



UCAM

UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE MURCIA

ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO
Programa de Doctorado de Ciencias de la Salud

Incidentes de múltiples víctimas: mejora de los
resultados en entrenamiento a través de recursos de
innovación docente.

Autora:

Mariana Ferrandini Price

Director:

Dr. Manuel Pardo Ríos

Murcia, Septiembre de 2019



UCAM

UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE MURCIA

ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO
Programa de Doctorado de Ciencias de la Salud

Incidentes de múltiples víctimas: mejora de los
resultados en entrenamiento a través de recursos de
innovación docente.

Autora:

Mariana Ferrandini Price

Director:

Dr. Manuel Pardo Ríos

Murcia, Septiembre de 2019



UCAM

UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE MURCIA

**AUTORIZACIÓN DE LOS DIRECTORES DE LA TESIS
PARA SU PRESENTACIÓN**

El Dr. D. Manuel Pardo Ríos como Director de la Tesis Doctoral titulada “Incidentes de múltiples víctimas: mejora de los resultados en entrenamiento a través de recursos de innovación docente.” realizada por Dña. Mariana Ferrandini Price en el Departamento de Ciencias de la Salud, **autoriza su presentación a trámite** dado que reúne las condiciones necesarias para su defensa.

LO QUE FIRMO, PARA DAR CUMPLIMIENTO A LOS REALES DECRETOS 99/2011, 1393/2007, 56/2005 Y 778/98, EN MURCIA A 30 DE JULIO DE 2019.

Dr. Manuel Pardo Ríos

ᵀ Si la Tesis está dirigida por más de un Director tienen que constar y firmar ambos

AGRADECIMIENTOS

Ante todo deseo agradecer a la Universidad Católica de Murcia y a la Escuela Internacional de de Doctorado su impecable labor. El trato amable y cercano que acompaña a la excelencia profesional son dignas de mención en mi humilde texto.

A continuación agradecer a mi director de tesis Manuel Pardo Ríos sus conocimientos y apoyo. Los que disfrutamos de tu amistad logramos hacer reales los sueños que hace un tiempo eran eso, solo sueños.

A Rafael Melendreras, Angel García y Aarón Manzanares, por su tiempo y conocimientos que han hecho posible este trabajo.

Y para terminar a mis padres, por la educación y el amor brindado, por enseñarme a hacer hogar y a cuidar eso tan valioso que tenemos. A mis hermanos, por quererme sin condición, por la confianza y la complicidad que compartimos. Y a ti Antonio, por todo, por romper mi incredulidad frente a la vida y enseñarme una opción llena de pinos y tierra, de mar y de sol que me hace feliz cada día.

Gracias.

RESUMEN

Introducción: La Organización Mundial para la Salud (OMS) define los Incidentes de Múltiples Víctimas (IMV) como “un suceso que en el que las demandas de atención superan los recursos locales, independientemente del número que represente siguiendo procedimientos rutinarios”. Los IMV se caracterizan por ser tiempo dependientes donde la toma de decisiones tiene repercusiones directas sobre los resultados de morbilidad de las víctimas. La atención sanitaria en un IMV por tanto es muy compleja y precisa de una formación especial de los intervinientes. **Objetivo:** Nuestro proyecto pretende analizar nuevas líneas de entrenamiento en IMV mediante el uso de recursos de innovación docente, contemplando, además de las habilidades técnicas, como suceden y se entrenan las habilidades no técnicas y toma de decisiones en un contexto de IMV, donde el tiempo, como y que decidimos tienen una repercusión directa en los resultados asistenciales y seguridad del paciente. **Resultados:** La repercusión de los IMV en la morbilidad de las víctimas depende, en gran medida, de la optimización de recursos que se realice. Por sus características de baja incidencia y repercusión del tiempo, su entrenamiento en el contexto real es complejo. Así el tipo de triage elegido repercute directamente en los niveles de supervivencia. En España los servicios médicos de emergencias cuentan con una elevada dotación de recursos humanos. Este hecho permite la aplicación de triages avanzados que suponen mejores resultados para las víctimas. El que un equipo de emergencias esté entrenado en IMV también tiene efectos positivos. Otro dispositivo, novedoso y objetivo es el sistema de seguimiento de la mirada que permite estudiar los patrones visuales y cuales son las áreas de interés. Además permiten grabar la escena para su posterior análisis. **Discusión:** Los entornos simulados permiten entrenar todo el rango de acciones requeridas para hacer un buen abordaje de un IMV mejorando los resultados de morbilidad en un entorno seguro. Además el uso de la Realidad Virtual (RV) amplía las posibilidades de entrenamiento, ya que nos independiza de la ejecución de un simulacro que por su envergadura y costes humanos y materiales no se puede realizar con la frecuencia deseada. La efectividad de la realidad virtual se evalúa

con parámetros fisiológicos relacionados con el estrés: alfa amilasa basal para explorar la relación entre el nivel de estrés en entornos simulados y la formación de los alumnos/profesionales en los mismos. El seguimiento ocular aplicado en el contexto de IMV representa una innovación en su faceta de recurso docente e investigador ya que su aplicabilidad esta desarrollada principalmente en el mundo de el marketing, en menor grado en el campo de ciencias de la salud y a día de hoy aun no se ha desarrollado en el ámbito de las emergencias.

Palabras clave

Simulación clínica, tecnología seguimiento ocular, servicios médicos de emergencias, triage, formación, entrenamiento, formación, Incidente de múltiples víctimas (IMV), realidad virtual, amilasa, estrés.

ABSTRACT

Introduction: The World Health Organization (WHO) defines Mass Casualty Incidents (MCI) as “an event in which the demands for attention exceed local resources, regardless of the number they represent following routine procedures”. MCIs are characterized by being time dependent where decision making has direct repercussions on the morbidity and mortality results of the victims. Health care in a MCI is therefore very complex and requires special training of the participants. **Objective:** Our project aims to analyze new lines of training in IMV through the use of teaching innovation resources, contemplating, in addition to technical skills, how non-technical skills and decision-making happen and are trained in a context of MCI, where time, how and what we decided have a direct impact on patient care outcomes and safety. **Results:** The MCI impact on the morbidity and mortality of the victims depends, to a large extent, on the optimization of resources that are carried out. Due to low incidence and impact of time, their training is complex in the real context. Thus the type of triage chosen has a direct impact on survival levels. In Spain, emergency medical services have a high level of human resources. This fact allows the application of advanced triages that suppose better results for the victims. If the emergency team is trained in MCI also has positive effects. Another device, novel and objective is the eye tracking system that allows to study visual patterns and what are the areas of interest. They also allow to record the scene for later analysis. **Discussion:** All the range of actions required to make a good approach to an MCI could be trained by simulated environments. This fact improve morbidity and mortality results in a safe environment. In addition, the use of Virtual Reality (RV) broadens the training possibilities, since it makes us independent from the execution of a simulation that due to its size and human and material costs cannot be carried out with the desired frequency. The effectiveness of virtual reality is evaluated with physiological parameters related to stress: basal alpha amylase to explore the relationship between the level of stress in simulated environments and the training of students / professionals in them. The eye tracking applied in

the context of MCI represents an innovation in its facet of teaching and research resources since its applicability is developed mainly in the world of marketing, to a lesser extent in the field of health sciences and even today It has not been developed in the field of emergencies.

Keywords

Clinical simulation, eye tracking technology, emergency medical services, triage, training, training, training, Multiple Victims Incident (IMV), virtual reality, amylase, stress.

ÍNDICE GENERAL

SIGLAS Y ABREVIATURAS.....	16
INDICE DE FIGURAS	17
INDICE DE TABLAS	18
CAPITULO I. DEFINICION DEL PROBLEMA.....	21
1.1. LOS INCIDENTES DE MÚLTIPLES VÍCTIMAS.....	21
1.1.1. Definición de un Incidente de Múltiples Víctimas.....	21
1.1.2. Quien participa en un Incidente de Múltiples Víctimas.....	23
1.1.3. Como se resuelve un Incidente de Múltiples Víctimas.....	25
1.1.4. Factores que influyen en la resolución del Incidente: Prevención, demultiplicación y resiliencia.	30
1.1.5. Repercusión de un Incidente de Múltiples Víctimas.....	31
1.2. CLASIFICACION DE LAS VÍCTIMAS: TRIAGE	35
1.2.1. Definición y tipos de triage	35
1.2.2. Dificultades en el triage.....	39
1.2.3. Triage avanzado META.....	41
1.2.4. Situación Internacional de los Equipos Médicos de Emergencias.....	44
1.3. ENTRENAMIENTO A PROFESIONALES	44
1.3.1. Características inherentes al aprendizaje en adultos.....	44
1.3.2. Como se entrena para afrontar un Incidente de Múltiples Víctimas.....	46
1.3.3. Implementación de nuevas tecnologías en la asistencia.....	51
1.3.4. Entrenamiento y calidad asistencial	54
1.4. JUSTIFICACIÓN.....	56
CAPITULO II. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	61
2.1. HIPÓTESIS	61
2.2. OBJETIVO DEL ESTUDIO	61
CAPITULO III. ESTUDIO N°1	65
3.1. INTRODUCCIÓN	65

