la guerra impidió que disminuyese el número de bajas psicológicas, siendo estas en mayor número que las bajas mortales causadas por la acción directa del fuego enemigo.

En los actuales conflictos la figura del psicólogo se ha integrado plenamente en el ejército y la literatura científica al respecto es muy abundante, reconociéndose el Trastorno de Estrés Post-traumático (TEPT) como una afección de salud mental derivada de la participación en el combate.

Cabe destacar que, a pesar de ser un área de especial interés para nuestras Fuerzas Armadas (FAS), este fenómeno no ha suscitado en España un nivel de interés científico acorde a la magnitud del fenómeno. Si bien se han producido multitud de estudios a nivel particular sobre el TEPT y los efectos del estrés sobre el combate, todo ello no ha desembocado en unas pautas claras de actuación para abordar este problema en los programas de instrucción militar.

2.1. EL PAPEL DEL SISTEMA NERVIOSO AUTÓNOMO

El sistema nervioso autónomo (SNA) es la parte del sistema nervioso que inerva todos los órganos del cuerpo controlando las acciones involuntarias, tales como los latidos cardíacos, la temperatura corporal o el ensanchamiento/estrechamiento de los vasos sanguíneos. El SNA está conformado por el sistema nervioso simpático (SNS) y el sistema nervioso parasimpático (SNP). Estos dos sistemas tienen funcionalidades opuestas sobre un mismo órgano: el SNS activa determinadas respuestas fisiológicas y el SNP las inhibe. La acción combinada de ambos sistemas proporciona un control rápido y preciso de la función de cada órgano o tejido. Mientras que el SNS prepara el cuerpo para la acción acelerando el metabolismo, el SNP se encarga de los procesos recuperativos y de relajación. El cuerpo humano trata de mantener una homeostasis entre los dos sistemas, es decir, un equilibrio entre los procesos simpáticos y parasimpáticos. Por lo tanto, el estado general del organismo en un momento concreto depende de la rama del SNA que predomine (Navarro, 2002).

El SNS está asociado con la respuesta al estrés y al reflejo de lucha o huida, preparando al cuerpo para la supervivencia e inhibiendo todos aquellos sistemas que no sean necesarios para una acción de máximo requerimiento. El SNS moviliza todos los recursos energéticos que dispone y determina la producción de hormonas que, a su vez, determinan la liberación de neurotransmisores como la dopamina, la noradrenalina y la epinefrina, que actúan generando ciertas reacciones fisiológicas: inhibe la digestión, dilata los bronquios de los pulmones, dilata los vasos sanguíneos que irrigan el corazón, dilata las pupilas provocando pérdida en la visión periférica, etc. (Nogareda, 1994). Cuando el cerebro identifica una amenaza, el hipotálamo, que se encarga de las reacciones primarias y primitivas, toma el mando en detrimento del hipocampo, encargado del control de las emociones y el raciocinio (Leal, Delgado y Gruart, 2013), (Arnsten, 2009).

El SNP está asociado con la relajación y la recuperación, y es el encargado de controlar los procesos inconscientes e involuntarios que son imprescindibles para el mantenimiento de la vida. El SNP tiene su mayor activación por la noche para generar un estado de reposo que permita recuperar energía. La estimulación parasimpática produce las reacciones fisiológicas expuestas en el siguiente cuadro.

	Sistema Nervioso Parasimpático (SNP)	Sistema Nervioso Simpático (SNS)
Pupilas	Contrae	Dilata
Salivación	Estimula	Inhibe
Vías respiratorias	Contrae	Dilata
Frecuencia cardíaca (FC)	Disminuye	Aumenta
Variabilidad cardíaca (VFC)	Aumenta	Disminuye
Cadencia respiratoria	Reduce	Aumenta
Sistema digestivo	Estimula	Inhibe
Liberación de glucosa	Inhibe	Estimula
Vesícula biliar	Estimula	Inhibe
Actividad intestinal	Estimula	Inhibe
Vejiga	Contrae	Dilata
Esfínteres	Contrae	Dilata

Efectos del SNP y del SNS sobre los diferentes órganos

La dominancia del sistema simpático se mantendrá hasta que la amenaza sea neutralizada o la percepción de peligro haya desaparecido. Posteriormente se producirá un dominio del sistema parasimpático para restablecer la homeostasis. Sin embargo, si el sujeto se ha visto expuesto durante un largo periodo de tiempo a una amenaza de alta intensidad, como ocurre en los enfrentamientos armados que sufren nuestras tropas desplegadas en misiones internacionales, se producirá una grave reacción parasimpática que deteriora drásticamente el rendimiento. El nivel de estrés acumulado ha sido tan elevado, que el SNP se hace con el control del cuerpo para tratar de recuperarse lo antes posible, lo que produce un cansancio y somnolencia que impide a los soldados mantener el necesario nivel de alerta, por ejemplo, para prevenir un posible contraataque enemigo. (Bardera, García Silgo y Pastor, 2014).

Este fenómeno fue observado por Napoleón, que lo reflejó con la siguiente aseveración: “El momento de mayor vulnerabilidad es el instante posterior a la victoria”. Para evitar este momento de debilidad, el ejército francés incluyó en su cuerpo doctrinal el precepto táctico de “consolidación y reorganización del objetivo” que consiste en una serie de cometidos que deben realizar los soldados una vez completada la misión (García Silgo, 2013). De este modo se logra preservar la operatividad de la unidad, gracias a que los combatientes se ven conminados a mantenerse alerta y en tensión.

En la actualidad este proceso ha sido adaptado por las fuerzas de operaciones especiales que inmediatamente después de una intervención deben chequear la munición disponible, atender a los heridos y preparar su equipo para la siguiente misión. De este modo aseguran que ningún combatiente se relajen, al mismo tiempo que se garantiza el nivel de operatividad de la unidad.

Conocer los efectos de la grave reacción parasimpática es de vital importancia, ya que los sujetos que la sufren tienen los niveles hormonales desestabilizados y se sienten fatigados, apáticos e inseguros. Este estado biológico transitorio resulta especialmente peligroso porque afecta a la toma de decisiones, que en el caso de los combatientes deben ser precisas y rápidas.

2.2. ESTRÉS DE COMBATE Y SISTEMA NERVIOSO AUTÓNOMO

El Teniente Coronel psicólogo estadounidense Dave Grossman, acuña el término “fobia humana universal” para referirse a la agresión humana intrapersonal, es decir, aquella situación en la que una persona intencionadamente trata de herir gravemente o matar a un semejante. Una fobia es un miedo irracional, insoportable e incontrolable sobre un acontecimiento u objeto concreto. A los miembros de nuestras Fuerzas Armadas se les exige actuar en este marco violento, enfrentándose intencionadamente a aquellos que tratan de abatirlos. Por ello, es de vital importancia para nuestros militares conocer todo lo que supone enfrentarse a la “fobia humana universal”, como uno de los grandes factores desencadenantes del estrés en el combate.

Además, debe considerarse la resistencia del ser humano a infligir daño letal a otra persona. Superar esa barrera, intrínseca a la condición humana, implica un coste psicológico muy alto. De hecho, se ha demostrado que, independientemente del nivel de peligrosidad o de violencia, el estrés generado siempre es menor en aquellas situaciones en las que el sujeto no se ve en la tesitura de ser responsable de la muerte de un semejante. (Grossman, 2002).

Las situaciones de peligro mortal producen una activación del SNS y una liberación de hormonas en el organismo que genera un instinto para garantizar la supervivencia: luchar o huir. Estas hormonas, liberadas como respuesta al miedo, a la incertidumbre y al consiguiente estrés, sitúan a la persona en un nivel de rendimiento superior, concentran todos los sentidos sobre el foco de

la amenaza y reúnen todos los recursos disponibles para realizar un esfuerzo físico intenso. Sin embargo, si estas hormonas inundan el organismo descontroladamente se produce el colapso y el rendimiento disminuirá exponencialmente, tal y como se detalla en el siguiente capítulo.

Ante una misma situación cada sujeto tendrá un nivel de activación del SNS que depende de seis variables: el grado de intencionalidad maliciosa humana detrás de la amenaza, el nivel de percepción de riesgos físicos que puede originar la amenaza, el tiempo disponible para la respuesta, el nivel de confianza en las habilidades personales, el nivel de experiencia en el tratamiento de la amenaza específica y el grado de fatiga física actual. (Clemente Suárez y Robles Pérez, 2012).

Por tanto, un entrenamiento realista sumará experiencia y confianza en nuestras habilidades, lo que reducirá el grado de estrés y ansiedad, contribuyendo a minimizar los efectos negativos de las reacciones fisiológicas y por consiguiente aumentando nuestra eficacia en el tiro de combate. (Clemente Suárez y Delgado, 2015).

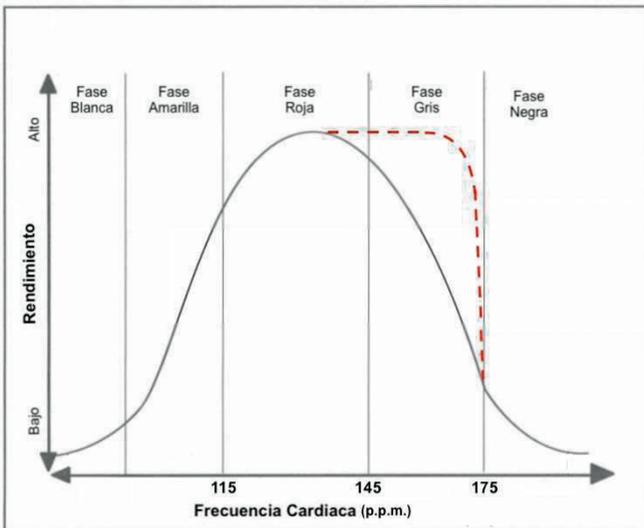
Capítulo 3

RENDIMIENTO EN COMBATE Y FRECUENCIA CARDIACA

*Ni es de los veloces la carrera,
ni de los fuertes la guerra.
Eclesiastés 9:11*

3.1. TEORÍA DE FASES

La Teoría de Fases, enunciada por Bruce K. Sidlle en su obra *Sharpering the Warrior's Edge: The Psychology and Science of Training* (1995) establece la relación entre el rendimiento y el aumento de la frecuencia cardiaca inducido por miedo o causas hormonales, como resultado de una estimulación del sistema nervioso simpático. El aumento de la FC por el ejercicio físico no tiene los mismos efectos fisiológicos. Se establecen cinco fases en función del nivel de alerta del sujeto:



Modelo unificado de frecuencia cardiaca y rendimiento. Dave Grossman 2002

La fase blanca corresponde al nivel mas bajo de reacción, cuando el sujeto se encuentra durmiendo y, por tanto, indefenso, vulnerable y confiado.

La fase amarilla corresponde a un nivel por encima de alerta, el sujeto se encuentra psicológicamente preparado para el combate. Los mamíferos depredadores se mantienen constantemente en esta fase. No existe una frecuencia cardiaca asociada a las fases blanca y amarilla, pues la diferencia es mas psicológica que fisiológica. Sin embargo, los posteriores niveles se pueden asociar con un espectro concreto de frecuencia cardiaca.

La fase roja es el nivel optimo de rendimiento para el combate. El estrés de la supervivencia eleva las pulsaciones manteniéndolas en el intervalo entre las 115 y las 145 pulsaciones por minuto (p.p.m.). Las habilidades motoras finas (capacidad de hacer movimientos usando los músculos pequeños de nuestras manos, dedos y muñecas) comienzan a sufrir un deterioro, pero la motricidad gruesa (movimientos realizados por los grandes grupos musculares de las extremidades y el torso), la fuerza, el tiempo de reacción y la percepción cognitiva trabajan a su máximo nivel. (Labros y Nikolaos, 2020)

Algunos combatientes, como los tiradores de precisión, deberán esforzarse por mantenerse en la fase amarilla para no interferir en sus habilidades motoras finas. Sin embargo, para el resto de combatientes es de mayor interés mantener un nivel elevado de fuerza, motricidad gruesa y un menor tiempo de reacción en detrimento de la motricidad fina. Por ello, a través del constante entrenamiento y la repetición deben convertir los movimientos finos en “memoria muscular”. Realizar cambios de cargador, manejar esposas y resolver interrupciones en el armamento son algunas de las habilidades que se deben practicar hasta que las puedan realizar correctamente de manera inconsciente a pesar de estar en fase roja de activación. Sin embargo, el combatiente tendrá dificultades si debe enfrentarse a una habilidad motora fina que no haya ensayado previamente. Cualquiera que sea la habilidad que se requiera bajo estrés, esta debe ser ensayada con antelación. (Clemente Suarez, Tornero Aguilera y Robles Pérez, 2017)

La fase negra se sitúa a partir de las 145 pulsaciones. Este es la barrera a partir de la cual el rendimiento disminuye exponencialmente y lleva al cuerpo a un estado de colapso mental y físico. Se produce la vasoconstricción por la cual no llega sangre a los

capilares mas finos, provocando dificultad para pensar, congelación de la motricidad gruesa y afecta al musculo ciliar que resulta en perdida de la visión.

Sin embargo, las investigaciones llevadas a por cabo por el BAHR Training Group, apuntan a la existencia de una fase gris situada entre las 145 y 175 pulsaciones por minuto y que únicamente esta al alcance de unos pocos (Grossman y Christensen, 2007). En esta fase es posible alcanzar un nivel de rendimiento extraordinario a pesar de haber superado la barrera de las 145 p.p.m. Este nivel de rendimiento solo es alcanzable con el adiestramiento realista y el tiempo suficiente para que se produzcan las adaptaciones generadas a través de la repetición de las habilidades requeridas. En esta fase se producirá el deterioro cognitivo y la perdida de la visión periférica (visión de túnel) pero el sujeto trabaja inconscientemente de manera precisa y eficaz, aplicando las habilidades previamente interiorizadas. Estas adaptaciones únicamente se pueden desarrollar mediante la repetición en seco de los movimientos y el entrenamiento mediante la simulación realista del combate y sus efectos. (Montaña Díaz y Clemente Suárez, 2019).

Para desenvolverse correctamente en esta fase es necesario tener todos los movimientos en la “memoria muscular” y tener un elevado nivel de autoconfianza en el desempeño de la tarea que se quiere ejecutar. El más claro exponente de esta fase gris es la actuación de los pilotos de Formula 1 y Moto GP, que mantienen una FC aproximada de 175 p.p.m. durante toda la carrera. (Poncela, 2017).

Uno de los retos que se ha fijado el autor de estas líneas es contrastar empíricamente si los postulados de la Teoría de Fases de Bruce K. Siddle se cumplen durante los ejercicios de instrucción de las fuerzas especiales españolas.

3.2. LA TÉCNICA DE LA RESPIRACIÓN TÁCTICA

La respiración táctica es una técnica que consiste en utilizar la respiración para centrar la atención y mejorar el rendimiento en el momento previo de realizar una acción muy demandante para el sistema cognitivo. Mediante la respiración táctica se controlan los efectos fisiológicos del estrés y el sujeto puede descender desde la fase roja a la fase amarilla (Departamento de instrucción y adiestramiento de la Academia de Infantería, 2021).

En Estados Unidos, existe un programa específico de aprendizaje de las técnicas de respiración táctica, denominado Calibre Press Street Survival Seminar, en el que han participado cientos de miles de agentes de policía y que ha recibido un favorable feedback que confirma que la respiración táctica ha mejorado el desempeño y el rendimiento de los alumnos.

La respiración táctica es una técnica muy sencilla consistente en durante unos pocos segundos hacer énfasis en la respiración, y de manera voluntaria realizar dos o tres exhalaciones e inhalaciones rápidas y completas. Como consecuencia inmediata aumentará la concentración de oxígeno en el torrente sanguíneo, que ayudara a pensar mejor. Además, la respiración está conectada a través del cerebro con el SNP, que es el encargado del control autónomo del sistema respiratorio. Por tanto, al hacer un énfasis consciente en la respiración, se produce una activación del SNP que controla también el sistema endocrino (hormonal) y cardiovascular. Como consecuencia disminuye la FC y frena la liberación de hormonas del estrés como el cortisol y la norepinefrina. (Montaña Díaz y Clemente Suárez, 2019).

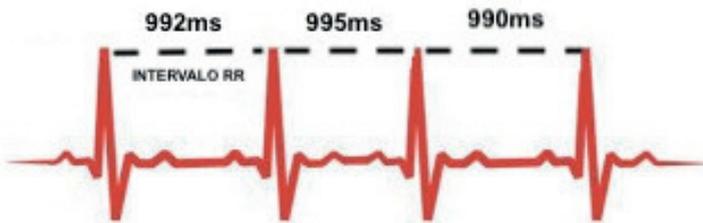
Es sencillo imaginar la multitud de pensamientos que rondan la cabeza de un militar cuando va patrullando una calle en territorio hostil y se le ordena entrar en un edificio desde donde le han estado disparando o recibe el cometido de disparar a un enemigo a larga distancia. En todas estas situaciones el militar necesita relajarse rápidamente y centrarse plenamente en la nueva tarea encomendada. Es en estos escenarios cuando la respiración táctica traslada rápidamente al sujeto desde la fase roja o gris hacia la fase amarilla.

3.3. VARIABILIDAD DE LA FRECUENCIA CARDÍACA

La Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca (VFC) se define como la variación de los intervalos RR, es decir la variación del tiempo transcurrido entre latido y latido. En una persona sana el intervalo RR, va variando unos pocos milisegundos entre latidos consecutivos (Rodas et al., 2008). La VFC es originada por las interacciones entre el sistema nervioso autónomo y el sistema cardiovascular (Kleiger, Stein y Thomas Bigger, 2005).

El sistema nervioso autónomo genera efectos de tipo inotrópico, que cambian la fuerza de las contracciones del corazón, y

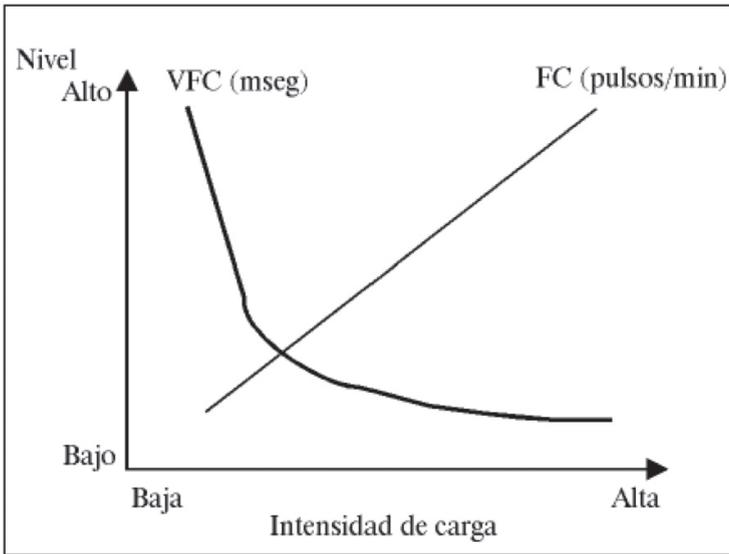
de tipo cronotrópico, que aceleran o desaceleran la frecuencia cardíaca. Ambos efectos son los responsables principales del aumento o disminución de la VFC. En general, se considera una VFC alta como un indicador de buena salud, de buena recuperación post enfermedad cardiovascular o de una correcta adaptación a las cargas de los entrenamientos en el caso de los deportistas. En la siguiente figura se muestra la representación grafica del concepto VFC y del intervalo RR sobre una señal electrocardiográfica:



Representación grafica del concepto VFC e intervalo RR

El análisis de la variabilidad de la frecuencia cardíaca es una técnica cada vez más utilizada en el ámbito clínico y científico, ya que permite obtener de una forma no invasiva indicadores de la salud cardiovascular y de la actividad simpática y parasimpática (Task Force of the European Society of Cardiology, 1996). Sin embargo, el área de estudio de mayor interés para este trabajo es la relación de la VFC con el estrés físico y psíquico. (Sibolboro et al., 2001).