3.2. MATERIAL Y MÉTODO	67
3.2.1. Selección de la muestra	68
3.2.2. Estudio estadístico.....	69
3.3. RESULTADOS	69
3.4. DISCUSION	73
3.5. LIMITACIONES	74
CAPITULO IV. ESTUDIO N°2	79
4.1. INTRODUCCIÓN	79
4.2. MATERIAL Y MÉTODO	81
4.2.1. Medición del estrés y de la activación.....	84
4.2.2. Estudio estadístico.....	84
4.3. RESULTADOS	85
4.4. DISCUSIÓN	86
4.5. LIMITACIONES	89
CAPITULO V. ESTUDIO N°3	93
5.1. INTRODUCCIÓN	93
5.2. MATERIAL Y MÉTODO	93
5.2.1. Selección de los participantes.....	93
5.2.2. Áreas Oculares de Interés en la escena.....	95
5.2.3. Procesado y análisis de datos	96
5.3. RESULTADOS	96
5.3.1. Patrón visual.....	97
5.3.2. Mapa de calor y test de Stroop	98
5.4. DISCUSIÓN	99
5.4.1. Patrón visual.....	99
5.4.2. Mapa de calor y Test de Stroop.....	100
5.4.3. Grabación de la escena.....	100
5.5. LIMITACIONES	101
CAPITULO VI. RESUMEN Y DISCUSION DE RESULTADOS	105
6.1. RESULTADOS DEL ESTUDIO N°1	105

6.2.	RESULTADOS DEL ESTUDIO N°2	106
6.3.	RESULTADOS DEL ESTUDIO N°3	107
6.4.	DISCUSION GLOBAL DE RESULTADOS.....	108
CAPITULO VII. CONCLUSIONES		113
7.1.	CONCLUSION DERIVADA DEL ESTUDIO N° 1.....	113
7.2.	CONCLUSION DERIVADA DEL ESTUDIO N° 2.....	113
7.3.	CONCLUSION DERIVADA DEL ESTUDIO N° 3.....	113
CAPITULO VIII. APLICACIONES PRACTICAS		117
CAPITULO IX. LIMITACIONES DE LOS ESTUDIOS		121
9.1.	LIMITACIONES DEL ESTUDIO N° 1	121
9.2.	LIMITACIONES DEL ESTUDIO N° 2	121
9.3.	LIMITACIONES DEL ESTUDIO N° 3	121
CAPITULO X. FUTURAS LINEAS DE INVESTIGACION		125
CAPITULO XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		129
APENDICE I. PUBLICACIÓN ESTUDIO 1		151
APENDICE II. PUBLICACIÓN ESTUDIO 2.....		158
APENDICE III. ARTÍCULO EN REVISIÓN		164
APENDICE IV. ARTÍCULO EN REVISIÓN 2		169

SIGLAS Y ABREVIATURAS

Las abreviaturas de convenios de unidades no se incluyen en este listado al existir normas internacionalmente aceptadas sobre su uso universal de estadística, ni las del diccionario de la RAE. Se han reseñado por orden alfabético.

αA	Alfa amilasa
AMI	Antecedentes Médicos de Interés
DE	Desviación Estándar
I αA	Alfa amilasa Salival
IMV	Incidente de Múltiples Víctimas
FC	Frecuencia Cardíaca
IC	Intervalo de Confianza
ICC	Intraclass Correlation Coefficient
IMC	Índice de Masa Corporal
P	Nivel de Significación
SC	Simulación Clínica
TA	Tensión Arterial
TAD	Tensión Arterial Diastólica
TAS	Tensión Arterial Sistólica
TM	Telemedicina
T	T student
UCAM	Universidad Católica de Murcia
W	Test Wilcoxon

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Secuencia accidente tren Alvia. Santiago de Compostela (2013).....	21
Figura 2. Vista aérea accidente de tren Alvia. Santiago de Compostela (2013).	22
Figura 3. Portada libro: Emergency Medical Services	23
Figura 4. Actuación de bomberos en un simulacro. Murcia 2016.	24
Figura 5. Logotipo 112 Región de Murcia	26
Figura 6. Centro Coordinador Región de Murcia	26
Figura 7. Simulacro máster curso 16/17.	27
Figura 8. Atentado Las Ramblas. Barcelona 2016.....	28
Figura 9. Puesto Médico Avanzado y otros recursos. Madrid	29
Figura 10. 11-M. El atentado.	31
Figura 11. Voluntarios esperando. Madrid	32
Figura 12. Profesionales afectados tras un IMV. Santiago de Compostela.....	33
Figura 13. Profesionales afectados tras un IMV. Madrid	33
Figura 14. Videojuegos y el Síndrome de estrés post traumático	34
Figura 15 Triage station. National Museum of Medicine.....	35
Figura 16. Imagen simulacro Murcia	40
Figura 17. Imagen debriefing. Simulacro Murcia.....	47
Figura 18. Trabajo en equipo. Simulacro Cartagena	48
Figura 19. Hospital de campaña. Simulacro Murcia.	49
Figura 20. Incidente Múltiples Víctimas. Simulacro Murcia	50
Figura 21. Dispositivo de Realidad Virtual	51
Figura 22. Sistema de Seguimiento de la Mirada. Tobii pro 2.0.....	53
Figura 23. Logotipo JCHO	54
Figura 24. Esquema Plan de Salud 2010.....	55
Figura 25. Esquema del triage avanzado Meta.	66
Figura 26. Esquema de triage START.....	70
Figura 27. Tiempos medios de evacuación total y nivel de prioridad según el tipo de triage.	71
Figura 28. Distribución de las víctimas según el nivel de prioridad, el orden y los tiempos de evacuación según el tipo de triage.	72
Figura 29. Imágenes de la simulación con actores y la inmersión en realidad virtual.	82
Figura 30. Esquema del escenario de ensayo	94
Figura 31. Áreas oculares de interés	95
Figura 32. Transacciones de la atención entre víctimas y objetos del patrón visual de excelencia.....	97
Figura 33. Mapa de calor sobre las áreas de interés	98

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Equivalencia de prioridades en el triage START	37
Tabla 2. Esquema de aplicación del Modelo de Triage META según las áreas asistenciales.....	38
Tabla 3. Esquema completo del META. Manual triage META.	43
Tabla 4. Estimación teórica de los tiempos de ejecución de las técnicas.....	69
Tabla 5. Tiempo de atención a las víctimas y coeficiente de Stroop	97

CAPITULO I. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

CAPITULO I. DEFINICION DEL PROBLEMA

1.1. LOS INCIDENTES DE MÚLTIPLES VICTIMAS

1.1.1. Definición de un Incidente de Múltiples Víctimas.

Los Incidente de Múltiples Víctimas (IMV) son situaciones que se caracterizan por el caos inicial. La Organización Mundial de la Salud (OMS) define un IMV como “un suceso que genera un número de pacientes simultáneos que no pueden ser manejados con recursos locales siguiendo procedimientos rutinarios” (1).



Figura 1. Secuencia accidente tren Alvia. Santiago de Compostela (2013).

En un primer momento, donde las demandas asistenciales superan los recursos disponibles, generan una parálisis transitoria inicial, restringiendo su tiempo de reacción.

La falta de conocimiento sobre la escena produce situaciones de estrés elevado tanto en las víctimas como en los primeros intervinientes en la escena.

Los IMV son situaciones que ocurren con poca frecuencia pero requiere gran destreza en el manejo por parte de los profesionales que asisten (2). El objetivo principal en un IMV es restablecer la normalidad lo antes posible, disminuyendo al máximo el daño a los afectados.

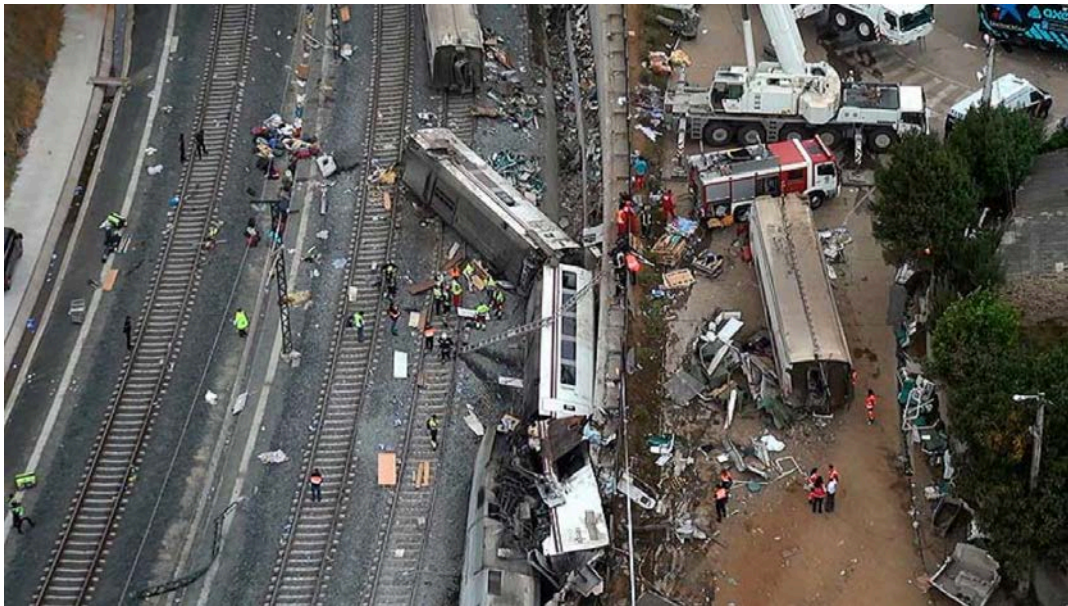


Figura 2. . Vista aérea accidente de tren Alvia. Santiago de Compostela (2013).