La relación entre la FC y la VFC respecto a la intensidad de la carga de trabajo es inversamente proporcional; es decir, al aumentar la intensidad del ejercicio físico aumenta la FC y disminuye la VFC. Por tanto, el SNS aumenta la FC y disminuye la VFC, mientras que el SNP disminuye la FC y aumenta la VFC (Karvonen, Kentala y Mustala, 1997).



Relación de la FC y de la VFC con la intensidad física. Fuente Karvonen, Kentala y Mustala 1997

En condiciones que requieren un alto grado de alerta, una respuesta rápida y un elevado nivel de estrés el hipotálamo regula el ritmo cardíaco haciéndolo más regular y el tiempo entre latidos se vuelve aproximadamente igual y por consiguiente disminuye la VFC (Berntson et al.,1997).

Existen diversos métodos de medición de la VFC. El más común es el consabido electrocardiograma, que monitoriza los latidos del corazón de un sujeto. También existen pulsómetros portátiles muy precisos, que comenzaron a usarse en deportistas dado que permiten cuantificar los intervalos RR mientras la persona practica ejercicio físico. Además, se han desarrollado programas de software clínico científicamente validados (Tarvainen, 2014) para el análisis de la VFC como el programa Kubios® , que es el utilizado en el presente estudio.

Capítulo 4

INVESTIGANDO LA FISIOLOGÍA DEL ESTRÉS DE COMBATE

El ensayo bajo presión siempre ahorra vidas y evita errores en los momentos críticos y decisivos.

Julio César

Los siguientes capítulos pretenden arrojar luz sobre las cuatro cuestiones siguientes:

1. ¿Los miembros de las unidades de operaciones especiales son capaces de desarrollar un rendimiento superior en la ejecución de la misión encomendada a pesar de superar la barrera fisiológica de 145 pulsaciones por minuto?
2. ¿El estrés psicológico, en ausencia de ejercicio físico, produce un aumento de la frecuencia cardíaca y de la activación del SNS?
3. ¿La instrucción de combate mediante inoculación psicológica de estrés constituye una metodología útil para simular los niveles de activación del SNS propios del combate?
4. ¿La respiración táctica resulta una técnica efectiva para disminuir los niveles de estrés y, por consiguiente, para mejorar el rendimiento del combatiente en situaciones de alta demanda psicológica?

4.1. EL ÁMBITO HUMANO DEL ESTUDIO

Para la realización del estudio se ha contado con los recursos y personal de la Bandera de Operaciones Especiales de la Legión (BOEL) XIX, que es uno de los tres Grupos de Operaciones Especiales que conforma el Mando de Operaciones Especiales (MOE), y se han utilizado tanto las instalaciones del MOE en Rabasa (Alicante), como las de los campos de maniobras de Fontcalent y de Agost, situados ambos en los alrededores de Alicante. Se trata de

la unidad de élite del Ejército y son varias las características que confluyen en los miembros que conforman esta unidad, popularmente conocidos como “guerrilleros”.

Los miembros del MOE están entrenados para ofrecer capacidades bélicas altamente especializadas que están más allá de los medios de las fuerzas militares estándar. Para ello, deben superar con éxito el curso de Operaciones Especiales, se trata de un programa de entrenamiento extremadamente intenso y de alto riesgo, de diez meses de duración y con un ratio de superación del curso muy bajo. Este programa de entrenamiento militar tiene como objetivo desarrollar la resistencia mental y física de los candidatos, así como adiestrarles en un amplio abanico de competencias que van desde la realización de maniobras evasivas, hasta el sabotaje, pasando por habilidades específicas como el buceo, el movimiento en montaña, el paracaidismo o las técnicas de supervivencia.

Las misiones encomendadas al MOE no pueden ser realizadas por unidades convencionales, debido a que se ejecutan mediante procedimientos especiales con la finalidad de obtener objetivos de un altísimo valor estratégico. Características intrínsecas a estas misiones son: rapidez, sorpresa, violencia y precisión. Por todo lo mencionado anteriormente los sujetos que participan en este estudio son militares muy experimentados, con una gran resiliencia y acostumbrados a superar situaciones adversas.

4.2. LA MEDIDA FISIOLÓGICA DEL ESTRÉS

Tradicionalmente, el análisis de la VFC se realizaba sobre sujetos en reposo por medio de electrocardiogramas fijos en laboratorios, pero con la aparición y perfeccionamiento de los dispositivos inalámbricos nació la posibilidad de realizar estos registros de manera válida y fiable en situaciones de campo mientras el sujeto realiza cualquier actividad. (Tulppo et al., 1996).

En el presente estudio se ha utilizado la banda torácica Polar H7, denominada vulgarmente “pulsómetro”, que ha sido fabricada por la firma Polar®, y ha sido validada recientemente para el análisis de la variabilidad de frecuencia cardíaca durante el ejercicio (Hernández Vicente et al., 2021).



Banda torácica Polar H7

La banda torácica Polar H7 ha sido aplicada a los sujetos experimentales siguiendo de manera rigurosa las indicaciones proporcionadas por el fabricante en el Manual de Uso.

La banda Polar H7 es compatible con los Smartphone mediante Bluetooth® pero se requiere una aplicación separada para extraer los datos brutos que ha recopilado. En el presente estudio, el almacenamiento de la señal “intervalo RR” obtenida por el pulsómetro y posterior volcado informático de los datos se ha realizado a través de la aplicación Elite HRV®, que ha sido desarrollada por instituciones tan prestigiosas como Harvard Medical School, US Department of Veterans Affairs o Columbia University, entre otras muchas.

Esta aplicación registra en tiempo real las mediciones del pulsómetro y una vez almacenada la información electrocardiográfica, se exportan los datos al software Kubios®. Este software realiza automáticamente una selección de los intervalos RR normales, detectando y eliminando los errores de registro. A partir de estas mediciones Kubios calcula los diferentes parámetros de la VFC, tal como se explicará posteriormente. En la siguiente figura se puede ver gráficamente el esquema de interconexión.



Esquema de interconexión del software y material empleado

Capítulo 5

METODOLOGÍA

Nuestro oficio como cualquier otro, hay que aprenderlo con práctica y experiencia constantes; y nuestra experiencia hay que adquirirla en la guerra, no en las revistas

Sir John Moore

5.1. MARCO METODOLÓGICO

El presente estudio adopta un enfoque objetivo basado en la toma de medidas desde el pulsómetro que porta cada sujeto hasta el software de procesamiento y análisis Kubios, pasando por el necesario volcado de datos a la aplicación Elite HRV.

Para resolver las cuestiones planteadas, los datos de los sujetos se toman durante una serie de ejercicios que han sido diseñados y preparados para simular condiciones de estrés de combate. La descripción exacta del diseño de cada ejercicio se trata en el siguiente capítulo.

Una etapa esencial en el desarrollo metodológico del presente estudio ha sido el diseño y preparación de los ejercicios, para lo cual ha habido que conjugar la disponibilidad de los sujetos participantes, de los dispositivos técnicos y de los recursos e instalaciones disponibles. En este contexto, la fase de preparación de los ejercicios ha resultado crítica para informar y sensibilizar a los participantes sobre las condiciones requeridas para el desarrollo de los ejercicios, incluyendo la prohibición del consumo de alcohol, café o tabaco, así como cualquier otro tipo de estimulante en las horas previas a los ejercicios.

La ejecución de los ejercicios planteados ha servido para tomar los datos de campo, que, una vez procesados y analizados, han servido para someter a contraste empírico las cuatro cuestiones objeto de estudio, que aluden, respectivamente, al rendimiento superior de las unidades de operaciones especiales en la fase gris

(por encima de las 145 p.p.m.), a la activación del SNS a causa de estrés psicológico inducido, a la utilidad de la instrucción militar mediante inoculación psicológica de estrés y a la utilidad de la respiración táctica para mejorar el rendimiento en situaciones de estrés de combate.

A continuación, se presentan los diferentes parámetros utilizados en la interpretación de los datos obtenidos a lo largo del presente estudio. Todos ellos dimanan de la medida de la Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca (VFC) y de su análisis y transformación matemática. Hay que recordar que la frecuencia cardíaca varía a lo largo del tiempo, pero también varía latido a latido con pequeñas variaciones alrededor de la media. Estas variaciones a muy corto plazo de la frecuencia cardíaca se conocen como VFC, y su análisis es el método no invasivo más apropiado para la evaluación de la respuesta del sistema nervioso autónomo.

Existen diferentes enfoques para el análisis e interpretación de los datos de VFC. Todos ellos tienen sus propias particularidades, y resultan más apropiados para determinados escenarios. A continuación, se ofrece una breve descripción de los parámetros, que son útiles para comprender el presente estudio.

5.2. PARÁMETROS FRECUENCIALES

La medida del espectro de frecuencias de la VFC se obtiene a partir de una transformación matemática denominada Transformada de Fourier, que es ampliamente utilizada en ingeniería y medicina (Gasquet y Witomski, 1999) a la hora de convertir señales entre el dominio tiempo y el dominio frecuencia, y viceversa.

La mencionada aplicación matemática permite descomponer la energía (potencia expresada en ms^2) de la señal RR en diferentes componentes frecuenciales. Como consecuencia, se analizan dos bandas principales de frecuencia: la banda de baja frecuencia (LF) que abarca de 0,04 a 0,15 Hz, y la banda de alta frecuencia (HF) que se extiende de 0,15 a 0,4 Hz. (Malliani, 1999).

La interpretación fisiológica de los parámetros del análisis frecuencial es distinta para cada banda. La señal de variabilidad cardíaca procesada a altas frecuencias (HF) se relaciona con la actividad parasimpática, mientras que con el procesado a bajas frecuencias (LF) obtenemos datos tanto de la actividad simpática como parasimpática. (Task force of the European society of cardiology, 1996).

Para este trabajo se ha seleccionado la potencia relativa en alta frecuencia (PHF%), expresada en %, como indicador de la activación parasimpática y la potencia normalizada a baja frecuencia (PLFn), expresada en unidades normalizadas (n.u.), como indicador fiable de la actividad simpática. Ambos indicadores están respaldados por una amplia literatura científica (Pagani et al., 1997), (Furlan et al., 2000).

$$PHF\% = \frac{PHF}{PHF + PLF} \times 100$$

Formula para el cálculo de la potencia relativa en alta frecuencia

$$PLFn = \frac{PLF}{PHF + PLF}$$

Formula para el calculo de la potencia normalizada a baja frecuencia

5.3. OTROS PARÁMETROS

El índice de estrés (IE) utilizado en este estudio corresponde a la raíz cuadrada del Índice de estrés de Baevsky. Este índice refleja el grado de control involuntario sobre la frecuencia cardiaca. En condiciones que requieren un alto grado de alerta, una respuesta rápida y un elevado nivel de estrés el hipotálamo regula el ritmo cardíaco haciéndolo más regular y el tiempo entre latidos se vuelve aproximadamente igual. Los valores del índice de Baevski inferiores a 150 son considerados niveles normales. En consecuencia, los valores del SI superiores a 12,24 indican la aparición de estrés en el sujeto y cuanto más alto es este indicador, más fuerte es el nivel de estrés (Johnstone, Reina y Lill, 2012).

Otro parámetro es el índice parasimpático (IP) que se obtiene de comparar los valores de cada sujeto medidos mediante la raíz cuadrada de la media de las diferencias sucesivas entre intervalos RR adyacentes, con el valor medio de este mismo parámetro calculado en base a un estudio con una muestra de 21.438 adultos sanos en reposo (Nunan et al. 2010). Un valor del IP de cero significa que los parámetros que reflejan la actividad parasimpática son, en promedio, iguales a la media de la población normal. En consecuencia, un valor positivo del IP indica cuántas desviaciones estándar están por encima de la media de la población normal, mientras que un valor negativo indica cuántas desviaciones es-

tándar están por debajo de la media de la población normal. Durante el estrés o durante el ejercicio de alta intensidad se pueden esperar valores del índice parasimpático extremadamente bajos. (Tarvainen et al., 2021).

La interpretación del índice simpático (IS) es similar a la del IP. Un valor del IS de cero significa que los parámetros que reflejan la actividad simpática son en promedio iguales a la media de la población normal. En consecuencia, un valor positivo del IS indica cuántas desviaciones estándar están por encima de la media de la población normal y un valor negativo indica cuántas desviaciones estándar están por debajo de la media de la población normal. Durante el estrés o el ejercicio de alta intensidad, el IS aumenta. (Tarvainen et al., 2021).

Capítulo 6

LOS “GUERRILLEROS” ENTRAN EN ACCIÓN

Audentes fortuna iuvat.
(La suerte sonríe a los audaces)

Virgilio

A continuación, se detallan los tres ejercicios diseñados por el autor de este estudio para la inoculación de estrés durante la instrucción militar: enfrentamiento con perro de ataque, combate en población con munición FX, ejercicio de tiro real con factores estresantes.

6.1. ENFRENTAMIENTO CON PERRO DE ATAQUE (K9)

6.1.1. *Introducción*

El MOE dispone de una unidad denominada “K9” compuesta de cuatro instructores y catorce perros. El objetivo de esta unidad canina es utilizar los perros como herramienta de ataque sorpresivo. Los perros son instruidos para diferenciar y atacar al sospechoso. Para ello, cuando el guía da la orden de atacar, el perro se lanza a morder incesantemente hasta causar la muerte de la presa, o bien hasta que el guía le dé la orden de soltar.

Estos perros son seleccionados fundamentalmente por su carga genética. Mediante un estudio del pedigrí, en lo que respecta esencialmente al carácter y temperamento de sus progenitores, se selecciona a aquellos perros con predisposición agresiva y con una fisiología mandibular correcta. Actualmente, la totalidad de los perros son de la raza pastor belga malinois, que se caracteriza por sus aptitudes como perro guardián y de defensa, gracias a su carácter marcadamente tenaz y protector y a su elevado instinto de presa. El pastor belga malinois es, ante todo, una raza de trabajo, cuya selección y crianza está más orientada a la utilidad de sus servicios, que a la apariencia física o a los estándares de belleza canina.

Para entrenar a los perros se utilizan figurantes que, portando trajes de protección, simulan el papel de enemigo para que los perros los identifiquen y ataquen. Estos trajes se clasifican en función de la protección que otorgan, y por tanto de la sensación de dolor que sufre el figurante. De mayor a menor protección se utilizan los siguientes trajes: entrenamiento (de alta protección), semi-entrenamiento (protección media) y decondicionamiento (protección ligera).

Al objeto de favorecer al máximo el realismo del ejercicio, se optó por dotar a los figurantes de trajes de tipo decondicionamiento, puesto que son los que menor protección proporcionan y, por tanto, mayor sensación de ataque real transmiten. El realismo se hace patente tanto en el figurante, que padece el dolor en propia carne de la mordida, como en el propio perro, que nota como hace presa real en la estructura ósea y muscular del figurante.

Entre las muchas formas posibles de inocular estrés, la experiencia de estar sometido a la furia irracional de un perro K9 es una de las más eficaces. No en vano, cuando el estrés es inoculado por un entrenador o instructor, el alumno parte del convencimiento de que el ejercicio siempre se va a interrumpir ante cualquier riesgo serio para su integridad. Sin embargo, un perro K9 no dispone de ese mecanismo de contención y aplicará su máxima potencia en reducir al figurante desde el primer instante, sin importarle las consecuencias que se deriven para él o para el figurante.

Gavin de Becker and Associates es una empresa estadounidense fundada en 1978 y especialista en proporcionar seguridad y escolta a figuras públicas, autoridades gubernamentales y clientes privados. Entre sus principales clientes se cuentan la Central Intelligence Agency (CIA) y el Department of Justice. Esta compañía se encuentra entre las pioneras en adoptar para sus guardaespaldas el método de entrenamiento con inoculación de estrés mediante enfrentamientos con perros K9. Se trata de un ejercicio obligatorio para todo el personal operativo, que recibe la denominación de “inoculación contra el miedo”.

En lo que se refiere al ámbito estricto del presente estudio, se decidió diseñar y aplicar este ejercicio de enfrentamiento con K9 con el objetivo de demostrar que la activación del SNS provoca un aumento de la FC, sin inferencia del esfuerzo físico, ya que el figurante representa un papel “pasivo” con una exigencia física mínima.

6.1.2. *Desarrollo del enfrentamiento con K9*

Para esta práctica se seleccionó a cuatro miembros de la Bandera de Operaciones Especiales de la Legión. Cada participante portó el correspondiente pulsómetro, que proporcionó una grabación continua del intervalo RR durante la totalidad de la práctica realizada. Como se ha mencionado anteriormente, a los participantes se les dotó de un traje decondicionante que proporciona el menor grado de protección de todos los modelos de trajes disponibles.



Instante de mordida durante desarrollo del ejercicio “Enfrentamiento con K9”

El ejercicio se desarrolló en una zona apartada y muy poco transitada dentro del acuartelamiento del MOE, de forma que se evitaran cualquier tipo de distracciones a los animales y a los figurantes, y que favoreciera que el perro focalizara su atención en la persona que había de ser objeto de ataque.

Tal como se diseñó el ejercicio, el figurante esperaba equipado con el traje decondicionante detrás de una esquina. Desde allí podía escuchar la agitación y los ladridos del perro, pero no podía ver al animal ni a su instructor, aunque intuía que se aproximaban ocultos al otro lado de la esquina, puesto que los ladridos se podían escuchar cada vez más cercanos. Justo al doblar la esquina, a poco más de 7 metros de distancia, de repente se hacían visibles el perro y su instructor que mantenía al animal sujeto por el arnés. Así se simulaba un momento de incertidumbre y de repentina sorpresa.

Nada más ver al figurante, el animal está entrenado para ponerse en actitud de vigilancia y esperar atento a las órdenes de su instructor. Tal como dicta el protocolo, al principio el instructor se dirige verbalmente al figurante dándole instrucciones tajantes de echarse al suelo y permanecer inmóvil. En este momento el animal muestra una extraordinaria excitación y claros signos de su instinto de ataque y presa, mostrando claramente sus dientes para amedrentar a su rival. No obstante, el animal permanece quieto y solo se abalanza sobre su presa cuando el instructor le da la orden, tras comprobar que el figurante no acata sus instrucciones.

Tal y como explicó el instructor jefe de la unidad K9, los perros están entrenados para hacer presa en el tronco superior del figurante, preferentemente en el torso y extremidades superiores. Estos perros se caracterizan por poseer una mandíbula muy robusta y una potente mordida, que puede alcanzar los 150 kilos de presión por centímetro cuadrado. La forma de morder es hacer primero presa sobre la estructura ósea y muscular del figurante, y después agitar su potente cuello a uno y otro lado para intentar desgarrar la zona de mordida. Si el perro siente que solo ha alcanzado una parte hueca del traje o que la zona mordida es superficial, intenta profundizar la mordida hasta que siente dentro de su boca una parte sólida del figurante en la que hacen mella la mayoría de sus dientes. Solo cuando el animal siente que la presa es sólida, comienza a intentar desgarrar la zona mordida. Este proceso se repite una y otra vez hasta que uno de los dos muere (perro o figurante), o hasta que el instructor le da la orden al perro de cesar en el ataque.

6.1.3. Resultados

Los registros del intervalo RR de los cuatro sujetos (S1, S2, S3, S4) que participaron en el ejercicio fueron exportados a un ordenador con el software Kubios para su procesamiento y obtener los datos sobre los siguientes parámetros: índice simpático (IS) y frecuencia cardíaca máxima de cada sujeto.