Un abordaje correcto de la situación supone conseguir lo antes posible una visión general de los hechos. Esta información se consigue realizando el triage básico, y en base a este se gestionan los recursos disponibles, para ir poniendo orden en esta escena de caos de la manera más rápida posible. El factor tiempo repercute negativamente en los resultados de morbilidad de las víctimas. Los expertos fijan en 15 minutos el tiempo en el que se debe controlar gran parte del suceso. A partir de este momento comienza la situación de crisis. Si no se ha realizado un plan de prevención de la crisis con anterioridad a que suceda no se puede definir como gestión de crisis (3). Las situaciones inesperadas presentan dos fases, una inicial donde el caos domina el momento y otra fase de vuelta progresiva a la normalidad. Para ello es imprescindible que los profesionales relacionados con estos eventos entrenen, con frecuencia, su actuación (4).

1.1.2. Quien participa en un Incidente de Múltiples Víctimas

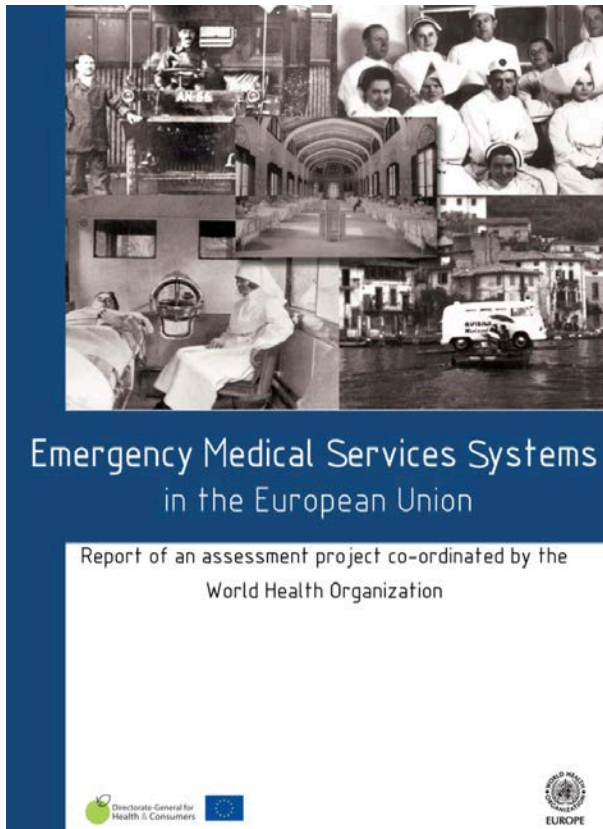


Figura 3. Portada libro: *Emergency Medical Services Systems in the UE*. WHO (2008).

La asistencia sanitaria pre hospitalaria se organiza de distintos modos, según las políticas sanitarias de cada País. Existe un documento de 2008 en el que la World Health Organisation y la Unión Europea, (WHO/EURO), evaluaron los sistemas de médicos de emergencias de la Unión Europea y que políticas de manejo de crisis tenían establecidas (5).

En líneas generales, en Europa, los servicios médicos de emergencias se organizan según sus peculiaridades geográficas, políticas, culturales, históricas y médicas (6). La heterogeneidad entre los distintos servicios está presente incluso dentro de un mismo país.

Existen cuatro modelos de organización de los servicios médicos de emergencias (7):

- Modelo de atención urgente no organizada.
- Modelo de Servicio Médico de Urgencia.
- Modelo de Servicio Médico de Urgencia de Soporte Vital Avanzado (Paramédicos).
- Modelo de Servicio Médico de Urgencia de Soporte Vital Avanzado (Médicos).

Modelo de atención urgente no organizada: la asistencia sanitaria pre hospitalaria es inexistente, algún testigo recoge al herido y lo traslada al hospital

por sus propios medios.

Modelo de Servicio Médico de Urgencia que incluye soporte vital básico Básico (BLS, Basic Life Support). En el trabajan técnicos en emergencias y su función principal es el traslado rápido al hospital.

Modelo de Servicio Médico de Urgencia de Soporte Vital Avanzado (ALS, Advance Life Supporte). En estos equipos la dotación sanitaria son paramédicos que están cualificados para canalizar una vía venosa o la intubación, aunque su objetivo principal es el traslado al hospital. dentro de este grupo, existe otra modalidad en la que la dotación sanitaria son médicos de urgencias. Este matiz permite la posibilidad de prestar atención in situ y durante el traslado (8).

En los IMV no solo participan sanitarios, las fuerzas y cuerpos de seguridad tienen un papel de alta relevancia, ya que son los encargados de asegurar la zona. Los planes de actuación deben contemplar las condiciones previas de trabajo en equipo para que cuando llegue el momento de aplicarlo en una situación real los resultados sean lo mejor posibles. Estos planes han de ser igualmente elaborados y entrenados en los centros coordinadores ya que si estos no funcionan de manera ágil, se demorará la puesta en marcha de recursos con las secuelas inherentes (9).



Figura 4. Bomberos en el simulacro. Murcia (2016).

cuerpo cobra especial relevancia para que cuando sea el momento de activar estos recursos lo hagamos con la certeza de saber que ese grupo es el indicado, evitando pérdidas de tiempo innecesarias. Además cada grupo tiene un funcionamiento y jerarquía interno que si se desconoce solo dificulta el trabajo en equipo, así si no hemos entrenado previamente lo que supone trabajar en equipo, los resultados no serán lo óptimos que podría suponiendo un perjuicio para las víctimas.

1.1.3. Como se resuelve un Incidente de Múltiples Víctimas.

Los servicios médicos de emergencias se encuentran en una fase de alerta preparados para responder a los incidentes. En caso de que este ocurra pasa a denominarse fase de impacto y se caracteriza por la destrucción y numerosas víctimas. Una vez que se activa al centro coordinador de emergencias a través del teléfono 1-1-2, da comienzo la fase de respuesta, en la que se movilizan distintos recursos(10,11):

- **Fase de activación:** El centro coordinador envía una primera unidad para que realice una evaluación in situ de la escena.
- **Fase de aproximación:** la primera unidad que llega al lugar informa al centro coordinador sobre la magnitud del evento y realiza una estimación de los recursos necesarios.
- **Fase de control y despliegue:** conjunto de acciones que se desarrollan para restablecer el control de la situación en el menor tiempo posible.
- **Fase de sectorización:** consiste en la división de la escena en distintas áreas. Zona de impacto, lugar del suceso, nido de enfermos, lugar donde se realiza la primera asistencia y zona de mando, en ella se establece el Puesto Médico Avanzado (PMA) que delimita la zona de trabajo.
- **Fase de rescate y localización de las víctimas.**
- **Fase de clasificación y socorro: triage básico.**
- **Fase de transporte y transferencia de los pacientes.**
- **Fase de repliegue.**

No existen dos IMV iguales por lo que establecer patrones generalizables resulta difícil. Prever lo imprevisible solo puede abordarse desde el entrenamiento (3) con el objetivo de saber reaccionar y actuar ante cualquier tipo de IMV o catástrofe y sus imprevistos.



Figura 5. Logotipo 112 Región de Murcia.



Figura 6. Sala Centro Coordinador 112. R. Murcia (2019).

Quien presencia el evento, o incluso quien es víctima del suceso, realiza una llamada al número unificado de emergencias 112. Habitualmente el llamante carece de conocimientos específicos en emergencias por lo que la transmisión de información efectiva se complica. Existe un estudio que consiste en presentar una secuencia de imágenes o fotos de escenas de un accidente, estas son evaluadas por personas entrenadas y no entrenadas y comparan que tipo de información dan unos y otros, así las personas que poseen entrenamiento reportan información objetiva útil al centro coordinador por lo que la gestión del evento es mas eficaz (12).

Desde el centro coordinador se recaba la información relevante y se asignan los distintos recursos disponibles. Pero en el caso de un IMV la resolución de la emergencia es diferente. El procedimiento habitual deja de ser eficaz y se vuelve inoperante.

La magnitud del suceso hará que el número de llamadas se multiplique sobrepasando la capacidad para hablar con todos los llamantes ya que el tiempo juega un papel vital en estas circunstancias. El aluvión de llamadas dificulta la comunicación efectiva, muchas veces contradictorias y susceptibles de mal interpretar. La información relevante que deben conseguir es principalmente el

número de pacientes heridos, la gravedad de los mismos, la orografía del terreno y la accesibilidad al mismo.

Con esta primera información el centro coordinador envía una primera unidad para que, una vez en el lugar evalué la escena y reporte información objetiva del punto caliente. Además del envío de unidades medicalizadas y/o sanitarias se trabaja en conjunto con las fuerzas especiales y de seguridad, bomberos, protección civil, cruz roja, guardia civil y policía nacional, que se asignan según las necesidades detectadas.



Figura 7. Simulacro Máster 16/17. Murcia (2017).

Cuando la primera unidad llega al lugar debe evaluar si la zona es o no segura. Son múltiples las causas que pueden hacer una zona insegura; desde agentes físicos o químicos a la presencia de explosivos que aún este en la escena. En el caso de que la zona no fuera segura, debe comunicarse al centro directivo para trasladar hasta el lugar personal y medios que la hicieran segura. En caso de no serlo los bomberos y fuerzas de seguridad deberán asegurar la zona para, después, entrar el equipo sanitario.

Una vez que se determina la seguridad del punto caliente la misión principal del equipo sanitario es realizar un triage lo mas rápido posible para cuantificar el evento y así gestionar los recursos necesarios para su resolución.

Podría suceder que a pesar del esfuerzo de las fuerzas y cuerpos especiales la zona siguiera siendo “no segura”, en este caso las víctimas se evacuarán sin triar a una zona segura o “nido de enfermos” (13,14).

Cada IMV es diferente, el caos reina en los primeros momentos neutralizando la eficacia de los sistemas utilizados habitualmente en emergencias. Para su resolución se ha de elaborar y entrenar un plan de actuación que

contemple como podremos solucionar este suceso en caso de que ocurra. Aun así, los IMV requieren de una dosis extra de psicología, improvisación, potencial de mando, anticipación, habilidades de comunicación y firmeza por parte del profesional (11).

En el transcurso del tiempo irán acudiendo más unidades de atención tanto sanitarias como no sanitarias. Es fundamental la comunicación de los presentes en el lugar con el centro directivo, para informar de la situación y poder demandar recursos materiales y personales (15).

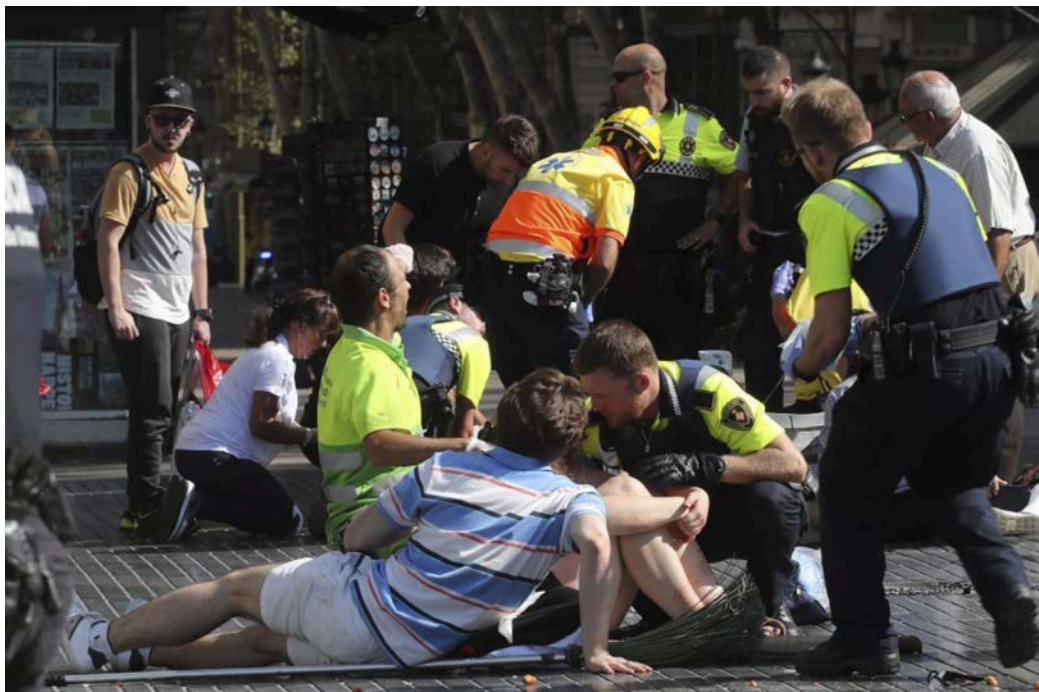


Figura 8. Atentado Las Ramblas. Barcelona (2016).

Dependiendo del plan de actuación de cada comunidad autónoma se activa el protocolo de IMV con un número de víctimas determinado (de 6 a 10 habitualmente), que dependerá en gran medida de los recursos disponibles. Este plan llevará asociado a parte de lo que hemos citado anteriormente la presencia de un Puesto de Mando Avanzado (PMA) en el lugar del accidente que irá colocado en un vehículo a parte dotado de telecomunicaciones para ir controlando desde el lugar del incidente lo que va aconteciendo, dándole el relevo al centro directivo del 112 y tomando el mando de la situación. También se

montará un hospital de campaña, en el caso que no haya disponible un local cerca del que se pueda disponer. Este hospital será como una carpa, dotada de un generador eléctrico para darle servicio a todos los dispositivos médicos que lo requieran, irá dotado también de camillas, material de vías y de intubación, medicación, bolsas auto-hinchables, respirador y mecanismos de inmovilización. Si estuvieran disponibles mas hospitales de campaña se podrían dividir a los pacientes en función del color en uno u otro (13,14).



Figura 9. Puesto Médico Avanzado y diversos recursos. Aterrado Atocha. Madrid (2004).

Tras los hospitales se crea la noria de evacuación de enfermos, de la que se hace responsable un técnico o enfermero, con el objetivo de ir evacuando a los enfermos según su prioridad siguiendo el criterio de evacuación meta a los distintos hospitales disponibles. Es necesario tener un registro de los pacientes que son evacuados del suceso, a que hospital van destinados y con que unidad se trasladan. No todos los pacientes pueden ser trasladados en unidades de soporte vital avanzado y es a criterio del médico responsable del hospital de campaña el que decide dependiendo de la patología de cada paciente.

En cuanto al hospital de destino debemos reservar los hospitales con

servicio de neurocirugía, quemados, y cirugía cardiotorácica para los pacientes que lo necesiten. Es labor del centro directivo o en su caso del PMA contactar con las puertas de urgencias y las UCIs de los hospitales para ver la disponibilidad que tienen.

1.1.4. Factores que influyen en la resolución del Incidente: Prevención, demultiplicación y resiliencia.

Prevención de los riesgos: en un contexto de IMV la prevención suena utópica aunque existen diversas acciones que lejos de evitar que sucedan pueden mejorar los resultados asistenciales y el impacto social que estos producen. El entrenamiento periódico podrá disminuir la confusión y el estrés que junto con actitudes aleatorias desestabilizarían aún más la situación. Para la gestión del riesgo se debe identificar los riesgos potenciales y las vulnerabilidades (16), incorporando los riesgos a las políticas comunitarias para actuar sobre ellos en función de que sean o no tratados y/o erradicados (9).

- La vulnerabilidad referida al riesgo implica la capacidad de la comunidad para hacer frente a sus riesgos, referida al daño representa la susceptibilidad de sufrir un daño ante una agresión.

- El riesgo es la posibilidad de sufrir un daño.

- Daño es la lesión que surge como consecuencia de una agresión (10).

Disminuir un riesgo es factible si se actúa sobre la probabilidad de la ocurrencia y sus consecuencias. Según Álvarez Leiva “la vulnerabilidad frente a IMV y catástrofes está estrechamente ligada a condicionamientos sociales, políticos, geográficos y de planificación”.

Demultiplicación: la demultiplicación consiste en el «conjunto de procedimientos organizativos que, proyectados de manera secuencial sobre una situación caótica, absorben desorganización y reorientan una crisis hacia la rehabilitación» (17). En el contexto de un IMV el término hace referencia a la mejor gestión que se obtiene al subdividir el incidente en diversos espacios.

Resiliencia: La resiliencia se define como la capacidad de reaccionar con rapidez y eficacia a una situación imprevista o la capacidad de implantar un comportamiento vital positivo pese a circunstancias difíciles (16). La resiliencia mantiene una relación inversamente proporcional a la vulnerabilidad. En la

actualidad se han iniciado numerosas estrategias que buscan aumentar la resiliencia en la sociedad. Un ejemplo representativo son las estrategias sociales desarrolladas para generalizar el inicio precoz de las maniobras de reanimación cardio pulmonar (18). Del mismo modo, el mismo sentimiento para que los profesionales sanitarios estuvieran motivados a formarse. Estudios mas ambiciosos pretender entrenar a la población general para ofrecer cuidados tácticos en emergencias como primeros intervinientes (19).