- En la tabla 1 se muestra, para cada sujeto, la máxima FC alcanzada en 4 etapas: inicialmente el estado basal en reposo absoluto; posteriormente el momento de espera previo a la aparición del perro; a continuación, el perro y figurante establecen contacto visual directo mientras el

perro se encuentra preparado para recibir la orden de ataque y finalmente el perro ataca al sujeto. Todos los datos son expresados en pulsaciones por minuto (p.p.m.):

FC	BASAL	ESPERA INICIAL	VISIÓN DIRECTA	ATAQUE
S1	42	95	108	127
S2	49	76	105	124
S3	47	87	114	136
S4	51	83	111	125

Tabla 1: Datos de FC máxima durante el enfrentamiento con K9

- En la tabla 2 se muestra, para cada sujeto, la activación del sistema nervioso simpático mediante el parámetro “Índice simpático” (IS) durante 4 etapas: inicialmente el estado basal en reposo absoluto, posteriormente momento de espera previo a la aparición del perro, a continuación, el perro y figurante establecen contacto visual directo mientras el perro se encuentra preparado para recibir la orden de ataque y finalmente el perro ataca. Recordemos que la unidad de medida del IS es el número de desviaciones estándar que el sujeto difiere de la población normal en reposo. Significando que la activación simpática está por encima de la media si el valor es positivo y por debajo si el valor es negativo.

IS	BASAL	ESPERA INICIAL	VISIÓN DIRECTA	ATAQUE
S1	-1,07	4,9	6,6	8,5
S2	-0,89	5,3	7,3	9,6
S3	-1,13	6,2	8,1	8,7
S4	-0,7	5,7	6,9	7,9

Tabla 2: Datos del IS durante el enfrentamiento con K9

A tenor de los anteriores resultados, observamos que en todos los sujetos se produce un aumento progresivo de la FC y de la activación del SNS conforme el nivel de amenaza percibido es mayor.

En virtud de todo lo anterior, podemos dar por demostrada la validez de la segunda cuestión que planteaba este estudio: “El estrés psicológico, en ausencia de ejercicio físico, produce un aumento de la frecuencia cardíaca y de la activación del SNS”.

6.2. COMBATE EN POBLACIÓN CON MUNICIÓN FX

6.2.1. *Introducción*

El combate en el interior de ciudades o poblados es el escenario de guerra más extendido actualmente para las unidades de operaciones especiales. Se trata de un entorno extremadamente complejo, donde el enemigo posee la ventaja estratégica de conocer en detalle el entorno y la infinitud de recovecos donde esconderse para hacer una emboscada. Por otro lado, las fuerzas deben progresar por un ambiente desconocido y repleto de focos de amenaza desde los 360°.

El objetivo en combate en población es “limpiar” todas las construcciones y edificios, es decir, entrar en cada habitáculo y abatir todos los posibles enemigos que haya en el interior. Por todo ello se trata de una de las prácticas más complejas de realizar, donde cada miembro del equipo debe conocer exactamente su cometido en cada momento y el equipo en conjunto debe trabajar en perfecta sincronía. Los tres pilares fundamentales que garantizan el éxito en una misión de combate en población son: sorpresa, velocidad y violencia.

La munición FX, creada por la empresa General Dynamics – Ordinance and Tactical Systems, es un sistema de entrenamiento no letal que utiliza armas reales, dando solución a la necesidad de un entrenamiento que simule al máximo un entorno realista. Los cartuchos FX permiten disparar proyectiles plásticos rellenos de un compuesto colorante marcador, que deja un rastro visual en la zona de impacto. La finalidad de este tipo de municiones es dar el máximo realismo a los entrenamientos, dado que el impacto de los proyectiles plásticos en el cuerpo humano produce un golpe doloroso, además de la consiguiente marca visual en la zona impactada, permitiendo evaluar la precisión y la letalidad de los impactos al finalizar el entrenamiento militar.



Herida producida por impacto de munición FX en zona abdominal

Los estudios realizados por el BAHR Training Group, utilizando munición FX en escenarios urbanos de fuerza contra fuerza parecen indicar que cuando un policía medio experimenta un aumento de la FC inducido por la adrenalina hasta situarse por encima de la barrera de las 145 p.p.m. (directamente en la fase negra, según la Teoría de Fases), se produce un colapso de su rendimiento. Sin embargo, aquellos policías muy experimentados pertenecientes a los cuerpos de intervención especial, conocidos como “SWAT”, eran capaces de superar la barrera de la fase roja y desarrollar un nivel superior de rendimiento cercano a las 175 p.p.m. situándose en la fase gris. (Grossman y Christensen, 2007).

6.2.2. *Desarrollo del ejercicio con munición FX*

Para la realización de este ejercicio se recreó un escenario de confrontación fuerza contra fuerza, es decir, con presencia de personal haciendo el papel de enemigo que portaban igualmente armamento con munición FX. Este personal enemigo se situó distribuido por las diferentes habitaciones y pasillos del edificio. El ejercicio se desarrolló en un edificio de tres plantas y un sótano situado dentro del polígono de entrenamiento de combate en población existente en el acuartelamiento del MOE. Además, se introdujo la presencia de varios “Sierra” (nombre con el que se conoce al personal no combatiente y desarmado que se encuentran en un escenario enemigo, como pueden ser mujeres, niños, ancianos y personal civil) lo que obligaba a discernir claramente al enemigo antes de poder realizar fuego y, de este modo, evitar disparar a un inocente.

El objetivo del equipo operativo que realiza la “limpieza” de todo el edificio es abatir a todos los enemigos presentes y liberar a los “Sierra” sin sufrir ninguna baja propia. Para dotar a la práctica del mayor realismo posible, los sujetos portan el equipo de combate completo: fusil, pistola, cinturón porta equipo, chaleco balístico, casco y medios de visión nocturna. Además, si el equipo sufre alguna baja propia, en función del lugar del impacto del proyectil deberán emplear los diferentes procedimientos de Tactical Combat Casualty Care (tratamiento táctico de heridos en combate) para salvarle la vida y trasladarle a un lugar seguro.



Guerrilleros realizando limpieza de una edificación

Para este ejercicio se seleccionó dieciocho miembros de la Bandera de Operaciones Especiales de la Legión. De los dieciocho participantes, se colocó el correspondiente pulsómetro a los seis guerrilleros más experimentados.

6.2.3. Resultados

De la grabación del intervalo RR de los seis sujetos que participaron en el ejercicio de combate en población (S1 a S6) se obtuvieron los siguientes parámetros: índice parasimpático (IP), índice simpático (IS), índice de estrés (IE), frecuencia cardiaca media y frecuencia cardiaca máxima de cada sujeto.

Para el análisis de los resultados se diferenció entre las medidas tomadas durante los episodios de enfrentamiento y los episodios de progresión durante el ejercicio de combate en población. Se consideró “episodio de enfrentamiento” (E1, E2, etc.) todo aquel lance que entrañaban presencia enemiga y, por tanto, la exposición real a los efectos de la munición FX por parte del enemigo (limpieza de habitáculos con presencia enemiga y tratamiento táctico de heridos bajo fuego enemigo). Por el contrario, se consideró “episodio de progresión” (P1, P2, etc.) todo el tiempo que mediaba entre episodios de enfrentamiento y que consistía en la exploración de espacios sin presencia enemiga y en la progresión táctica a través del edificio.

Dado que hubo sujetos que participaron en más de cinco episodios de enfrentamiento, se contabilizaron únicamente sus cinco primeros enfrentamientos a fin de contabilizar un número igual de enfrentamientos y progresiones para cada uno de los seis participantes. Así mismo, también se realizó una medición de la frecuen-

cia cardiaca en estado basal de cada sujeto, medido en condiciones de reposo completo a primera hora de la mañana. Dicho nivel basal sirve como factor de comparación y contraste frente a los valores obtenidos posteriormente en condiciones de estrés.

El objetivo de este ejercicio es dar repuesta a dos de las cuestiones planteadas inicialmente: que los miembros de las unidades de operaciones especiales son capaces de desarrollar un rendimiento superior a pesar de superar la barrera fisiológica de 145 p.p.m., y que la instrucción de combate mediante inoculación psicológica de estrés constituye una metodología útil para simular los niveles de activación del SNS propios del combate.

Los resultados arrojados en base a los datos generados por cada sujeto son los siguientes:

- En la tabla 3 se muestra la activación del sistema nervioso simpático de cada sujeto, tanto en estado basal, como en cada episodio de enfrentamiento, medida mediante el parámetro índice simpático (IS). Recordemos que cuanto mayor es el valor del IS, mayor es la activación del SNS que experimenta el sujeto. Por el contrario, valores negativos del IS significan un predominio de la activación parasimpática.

ÍNDICE SIMPÁTICO	BASAL	E1	E2	E3	E4	E5
S1	-1,52	8,14	8,56	11,13	12,35	10,05
S2	-1,15	15,08	15,95	10,19	14,50	13,93
S3	-0,96	15,17	18,15	20,58	9,72	15,07
S4	-1,04	10,58	11,74	11,49	11,39	13,77
S5	-0,93	6,91	8,23	11,52	13,39	9,71
S6	-1,07	8,44	8,71	10,14	20,53	10,84

Tabla 3: Datos del IS durante el ejercicio de combate en población

- En la tabla 4 se muestra el estrés de cada sujeto, tanto en estado basal, como en cada episodio de enfrentamiento, medida mediante el parámetro índice de estrés (IE):

ÍNDICE DE ESTRÉS	BASAL	E1	E2	E3	E4	E5
S1	9,10	30,60	34,40	39,80	40,20	36,20
S2	7,20	61,60	56,90	44,00	55,10	54,40
S3	6,50	56,20	66,60	81,80	34,10	54,20
S4	8,70	37,20	44,70	37,60	42,50	50,50
S5	6,80	28,70	32,30	38,70	52,30	44,30
S6	11,80	33,10	31,80	40,80	80,80	42,60

Tabla 4: Datos del IE durante el ejercicio de combate en población

- En la tabla 5 se recoge la frecuencia cardiaca media de cada sujeto durante cada episodio de progresión, expresada en p.p.m.:

FC MEDIA	P1	P2	P3	P4	P5
S1	126	123	138	150	134
S2	138	154	123	143	140
S3	148	158	153	135	151
S4	138	136	146	136	145
S5	117	124	144	138	119
S6	124	129	128	155	131

Tabla 5: Datos de la FC media durante la progresión

- En la tabla 6 se recoge la frecuencia cardiaca máxima de cada sujeto en cada episodio de enfrentamiento, expresada en p.p.m.:

FC MÁXIMA	E1	E2	E3	E4	E5
S1	158	156	164	174	164
S2	166	173	159	165	166
S3	176	181	174	168	178
S4	173	160	171	168	174
S5	157	162	174	172	156
S6	169	174	164	182	165

Tabla 6: Datos de la FC máxima durante los enfrentamientos

- En la tabla 7 se recoge, para cada sujeto, la frecuencia cardiaca media correspondiente al momento previo al inicio del ejercicio, al momento de entrada en la edificación y al momento justo posterior a la finalización del ejercicio, expresada en p.p.m.:

FC MEDIA	INICIO	ENTRADA	FINAL
S1	96	132	107
S2	102	121	104
S3	94	127	98
S4	107	134	112
S5	89	118	93
S6	111	126	105

Tabla 7: Datos la FC media previa y posterior al ejercicio de combate en población.

A tenor de los anteriores resultados se evidencia lo siguiente:

1. Analizando las tablas 3 y 4, donde se muestran, respectivamente, los datos relativos al índice simpático (IS) e índice de estrés de cada sujeto, se observa un aumento de estos valores durante los episodios de enfrentamiento respecto a su estado basal. Ello evidencia que el uso de la munición FX ha conseguido inocular estrés psicológico en los participantes y, por tanto, simular con bastante grado de realismo una experiencia real de combate. Este fenómeno observado viene a confirmar la validez de la tercera hipótesis planteada en el presente estudio: “La instrucción de combate mediante inoculación psicológica de estrés constituye una metodología útil para simular los niveles de activación del SNS propios del combate”.

Resulta muy importante diferenciar claramente aquí el estrés inducido por el esfuerzo físico del estrés inducido psicológicamente. El ejercicio planteado de combate en población entrañaba un esfuerzo físico despreciable, dado que el ritmo de progresión era lento, ya que se primaba la meticulosidad en el cumplimiento de la misión, que, por otra parte, no tenía fijado un límite de tiempo para su ejecución. Por tanto, cualquier conclusión que se extraiga de este ejercicio debe referirse exclusivamente a los efectos del estrés inducido psicológicamente.

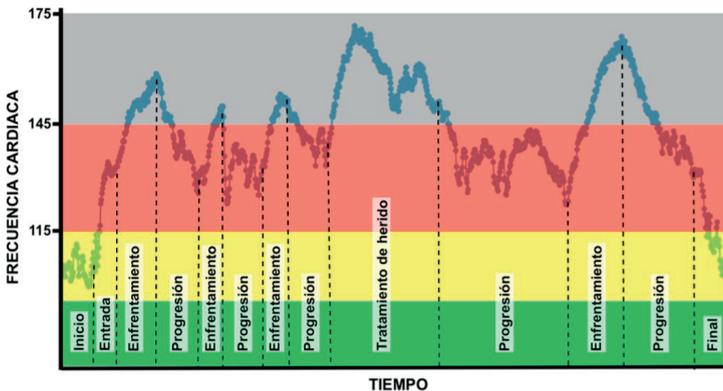
2. Analizando el espectro de FC de cada uno de los seis sujetos durante el desarrollo completo del ejercicio (Tabla 5, 6 y 7), y relacionando su fluctuación con el cometido realizado en cada momento, se ha constatado que el comportamiento de los sujetos se corresponde con lo vaticinado por la Teoría de Fases, pudiendo extraer las siguientes conclusiones:

- Fase amarilla (<115 p.p.m.): Efectivamente los seis sujetos se encontraban en esta fase en los momentos previos y posteriores a la realización de la práctica (Tabla 7). Los sujetos se encontraban en un ambiente distendido junto al resto de compañeros.
- Fase roja (115-145 p.p.m.): Los seis sujetos alcanzaron esta fase en el instante de entrar al edificio (Tabla 7). A partir de este momento los sujetos se mantienen en este nivel de alerta, controlando su entorno y todos los posibles focos de amenaza. Se encuentran preparados para disparar en cualquier momento a la vez de que son conscientes del

riesgo de que les disparen. En general, los seis sujetos se mantienen en esta fase roja durante los episodios de progresión (Tabla 5), si bien se constata que en algún caso determinado algún sujeto llega a superar ligeramente las 145 p.p.m. No obstante, si se analizan las medias aritméticas de las FC de los sujetos con motivo de cada episodio de progresión, todas ellas se encuentran dentro de la franja de pulsaciones delimitada por la fase roja.

- Fase gris (145-175 p.p.m.): Los seis sujetos entran en esta fase cada vez que se produce un enfrentamiento contra el enemigo, alcanzando los picos máximos de FC que se muestran en la tabla 6. A pesar de romper la barrera fisiológica de las 145 p.p.m. los seis sujetos son capaces de rendir a su máximo nivel, sin experimentar limitaciones en la motricidad o la capacidad de reacción. También los sujetos alcanzaban esta fase cuando sufrían la baja de un compañero y debían aplicar los procedimientos de Tactical Combat Casualty Care, mientras efectuaban fuego de supresión para proteger al herido. Cabe destacar, que se observan algunas excepciones de sujetos que superan ligeramente las 175 p.p.m., sin embargo, las medias aritméticas se encuentran todas ellas dentro de la franja de pulsaciones delimitada por la fase gris.

En la siguiente ilustración se muestra el perfil completo de FC de uno de los sujetos a título de ejemplo.



Espectro de FC y fase de alerta durante el ejercicio de combate en población

A tenor de todo lo anterior, en virtud de los resultados obtenidos podemos dar por demostrada la validez de la primera hipótesis de este estudio: “Los miembros de las unidades de operaciones especiales son capaces de desarrollar un rendimiento superior en la ejecución de la misión encomendada a pesar de superar la barrera fisiológica de 145 pulsaciones por minuto”.

6.3. EJERCICIO DE TIRO CON INOCULACIÓN DE ESTRÉS

6.3.1. *Introducción*

Se diseñó una secuencia de cinco ejercicios de tiro real con arma larga con inoculación de estrés psicológico. En cada uno de ellos el instructor trataba de aumentar el nivel de estrés del tirador utilizando diferentes factores externos que son explicados a continuación. Todos los ejercicios se realizaron portando el equipo completo de combate, incluyendo chaleco con placas balísticas y cinturón primera línea con pistola. El armamento utilizado es el fusil de asalto HK G36-C, utilizando como elementos de puntería un magnificador, un visor aim-point, un designador laser IR y una linterna.



Fusil HK G36-C utilizado durante el ejercicio de tiro con inoculación de estrés

Se aplicaron los siguientes métodos de inoculación de estrés psicológico en el orden en que a continuación se cita. En primer lugar, se empleó la adopción de posiciones forzadas e incómodas durante el tiro. Para forzar las posiciones de tiro se ha empleado un parapeto “Nine Hole Barricade” que consiste en una pantalla o barricada con nueve agujeros por donde apuntar y disparar patentado por la marca Viking Tactics®. Dicho parapeto obliga al tirador a tener que cambiar de posición de tiro en cada disparo desde cada uno de los nueve agujeros.



Parapeto “Nine Hole Barricade”. Fuente: Web de Viking Tactics

La disposición de los orificios de tiro ha sido diseñada para que el tirador se emplee a fondo en la toma de miras, ya que los agujeros diagonales estrechos obligan a inclinar lateralmente el arma para poder mantener la unión entre la línea de visión y la trayectoria del proyectil. La baja altura de los agujeros inferiores no deja espacio para el cargador y el tirador debe rotar su arma 90°. Los agujeros situados en el lateral obligan a cambiar la culata de hombro para que el cuerpo del tirador permanezca detrás del parapeto y los orificios practicados cerca de los límites superiores obligan a disminuir al máximo las partes del cuerpo que quedan expuestas al fuego enemigo para que la totalidad del cuerpo permanezca cubierto detrás de la barricada. Además, el pequeño tamaño de estos agujeros y la distancia existente entre el paralelo de la línea de visión y la trayectoria del fusil, obligan a cerciorarse constantemente de que tanto los elementos de puntería como el cañón se encuentran dentro del orificio de disparo. En alguno de estos agujeros convergen algunas de estas características y es necesario que el tirador aplique varias de estas técnicas de manera simultánea.

En segundo lugar, se utilizó la limitación de tiempo como factor estresante. El tirador debía realizar el ejercicio en el menor tiempo posible manteniendo la eficacia de los disparos. Este condicionante genera estrés al intentar buscar la perfección en cada movimiento para realizarlo eficazmente, tratando de batir el tiempo personal a la vez que se compite contra el resto de tiradores.

En tercer lugar se introdujo como factor estresante adicional el uso de un dispositivo TASER cuya corriente de 9000 Kilovoltios

genera un arco voltaico entre dos bornes metálicos. Estos dispositivos son utilizados como defensa personal por sus dos efectos amenazantes: el voltaje del arco eléctrico genera un intenso ruido que advierte al adversario y en caso de contacto directo la descarga produce dolor agudo. Este dolor se puede asemejar al dolor puntual de recibir un disparo enemigo en una extremidad. En el ejercicio se introduce un factor de presión sobre el tirador cuando el instructor provoca una descarga eléctrica en caso de cometer el error de dejar sin cubrir una parte de su cuerpo tras el parapeto.



*Dispositivo TASER utilizado
en el ejercicio de tiro con inoculación de estrés*

El cuarto factor estresante que se utilizó, fue el aislamiento sensorial mediante el empleo de una capucha opaca que cubre la totalidad de la cabeza e impide completamente la vista hacia el exterior. El sujeto era trasladado en condiciones de desorientación y aislamiento visual, obligándole a esforzarse a fondo por analizar el resto de estímulos sensoriales que le llegaban, así como realizar un seguimiento de su posición a lo largo del recorrido a pie. La incertidumbre de lo que ocurrirá o a donde se dirige obligaba al sujeto a mantenerse en alerta.

En quinto lugar, se emplea el contacto físico como factor estresante, provocando el enfrentamiento con un “Red Man” (terminología empleada para un enemigo desarmado que ejerce violencia física). El tirador debía recurrir al combate cuerpo a cuerpo para garantizar su integridad física y reducir la amenaza.

El sexto y último factor estresante aplicado era la presencia de personal neutral en mitad de un escenario hostil. Mediante siluetas, se obligaba al tirador a distinguir entre enemigos y el personal civil que se encontraba próximo. La presencia de combatientes y civiles en un mismo habitáculo requiere realizar un tiro preciso y buscar la trayectoria del proyectil correcta en un escenario de tres dimensiones.

Por otro lado, al objeto de analizar el efecto de la respiración táctica sobre el rendimiento del combatiente, a dos de los cinco sujetos se les dio la instrucción de, antes de proceder a efectuar la secuencia de disparos en cada ejercicio, realizar tres exhalaciones e inhalaciones rápidas, profundas y completas, lo que les iba a ocupar unos cuatro segundos como máximo. De este modo, se pretendía comprobar si la respiración táctica resulta una técnica efectiva para disminuir los niveles de estrés y, por consiguiente, lograba mejorar el rendimiento del combatiente, entendiendo como “rendimiento” el porcentaje de disparos que alcanzan su objetivo sobre el total de disparos efectuados.

6.3.2. *Desarrollo de los ejercicios con inoculación de estrés*

A continuación, se detalla la ejecución de la secuencia de ejercicios realizada para el análisis de los niveles de estrés. Para esta práctica se seleccionó a cinco guerrilleros expertos en el tiro de combate.

Para la realización del primer ejercicio (E1) el tirador, al escuchar la señal sonora producida por el timer (aparato electrónico que registra el tiempo total empleado en completar los nueve disparos y el tiempo entre disparo y disparo), debe realizar, sin límite de tiempo, un disparo desde cada uno de los agujeros de la Nine Hole Barricade. Se emplea como blanco una chapa de acero de 25x25cm situada a 33 metros que, a través del sonido del impacto, permite conocer instantáneamente si el disparo ha sido certero. El ejercicio finaliza cuando se han realizado los nueve disparos.

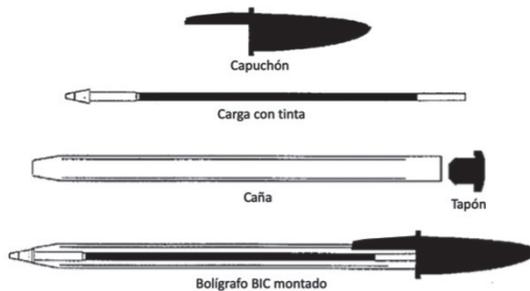
La ejecución del segundo ejercicio (E2) es idéntica al primer ejercicio, pero el tirador debe ejecutar el ejercicio en el menor tiempo posible correctamente. Lo que exigió a los sujetos una concentración absoluta, que se vio reflejado en un tiempo medio de ejecución del ejercicio de 47”, que resulta 17” inferior al tiempo medio empleado en el ejercicio anterior.

En el tercer ejercicio (E3) el tirador debe mantener el mismo tiempo que el realizado en el anterior ejercicio, mientras el ins-

structor activa el dispositivo táser, dando descargas eléctricas en la parte del cuerpo que el tirador deje sin cubrir detrás del parapeto.

Al finalizar el tercer ejercicio, se coloca la capucha opaca sobre la cabeza del tirador que es conducido a pie a un campo de tiro cercano, donde hay colocados un blanco metálico y cuatro cartulinas de colores colocadas sobre diferentes siluetas. Allí comienza el cuarto ejercicio (E4), el tirador se sitúa a 33 metros de espaldas a la línea de tiro y al quitarle la capucha identifica la presencia de un Red Man que se aproxima rápidamente, la sorpresa de entablar un combate cuerpo a cuerpo genera una descarga de adrenalina que hace aumentar su FC. Una vez neutralizada e inmovilizada la amenaza, el tirador debe darse la vuelta para hacer fuego continuo sobre un blanco metálico. Mientras efectúa los disparos, recibe una secuencia de colores que le es transmitida a viva voz, para proceder, a continuación, a abatir las siluetas colocadas bajo las cartulinas de colores siguiendo el orden indicado.

Al finalizar el cuarto ejercicio, se vuelve a colocar la capucha sobre la cabeza del tirador que es conducido a pie a otro campo de tiro cercano, donde da comienzo el quinto y último ejercicio (E5), donde hay colocados varias siluetas representando a personas civiles neutrales y una silueta de un enemigo. Las citadas siluetas conforman un escenario en tres dimensiones. El tirador se sitúa de espaldas a las siluetas y cuando se le despoja de la capucha debe realizar un sprint de veinte metros hacia una mesa donde se encuentra un bolígrafo de la conocida marca BIC® desmontado en sus piezas separadas.



Despiece del bolígrafo BIC

Este ejercicio pretende obligar al tirador a utilizar su capacidad de motricidad fina para encajar la carga con tinta en el interior de la

caña, colocar el tapón de la caña y, por último, el capuchón sobre el tapón para lograr montar el bolígrafo BIC en condiciones de escritura. Posteriormente se le ordena al tirador que escriba los números de su Tarjeta de Identificación Militar (TIM) y los sume entre ellos, anotando el resultado obtenido. Mientras realiza la operación de suma, el instructor ejerce presión psicológica indicándole que debe neutralizar lo más rápido posible al enemigo que se esconde tras los rehenes civiles. Por tanto, al finalizar la operación matemática, el tirador debe darse la vuelta para ponerse frente a las siluetas e identificar inmediatamente al enemigo. Dado que se trata de un escenario en tres dimensiones, el tirador debe desplazarse lateralmente para tener una visual clara sobre la silueta enemiga y disparar sobre ella de modo que la trayectoria del proyectil no alcance a ninguna otra de las siluetas que simulan a los rehenes civiles.

6.3.3. Resultados

Recordando que en este ejercicio de tiro con inoculación de estrés participaron cinco sujetos (S1, S2, S3, S4 y S5) y que, a su vez, el ejercicio constaba de una secuencia de cinco ejercicios (E1, E2, E3, E4 y E5), los resultados arrojados por el software Kubios en base a los datos generados por cada sujeto en cada ejercicio son los siguientes:

- En la tabla 8 se muestra la activación del sistema nervioso parasimpático de cada sujeto en cada ejercicio, medida mediante el parámetro Potencia Relativa en Alta Frecuencia (PHF%), expresado en tanto por ciento:

PHF%	Basal	E1	E2	E3	E4	E5
S1	34,2	16,5	13,3	6,5	11,9	4,6
S2	40,2	25,2	21,8	22,8	17,9	11,1
S3	35,7	33,8	32,0	22,0	4,0	7,2
S4	31,2	14,9	8,3	7,0	5,2	2,5
S5	37,2	20,8	17,4	14,2	7,1	6,5

Tabla 8: Datos de PHF% en el ejercicio de tiro con inoculación de estrés

- La tabla 9 recoge los datos de activación del sistema nervioso simpático de cada sujeto en cada ejercicio, medida mediante el parámetro Potencia Normalizada a Baja Frecuencia (PLFn), expresado en unidades normalizadas:

PLFn	Basal	E1	E2	E3	E4	E5
S1	63,6	71,0	79,3	81,6	83,5	94,3
S2	52,1	62,7	67,7	69,9	70,6	81,4
S3	53,3	71,5	74,2	76,5	77,4	89,5
S4	57,1	64,9	74,6	77,9	81,6	93,4
S5	61,2	64,5	80,1	76,8	80,2	88,5
MEDIA	57,5	66,9	75,2	76,5	78,7	89,4

Tabla 9: Datos de PLFn en el ejercicio de tiro con inoculación de estrés

En la primera columna de cada una de las tablas anteriores se ha incluido el nivel “basal” de cada sujeto, medido en condiciones de reposo completo a primera hora de la mañana. Dicho nivel basal sirve como factor de comparación y contraste frente a los valores obtenidos posteriormente en condiciones de estrés.

- La tabla 10 muestra el nivel de estrés de cada sujeto en cada ejercicio, medido mediante el parámetro índice de estrés (IE) y, adicionalmente, el rendimiento de cada sujeto en cada ejercicio, entendiéndose como tal el porcentaje de disparos que alcanzan su objetivo sobre el total de disparos efectuados.

		S1	S2	S3	S4	S5
E1	IE	56,0	21,8	25,2	37,1	78,7
	Rendimiento	77,7	100,0	88,8	88,8	77,7
E2	IE	37,5	38,7	32,8	34,7	88,1
	Rendimiento	77,7	77,7	88,8	88,8	66,6
E3	IE	39,2	37,1	24,8	57,1	97,4
	Rendimiento	77,7	77,7	77,7	77,7	88,8
E4	IE	36,5	45,5	46,1	51,8	51,2
	Rendimiento	50,0	50,0	50,0	25,0	37,5
E5	IE	35,3	37,9	29,7	51,6	54,7
	Rendimiento	70,0	90,0	100,0	70,0	60,0
Media IE		40,9	36,2	31,7	46,5	74,0
Media Rdto		70,6	79,1	81,1	70,1	66,1

Tabla 10: Datos del IE y del rendimiento en el ejercicio de tiro con inoculación de estrés

A tenor de los anteriores resultados se evidencia lo siguiente:

1. Analizando la tabla 9 donde se muestran los datos del parámetro PLFn asociado a la activación del SNS, se puede observar que en los cinco sujetos la evolución del PLFn sigue una tendencia creciente a lo largo de los cinco ejercicios sucesivos en que se descomponía el ejercicio de tiro con inoculación de estrés. Ello sugiere que las condiciones para inocular estrés han conseguido simular la experiencia real de combate, induciendo una activación creciente del SNS. Por tanto, puede considerarse como efectivamente contrastada la tercera cuestión planteada en este estudio: “La instrucción de combate mediante inoculación psicológica de estrés constituye una metodología útil para simular los niveles de activación del SNS propios del combate”. Este postulado resulta de una importancia capital a la hora de diseñar cualquier programa de instrucción militar, puesto que establece como condición de simulación del combate real la inoculación de “estrés psicológico” y no la utilización del esfuerzo físico como mecanismo habitual de incremento del nivel de estrés.

2. Analizando los datos del índice de estrés de cada sujeto, que se muestran en la tabla 10, hay que hacer notar que los sujetos S1, S4 y S5 realizaron los cinco ejercicios sin realizar prácticas de respiración táctica, mientras que a los sujetos S2 y S3 se les dio la instrucción de, antes de proceder a efectuar la secuencia de disparos en cada ejercicio, realizar tres exhalaciones e inhalaciones rápidas, profundas y completas. Por tanto, existen dos variables a relacionar con el rendimiento: el índice de estrés y la realización o no de técnicas de respiración táctica. Por tanto, de la tabla 10 podemos extraer las dos conclusiones que se exponen a continuación:

Como primera conclusión, si nos ceñimos a los efectos de la respiración táctica sobre el rendimiento de los combatientes, observamos que los sujetos S2 y S3 poseen un índice de estrés considerablemente inferior al de sus compañeros que no realizaron ejercicios de respiración táctica antes de comenzar a disparar. Además, el rendimiento de los sujetos S2 y S3 también ha sido superior al de sus otros compañeros. Por tanto, parece cumplirse la cuarta hipótesis sometida

a contraste empírico: “La respiración táctica resulta una técnica efectiva para disminuir los niveles de estrés y, por consiguiente, para mejorar el rendimiento del combatiente en situaciones de alta demanda psicológica”. Este postulado resulta de aplicación directa para el adiestramiento militar, puesto que pone de manifiesto los beneficios de usar sistemáticamente las técnicas de respiración táctica.

Como segunda conclusión, si nos ceñimos a los efectos del índice de estrés (IE) sobre el rendimiento de los cinco combatientes, en todos ellos se evidenció que conforme aumentó el nivel de estrés, disminuyó el rendimiento, si bien la disminución del rendimiento fue menor para aquellos que aplicaron técnicas de respiración táctica. Así pues, este estudio viene a confirmar que el estrés disminuye siempre el rendimiento en combate.

Capítulo 7

DESAFÍOS DE FUTURO

*Las mejores teorías y los planes minuciosos a menudo se desmoronan.
Los sistemas complejos fallan. Las formaciones desaparecen.
Nuestros jefes espléndidamente instruidos se desvanecen.
Los mejores hombres que teníamos al principio se han ido. Entonces
tenemos ante nosotros la verdad desnuda.*

General de División Charles W. O’Daniell

Son varios los condicionantes que han afectado al desarrollo de este estudio y que a continuación se detallan para poder sentar las bases para la realización de próximos estudios.

Este trabajo se ha realizado en el marco de unidades de Operaciones Especiales y por tanto sus resultados no pueden aplicarse directamente a las unidades regulares del resto del Ejército de Tierra. Sería necesario realizar este mismo estudio sobre fuerzas regulares para obtener datos que puedan ser comparados con los ya recopilados y analizar si la instrucción de operaciones especiales es cualitativamente superior a la del resto de unidades. Además, los factores causantes del estrés durante una misión de operaciones especiales difieren ampliamente de los de las fuerzas regulares desplegadas en misiones internacionales (Gancitano y Baldassarre, 2021). Las acciones que típicamente lleva a cabo el MOE son de una intensidad muy elevada pero de corta duración, sin embargo el resto de unidades están expuestas a un nivel de amenaza menor pero prolongada en el tiempo. Así fue el caso del Regimiento de Infantería Aerotransportada americano durante la defensa de la Base “Korengal” en Afganistán, que recibieron durante quince meses un total aproximado de tres hostigamientos ligeros diarios por parte de los talibanes.

Así mismo, el grupo de estudio sobre el que se han realizado las mediciones de este estudio es muy reducido, compuesto por un total de 15 sujetos, debido al limitado número de pulsómetros

del que se disponía. Sin embargo, los resultados obtenidos son relevantes y responden a las cuestiones inicialmente planteadas. Por otro lado, el grupo de estudio se compone únicamente de personal masculino. Actualmente se está dando mucha importancia a la clara diferencia que existe entre hombres y mujeres en la respuesta ante el estrés. Las mujeres ante una situación muy estresante segregan una mayor concentración de oxitocina que los hombres (Kubzansky et al., 2009) y se cree que el cerebro de las mujeres se activa en mayor medida en su hemisferio izquierdo a la hora de tomar una decisión mientras que el de los hombres se activa en mayor medida en su hemisferio derecho. Esto implica que los hombres realizan un estudio de los factores globales de la situación mientras que las mujeres utilizan información detallada para decidir (Van Den Bos, Homberg, y De Visser, 2013).

Por otro lado, la simulación del combate, aunque pueda asemejarse con los medios descritos anteriormente, nunca puede alcanzar las características de un enfrentamiento real. Ningún sistema de simulación actual puede inocular el estrés psicológico real que produce ver morir a un compañero, matar a un enemigo o sentir el riesgo de muerte.

Son varias las características propias de los miembros de las unidades de Operaciones Especiales, entre las que cabe destacar su capacidad de adaptación a cambios inesperados en el desarrollo de sus operaciones, la experiencia acumulada en combate real de alta intensidad, el entrenamiento en multitud de escenarios, la repetición exhaustiva de cada movimiento hasta llegar al automatismo en la respuesta, la implementación de la inoculación psicológica de estrés en la instrucción diaria y el sobre-entrenamiento por encima de las circunstancias más desfavorables. Todo ello ha constituido el escenario idóneo para someter a prueba las cuatro cuestiones planteadas en el presente estudio. Sin embargo, se abre el reto de contrastar estos resultados mediante otros estudios en el marco de unidades regulares del Ejército, que poseen un nivel de especialización y adiestramiento diferente al del personal operativo del MOE. Las diferencias y similitudes que se encuentren podrán explicar los patrones previsibles de rendimiento de unas u otras unidades en situaciones de combate.

Capítulo 8

CONCLUSIONES

*Conoce a tu enemigo y conócele a ti mismo;
en cien batallas, nunca serás vencido*
Sun Tzu

Los resultados del presente trabajo han venido a confirmar el rendimiento superior de los miembros de las unidades de operaciones especiales en situaciones de muy alta demanda psicológica, con altos niveles de estrés inducido, frecuencia cardiaca y activación del SNS. De hecho, los miembros de la BOEL XIX, se han comportado en las situaciones experimentales de combate simulado siguiendo el mismo patrón que estableció Grossman en su Teoría de Fases. Es decir, han demostrado ser capaces de desarrollar un rendimiento superior en la ejecución de la misión encomendada a pesar de mantener una frecuencia cardiaca entre 145 y 175 pulsaciones por minuto, que para la población general entrañaría un grave riesgo de colapso psicológico, de incapacidad técnica o de descenso brusco del rendimiento en la ejecución de una tarea.

El presente estudio viene a confirmar también los beneficios de la respiración táctica sobre el rendimiento en el combate. En concreto, la respiración táctica ha demostrado ser una técnica efectiva para disminuir la activación del sistema nervioso simpático y, por consiguiente, para mejorar el rendimiento del combatiente tras experimentar episodios de una elevada carga de estrés. Cuando los combatientes superan niveles altos de estrés, pueden verse negativamente afectadas algunas de sus capacidades, desde la psicomotricidad fina, hasta su capacidad de escucha o su percepción visual. Todas ellas son consecuencias negativas del estrés que la respiración táctica podría contribuir a paliar significativamente.

Realmente, la respiración táctica es una herramienta fácil y sencilla de usar, que se debería implementar de manera habitual en todos los ejercicios de instrucción. Por ejemplo, en la manipulación de explosivos, en las tareas de precisión que requiere el manejo de armas colectivas o en el pilotaje de aeronaves, por citar solo algunos casos. Este es un campo muy prometedor para posteriores investigaciones.

Además, este estudio también viene a confirmar la validez de la inoculación de estrés psicológico como método de activación cardiaca y nerviosa propias del combate. En los tres ejercicios planteados ha quedado patente que el estrés inoculado mediante factores sorpresivos y amenazantes en el contexto de ejercicios de adiestramiento militar, sitúan a los sujetos en estados de activación cardiaca y nerviosa propios del combate. Estos resultados hacen referencia a un matiz importante en los programas de instrucción: el estrés provocado por el esfuerzo y el cansancio físico actúa de manera diferente al estrés inoculado psicológicamente.

Sería deseable que los manuales y programas de instrucción militar explicaran como utilizar técnicas de inoculación de estrés psicológico en la instrucción diaria de las unidades. En este sentido, podría abrirse una profunda reflexión sobre el enriquecimiento de la metodología de la instrucción militar mediante pruebas de situación que constituyeran factores desencadenantes del estrés psicológico, ya sea a través de la incertidumbre que generen o de la simulación de sensaciones de riesgo de vida similares a las que se viven en combate.