1.1.5. Repercusión de un Incidente de Múltiples Víctimas.

Los IMV tienen múltiples efectos sobre la sociedad en la que acontecen. Se puede distinguir un primer conjunto de efectos relacionados con la salud de las propias víctimas, de los testigos y del resto de las personas de esa sociedad. Y un segundo conjunto que influye sobre el tejido social, tanto a sus relaciones como a sus estructuras.



Figura 10. 11-M. El atentado. Diario El País (2014).

Los efectos físicos varían desde lesiones menores a graves lesiones que impliquen la muerte. Todas las lesiones físicas representan una repercusión social y económica para la población. El estado previo de la sociedad en la que tiene lugar el IMV, también determinan la repercusión de esta.

Los efectos psíquicos sobre las víctimas cursan en cuatro fases: *shock*, sugestionabilidad, euforia y frustración. Tras estas pueden aparecer miedos o fobias, insomnio, ansiedad, depresión o trastornos adaptativos. Estos síntomas se relacionan con la magnitud y consecuencias del evento, así como de la sensibilidad de cada persona (11).

Los IMV además generan secuelas a distintos niveles en todos los participantes del evento (20). A lo largo del tiempo se han estudiado sus efectos sobre las víctimas, sus familias y la población pero es poco frecuente el estudio de las repercusiones de estos en las personas que participan como profesionales en los IMV. Taylor en 1999 describió los distintos tipos de víctimas que se generan en un IMV (21): víctimas de primer grado: Sufren el impacto directo; víctimas de segundo grado, los familiares o amigos de las anteriores, víctimas de tercer grado (víctimas ocultas) este grupo lo forman los profesionales que participan como primeros intervinientes; víctimas de cuarto grado, repercusión a nivel comunitario; víctimas de quinto grado población que conoce el suceso a través de medios de comunicación y las víctimas de sexto grado serían las personas que por diversas causas debían estar en el lugar de la catástrofe y no estaban.



Figura 11. Voluntarios para donación de sangre. Diario El País. Madrid (2004).

Los documentos publicados por la WADEM, alientan a los investigadores a explorar las múltiples repercusiones que tiene participar en un IMV para los trabajadores sanitarios con el objetivo de adecuar diversas intervenciones dirigidas a la comprensión y asistencia del impacto psicológico de los IMV (22).

Los profesionales que intervienen en un IMV deben actuar de un modo eficiente, todos ellos son víctimas ocultas que de un modo u otro se ven afectados por el evento. Los IMV son situaciones imprevisibles que implican arriesgar sus propias vidas y las vidas de las víctimas rescatadas (23).

Atender al dolor, a la muerte, y en situaciones límite genera estrés de por sí. Son muchos los estudios que indican que el estrés propio de las profesiones sanitarias es más alto que el de otras muchas profesiones (24,25). Este cuadro se agrava por la necesidad de tomar decisiones en situaciones de urgencia (1) habitualmente en cuestiones de vida o muerte.



Figura 12. Profesionales afectados tras un IMV. Diario El País. Santiago de Compostela (2013).

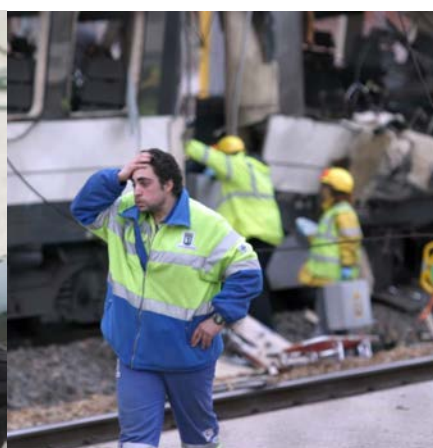


Figura 13. Profesional afectado tras IMV. Diario El País. Madrid (2004).

J. Mitchell en su Guía de atención en salud mental en Emergencias y Desastres define el concepto de "vulnerabilidad universal que sostiene que los profesionales sanitarios que trabajan en emergencias, independientemente de la duración de su ejercicio profesional son vulnerables a sufrir el síndrome de estrés post traumático (26).

Everly y colegas defienden que no existe ningún tipo de entrenamiento o preparación previa que pueda eliminar completamente la posibilidad de que una

persona que trabaja con víctimas primarias, sea afectada por el trastorno por estrés post-traumático (27,28).

Estas condiciones inherentes al trabajo en emergencias, pueden producir una serie de reacciones físicas, emocionales, conductuales y cognitivas que potencialmente pueden interferir desde el mismo momento de la actuación, hasta meses después del evento. Los profesionales pueden percibir dificultades para la vuelta a la rutina, o una negativa o rechazo a volver al lugar de trabajo, o interactuar con el equipo. Este grupo de síntomas conforman el estrés presente en los profesionales que trabajan en emergencias (29).



Figura 14. Los videojuegos y el Síndrome de estrés postraumático. Daniel Fair (2017).

Esta patología se recoge en el Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales - DSM-IV-TR (30), el diagnóstico es fundamentalmente clínico y se refiere a la presencia de síntomas específicos después de la exposición a un evento potencialmente traumático (Criterio A1) vivido con miedo intenso, horror o impotencia de la situación (Criterio A2). En cuanto a los síntomas, los más comunes se agrupan en tres grupos distintos: los síntomas de revivencia del evento traumático (Criterio B), evitación de estímulos relacionados con el trauma y embotamiento de la reactividad general del individuo (Criterio C), y los síntomas de aumento de la activación (Criterio D).

Se considera que es normal la aparición de algunas de estas afectaciones durante y después de ocurrida la situación, como parte de la elaboración del trauma. Sin embargo, si las reacciones cognitivas, conductuales, afectivas y

fisiológicas persisten por más tiempo de lo que se esperaría, interfiriendo en su vida familiar, social y laboral, disminuyendo paulatinamente su calidad de vida, podríamos pensar en el desarrollo de otros síndromes y trastornos; siendo el síndrome de estrés traumático secundario y el trastorno por estrés postraumático los más comunes. Con el conocimiento de estas afectaciones se pretende en primer lugar favorecer el apoyo psicológico brindado al personal de primera respuesta antes, durante y después de las emergencias y desastres (31).

1.2. CLASIFICACION DE LAS VÍCTIMAS: TRIAGE

1.2.1. Definición y tipos de triage

Según el Diccionario de Lengua Española la palabra triaje significa la acción y efecto de triar (32). La primera vez que se utilizó la palabra fue en 1.175,



Figura 15. Triage Station. Reeve 017413. National Museum of Health and Medicine.

aplicado al mundo militar para designar la acción de clasificar heridos de guerra según gravedad (33).

Para Álvarez Leiva, triar es «una toma de decisión basada en una información incompleta, ejecutada en un medio hostil y dramático, bajo presión emocional, ante un número indeterminado de lesionados de

carácter pluripatológico y con medios limitados» (17).

Existen dos tipos de triage si atendemos al contexto en el que se aplican: prehospitalario y hospitalario. Dentro del grupo de triage prehospitalario encontramos distintos tipos de triage, la decisión de utilizar uno u otro radica en el número de víctimas, cualificación del personal y condiciones en las que se realice, entre otras. Los métodos de triage prehospitalario a su vez los podemos clasificar en (34):

Método Bipolar, Tripolar y Tetrapolar

Métodos Funcionales:

SHORT.- Método rápido de clasificación de víctimas

START.- Simple Triage and Rapid Treatment

TS.- Trauma Score

TSR.- Trauma Score revisado

Métodos Lesionales:

ISS.- Injury Severity Score

AIS.- Abbreviated Injury Score

Métodos Mixtos:

CRAMC.-Circulation-Respiration-Abdomen-Motor-Conscience.

Trauma Index y Escala de Lindsey.

Métodos de triage avanzado: META

En un IMV el uso del triage es vital ya que nos ayudan a obtener una información objetiva de la escena. Además durante su realización se contempla la realización de maniobras salvadoras que disminuirán la morbimortalidad global del suceso.

Si el IMV es de gran magnitud, el método de elección será el bipolar, éste clasifica a los pacientes en leves o graves y permite tener una visión global de la escena en poco tiempo. Este triage es sencillo por lo que también se recomienda en caso de personal poco entrenado o cuando las condiciones son difíciles o peligrosas. El método más utilizado es el triage START (35), puede aplicarse por personal sanitario o no pero requiere entrenamiento previo esto se debe a que contempla la realización de maniobras salvadoras: apertura de la vía aérea con cánula oro faríngea y la compresión de herida sangrante. Ambas salvan vidas además de mejorar el pronóstico del paciente.

La clasificación se realiza en base a cuatro colores dependiendo de su gravedad (36). Los pacientes de color negro están fallecidos, son los pacientes inconscientes que tras la apertura de la vía aérea siguen sin respirar. Estos pacientes no se mueven y se quedan en el lugar del incidente. El color rojo se asigna a las víctimas muy graves, que necesitan atención inmediata. Habitualmente están inconscientes pero respiran, o inician la respiración espontánea tras la apertura de la vía aérea. El deterioro cognitivo, la situación de inestabilidad hemodinámica y la frecuencia respiratoria elevada también son signos que determinan la asignación del color rojo. En caso de que la asistencia requerida no sea preferente pudiendo demorarse su traslado, se les asignará el color amarillo. Están conscientes y responden a órdenes simples pero no pueden deambular. Los pacientes verdes son el cuarto tipo de paciente que contempla el triage START, estas personas se encuentran estables hemodinamicamente y pueden caminar. Lo ideal es apartarlos de la escena con el fin de reducir el impacto psicológico y evitar la confusión que pueden generar en los profesionales. A pesar de esta clasificación inicial, todas las víctimas deben ser reevaluadas frecuentemente ya que pueden cambiar los requerimientos asistenciales de un momento a otro.