Es hora de abandonar esquemas rígidos de la instrucción militar basada en procedimientos de actuación inamovibles, para dar paso a una metodología más creativa, capaz de inocular estrés psicológico en el combatiente mediante técnicas y estímulos adversos, nuevos y cambiantes. Así se lograría instruir al combatiente para reaccionar adecuadamente y sin merma de su rendimiento, no solo ante lo esperable, sino también ante cualquier tipo de circunstancia inesperada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arnsten. A. (2009). "Stress signalling pathways that impair prefrontal cortex structure and function." *Nature Reviews Neuroscience*, 10(6).
- Bardera, P., García-Silgo, M. y Pastor, A. (2014). "Gestión del estrés de las Fuerzas Armadas". *Revista del Instituto Español de Estudios Estratégicos*, (4).
- Bartone, P. T. (2006). *Resilience Under Military Operational Stress: Can Leaders Influence Hardiness?* Military Psychology.
- Berntson, G., Bigger, J., Eckberg, D., Kaufmann, P., Malik, M. (1997). *Heart rate variability: Origins, methods, and interpretive caveats*. Psychophysiol.
- Clemente Suarez , V. J., Palomera, P. R. y Robles Pérez, J. (2018). "Respuesta psicofisiológica a situaciones de elevado estrés de combate en soldados profesionales.". *Stress and health Journal*. 34(2).
- Clemente Suárez V. J. (2015a). "Respuesta psicofisiológica de soldados en combate urbano." *Revista Sanidad Militar*, 29 (2).
- Clemente Suárez V. J. y Delgado Moreno, R. (2015b). *Respuesta psicofisiológica en un salto táctico de paracaídas HAHO*. Sanidad Militar.
- Clemente Suárez V. J. y Robles Pérez, J. (2012). *Respuesta psicofisiológica en diferentes situaciones de combate*. Editorial Académica Española.
- Clemente Suárez V. J., Tornero Aguilera, J., y Robles Pérez J. (2017) "Effect of combat stress in the psychophysiological response of elite and non-elite soldiers". *Journal of Medical Systems*. 41(6).
- Departamento de instrucción y adiestramiento de la Academia de Infantería. (2021). *A-001 Instrucción de tiro de combate*. Toledo: Ejército de Tierra.
- Department of Defense. (2010). *Marine Corps Reference Publication (MCRP) 6-11C COMBAT STRESS*.
- Furlan, R., Porta, A., Costa, F. y Malliani, A. (2000). "Oscillatory patterns in sympathetic neural discharge and cardiovascular variables during orthostatic stimulus." *Circulation Journal*.
- Gancitano, G. y Baldassarre, A. (2021). *HRV in Active-Duty Special Forces and Public Order Military Personnel*. Sustainability.
- García Silgo, M. (2013). "Revisión de programas de resiliencia basados en la evidencia en los ejércitos." *Revista de Sanidad Militar*, 69(3)
- Gasquet, C. y Witomski, P. (1999). *Fourier Analysis and Applications. Filtering, Numerical Computation, Wavelets*. Texts in Applied Mathematics
- Gavin de Becker and Associates. (2021). Gavin de Becker & Associates. Disponible en: <https://gdba.com>.

- Grossman, D. (2002). *Matar: El coste psicológico de aprender a matar en la guerra y en la sociedad*. Melusina
- Grossman, D. y Christensen, L. W. (2007). *Sobre el combate: La psicología y la fisiología del conflicto letal en la guerra y en la paz*. (2ª ed) Melusina.
- Grossman, D. y Siddle, B. K. (2000). *Efectos psicológicos del combate*. Academic Press.
- Hernández Vicente, D., Hernando, J., Marín Puyalto, G., Vicente Rodríguez, N., Garatachea, N., Pueyo, E. y Bailón, R. (2021). *Validity of the Polar H7 Heart Rate Sensor for Heart Rate Variability Analysis during Exercise in Different Age, Body Composition and Fitness Level Groups*. *Sensors*, 21, 902.
- Jiménez, J. F. (2002). *Estudio descriptivo y valoración del gasto energético en actividades militares de combate simulado*. Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba.
- Johnstone, C., Reina, R. y Lill, A. (2012). *Interpreting indices of physiological stress in free-living vertebrates*. *Journal of Comparative Physiology*, 182(7).
- Karvonen, M. J., Kentala, E. y Mustala, O. (1997). *The effects of training on heart rate: a longitudinal study*. *Annales medicinae experimentalis et biologiae Fenniae*, 35(3), 307-315.
- Kleiger, R., Bosner, M. y Rottmans, J. (1998) *Time domain measurements of heart rate variability*. *Cardiology Clinics*.
- Kleiger, R., Stein, P. y Thomas Bigger, J. (2005). "Heart rate variability: Measurement and clinical utility." *Journal of Annals of noninvasive electrocardiology*, 10(1).
- Kubzansky, L., Mendes, W., Appleton, A., Block, J. y Adler, G. (2009). *Protocol for an experimental investigation of the roles of oxytocin and social support in neuroendocrine, cardiovascular, and subjective responses to stress across age and gender*. BMC public health.
- Labros, S. y Nikolaos, G. (2020). *Resilience of the Navy Navy Special Operations Command by Heart Rate Variability During Cognitive Tasks*. Medical School of University of Athens.
- Leal, R., Delgado, J. M. y Gruart, A. (2013). "The Rostral Medial Prefrontal Cortex Regulates the Expression of Conditioned Eyelid Responses in Behaving Rabbits." *The Journal of Neuroscience*, 33(10).
- Malliani, A. (1999). *The pattern of sympathovagal balance explored in the frequency domain*. International Union of Physiological Sciences.
- Ministerio de Defensa. (2015). *Entrenamiento para ambientes extremos 2*. Madrid: MINISDEF.
- Montaña Diaz, M. y Clemente Suárez, V. J. (2019). *Psicofisiología de combate, aplicaciones para la mejora de los procedimientos operativos de los actuales teatros de operaciones*. Tesis Doctoral. Universidad de Castilla la Mancha.
- Morgan, C. A., Aikins, D. E., Coric, V. y Southwick, S. (2007) "Relation between cardiac vagal tone and performance in male military personnel exposed to high stress: Three prospective studies." *Psychophysiology Journal*, 44(1).

- Navarro, X. (2002). “Fisiología del Sistema Nervioso Autónomo”, *Revista Neurol*, vol. 35 (6)
- Nersisson, R. (2019). *Stress index calculation and analysis based on Heart Rate Variability*. Innovations in Power and Advanced Computing Technologies.
- Nogareda, S. (1994). *NTP-355: Fisiología del estrés*. Centro Nacional de condiciones de trabajo.
- Pagani, M., Montano, N., Porta, A. y Malliani, A. (1997). “Relationship between spectral components of cardiovascular variabilities and direct measures of muscle sympathetic nerve activity in humans”. *Circulation Journal*.
- Poncela, A. (2017). *Requerimiento de frecuencia cardiaca en motociclismo*. Trabajo de Fin de Master. Universidad de León.
- Pumpirla, J., Howorka, K., Groves, D., Chester, M. y Nolan, J. (2002) “Functional assessment of heart rate variability: physiological basis and practical applications.” *International Journal of Cardiology*.
- Quigley, K. S. y Yamamoto, Y. (2004). *Use of time-frequency analysis to investigate temporal patterns of cardiac autonomic response*. *Autonomic Neuroscience*.
- Rodas, G., Pedret, C., Ramos J. y Capdevila, L. (2008). *Variabilidad de la frecuencia cardiaca: concepto, medidas y relación con aspectos clínicos*. *Archivos de Medicina del Deporte*.
- Sibolboro, E., Kelsey, R., Katkin, E. y Sloan, R. (2001) *Vagal rebound and recovery from psychological stress*. *Psychosomatic medicine*.
- Siddle, B. K. (2005). *Sharpening the warriors edge: The Psychology & Science of Training*. Belleville: Human Factor Research Group.
- Tarvainen, M. P. (2014). “Kubios HRV – Heart rate variability analysis software.” *Journal of Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 113(1).
- Tarvainen, M. P., Jukka Lipponen, D., Juha-Pekka N. y Perttu, O. (2021) *Kubios HRV User’s Guide versión 3.5*.
- Task Force of the European Society of Cardiology. (1996). “Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use”. *European Heart Journal*, 93 (5).
- Tulpo, M., Makikallio, T., Takala, T., Seppanen, T. y Huikuri, H. (1996) “Quantitative beat-to-beat analysis of heart rate dynamics during exercise.” *American Journal of Physiology*.
- Van den Bos, R., Homberg, J. y de Visser, L. (2013). “A critical review of sex differences in decision-making tasks.” *Journal of Behavioural brain research*.

GONZALO LACASTA LÓPEZ

EL SALTO PARACAIDISTA

CUÁL ES LA REACCIÓN PSICOFÍSICA
DE UN PARACAIDISTA ANTE UN SALTO REAL



GRANADA

2024

INDICE

1. LA BRIGADA PARACAIDISTA EN EL EJÉRCITO DE TIERRA.	71
1.1. La necesidad de la instrucción paracaidista.	73
1.2. Ámbito de aplicación.	74
2. ANTECEDENTES.	77
2.1. Estudios previos.	77
2.2. Los saltos paracaidistas	78
2.3. El Centro de Instrucción Paracaidista Elemental.	80
2.3.1. Instalaciones genéricas.	80
2.3.2. Simuladores específicos de salto de apertura automática.	82
2.3.3. Simuladores específicos de salto de apertura manual.	86
2.3.4. Confección de cargas.	86
3. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA.	89
3.1. Objetivos del estudio.	89
3.1.1. Objetivo fisiológico.	89
3.1.2. Objetivo psicológico.	89
3.1.3. Objetivo de simuladores.	89
3.2. Metodología.	90
3.2.1. Primera fase. Declaración de objetivos y metodología.	90
3.2.2. Segunda fase. Mediciones en simuladores.	91
3.2.3. Tercera fase. Mediciones en salto real.	94
3.2.4. Cuarta fase. Análisis de datos, presentación de resultados en congreso y elaboración de la memoria.	94
3.3. Alcance del proyecto.	96
4. DESARROLLO: ANÁLISIS Y RESULTADOS.	97
4.1. Descripción de la muestra.	97
4.2. Resultados de la respuesta fisiológica.	98
4.3. Resultados de la respuesta psicológica.	99

4.3.1. Resultados sobre el afecto positivo.	99
4.3.2. Resultados sobre el afecto negativo.	101
4.4. Resultados de la “Encuesta para saltadores paracaidistas del ET”	102
4.5. Análisis y comparación de los distintos simuladores	104
4.5.1. Comparación entre ambos simuladores.	104
4.5.2. Análisis DAFO de la torre de salto.	105
4.5.3. Análisis DAFO del descensor.	106
5. CONCLUSIONES	109
5.1. Limitaciones de la investigación	109
5.2. Conclusiones de los resultados obtenidos	109
5.3. Líneas futuras	111
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	113
ANEXOS	115
Anexo I. Equipo para un salto paracaidista	115
Anexo II. Cursos paracaidistas del ET	119
Anexo III. Escala PANAS de afecto positivo y negativo.	121
Anexo IV. Encuesta para saltadores paracaidistas del ET.	123

1. LA BRIGADA PARACAIDISTA EN EL EJÉRCITO DE TIERRA

La Brigada “Almogávares” VI de Paracaidistas es una unidad tipo Brigada del Ejército de Tierra (ET) encuadrada en la Fuerza dentro de la División San Marcial (MINISTERIO DE DEFENSA, 2020). Esta división cuenta con las unidades del ET que tienen unos cometidos específicos. En ella se encuadran el Mando de Operaciones Especiales (MOE), el Mando de Tropas de Montaña (MTM), las Fuerzas Aeromóviles del Ejército de Tierra (FAMET) y la Brigada Paracaidista (BRIPAC) (ver *Ilustración 1*).



Escudo Bripac

Dentro de los cometidos específicos de estas unidades, las tropas paracaidistas tienen como finalidad el ser una unidad de respuesta inmediata, capaces de desplegar en un teatro de operaciones (TO) en menos de 72 horas. Su especialidad son las

operaciones aerotransportadas, entre las cuales destacan el asalto aéreo, como las inserciones mediante *fast rope*, o lanzamientos paracaidistas, que son las que están relacionadas con este trabajo. Estas últimas consisten en saltos paracaidistas en los que combatientes, equipados con un equipo específico de la unidad (ver anexo I), son transportados en una aeronave, ya sea avión del Ejército del Aire modelo T-21 o el nuevo A-400 (ver *Ilustración 2*) o en helicópteros de las FAMET tipo *Chinook HT-17*, y son lanzados en una *Droop Zone* (DZ) para ejecutar operaciones militares, normalmente, tras las líneas enemigas.

Tras ejecutar este tipo de operaciones, las tropas paracaidistas del ET han de Ser capaces de ejecutar con total normalidad las acciones de combate que se requieran en ese momento.



Salto A400

Ello conlleva que la Dama o Caballero Legionario Paracaidista (D/CLP) necesite de una instrucción específica en el Centro de Instrucción Paracaidista Elemental (CIPAE) para que sus funciones psico-fisiológicas no disminuyan tras un salto paracaidista. Esa instrucción conlleva el uso de simuladores que intentan recrear el momento de la salida de la aeronave y la toma a tierra, pero también existen instalaciones dentro del centro en las que se instruye al combatiente en el equipamiento en el área de embarque, así como el comportamiento en el avión/ helicóptero y en dicha área.

Es por ello que la finalidad de este trabajo de investigación va a ser comparar el comportamiento de las tropas paracaidistas ante el uso de los simuladores con las respuestas que sufren los combatientes en un salto de apertura automática real.

1.1. LA NECESIDAD DE LA INSTRUCCIÓN PARACAIDISTA

El ET necesita que sus unidades de la Fuerza se instruyan en las distintas funciones de combate de las que dispone. Como se ha explicado anteriormente, la BRIPAC es una unidad de élite cuyas funciones van más allá del combate en sí. Se trata de una unidad con un cometido adicional que conlleva un riesgo extremo que no debe suponer un obstáculo para sus combatientes.

Durante un salto paracaidista el sujeto sufre una serie de variaciones tanto fisiológicas como psicológicas que pueden afectar a cómo una persona desarrolla todas las acciones que se producen durante el salto, así como las que le suceden posteriormente.

En los últimos años, se han realizado una serie de investigaciones al respecto en las que se estudian las variables humanas que producen los saltos paracaidistas. En 2016, se llevó a cabo un estudio relacionado con las respuestas que tenía una muestra experimentada en saltos frente a una que no lo era (Clemente-Suárez, V. J., de la Vega, R., Robles-Pérez, J. J., Lautenschlaeger, M., & Fernández-Lucas, J., 2016). Tras la investigación se pudo observar que la respuesta psico-fisiológica de los saltadores noveles era mucho mayor.

Por otro lado, en 2017 se realizó un estudio sobre la respuesta psico-fisiológica de los saltadores en un ambiente de combate en población (Sánchez-Molina, J., Robles-Pérez, J. J., & Clemente-Suárez, V. J., 2017). Se estudiaron dos grupos, ambos tenían que ejecutar una acción de combate en zonas urbanizadas, con la diferencia de que uno de ellos tenía una simulación de salto previa a la ejecución del ejercicio. Se demostró que el grupo de saltadores tuvo un incremento significativo de pulsaciones y una disminución de las capacidades motoras durante el combate.

En ese mismo año también se publicó otra investigación acerca de la respuesta fisiológica y psicológica en un salto paracaidista automático (Clemente-Suárez, V. J., Robles-Pérez, J. J., & Fernández-Lucas, J., 2017). Se midieron diferentes variables entre las que destacan la saturación de oxígeno en sangre y la frecuencia cardíaca. Vieron que tras un salto paracaidista tanto la

respuesta fisiológica como la cortical incrementaba a la vez que el estrés somático disminuía. Por ello llegaron a concluir que para provocar un efecto disminuido en las respuestas de los saltadores ante un salto paracaidista era necesario mejorar la instrucción en estos saltadores.

Es por ello que la respuesta fisiológica ante un salto debe ser estudiada, ya que el paracaidista tiene que realizar una serie de procedimientos durante el lanzamiento, como son la salida del avión, la verificación de la campana del paracaídas y la toma a tierra, que deben ser ejecutados de una manera precisa.

Por otra parte, el estrés psicológico al que se enfrenta un paracaidista durante todo el procedimiento puede llevarle a una situación crítica si el personal no está debidamente instruido y no ejecuta correctamente las acciones.

Por consiguiente, si cualquiera de las dos respuestas que se van a estudiar durante la realización de este trabajo no es la adecuada puede conllevar una lesión, incumplimiento de la misión a desarrollar o, en su peor situación, la muerte del saltador.

Por todo lo anterior, se puede concluir que la BRIPAC necesita que su personal esté debidamente preparado para ejecutar toda la secuencia de una manera idónea para que, una vez realizado el salto, la unidad esté dispuesta a entablar cualquier acción de combate en condiciones adecuadas.

Es por todo ello que las fuerzas paracaidistas del ET necesitan de una instrucción rigurosa en el CIPAE.

1.2. ÁMBITO DE APLICACIÓN

El estudio se ha llevado a cabo durante el periodo de prácticas externas (PEXT) en la Brigada Paracaidista, en concreto en la 2ª compañía de la BPAC I (Bandera “Roger de Flor” I de Paracaidistas). La investigación se ha realizado en instalaciones diferentes durante este periodo.

En concreto, en el CIPAE se han realizado las distintas pruebas relativas a los dos simuladores que se han tenido en cuenta para las mediciones: la torre de salto y el descensor. Ambos son utilizados para experimentar las sensaciones de un salto real y realizar los procedimientos de forma segura.

Por otro lado, los datos registrados referentes a los saltos paracaidistas han sido tomados en dos lugares distintos. En la Base Aérea de Torrejón de Ardoz (Madrid), perteneciente al Ejército

del Aire, se realizaban las mediciones referentes a los momentos previos al salto; mientras que en la DZ establecida en el Campo de Tiro y Maniobras (CTM) de Uceda (Guadalajara) se procedía a las mediciones posteriores a él.

Además, tanto la metodología como las conclusiones sacadas de la investigación se podrían aplicar en todos los centros paracaidistas de las FAS puesto que, aunque el estudio se ha realizado junto con la Brigada Paracaidista, todas las unidades paracaidistas de las FAS reciben una instrucción similar gracias a la Escuela Militar de Paracaidismo (EMP) en Alcantarilla (Murcia).

2. ANTECEDENTES

2.1. ESTUDIOS PREVIOS

En 2019 el Teniente (Tte.) de Infantería Don Alberto Serrano Muñoz realizó sus prácticas en la I Bandera Paracaidista con el fin de investigar sobre las respuestas tanto fisiológicas como psicológicas que tiene un paracaidista en un salto real (Serrano Muñoz, Formación física y eficacia operativa en unidades paracaidistas, 2019). Para ello, se realizaron varias mediciones sobre varios parámetros que, aunque no sean sobre los mismos sujetos que en este estudio, sirven para determinar una base importante sobre la investigación.

El Tte. Serrano llegó a varias conclusiones que cabe destacar para este trabajo: durante todo el proceso de un salto paracaidista, tanto la frecuencia cardíaca como el estrés psicológico del saltador aumentan, afectando a las funciones cognitivas de éste. Además, se identificaron tres factores importantes que afectan considerablemente a las respuestas psicofisiológicas del sujeto, como son las horas de sedentarismo del paracaidista, los saltos realizados durante los tres últimos meses y el tiempo entre ellos (Serrano Muñoz, Formación física y eficacia operativa en unidades paracaidistas, 2020).

La relación con este estudio es elevada puesto que además de realizar mediciones en un salto real, la finalidad de la investigación es comprobar la eficacia de los simuladores de instrucción paracaidista con los que cuenta la BRIPAC en relación a las respuestas psicofisiológicas de los saltadores.

Por otro lado, durante los años 2014 y 2015, el Teniente Coronel de Infantería Don José Juan Robles-Pérez, junto con el Doctor en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte Don Vicente Javier Clemente-Suárez, de la Universidad Europea de Madrid, realizaron un trabajo de investigación sobre la respuesta psicofisiológica

en la realización de un salto *HALO* (*High Altitude-Low Opening*) (Vicente Javier Clemente-Suárez, José Juan Robles-Pérez, Pedro Montañez-Toledo, 2015).

En el estudio se pudo observar cómo variaban ciertos parámetros: aumento de la frecuencia cardíaca máxima o disminución de la activación cortical; pero también cómo se mantenían los valores de glucosa sanguínea y de saturación de oxígeno a lo largo del salto.

Tras la medición de las distintas variables, se llegó a la conclusión de que un salto *HALO* provoca una activación del metabolismo a la vez que un descenso en la fuerza muscular y la activación cortical, pero también el aumento de la destrucción muscular. Es por ello que el estudio concluyó que era necesario la mejora de la preparación de los saltadores de alta cota.

Con todo ello se puede ver una gran relación entre el artículo científico y este trabajo de investigación puesto que el objetivo de éste es estudiar si con los actuales medios de preparación se puede llegar a mejorar las capacidades psicofisiológicas de los saltadores de tal manera que, al realizar las mediciones de los paracaidistas en los simuladores, los resultados que se obtengan sean lo más parecidos a los obtenidos en un salto real.

Tras las investigaciones anteriormente comentadas, se puede llegar a la conclusión de la alta necesidad que tiene el ET de que sus unidades paracaidistas tengan una instrucción específica. En ambas investigaciones, junto con las mostradas anteriormente en el apartado 1.2., se puede observar que los parámetros fisiológicos, así como las funciones cognitivas se ven muy afectadas como consecuencia de un salto paracaidista.

Dado el riesgo extremo de los saltos paracaidistas es necesario que el combatiente se instruya de una manera segura durante el día a día. Cualquier error en los procedimientos llevados a cabo durante un salto puede suponer una lesión o, en su caso más extremo, la muerte del combatiente. Una baja, ya sea en combate o en momentos previos a éste, puede suponer el incumplimiento de la misión de la unidad, cosa impermissible para el ET.

2.2. LOS SALTOS PARACAIDISTAS

Para la comprensión de los siguientes apartados de la memoria es necesaria la explicación de las diferentes modalidades de saltos paracaidistas (ver anexo II) que se realizan en el ET.

- Salto de apertura automática.

El salto de apertura automática consiste en una modalidad de salto en el que el paracaidista no interviene en la apertura del paracaídas principal. El salto se produce a una altitud aproximada de 1.000 pies en la que el saltador ha de enganchar la cinta que produce la apertura del paracaídas a un sistema de apertura dentro de la aeronave.

En la aeronave el paracaidista engancha el mosquetón de la cinta extractora a un cable estático que hace que cuando el combatiente sale por la puerta se produzcan aproximadamente unos cuatro segundos de caída libre. Mientras tanto, la cinta se estira por completo y se produce la apertura del paracaídas principal cuando la banda está tensa y lo extrae.

Durante el proceso el paracaidista solamente tiene que revisar que la campana del paracaídas se ha abierto correctamente. En el caso de haber algún tipo de problema, el saltador siempre dispone de un paracaídas de reserva que sí que tendría que ser accionado manualmente.

- Salto de apertura manual.

A diferencia de la apertura automática, el paracaidista sí interviene en la apertura en esta modalidad de lanzamiento. En los momentos previos a la subida a la aeronave, el paracaidista es informado de a qué altitud ha de realizar la apertura del paracaídas.

Una vez en el avión, en vez de enganchar la banda de extracción, el paracaidista directamente saltará de la aeronave y comenzará así el tiempo de caída libre. Durante ese periodo, el saltador tiene que ser capaz de estabilizarse para que, cuando el altímetro marque la altura de apertura, el saltador tire de la anilla para realizar la apertura manual.

Una vez se ha realizado la apertura, el procedimiento es muy similar al que se realiza en los saltos de apertura automática.



Manometro

- Lanzamiento de cargas.

Además de saltos paracaidistas, la BRIPAC realiza lanzamiento de cargas dada su necesidad de otros tipos de suministro adicional, ya sea armamento demasiado pesado para ser lanzado con el saltador o vehículos aerolanzables, entre otros.

La confección de cargas es una actividad necesaria dentro de las unidades paracaidistas puesto que necesitan de ese material para que su efectividad en combate sea la deseada. Consiste en proteger el material que se vaya a lanzar para que éste no sea dañado al impactar con el suelo.

Aunque no se trate de un salto paracaidista en su plenitud, es necesario mencionarla en la memoria puesto que en el CIPAE existe el material necesario para la práctica de confección de cargas.

2.3. EL CENTRO DE INSTRUCCIÓN PARACAIDISTA ELEMENTAL

El ET tiene como propósito la continua preparación para el combate. Es por ello que la BRIPAC consta con un centro específico de instrucción donde el saltador puede simular desde la entrada al área de embarque hasta la recogida del paracaídas después de haber tomado tierra, punto en el que habría finalizado el salto paracaidista. A continuación se van a explicar las distintas instalaciones con las que las FAS cuentan para la instrucción paracaidista (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2015). Entre ellas se encuentran las instalaciones genéricas, para todo tipo de saltos, así como las específicas para salto automático, para manual y para la confección de cargas.

2.3.1. *Instalaciones genéricas*

Dentro del CIPAE, existen ciertas instalaciones que no se centran en ninguna de las modalidades de salto. Estas son: el área de embarque, la maqueta y los muros.

- Área de embarque.

En el área de embarque (ver *Ilustración 4*), el paracaidista se encarga de recoger tanto el paracaídas principal como el de reserva. En esta zona se puede practicar tanto el equipamiento con ambos como las voces y comportamiento que se llevan a cabo en dicha área.

Los días en los que cualquier unidad va al CIPAE es fundamental que el paracaidista realice esta práctica puesto que un error en el equipamiento puede llegar a suponer el mal funcionamiento del sistema de apertura del paracaídas, lo que podría conllevar a la muerte del saltador en un caso extremo.



Area de embarque

- Maqueta.

La maqueta (ver *Ilustración 5*) consiste en la simulación de una aeronave de ala fija en la que una patrulla puede practicar los procedimientos en el momento que los instructores dan los avisos pertinentes, como por ejemplo: “enganchar”, donde el saltador tiene que enganchar el mosquetón de la cinta extractora al cable estático, o “salte”, momento en el que el paracaidista ha de salir de la aeronave.



Maqueta

- Muros.

Existen tres tipos de muros: bajo, medio (ver *Ilustración 5*) y alto. El paracaidista puede practicar las distintas posturas a la hora de tomar tierra según se aproxime al suelo. Sobre todo se utiliza para personal poco experimentado antes de utilizar el simulador de descenso.



Muros volteo

2.3.2. Simuladores específicos de salto de apertura automática

- Torre de salto.

La torre de salto o torre de lanzamiento (ver *Ilustración 6*) se trata de una estructura metálica de 25 metros de altura desde la que un paracaidista puede saltar al vacío desde dos puertas o una rampa simulando la salida de la aeronave. El saltador es equipado con un arnés que simula un paracaídas real (ver *Ilustración 7 y 8*). Cuando salta, el paracaidista, anteriormente enganchado a una especie de tirolina, será desplazado a lo largo del cable hasta que es detenido al final de éste.



Torre de salto

Con este simulador se pretende recrear el momento en el que el paracaidista salta de la aeronave y comienza su caída libre de cuatro segundos hasta la apertura de la campana. Además, al estar equipados con un paracaídas de reserva inutilizado, los saltadores pueden realizar procedimientos de apertura del paracaídas de reserva.



Equipo espaldas



Equipo frente

Además de ello, la torre de lanzamiento supone una prueba del saltador a la hora de tomar la decisión de saltar o no. Al estar la torre más cerca de la superficie y anclada en un punto fijo, puede suponer una situación de mayor vértigo para el saltador, es por ello que esta prueba es fundamental para ver la decisión del paracaidista (ver *Ilustración 10*).



Salto de torre

- Descensor.

Se trata de una estructura en la que el personal es equipado con un paracaídas adaptado para el simulador y en la que, tras colgarse de cuatro en cuatro en ella, son elevados hasta que se encuentran a unos 25 metros de altura (ver *Ilustración 11 y 12*). Una vez están arriba, el instructor puede elegir tanto la velocidad de descenso (vertical) como la velocidad de arrastre (horizontal) a la que los saltadores descienden en unos niveles entre 1, la menor, y 4, la mayor.



Descensor

El simulador tiene como finalidad que el paracaidista practique los procedimientos tanto de suelta de equipo como de toma a tierra. Además, con la velocidad de arrastre puede simular ráfagas de viento que, al tomar tierra un saltador en una situación real, pueden llegar a arrastrar al paracaídas y, con este al saltador, varios metros. Con ello el personal que lo utiliza podría recrear esas situaciones para practicar los procedimientos de liberación de paracaídas.



Practica descensor

2.3.3. *Simuladores específicos de salto de apertura manual*

- Túnel de viento.

El túnel de viento lo encontramos únicamente en la Escuela Militar de Paracaidismo, en Alcantarilla, Murcia. Su finalidad es recrear la sensación de caída libre en un salto en el que el paracaidista ha de abrir el paracaídas a una altura determinada tras un tiempo en caída libre.

Es un simulador muy recurrido a la hora de la instrucción en apertura manual, sin embargo, la salida de la aeronave es uno de los defectos que tiene esta instalación. El paracaidista no puede simular ese salto, momento crítico para ello ya que un mal salto puede condicionar toda la caída libre posterior puesto que podría perder la estabilidad.

- PARASIM.

El *parachuting simulator* se trata de un simulador de apertura manual para poder recrear todo tipo de emergencias en diversas situaciones. El saltador es sumergido en una realidad virtual en la que el instructor puede introducir incidencias de manera individual para que el saltador las intente solventar de manera virtual.

Dada la complejidad de los saltos de apertura automática es importante que los paracaidistas puedan realizar prácticas de manera segura sin necesidad de encontrarse en caída libre. Al igual que el anterior, solamente cuenta con él la Escuela Militar de Paracaidismo en Alcantarilla.

2.3.4. *Confección de cargas*

Como anteriormente se ha comentado, las cargas son una parte fundamental de las unidades paracaidistas y es por eso que la Compañía de Lanzamiento del Grupo Logístico Paracaidista cuenta con el material necesario para que las unidades de la BRI-PAC puedan confeccionar cargas de todo tipo.

Para la confección de cargas (ver *Ilustración 13*) se utilizan paneles con estructura *Honeycomb*, la cual permite soportar grandes compresiones, con lo que se consigue no dañar el material lanzado en dichas cargas. Esta práctica consiste en calcular y componer esa estructura *Honeycomb* correctamente, con lo que se ha llegado a realizar lanzamientos de retroexcavadoras blindadas de hasta más de 15 toneladas.



Carga light gun

3. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

3.1. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Como se ha podido observar anteriormente, las unidades paracaidistas del ET necesitan de una serie de simuladores en el CIPAE para poder estar preparadas ante un salto paracaidista. Es por ello que el objetivo principal del trabajo de investigación se centra en comprobar si la respuesta psico-fisiológica del saltador en el uso de los simuladores con los que trabaja la Brigada Paracaidista en el CIPAE se asemeja a la que se expone un saltador en una inserción paracaidista real.

Es por ello necesario separar este objetivo principal en dos específicos (3.1.1. y 3.1.2.) que se han ido cumplimentando de forma simultánea a lo largo de las pruebas. Además, se ha establecido un tercer objetivo adicional con la misión de comparar entre sí los simuladores en los que se han realizado las mediciones de las que se hablará a continuación (3.1.3.).

3.1.1. *Objetivo fisiológico*

Comparar y analizar las respuestas fisiológicas del saltador en el uso de simuladores respecto a un salto paracaidista real.

3.1.2. *Objetivo psicológico*

Comparar y analizar el estrés psicológico que tiene un paracaidista en el uso de simuladores respecto al de un salto real.

3.1.3. *Objetivo de simuladores*

Realizar una comparación entre los dos simuladores estudiados en los objetivos anteriores para poder ver la posible necesidad del Ejército de Tierra de nuevos simuladores.

3.2. METODOLOGÍA

Durante la realización del trabajo de investigación, se han recogido datos de 1 sargento y 15 damas y caballeros paracaidistas de la 2ª compañía de paracaidistas de la BPAC I. Todos ellos han participado voluntariamente en el estudio para que se les pudieran tomar datos sobre la frecuencia cardíaca y el estrés psicológico que han sufrido ante el uso de los distintos estímulos.

Para conseguir los objetivos previamente comentados, la investigación se ha dividido en cuatro fases en las que se han ido cumpliendo las diferentes metas marcadas. Las tres primeras fases se han realizado durante el periodo de PEXT dentro de la Brigada “Almogávares” VI de Paracaidistas en Paracuellos del Jarama, aunque también se han realizado mediciones en la Base Aérea de Torrejón de Ardoz y en el CTM (Campo de Tiro y Maniobras) de Uceda, Guadalajara. A continuación, se describen las acciones realizadas en cada una de ellas.

Primera fase (del 5 al 19 de septiembre): declaración de objetivos y metodología a utilizar. Entrega de propuesta de TFG.

Segunda fase (del 20 al 28 de septiembre): mediciones fisiológicas y psicológicas de los paracaidistas en el CIPAE, en concreto en los simuladores de Torre de salto y Descensor. Se realizaron mediciones los días 20, 27 y 28 de septiembre.

Tercera fase (del 28 de septiembre al 5 de octubre): mediciones fisiológicas y psicológicas de los saltadores en saltos reales. Los saltos paracaidistas se realizaron los días 28 de septiembre y 5 de octubre.

Cuarta fase (del 6 de octubre al 1 de noviembre): análisis y comparación de datos para la redacción de la memoria, así como la comparación entre los simuladores utilizados con el fin de cumplir el tercer objetivo gracias al análisis de los resultados de la encuesta elaborada a los saltadores.

3.2.1. *Primera fase. Declaración de objetivos y metodología*

Durante la primera fase de la investigación se declararon una serie de objetivos, los anteriormente mencionados, tras realizar varias entrevistas tanto con el director militar, el capitán don Daniel Arrogante Dortez, así como con la directora académica del TFG, la Dra. Alba María Gómez Cabello. Durante éstas se llegó a la conclusión de que la mejor forma de enfocar el estudio era la evaluación de los simuladores con respecto a un salto real.

Además, hubo una tercera reunión con el capitán don José González Mayorgas, jefe de la Compañía de Lanzamiento, encargada de la gestión y utilización del Centro de Instrucción Paracaidista Elemental. Tras la reunión se obtuvieron una serie de conclusiones que ayudaron a tomar decisiones sobre cómo poder realizar las pruebas y enfocar la encuesta que se realizó en la segunda fase.

Así mismo, se realizó una entrevista con la licenciada en psicología por la Universidad de Alcalá de Henares, doña Ana Ríos Herrera. Se pudo ver que una de las mejores opciones para evaluar la respuesta psicológica de los paracaidistas sería el test PANAS (Sardin, B., Chorot, P. Lostao, L., Joiner, T. E., M. A. y Valiente, R. M., 1999), que se explicará en el siguiente apartado.

Por todo ello, dentro de esta fase se logró determinar qué tipo de pruebas se iban a realizar a los sujetos y con qué finalidad se quiso enfocar la investigación.

Por último, se decidió realizar una encuesta (anexo IV) relacionada con el uso de los simuladores contestando a preguntas sobre experiencia en saltos, cursos de paracaidismo realizados y número de lesiones en el último año. Todo ello se realizó con el fin de obtener información sobre la opinión de los saltadores, hecho que permitiría alcanzar el objetivo de realizar una comparación entre ambos simuladores para ver si existe una necesidad de mejora de los mismos en el ET.

3.2.2. Segunda fase. Mediciones en simuladores

Como se ha indicado anteriormente, en la segunda fase se recogieron los datos en los simuladores del CIPAE. Por ello en este apartado se explica qué simuladores fueron utilizados, qué tipo de respuestas se midieron y qué medios se utilizaron para realizar las mediciones.

- Simuladores utilizados.

Los estímulos utilizados para realizar las distintas mediciones en esta fase han sido dos: la torre de salto y el descensor.

- o La torre de salto.

Se trata de un simulador que pretende recrear la salida de la aeronave del paracaidista a la hora de saltar. El saltador tiene que estar decidido, puesto que cuando salta sufre un tirón de las

bandas con las que está sujeto y desciende poco a poco por una especie de tirolina.

- o Descensor.

Se trata de una estructura donde al combatiente se le sube a una altura aproximada de 25 metros para luego, descender lentamente hacia el suelo para que el paracaidista pueda practicar la toma a tierra, procedimientos de liberación de quipo y evitar las posibles lesiones que suelen provocarse en este tipo de unidades.

Llegados a este punto, es necesario explicar qué clase de respuestas se van a medir en los estímulos para, posteriormente realizar el análisis y la comparación de los datos.

- Respuestas fisiológicas.

- o Frecuencia cardíaca máxima.

La frecuencia cardíaca (FC) son los latidos por minuto, es decir, el número de veces que el corazón se contrae durante un minuto. En una actividad física o ante una situación estresante, se encuentran ciertos picos dentro de la FC, entre los cuáles se puede encontrar la frecuencia cardíaca máxima (Díez, 2014). Cuando se alcanza ésta significa que el cuerpo humano está realizando el ejercicio más intenso y/o estresante dentro de la actividad. Es por ello que en el estudio será útil analizarla, ya que nos determinará cuánto de grande es el esfuerzo al que son sometidas las tropas paracaidistas del ET. La FC máxima de una persona disminuye conforme aumenta la edad, por lo que, para poder hacer comparaciones entre distintos sujetos (Dorval, 2020), se hace necesario trabajar con porcentajes de este parámetro.

- Respuestas psicológicas.

- o Afecto positivo y negativo.

Ambos expresan una situación subjetiva del sujeto. Por un lado, el afecto positivo se identifica como el grado en el que un sujeto es alegre. Sin embargo, el afecto negativo se define como un “malestar subjetivo” en el que el sujeto se identifica más con sentimientos como ira, culpabilidad o tristeza. Ambos se pueden estudiar frente a un estímulo para determinar el nivel de estrés psicológico que sufre un sujeto ante éste. Por ello, viendo si los afectos aumentan o disminuyen se puede llegar a medir el nivel de estrés psicológico de una persona. Cabe destacar que entre ellos son independientes, que aumente o disminuya uno de ellos

no tiene por qué influir en el otro, por lo que será necesario estudiarlos de manera separada.

- Medición de respuestas.
 - o Respuestas fisiológicas.

Por otro lado, para la obtención de datos en lo referido a la FC se utilizó el reloj Polar M400 (ver *Ilustración 14*) y un sensor de frecuencia cardíaca Polar H7 que los sujetos llevaban puesto durante la ejecución de los ejercicios en los dos simuladores. Con este dispositivo se midieron las pulsaciones por minuto durante el uso de los simuladores, pudiendo obtener así la FC máxima tanto en latidos por minuto como en porcentaje.



Reloj polar

- o Respuestas psicológicas.

La escala de afectividad de PANAS (*Positive Affect and Negative Affect Scale*) es un cuestionario de autoinforme (Watson, 1988). Se utiliza como medio para poder medir las variaciones en cuanto a la afectividad negativa y positiva que sufre un sujeto frente a un estímulo externo.