Color	Prioridad	Definición
Rojo	Uno	Pacientes críticos, potencialmente recuperables. Requieren atención inmediata.
Amarillo	Dos	Pacientes graves que requieren atención médica urgente, aunque poseen un plazo terapéutico mayor, pueden esperar unas horas.
Verde	Tres	Demorables. Paciente con lesiones leves.
Negro	Cuatro	Pacientes fallecidos en el lugar o con lesiones incompatibles con la vida (moribundos).

Tabla 1. Equivalencia de prioridades en el triage START. Elaboración propia.

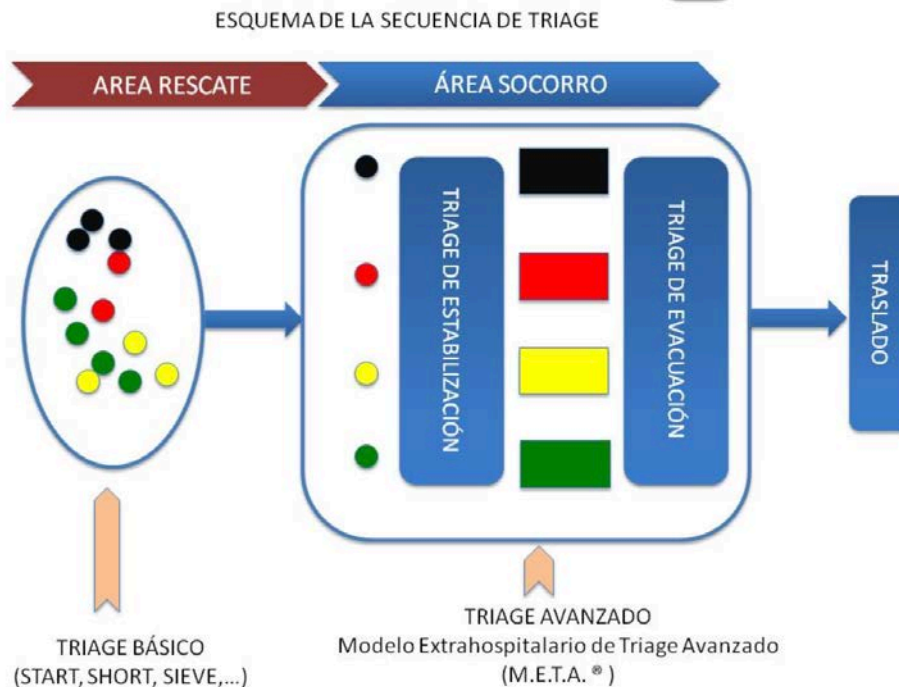


Tabla 2. Esquema de aplicación del Modelo Extrahospitalario de Triage Avanzado META según las áreas asistenciales. Manual de triage META. P. Arcos. (2011).

La clasificación de las víctimas se puede realizar de distintas maneras aunque la más utilizada son las tarjetas de triage o las cintas de colores. Montarelo, Gamo, García, et al (2010), estudiaron la eficacia de estas demostrando que el trabajo con tarjetas de triage implica un error del 0,05% y un nivel de confianza global del 95%, sin diferencias entre colectivos profesionales (37). Los marcadores deben ser visibles para los rescatadores. Las tarjetas de triage además de clasificar a los pacientes por colores y mostrar las maniobras salvadoras que les hemos realizado (todo esto en el triage inicial), recogen los datos de filiación del paciente además del hospital de destino donde se ha derivado (34).

Una vez clasificadas todas las víctimas se establece una zona de sectorización donde ubicar a los pacientes clasificados por colores, para iniciar una asistencia inicial y realizar una reevaluación continua de los mismos así como el triage médico Meta (38) que es un triage avanzado, a diferencia del START aumentar la precisión en la clasificación de las víctimas según su gravedad, permitiéndonos priorizar tanto su tratamiento como su evacuación y se compone de cuatro fases .

1.2.2. Dificultades en el triage.

En general el área de la medicina de emergencia pre hospitalaria es un área de conocimiento en la que resulta especialmente difícil encontrar protocolos, guías de actuación, y prácticas que estén basadas en la evidencia de resultados (15).

En los últimos diez años son muy pocos los IMV reales que han sido analizados y publicados. Además podría existir un sesgo en la información debido a que los incidentes mas mediáticos se publican mas y los profesionales mas comprometidos son los que recogen y analizan datos por lo que la bibliografía disponible no es representativa de la realidad actual (9). El único caso publicado en revista una revista extranjera, es el atentado de Madrid del 11 de Marzo del 2004 (39).

En los IMV sería muy enriquecedor la recogida de datos de la asistencia pre-hospitalaria especificando el sistema de triage utilizado, a través de la creación de un registro nacional de IMV (39). La estandarización de elementos en IMV reportaría datos de calidad para contribuir en la investigación y mejora de las actuaciones (40). Estos elementos se refieren a el tipo de triage empleado , sensibilidad y especificidad del triage, si se emplean tarjetas de triage, número de muertos y heridos, maniobras salvadoras realizadas, actuaciones médicas realizadas, tiempos empleados en las norias de camilleros, así como de los datos referentes de la evacuación de los mismos a los hospitales (34). A partir de ahí también nos serían de utilidad los datos recogidos en cada hospital sobre morbimortalidad de los pacientes. Este registro debería seguir un patrón estandarizado para permitir la comparación con otros IMV y así obtener conclusiones de que procedimientos disminuyen más la morbimortalidad de los pacientes. Las limitaciones que encontramos en la realización de estos registros son que las situaciones de caos dificultan la recogida de datos, que no se ha establecido una sistemática internacional de recogida de datos, dificultando la comparación posterior entre diferentes IMV (36).

Las principales dificultades que se producen al realizar el triage son el infra y el supratriage. Ambos eventos suceden en base al tipo utilizado y los conocimientos de quien lo aplica. Ambos fenómenos repercuten en la morbimortalidad de las víctimas y deben ser evitados en la medida de lo posible. Los pacientes supratriageados son los que se presuponen más graves de lo que realmente están mientras que los infratriageados son los que se clasifican como menos graves de lo que realmente están. El personal menos cualificado y menos entrenado tiende, normalmente, al infratriage, siendo los triages avanzados realizados por médicos los que disminuyen el sobretriage (15).



Figura 16. Imagen aérea de dron. Simulacro Murcia (2016).

Hick et al. (2008), ahondaron en la problemática del infra y sobre triage. El triage START falla principalmente en la identificación de pacientes potencialmente graves pero que todavía mantienen unas constantes vitales dentro del rango de normalidad y que les permiten caminar. Sería el caso de determinados pacientes con estados iniciales de shock podrían deambular en etapas iniciales y serían clasificados con baja prioridad según el triage STAR.

Los sistemas de triage son útiles en un primer momento donde el caos domina la situación pero en caso de que quien asista sean profesionales con experiencia clínica diaria y formación en soporte vital avanzado, el examen clínico

y los síntomas deben tenerse en consideración junto con los signos vitales básicos (41).

El uso de diferentes sistemas de triage en el mismo sistema de emergencias medicas puede provocar riesgos al paciente (42).

1.2.3. Triage avanzado META.

El triage avanzado META (34) implica que sea aplicado por personal sanitario y entrenado previamente en ello. Sus mejores resultados han sido demostrados en simulacros con pacientes estandarizados debido a que se discrimina la prioridad quirúrgica de las víctimas (43). Consta de cuatro fases la primera se ejecuta con la clasificación inicial con triage START, los pacientes verdes y negros se clasifican de la misma manera. Los pacientes amarillos se subclasifican en amarillo 1º y 2º según presenten o no lesiones neurológicas, centrales y/o periféricas, estando el resto de las constantes vitales normales. Las víctimas clasificadas como rojos también se subclasifican en Rojo 1º con lesiones en la vía aérea, Rojo 2º con lesiones en la ventilación y rojo 3º con lesiones en la circulación. La segunda fase evalúa el riesgo quirúrgico de los pacientes, las heridas penetrantes de tronco y miembros proximales, el sangrado activo, el shock por una posible hemorragia interna o la fractura de pelvis abierta o cerrada con inestabilidad mecánica o hemodinámica representan los signos de mayor riesgo quirúrgico. La tercera fase consiste en la estabilización de los pacientes a través del tratamiento de sus lesiones y su gravedad. La cuarta fase determina la prioridad de evacuación dependiendo de la clasificación previa de gravedad. Los pacientes quirúrgicos serían los primeros en salir del lugar de la escena seguidos por los que presentan lesiones de gran complejidad y repercusión funcional empezando con los rojos 1º,2º,3º, siguiendo por los amarillos 1º,2º y terminando por los pacientes menos graves.