Para la medición de esta respuesta, los sujetos han realizado este tipo de test tanto antes como después de la utilización de los dos simuladores en los que se han ejecutado las pruebas de la investigación, la torre de salto y el descensor. El personal

seleccionado para la investigación debía clasificar del 1 al 5, siendo 1 nada y 5 mucho, en qué medida el individuo acepta o no el término en cuestión. El cuestionario cuenta con veinte términos en total, diez referidos al afecto positivo y diez al afecto negativo (anexo III). Para el tratamiento posterior de los datos, se crearon dos variables con el sumatorio de los 10 ítems mencionados, una referente al afecto positivo y otra referente al afecto negativo, para las que 10 fue la menor puntuación posible y 50 la mayor.

Es por ello que una vez realizado el test después del estímulo, era posible ver si el afecto positivo o negativo había incrementado o no en el sujeto. De esta manera se puede determinar si el estrés es mayor o menor antes y después del uso de los simuladores.

3.2.3. *Tercera fase. Mediciones en salto real*

La tercera fase del estudio se centró en la medición de las respuestas en un salto real. Por ello, los 16 sujetos seleccionados fueron medidos en dos saltos paracaidistas en días diferentes, el 28 de septiembre y el 5 de octubre.

Cabe destacar que se realizaron las mismas mediciones que en la segunda fase, diferenciándose de ésta en que ninguna de las mediciones fue en un simulador.

En el área de embarque, los sujetos se ponían los relojes y los sensores de frecuencia cardíaca y realizaban el test psicológico. Una vez estaban equipados, cuando iban a subir a la aeronave iniciaban la actividad de los relojes para poder registrar los datos en ellos. Por ello, la FC se midió desde el momento en el que los saltadores subían a la aeronave hasta que tomaban tierra. Una vez realizado el salto, volvían a contestar al cuestionario.

3.2.4. *Cuarta fase. Análisis de datos, presentación de resultados en congreso y elaboración de la memoria*

- Tratamiento estadístico de las variables registradas y análisis de datos.

En cuanto a la última fase del proyecto, el análisis de datos se ha realizado de la siguiente manera. Una vez elaborada la base de datos en una hoja del programa informático Excel se pudo proceder a su análisis estadístico mediante el programa SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) en su versión 22.0.

Para comprobar la normalidad de las variables se ha llevado a cabo la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Los resultados de este test mostraron que todas las variables del estudio seguían una distribución normal, por lo que se pudieron usar pruebas estadísticas paramétricas.

Para el análisis de las diferencias en las variables fisiológicas y psicológicas entre los simuladores y el salto real se utilizaron pruebas t para una muestra. Los cambios antes-después de las variables psicológicas en cada una de las tres condiciones se han evaluado a través de una prueba de ANOVA de medidas repetidas.

Para la obtención de dichos resultados se ha exigido un nivel de significación mínimo de $P < 0,05$. Además, todas las variables cuantitativas han sido estudiadas como media (M) \pm la desviación estándar (DE).

- Realización de la comparación entre los simuladores.

Por último, tras los resultados obtenidos con el análisis estadístico de las respuestas obtenidas, se realizaron estudios comparativos entre ambos simuladores utilizados, con el fin de cumplir el tercer objetivo de la investigación. Concretamente, para lograr este último objetivo se realizó un análisis DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades) (Centro Universitario de la Defensa, 2020) de cada simulador para poder obtener los puntos fuertes de ambos con el fin de optimizar la instrucción paracaidista. Además, también se estructuró una matriz de decisión entre ambos simuladores junto con las respuestas obtenidas para poder concluir cuál de los dos cumple mejor la función que busca la BRIPAC con ellos.

Para la realización de los análisis DAFO y de la matriz de decisión con los simuladores se llevó a cabo una encuesta (anexo IV) entre los saltadores con el objetivo de estudiar qué factores creían los integrantes de las tropas paracaidistas que son los más importantes en la utilización de los simuladores. Gracias a ella se consiguió determinar qué efecto producen los simuladores en los saltadores para poder compararlos entre sí.

- Elaboración de la memoria.

Tras haber realizado todas las fases previas (declaración de objetivos, realización de mediciones y la fase de análisis) se procedió a la elaboración de la memoria del TFG comprendida en este documento. En ella se establece todo el estudio realizado

durante las PEXT así como las conclusiones obtenidas del análisis y comparación de los resultados.

3.3. ALCANCE DEL PROYECTO

Aunque el trabajo de investigación se ha realizado con paracaidistas de la 2ª compañía de la BPAC I, la finalidad del estudio no se limita a que las conclusiones se puedan adaptar al grupo de estudio. El propósito de la investigación es demostrar si las instalaciones de instrucción paracaidista del ET cumplen con su propia finalidad.

Por tanto, aunque el estudio se ha realizado con personal del ET y con sus instalaciones, podría aplicarse también a nivel de Fuerzas Armadas, ya que por ejemplo, el Ejército del Aire consta con dos unidades paracaidistas entre sus fuerzas.

4. DESARROLLO: ANÁLISIS Y RESULTADOS

A continuación, se va a proceder a una descripción de la muestra que permitirá posteriormente la mejor comprensión de los resultados obtenidos en las mediciones ante los tres estímulos anteriormente comentados.

Posteriormente, se explicarán los resultados de la encuesta realizada para que, junto con los resultados obtenidos, se pueda llegar a la comparación entre los simuladores utilizados con el fin de cumplimentar el objetivo 3.1.3.

4.1. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Para entender los resultados de las pruebas realizadas es necesario que previamente se expliquen las características de la muestra (participantes) que ha formado parte del estudio.

Para la toma de las distintas mediciones realizadas a lo largo de la investigación se ha tomado una muestra total de 16 sujetos, entre ellos hay 1 suboficial, 1 Dama Legionaria Paracaidista y 14 Caballeros Legionarios Paracaidistas. Todos los sujetos están encuadrados en la 2ª compañía de la BPAC I. (ver *Tabla 1*).

	Máximo	Mínimo	Media	DE
Edad (años)	29	19	22,3	3,0
Número de saltos realizados en el último año	9	1	3,9	2,1

Tabla muestras

Como se puede observar en la tabla superior, la muestra de la investigación está formada por personas jóvenes con un número de lanzamientos realizados en el último año de media de 3,9 pero con una DE bastante elevada, lo que significa que hay mucha

variedad en cuanto a la experiencia. De hecho, hay personal con solamente 1 salto en el último año, por lo que puede ser que carezca de la capacidad necesaria para cumplir la misión posterior a un salto paracaidista.

Además de la experiencia y edad, sobre la muestra cabe destacar el número de lesiones sufridas en lanzamientos en ese último año. En ella encontramos que el 62,5% de los participantes han sufrido algún tipo de lesión en el último año, lo que significa que 10 de 16 probablemente no hayan podido cumplir la misión posterior en alguno de los lanzamientos previos que han realizado.

Esto resalta la necesidad de instrucción paracaidista del ejército y por ello, en los próximos apartados, veremos si es lo suficientemente eficaz la instrucción que reciben actualmente en los simuladores.

4.2. RESULTADOS DE LA RESPUESTA FISIOLÓGICA

Tras el análisis estadístico realizado con el programa SPSS de las respuestas fisiológicas de los 16 sujetos en las 3 condiciones distintas (torre de salto, descenso y salto real) se han obtenido los siguientes resultados (ver *Tabla 2*):

	Torre de salto		Descensor		Salto paracaidista		P
	MEDIA	DE	MEDIA	DE	MEDIA	DE	
FC máx. (ppm)	163,9	17,2	136,7	10,7	180,3	22,8	< 0,05
% de FC máx.	82,9	8,5	69,1	5,2	91,2	11,7	< 0,05

Tabla respuesta fisiologica

Como se puede observar en la tabla anterior, el salto paracaidista provoca de media un porcentaje de frecuencia cardíaca máxima de un $91,2 \pm 11,7\%$, mientras que en la torre de salto los sujetos han llegado a un $82,9 \pm 8,5\%$ y en el descenso a un $69,1 \pm 5,2\%$, siendo las diferencias entre ellos estadísticamente significativas ($P < 0,05$).

Los resultados claramente reflejan que ambos simuladores no llegan a recrear debidamente lo sufrido a nivel fisiológico en un salto paracaidista real, situación que puede llegar a derivar en una falta de instrucción debida a la poca eficiencia.

En ambos parámetros encontramos diferencias significativas entre los simuladores y el salto real, aunque se puede llegar a afirmar que la torre de salto es más útil que el descensor fisiológicamente hablando. Sin embargo, ninguno de ellos llega a tener el mismo impacto fisiológico que el salto real.

La situación más preocupante de un salto paracaidista suele ser la toma a tierra del saltador, puesto que es donde se producen el mayor número de lesiones. Es por ello que al no tener una respuesta fisiológica similar a la de un salto, queda reflejado que el descensor no llega a simular lo que inicialmente se esperaba.

Un número elevado de pulsaciones puede provocar un bloqueo de las funciones cognitivas del sujeto, por lo que si el momento más crítico de un lanzamiento no es simulado adecuadamente durante la instrucción puede generar que el saltador no esté acostumbrado a trabajar los procedimientos adecuados en esa situación. Ello podría derivar, en su caso más extremo, a la muerte del paracaidista, puesto que tras los 4 segundos de caída libre el saltador tiene que saber si ha de utilizar el paracaídas de emergencia o no.

4.3. RESULTADOS DE LA RESPUESTA PSICOLÓGICA

En cuanto a la respuesta psicológica estudiada mediante la “Escala PANAS de afecto positivo y negativo” se han dividido los resultados en dos partes independientes: por un lado, el afecto positivo provocado por las diferentes condiciones y, por el otro, la variación del afecto negativo. Como se ha explicado anteriormente, ambos se han medido tanto antes como después de cada uno de los estímulos a los que han sido sometidos los sujetos. A continuación, se muestran los distintos resultados.

4.3.1. *Resultados sobre el afecto positivo*

En la siguiente tabla se muestran los resultados de las mediciones del afecto positivo (ver *Tabla 3*):

	Torre de salto		Descensor		Salto paracaidista		p
	MEDIA	DE	MEDIA	DE	MEDIA	DE	
AFECTO POSITIVO ANTES (puntos)	36,4	8,3	30,5	6,4	43,1	7,6	< 0,05
AFECTO POSITIVO DESPUÉS (puntos)	40,9	9,5	33,4	7,4	44,7	5,6	< 0,05

Tabla respuesta psicologica positiva

Como se puede observar, el afecto positivo tanto antes como después es mayor en el salto paracaidista, por lo que los sujetos reaccionan de manera más afectiva ante esta situación. Esto se debe a que los paracaidistas reaccionan de manera psicológica mejor ante el salto puesto que se identifican más con los términos siguientes: interesado, orgulloso o enérgico, entre otros.

Sin embargo, con ambos simuladores esta situación es menor. De hecho, tal y como se mostrará posteriormente en el trabajo, esto queda corroborado con los resultados de la encuesta del apartado 4.4, en los que se observa que la opinión más generalizada es que no son lo suficientemente realistas.

Por otro lado, en cuanto a las variaciones en el afecto positivo respecto al antes y el después en todas las situaciones a las que los participantes han sido sometidos, cabe destacar que se produce un aumento de la puntuación tras el uso de los dos simuladores (ambos $P < 0,05$). Esto significa que el estrés a nivel psicológico de los sujetos disminuyó tanto después del uso de la torre de salto como del descensor. Sin embargo, con la elaboración del test ANOVA de medidas repetidas se pudo observar que la diferencia entre antes y después no fue estadísticamente significativa en el caso del salto ($P = 0,078$). Tras los estímulos, los sujetos se sentían más identificados con términos como “orgulloso” o “estimulado”, lo que provocó ese aumento en la puntuación del afecto positivo de los saltadores.

Como consecuencia de estos resultados, podemos concluir que tanto la torre de lanzamiento como el simulador de descenso tienen carencias, siendo en el caso del segundo mayores, en cuanto a provocar el mismo estrés psicológico que sufre un paracaidista en el salto real.

4.3.2. Resultados sobre el afecto negativo

A continuación, se muestra la tabla con los resultados respecto al afecto negativo sufrido por los participantes ante las tres condiciones del estudio (ver *Tabla 4*):

	Torre de salto		Descensor		Salto paracaidista		P
	MEDIA	DE	MEDIA	DE	MEDIA	DE	
AFECTO NEGATIVO ANTES (puntos)	18,3	8,4	15,4	5,8	19,7	5,2	< 0,05
AFECTO NEGATIVO DESPUÉS (puntos)	17,3	9,9	13,4	3,6	16,9	3,6	< 0,05

Tabla respuesta psicológica negativa

En la tabla se puede observar como el afecto negativo antes del estímulo es mayor en el salto paracaidista; sin embargo, en cuanto al posterior a la actividad, la media de afecto negativo es mayor en la torre de salto. Por ello es necesario analizar cada momento por separado.

El afecto negativo antes del estímulo se observa mayor en el salto paracaidista, por lo que el estrés de los sujetos aumenta en estas condiciones. Esto se debe a que un salto paracaidista conlleva mucho más riesgo que cualquiera de las otras dos actividades. Un fallo en el salto puede suponer la muerte del paracaidista, lo que hace que los sujetos se sientan más identificados con los términos miedoso o temeroso.

Sin embargo, tras analizar los resultados sobre el afecto negativo posterior a la actividad, éste es mayor en la torre de salto, lo que hace que su estrés tras el simulador no descienda tanto como en las otras dos condiciones. Este resultado podría tener relación con la sensación de vértigo de los sujetos. La torre de salto se encuentra en un punto fijo, anclada al terreno, lo que genera que la percepción del suelo sea mucho más cercana, lo que conlleva a que la sensación de vértigo aumente. Por lo que al estrés propio que supone la torre de salto se le suma el vértigo que siente el sujeto, lo que puede llevar a un pequeño estado de shock prolongado que provoca que los sujetos se sientan más identificados con términos como hostil y nervioso tras el uso de este simulador.

En cuanto a la variación del estrés que sufren los saltadores antes y después de los simuladores y el salto real, aunque se puede

observar que en las tres condiciones las medias del afecto negativo de los sujetos disminuyen, solamente podemos considerar estadísticamente significativa la variación en el descenso, con una $P < 0,034$, dado que la P de la torre de salto y el salto paracaidista es mayor a 0,05. Sin embargo, todos los sujetos coincidían en la disminución de puntuación en los términos negativos relacionados con el miedo después de los estímulos como “miedoso” o “temeroso”. Es por ello que los datos tienden a justificar que el afecto negativo disminuye tras las pruebas realizadas; sin embargo, no podemos verificarlo dado que los datos en la torre de salto y el salto en cuanto a variaciones del afecto negativo no son estadísticamente significativos.

Por último, concluir que, dados los resultados, se llega a observar que la torre de salto sí que llega a recrear el afecto negativo que sufren los paracaidistas. En cambio, en el caso del simulador de descenso, siguen existiendo esas carencias que se llevan observando durante los apartados anteriores.

4.4. RESULTADOS DE LA “ENCUESTA PARA SALTADORES PARACAIDISTAS DEL ET”

Como se ha explicado anteriormente, además de las mediciones realizadas con los 16 saltadores, durante el proceso de PEXT se realizó una encuesta en la que participaron 50 componentes de la 2ª cía. de paracaidistas de la BPAC I (anexo IV). Entre ellos había 1 mujer de la escala de tropa del ET y 49 hombres de las tres escalas, oficiales, suboficiales y tropa, comprendidos entre las edades de 20 y 48 años.

Entre las preguntas realizadas a los colaboradores destacan las opiniones sobre los simuladores utilizados en los estudios. Con ellas se pudo observar qué efecto producen de manera mayoritaria los simuladores al personal que participó en la encuesta para, posteriormente, tratar las respuestas tanto en el análisis DAFO como en la matriz de decisión.

Con la cuestión sobre “¿cuál cree que es el efecto que produce la torre de salto?” estos fueron los resultados a destacar: un 29% respondieron que la torre de salto sirve para practicar las posiciones y la salida de la aeronave; el 31% de los encuestados contestaron que la sensación que produce la torre es sobretodo vértigo; un 18% se decantó por la toma de decisión a la hora de salir de la aeronave; mientras que el porcentaje restante tuvo respuestas no concluyentes sobre el caso de estudio. Como se puede observar,

el mayor porcentaje respondió que el efecto que produce es el vértigo, hecho que explica que el afecto negativo en la torre de salto fuera mayor.

Por otro lado, las respuestas sobre el simulador de descenso a la pregunta “¿cuál cree que es el efecto que produce el descensor?” sí que son más compartidas entre los participantes. El 47% lo relaciona con que es una buena práctica de tomar tierra y practicar los volteos para evitar lesiones en un salto real; un 17% coincide en que el simulador de descenso no llega a ser un simulador del todo adecuado puesto que tanto la velocidad de descenso como la velocidad de arrastre son demasiado lentas. Cabe destacar, por otra parte, que un 10% opina que su utilidad para la instrucción paracaidista es totalmente nula. Por otro lado, el porcentaje restante tuvo respuestas no concluyentes en el estudio, por lo que no se consideró importante tratarlas en éste. Con los dos últimos porcentajes comentados se puede llegar a la conclusión de que la opinión de la falta de simulación del descensor va en línea con los resultados encontrados en el estudio realizado durante las PEXT, en el que se observaron unas respuestas fisiológicas y psicológicas bastante lejanas de la realidad.

Por último, es importante señalar también que, aunque el 98% de los participantes estuvo de acuerdo en que la instrucción paracaidista en el CIPAE es necesaria en los saltadores de la unidad, más de un 40% del total puntuaron con un 2 sobre 5 la semejanza de los simuladores a la realidad (ver *Ilustración 15*):



Grafico encuesta

De todos los resultados de la encuesta comentados durante este apartado se puede llegar a la conclusión de que el personal de la 2ª compañía considera que la instrucción paracaidista no llega a ser todo lo eficaz que se necesita puesto que la simulación que se puede recrear en el CIPAE no se asemeja lo suficiente a la realidad.

Es por ello que, tras las preguntas relacionadas con las sensaciones de los simuladores de salto junto con su puntuación dada en la última cuestión expuesta, podemos llegar a sacar las distintas debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades pertinentes de cada uno de los dos simuladores estudiados en la investigación. Con estas conclusiones se podrá realizar el correspondiente análisis DAFO a cada simulador con el objetivo de determinar si es necesaria o no la implementación de una mejora en la instrucción paracaidista del ET.

4.5. ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE LOS DISTINTOS SIMULADORES

En los resultados obtenidos en los apartados anteriores se ha visto una falta de eficacia en la recreación de la realidad en ambos simuladores. Ello junto con los resultados de la encuesta justifica la necesidad de mejora de la instrucción paracaidista dentro del ET.

En el siguiente apartado de la memoria se estudiará cómo pueden ser mejorados los simuladores a través de dos herramientas explicadas en la metodología: la matriz de decisión y el análisis DAFO.

Con la primera herramienta se quiere comparar ambos simuladores respecto de los datos recogidos durante las pruebas realizadas con el objetivo de ver sobre cuál de éstos sería necesario priorizar la mejora.

Por otro lado, con el análisis DAFO se expondrá una propuesta de mejora para cada uno de ellos.

4.5.1. *Comparación entre ambos simuladores*

El objetivo de este apartado es contrastar de forma objetiva ambos simuladores para averiguar cuál de los dos tiene mayor utilidad para la instrucción paracaidista y así poder priorizar su mejora al que menos tenga.

A continuación se muestra una matriz de decisión en la que se comparan entre si ambos simuladores con la finalidad de ver cuál

se asemeja más a un salto real teniendo en cuenta las mediciones realizadas durante todo el estudio (ver *Tabla 5*).