El triage avanzado META (34) implica que sea aplicado por personal sanitario y entrenado previamente en ello. Sus mejores resultados han sido demostrados en simulacros con pacientes estandarizados debido a que se discrimina la prioridad quirúrgica de las víctimas.

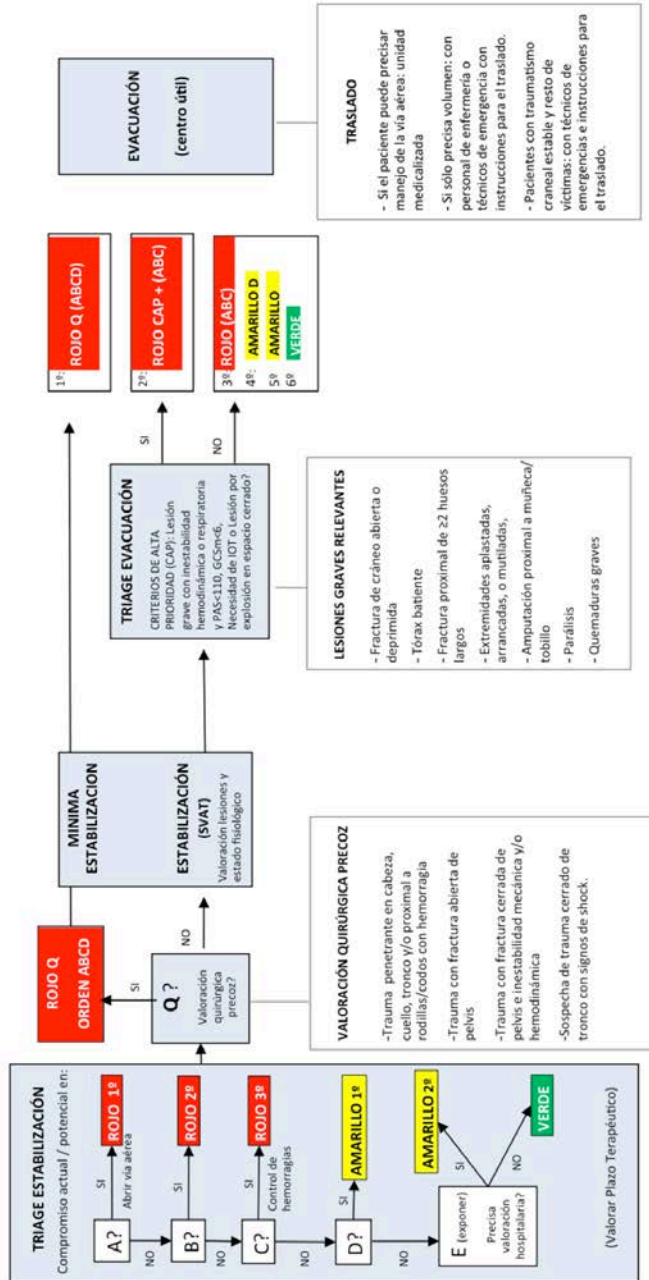
Consta de cuatro fases la primera se ejecuta con la clasificación inicial con triage START, los pacientes verdes y negros se clasifican de la misma manera. Los pacientes amarillos se subclasifican en amarillo 1º y 2º según presenten o no lesiones neurológicas, centrales y/o periféricas, estando el resto de las constantes vitales normales. Las víctimas clasificadas como rojos también se subclasifican en Rojo 1º con lesiones en la vía aérea, Rojo 2º con lesiones en la ventilación y rojo 3º con lesiones en la circulación. La segunda fase evalúa el riesgo quirúrgico de los pacientes, las heridas penetrantes de tronco y miembros proximales, el sangrado activo, el shock por una posible hemorragia interna o la fractura de pelvis abierta o cerrada con inestabilidad mecánica o hemodinámica representan los signos de mayor riesgo quirúrgico. La tercera fase consiste en la estabilización de los pacientes a través del tratamiento de sus lesiones y su gravedad. La cuarta fase determina la prioridad de evacuación dependiendo de la clasificación previa de gravedad. Los pacientes quirúrgicos serían los primeros en salir del lugar de la escena seguidos por los que presentan lesiones de gran complejidad y repercusión funcional empezando con los rojos 1º,2º,3º, siguiendo por los amarillos 1º,2º y terminando por los pacientes menos graves.



Tabla 3. Esquema completo del META. Manual triage META. P. Arcos. Oviedo (2011).

META®

MODELO EXTRAHOSPITALARIO DE TRIAGE AVANZADO



Unidad de Investigación en Emergencias y Desastres
Dpto. Medicina. Universidad de Oviedo
@Universidad de Oviedo



CETPH
Consejo Español de Triage
Prehospitalario y Hospitalario

Tabla 4. Esquema completo de triage avanzado META. Universidad de Oviedo (2011).

1.2.4. Situación Internacional de los Equipos Médicos de Emergencias.

La educación y entrenamiento en Medicina de Urgencias está bien establecida en la Unión Europea, pero varía mucho entre los diferentes Estados miembros (44). En España, a nivel de postgrado, los médicos y enfermeros que trabajan en urgencias asumen la responsabilidad de la formación y entrenamiento. Esta debe ser solicitada por el mismo y puede obtenerla a través de programas gubernamentales, universidades, instituciones privadas o como parte de la educación profesional continuada, por lo que la falta de uniformidad en la educación de los equipos médicos de emergencias es evidente (45). En Europa cada país miembro desarrolla de manera diferente la formación en medicina de emergencias (46) a pesar de estar reconocida como una de las cincuenta y tres especialidades sanitarias a nivel europeo y que se recogen en la orden 2013/55/UE, esta disposición fija en cinco años la duración necesaria para la obtención del título de especialista en medicina de emergencias (47).

Cincuenta y cuatro son los países a nivel mundial que forman a sus profesionales a través de un programa gubernamental. En Europa, quince países exigen ser especialistas a sus profesionales en al menos un área médica y en España, la especialidad de medicina de urgencias esta reconocida solo en el ámbito militar (48).

Aunque una educación formal en el manejo de desastres es todavía muy limitada en la Unión Europea, la mayoría de Estados miembros recomiendan, o incluso exigen, un entrenamiento específico en el manejo de desastres para el personal de los equipos médicos de emergencias.

1.3. ENTRENAMIENTO A PROFESIONALES

1.3.1. Características inherentes al aprendizaje en adultos.

En la actualidad el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) otorga la responsabilidad del desarrollo académico al alumno con el fin de que el aprendizaje sea eficaz (49). Con la evolución pedagógica se pretende fomentar el pensamiento crítico del alumnado a través de la interacción en tiempo real y con una reevaluación constante con el objetivo de aprender de los errores (50).

En lo relacionado al aprendizaje en adultos el aprendizaje ha de adaptarse

al mundo laboral convirtiendo a la adquisición de competencias en el objetivo de la formación. En el Informe Delors 1996 el término competencia contempla los conceptos de saber, saber hacer saber estar y saber ser, ya que cuando un individuo da respuestas a las diversas situaciones y tareas que se le plantean en el mundo laboral lo hace de una manera global en función de sus conocimientos y capacitación técnica así como de sus cualidades personales y actitudes sociales (51). El alumno ha de ser protagonista de su formación aunque el profesor debe confirmar que cuando el alumno deba tratar con pacientes reales cuente con las habilidades necesarias para evitar riesgos (52). Vázquez-Mata remarca la necesidad constante de actualizar los conocimientos por parte del profesional, para dar respuestas a las necesidades del paciente (53). La formación post grado debe alargarse durante toda la vida profesional (51). El cambio de paradigma educativo ha estado influenciado también por la incorporación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), “La tecnología moderna permite recrear diversos escenarios (53).

Si nos limitamos a la formación en emergencias, los IMV son incidentes de baja incidencia y gran variabilidad entre unos y otros. Los avances y entrenamiento en el campo de las emergencias siempre ha estado influenciado por el conocimiento militar. Hasta ahora los militares han sido los únicos que han formado a sus profesionales de manera práctica en IMV, mientras que los sanitarios civiles solo han recibido su formación a nivel teórico (54) proporcionado algoritmos de decisión de CRM, o el concepto de “Situational Awareness” (SA).

Habitualmente el personal que trabaja en emergencias acumula años de experiencia. La teoría del aprendizaje de Kolb, para el aprendizaje en adultos defiende que las habilidades adquiridas si no se practican disminuyen su efectividad a los 24 meses (55). Además el caos inherente al IMV favorece situaciones estresantes para los profesionales, el estrés condiciona la conciencia de la situación afectando a la toma de decisiones que condicionan los resultados de morbimortalidad. Cuando se le pide a un experto que nos explique como realiza la asistencia a un IMV estos refieren dificultades para expresar el modo en que toman decisiones. Las habilidades adquiridas y entrenadas en Crisis Resource Management (CRM) se automatizan con el paso del tiempo y se integran en el

individuo (56). Esta característica dificulta a los profesionales la descripción de los comportamientos específicos que hacen exitosa la resolución de situaciones de crisis (57).