En la tabla se muestran los valores del 1 al 5 dependiendo de si la respuesta que sufre el saltador en el simulador se acerca más o menos a la realidad, siendo 1 la menor puntuación y 5 la mayor. A su vez, cada una de las variables del estudio tiene una valoración del 1 al 3, siendo 1 poco importante a la hora de tener en cuenta para la decisión y 3 muy importante.

		VALORACIÓN DE LA RESPUESTA (1-3)	SIMULADORES	
			TORRE DE SALTO	DESCENSOR
RESPUESTAS	APROXIMACIÓN DE FC máx	1	3	2
	APROXIMACIÓN DE % DE FC máx	3	3	2
	APROXIMACIÓN DE AFECTO POSITIVO ANTES	1	3	2
	APROXIMACIÓN DE AFECTO POSITIVO DESPUÉS	2	4	3

Tabla psicologica

En cuanto a los resultados de la tabla, destaca la diferencia de valoración obtenida entre ambos simuladores. La torre de salto obtiene una puntuación de 37, mientras que el descensor no llega ni a la mitad de la total, siendo esta de 50 puntos.

Como podemos observar, tras las diferencias de ponderaciones entre ambos, sería necesario priorizar la mejora del simulador de descenso, ya que no aporta una recreación de la realidad del todo apropiada para la instrucción paracaidista. Sin embargo, esto no exige que la torre de salto tenga también la necesidad de un aumento de sus capacidades de simulación.

Es por ello que en los siguientes apartados (4.5.2. y 4.5.3.) se muestran las propuestas de mejora para ambos simuladores.

4.5.2. *Análisis DAFO de la torre de salto*

A continuación se va a explicar un análisis del simulador de lanzamiento en el que se exponen tanto las debilidades y amenazas como las fortalezas y oportunidades que tiene el sistema (ver *Tabla 6*).

Para identificar estas características se han utilizado los resultados tanto de las mediciones en FC y el test PANAS como los de la encuesta realizada al personal de la 2ª compañía que se ha explicado en los apartados anteriores.

TORRE DE SALTO	
DEBILIDADES	AMENAZAS
No alcanza debidamente los máximos de FC en las que tiene que trabajar el saltador	Al no llegar a tener una simulación adecuada podría dejar de ser utilizada
Produce una sensación de vértigo aumentada en comparación con la aeronave	
No alcanza el afecto positivo producido en los saltadores	
FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
Sirve como una toma de decisión a la hora de saltar del avión	Añadir un sistema en el que el saltador tenga que tomar tierra tras la salida del avión
Se pueden practicar los procedimientos de salida de la aeronave	
Llega a superar el afecto negativo producido en los saltadores	

Dafo torre

Tras el análisis realizado, cabe destacar las posibles amenazas que tiene la torre de salto. No alcanzar la FC máxima requerida a la que tiene que trabajar el saltador, así como su producción de vértigo y la falta de afecto positivo que produce a los saltadores podrían ser motivos suficientes como para que las unidades paracaidistas dejaran de utilizar este tipo de simulador para su instrucción específica.

Por otro lado, el mejorar la simulación implementándole un sistema en el que el saltador tome tierra tras realizar el procedimiento de salida del avión puede invertir esa tendencia que muestra ahora mismo y mejorar notablemente la instrucción paracaidista en el ET.

4.5.3. *Análisis DAFO del descensor*

En este apartado se muestra un análisis DAFO del simulador de descenso realizado (ver *Tabla 7*), al igual que con la torre de salto, mediante los resultados obtenidos en cuanto a las mediciones de FC, el test psicológico PANAS y la encuesta para paracaidistas del ET.

DESCENSOR	
DEBILIDADES	AMENAZAS
Apenas alcanza la FC máxima que tiene un paracaidista en un salto real	Falta de utilización por la escasa sensación de realidad
No alcanza la velocidad de descenso que supone un salto real	
No alcanza la puntuación ni en afecto positivo ni en afecto negativo	
FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
Se puede realizar la práctica de suelta de equipo	Aumentar la velocidad de descenso mejoraría la simulación
Sirve para practicar el procedimiento de toma a tierra	Añadir un sistema en el que se pueda simular la salida del avión

Daño descensor

Como se puede observar, la falta de realismo visible por los resultados podría provocar que en la instrucción paracaidista se suprimiera el uso de este tipo de simuladores. La baja velocidad de descenso y la poca respuesta psico-fisiológica son carencias clave dentro de este simulador. Además, como se ha demostrado en los apartados de resultados 4.3.1 y 4.3.2, no llega a recrear el afecto negativo suficiente que produce el salto paracaidista real.

Por lo tanto, el aumentar la velocidad de descenso junto con las buenas prácticas de suelta de equipo y toma a tierra podrían hacer que la torre de descenso fuera una pieza clave dentro de la instrucción de la Brigada Paracaidista.

5. CONCLUSIONES

5.1. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Durante el periodo de PEXT se han encontrado algunas complicaciones que han hecho que el trabajo de investigación no se llevase a cabo como inicialmente se había planteado.

Por un lado, uno de los mayores problemas que se ha encontrado es la escasez de personal a la que se le han hecho las mediciones. La muestra ha sido reducida por varios motivos que a continuación se exponen:

- Escasez de saltos paracaidistas. Durante las PEXT, la 2ª compañía ha tenido la oportunidad de realizar 3 saltos paracaidistas. Sin embargo, uno de ellos fue cancelado por viento excesivo en la DZ.
- Escasez de medios para realizar mediciones fisiológicas. Solo se disponía de 12 relojes polar M400 con los que poder realizar mediciones. Por este motivo, aunque en los saltos hubiera más de 12 paracaidistas implicados, solamente existía la posibilidad de coger una muestra de 12 por salto.

A las limitaciones por la muestra, se le suma la corta duración de la PEXT. Al tratarse de una investigación empírica, los datos solamente se han podido recoger durante el periodo de 6 semanas de prácticas en la unidad.

5.2. CONCLUSIONES DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Durante la realización del trabajo de investigación se han realizado varios hallazgos que, relacionándolos entre ellos, podrían aportar información útil para lograr una mejora de la instrucción paracaidista, al menos en la BRIPAC.

Por un lado, ha quedado demostrado que el paracaidista sufre unas variaciones fisiológicas notables en un salto real. Su frecuencia cardíaca aumenta de tal manera que la media llega aproximadamente al 90%. Lo que significa que en un ejercicio real el saltador sufre un estrés fisiológico tan alto que podría llegar a disminuir sus funciones cognitivas si éste no está acostumbrado a trabajar con una FC tan alta.

Por consecuente, es necesario que los paracaidistas del ET se instruyan de una manera muy similar a la realidad para evitar accidentes derivados de ello. Sin embargo, la falta de simulación tanto de la torre de salto como del descensor que se ha registrado durante la investigación pone en duda que el paracaidista esté totalmente preparado, ya no para un salto de instrucción, sino para ejecutar una operación de combate tras una inserción paracaidista.

En cuanto a las variables referentes a la respuesta psicológica de los saltadores, se ha observado que la simulación no se asemeja del todo a la realidad, sobre todo en el descensor. Los sujetos tienen una disposición menor al uso de simuladores, lo que puede derivar en una falta de interés notable en la instrucción de una actividad en la que el más mínimo error podría derivar en la muerte del saltador.

En conclusión, el aumentado estrés tanto fisiológico como psicológico que sufre un paracaidista en un salto real puede provocar errores en los procedimientos que se llevan a cabo en el lanzamiento. Por eso es necesario que al paracaidista se le someta a un estrés similar al del salto en los momentos de instrucción.

Es por ello que, gracias a los análisis DAFO realizados, se proponen una serie de cambios en los simuladores con el fin de mejorar la instrucción paracaidista en lo que a la parte de simulación se refiere:

- Un aumento de la velocidad de caída en la torre de descenso sería una implementación que favorecería el aumento de las respuestas fisiológicas y psicológicas, lo que permitiría mejorar la calidad en la simulación.
- Por otro lado, si en la torre de salto se pudiera implementar un sistema en el que el saltador tuviera que realizar la práctica de toma a tierra, el paracaidista podría ser instruido en todo el procedimiento de una manera probablemente más eficiente.

Con todo ello, en el apartado que se explica a continuación se exponen unas posibles líneas de actuación futuras respecto a esta investigación llevada a cabo.

5.3. LÍNEAS FUTURAS

Tras la realización del trabajo de investigación sobre el impacto del uso de simuladores de instrucción paracaidista en la respuesta fisiológica y psicológica del saltador quisiera proponer una serie de futuras investigaciones que se podrían llevar a cabo.

Para poder ampliar la investigación, se podrían implementar medidas como aumentar el número de sujetos para realizar las mediciones y extrapolarlo a todas las unidades paracaidistas del ET que se instruyan en este tipo de simuladores.

Además, sería de interés que se pudieran estudiar maneras de inducir estrés tanto fisiológico como psicológico en los momentos previos al uso de los simuladores, como ejercicios físicos para aumentar las pulsaciones o la realización de trabajos relacionados con el paracaidismo, como por ejemplo el equipamiento, bajo situaciones de estrés.

Por otro lado, otras investigaciones que se podrían llevar a cabo a raíz de este trabajo serían la implementación en el CIPAE de un nuevo sistema de simulación en el que el paracaidista pudiera realizar tanto los procedimientos de salida del avión como los de tomar tierra.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CENTRO UNIVERSITARIO DE LA DEFENSA. (2020). *Tema 3. Herramientas aplicadas al control de la calidad*. Recuperado el 26 de 10 de 2022, de Curso de Calidad: https://moodle.unizar.es/add/pluginfile.php/2927592/mod_resource/content/5/Tema_4_QDise%C3%B1o_2020-21_moodle.pdf
- Clemente-Suárez, V. J., de la Vega, R., Robles-Pérez, J. J., Lautenschlaeger, M., & Fernández-Lucas, J. (2016). Experience modulates the psychophysiological response of airborne warfighters during a tactical combat parachute jump. *International journal of psychophysiology : official journal of the International Organization of Psychophysiology*, *110*, 212-216. Recuperado el 2022 de 10 de 26, de National Libray of Medicine: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27451387/>
- Clemente-Suárez, V. J., Robles-Pérez, J. J., & Fernández-Lucas, J. (2017). Psycho-physiological response in an automatic parachute jump. *Journal of sports sciences*, *35*(19), 1872-1878. Recuperado el 26 de 10 de 2022, de National Library of Medicine: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27724179/>
- Díez, J. O. (2014). *Frecuencia Cardíaca Máxima*. Recuperado el 26 de 10 de 2022, de G-SE: <https://g-se.com/frecuencia-cardiaca-maxima-bp-057cfb26e803fc>
- Dorval, G. (2020). *Determinar su frecuencia cardíaca máxima (FCmáx)*. Recuperado el 26 de 10 de 2022, de Overstims: <https://es.overstims.com/conseil/determinar-su-frecuencia-cardiaca-maxima-fcmax/>
- MANDO DE ADIESTRAMIENTO Y DOCTRINA. (2015). *Manual de Instrucción del Paracaidista Elemental*.
- MINISTERIO DE DEFENSA. (2020). *Ejército de Tierra*. Recuperado el 26 de 10 de 2022, de <https://ejercito.defensa.gob.es/unidades/Sevilla/futer/Organizacion/organigrama.html>
- Sánchez-Molina, J., Robles-Pérez, J. J., & Clemente-Suárez, V. J. (2017). Effect of Parachute Jump in the Psychophysiological Response of Soldiers in Urban Combat. *Journal of medical systems*, *41*(6), 99. Recuperado el 2022 de 10 de 26, de National Library of Medicine: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28501968/>

- Sardin, B., Chorot, P. Lostao, L., Joiner, T. E., M. A. y Valiente, R. M. (1999). Escala PANAS de afecto positivo y negativo: validación cultural y convergencia transcultural. *Psicothema*, 11(1), 37-51.
- Serrano Muñoz, A. (2019). Formación física y eficacia operativa en unidades paracaidistas. *Trabajo de Final de Grado presentado en el Centro Universitario de la Defensa*. Zaragoza.
- Serrano Muñoz, A. (2020). Formación física y eficacia operativa en unidades paracaidistas. *VIII Congreso Nacional de I+D en Defensa y Seguridad*. Madrid.
- Vicente Javier Clemente-Suárez, José Juan Robles-Pérez, Pedro Montañez-Toledo. (2015). Respuesta psicofisiológica en un salto táctico paracaidista HAHO. Caso de Estudio. *Sanidad Militar*, 71(3), 179-182. Recuperado el 20 de 11 de 2022, de https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1887-85712015000300004
- Watson, D. C. (1988). Development and validation of brief measures of Positive and Negative Affect: The PANAS Scales. *Journal of Personality and Social Psychology*(54), 1063-1070.

ANEXOS

ANEXO I. EQUIPO PARA UN SALTO PARACAIDISTA

Para realizar un salto paracaidista, el combatiente debe llevar equipado los siguientes elementos:

- Casco de combate: 2 kilogramos.
- Chaleco anti-fragmentos: 3 kilogramos.
- Paracaídas principal + paracaídas de reserva: 20 kilogramos.
- Bulto: de 18 a 30 kilogramos. (Incluye fusil HK- G36 E y mochila de combate de 24 horas o mochila Altus de 72 horas)
- Armamento (1 de los 3):
 - Fusil HK-G36 E + cargadores: 5 kilogramos.
 - Ametralladora MG-42: 12 kilogramos.
 - Ametralladora MG-4: 8 kilogramos.

(En caso de Ametralladora, el armamento se transporta en la funda de lona)



Área Uceda 1



Area Uceda 2



L8



Bulto

ANEXO II. CURSOS PARACAIDISTAS DEL ET

- Curso Básico de Paracaidismo.

Disponible para todas las escalas de las FAS. El personal se forma en las técnicas básicas de lanzamientos paracaidistas en apertura automática.

- Curso de Mando de Unidades Paracaidistas.

Disponible para oficiales y suboficiales de las FAS. El personal planea y ejecuta ejercicios tácticos relacionados con inserciones paracaidistas.

- Curso de Plegado de Paracaídas y Preparación de Cargas.

Para todas las escalas de las FAS. Los alumnos son instruidos en el mantenimiento y plegado de todos los paracaídas de dotación además de la confección de cargas aerolanzables.

- Curso de Instructor Paracaidista.

Para suboficiales y oficiales de las FAS. Tras el curso, el personal es capaz de impartir la instrucción básica paracaidista tanto de apertura automática.

- Curso de paracaidismo de Apertura Retardada (Apertura Manual).

Disponible para las tres escalas de las FAS. El personal es instruido en técnicas de caída libre, apertura manual y manejo del mismo tanto en ambiente diurno como nocturno.

- Curso de Señalador de Guía.

Para las diferentes tres escalas de las FAS. Los combatientes son instruidos en infiltración y extracción de equipos especiales en operaciones aerotransportadas para el balizaje de la zona de lanzamiento a las aeronaves.

- Curso de Jefe de Salto.

Para suboficiales y personal de tropa de las FAS. Se capacita a los alumnos en realizar cometidos de jefe de salto mediante la realización de procedimientos que solventan emergencias en todo tipo de lanzamientos.

- Curso HALO-HAHO.

Disponible para personal de las tres escalas de las FAS. Los alumnos son instruidos en técnicas de apertura manual con apertura a baja cota (HALO) o apertura a alta cota con empleo de oxígeno (HAHO).

ANEXO III. ESCALA PANAS DE AFECTO POSITIVO Y NEGATIVO

A continuación, se indican una serie de palabras que describen diversos sentimientos y emociones. Lea cada una de ellas y conteste con un número (del 1 al 5) indicando hasta qué punto Ud. Se siente de la forma que indica cada expresión.

1=nada; 2=un poco; 3=bastante; 4=mucho; 5=muchísimo

NOMBRE:	TORRE DE SALTO		DESCENSOR		SALTO	
	ANTES	DESPUÉS	ANTES	DESPUÉS	ANTES	DESPUÉS
INTERESADO						
IRRITABLE						
ENTUSIASMADO						
TENSO						
DISGUSTADO						
ENÉRGICO						
ORGULLOSO						
TEMEROSO						
AVERGONZADO						
INSPIRADO						
NERVIOSO						
ESTIMULADO						
DECIDIDO						
ATENTO						
MEDOSO						
ACTIVO						
ASUSTADO						
CULPABLE						
ALERTO						
HOSTIL						

JUSTO ANTES Y DESPUÉS DEL USO DE CADA UNO DE LOS DISTINTOS ESTÍMULOS, DEL 1 AL 5, SIENDO 1 NADA Y 5 MUCHÍSIMO, PUNTUE COMO SE SIENTE RESPECTO DEL SIMULADOR QUE VA A USAR CON LA PALABRA QUE TIENE A LA IZQUIERDA DE LA TABLA.

RECUERDE INICIAR Y DETENER LA ACTIVIDAD ANTES Y DESPUÉS (RESPECTIVAMENTE) EN LOS RELOJES QUE SE LE HAN PROPORCIONADO

Tabla Panas

ANEXO IV. ENCUESTA PARA SALTADORES PARACAIDISTAS DEL ET

El siguiente cuestionario forma parte del Trabajo de Fin de Grado sobre el Impacto del uso de simuladores de instrucción paracaidista en la respuesta fisiológica y psicológica del saltador.

En el formulario se van a realizar una serie de preguntas en las que el saltador va a tener que responder, entre ellas destacan sus valoraciones de los simuladores y las lesiones que han tenido durante los distintos saltos.

Por favor, responda a las preguntas que vienen a continuación. Los datos generados en esta encuesta se tratarán de manera anónima.

*Obligatorio

- Escala del ET a la que pertenece*
 - o Escala de Oficiales del ET
 - o Escala de Suboficiales del ET
 - o Tropa

- Edad*

- Sexo*

- o Hombre
- o Mujer

- Unidad a la que pertenece dentro de la Brigada Paracaidista*

- o I BANDERA
- o II BANDERA
- o III BANDERA

- o GRUPO DE ARTILLERÍA DE CAMPAÑA PARACAIDISTA
 - o BATALLÓN DE ZAPADORES PARACAIDISTA
 - o BATALLON DE CUARTEL GENERAL
 - o GRUPO LOGÍSTICO PARACAIDISTA
 - o REGIMIENTO DE CABALLERÍA “LUSITANIA” N° 8
- Cursos paracaidistas obtenidos*
 - o Curso Básico de Paracaidismo
 - o Curso Mandos Unidades Paracaidistas (CMUP)
 - o Curso de paracaidismo de Apertura Retardada (Apertura Manual)
 - o Curso de Jefe de Salto
 - o Otro:
- Número de saltos automáticos realizados en el último año*
- Números de saltos de apertura manual realizados en el último año*
- ¿Ha sufrido algún tipo de lesión realizando saltos paracaidistas en el último año?*
- o Sí
 - o No
- Si la respuesta anterior ha sido sí, por favor responda cuales han sido.



- ¿Ha utilizado el simulador de la Torre de Salto?*
- o Sí
 - o No

- ¿Cuál cree que es el efecto que produce el simulador de la Torre de Salto?*



- ¿Ha utilizado el simulador de descenso?*
- o Sí
- o No

- ¿Cuál cree que es el efecto que produce el simulador de descenso?*



- ¿Cuál es su opinión sobre el uso de los simuladores del CIPAE (Centro de Instrucción Paracaidista del Ejército)?*



- ¿Considera que la instrucción en CIPAE es necesaria antes de un salto paracaidista? ¿Por qué?*



- Del 1 al 5, siendo 1 “nada” y 5 “mucho”, ¿Cuánto cree que se parecen, en general, a la realidad los simuladores de salto del ET?*
- o 1
- o 2
- o 3
- o 4
- o 5