La carencia de algoritmos trasmisibles y la falta de procesos dificulta la enseñanza a alumnos y profesionales inexpertos (58). La toma de decisiones en emergencias es muy difícil de estudiar ya que es un proceso interno que ocurre rápidamente y comporta una gran responsabilidad (57).

Existen estudios que defienden que los profesionales que trabajan en emergencias presentan niveles variables de estrés y esto repercute de distintas maneras (29). Otros defienden la idea de que entrenar en el lugar de la escena favorece el abordaje posterior (59,60) .

El entrenamiento en escenarios seguros mejoran los resultados asistenciales, reducen el estrés al enfrentarse a ellos, obtienen mejores resultados en la toma de decisiones y disminuye el impacto emocional, todo ello, además, aumenta la calidad asistencial y seguridad del paciente (4).

1.3.2. Como se entrena para afrontar un Incidente de Múltiples Víctimas.

Los IMV son situaciones que ocurren con poca frecuencia pero requiere gran destreza en el manejo por parte de los profesionales que asisten. Estos eventos se caracterizan porque los resultados dependen directamente de la correcta actuación y abordaje del incidente. Ignacio y colaboradores promueven la idea que todos los sanitarios se estresan ante eventos críticos, la experiencia y el entrenamiento repercuten en mejores resultados pero el estrés ante estos eventos siempre esta presente (61). Estos hallazgos coinciden con lo propuesto por Levine, De Maria, Schwartz et al. (2015) "Cuando un profesional entrena fenómenos de baja incidencia o que no forman parte de su actividad asistencial diaria, al estar su autoconfianza disminuida, generan más ansiedad" (62,63).

Todas las actuaciones sanitarias son susceptibles de mejora, a pesar de que los resultados sean buenos. Aunque un evento crítico se resuelva satisfactoriamente se debe buscar la excelencia en la asistencia a IMV y esto se consigue a través del el entrenamiento con simulación clínica, ya que así se consigue tener la experiencia más parecida al entorno real de trabajo posible (64).



Figura 17. Imagen durante el debriefing. Simulacro Murcia (2018).

El uso del entrenamiento con un simulador de alta fidelidad facilita el aprendizaje de las maniobras para afrontar escenarios de gravedad en los que es complicada su reproducción y enseñanza sin limitar la seguridad del paciente (65). Las habilidades no técnicas y toma de decisiones repercuten directamente en la calidad del cuidado y en la seguridad del paciente, actualmente pueden ser entrenadas con simuladores de alta fidelidad y realidad virtual pero aun no se ha extendido su abordaje (66). La formación debe ser para todos los implicados en la emergencia, el trabajo en equipo se basa en el principio de confianza y tiene por objetivo aumentar la concentración de cada interviniente, en su tarea. El médico tiene que poder confiar en la colaboración correcta de terceras personas pues,

“un médico que se ocupase de todo quizás no se expondría al reproche jurídico-penal por falta de diligencia pero es seguro que no sería un buen médico”(13).



Figura 18. Trabajo en equipo. Simulacro Cartagena (2016).

El trabajo en equipo debe desarrollarse sobre cuatro pilares: comunicación eficaz, liderazgo, análisis de la situación y apoyo mutuo. Tras la actuación se debe analizar lo sucedido en el *debriefing*. Cualquier evento tiene la capacidad de aportar nuevos conocimientos. En emergencias el trabajo en equipo influye de un modo directo en los resultados asistenciales, Bluestone y colegas (2013) resaltaron la necesidad de potenciar el entrenamiento en equipos de emergencias medicas dado que este redundante en el buen hacer del equipo (64).

Los problemas de comunicación, están presentes en la mayoría de reflexiones criticas realizadas sobre el manejo de un evento adverso como causa principal del una mala actuación (67).

El liderazgo representa la figura que otorga al resto del equipo sanitario las directivas estructuradas en el abordaje de una respuesta a una emergencia y un apoyo cercano en sus actuaciones. El mejor líder no es el médico con más edad, sino el que es capaz de ejercer mejor estas funciones (68,69).

En relación a la evaluación de la situación el equipo de emergencias debe intentar anticipar las posibles complicaciones, reconociendo y evaluando la situación de una manera dinámica con el fin de trazar una estrategia de posibles soluciones (68,70,71).

El ámbito de las emergencias supone una gran carga emocional, el equipo debe actuar como apoyo y sus integrantes deben tomar conciencia de las carencias o sobrecargas emocionales que presenten. El refuerzo verbal positivo a las buenas prácticas del equipo mejoran el estrés y el resultado del trabajo en equipo (67).

La simulación para entrenar a personal sanitario en emergencias basa su éxito en la capacidad de reproducir eventos poco frecuentes y en numerosas ocasiones, de un modo seguro para los pacientes (52,72). Bluestone y colegas, afirman que “hay suficiente evidencia para endosar el uso de la simulación como la técnica educativa preferida, sobre todo para las destrezas psicomotoras, de comunicación y pensamiento crítico”(64).



Figura 19. Hospital de Campaña. Simulacro Murcia (2018).

Además resaltan la necesidad de potenciar este tipo de estudios en equipos de emergencias médicas dado que el entrenamiento de distintas destrezas redundan en el buen hacer del equipo. Los simuladores, gracias a los efectos demostrados de los mismos se incluyen cada vez más en las instituciones que los incluyen como herramienta pedagógica en sus estrategias curriculares (73,74).

Con la simulación se consigue una experiencia muy cercana al entorno real. A día de hoy la eficacia de la formación en emergencias con simuladores de alta fidelidad, simulacros y recursos de realidad virtual es evidente, pero sigue siendo escaso el abordaje de la repercusión emocional que tienen sobre quien asiste a un IMV (75,76) .

Todos los profesionales que entrenan a personas con simulación clínica deberían estandarizar una herramienta de recogida de datos de un modo sistemático para así elaborar conclusiones generalizables en diversos aspectos de la formación con simulación. Además se podrían crear bibliotecas de casos siendo infinitas las posibilidades de entrenamiento (63,77).

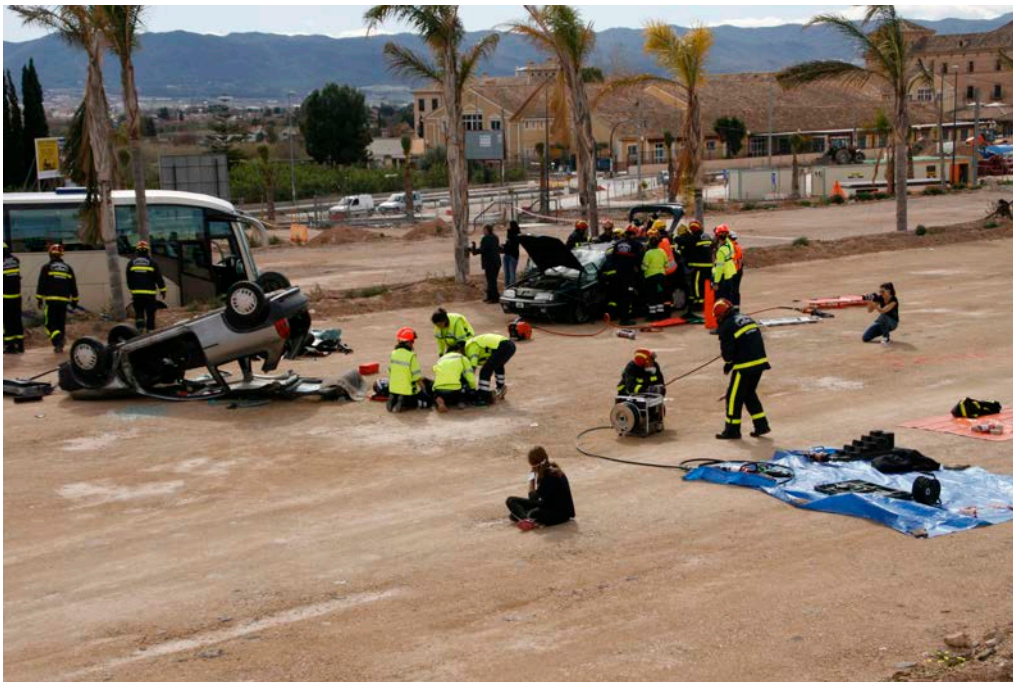


Figura 20. Incidente de Múltiples Víctimas. Simulacro Murcia (2016).

1.3.3. Implementación de nuevas tecnologías en la asistencia.

La investigación en IMV se torna difícil por las cualidades que estos presentan (78): por un lado el desconocimiento de cómo y cuando ocurrirá el IMV y de otro la influencia del factor tiempo, condicionan toda la actuación del equipo de emergencias (15). Así resulta imprescindible que los profesionales que participan en un IMV, entrenen, con frecuencia, su actuación (4). La adecuación de la asistencia prestada depende del entrenamiento o experiencia previa, por lo que se debe alentar a la formación continua de los profesionales (79).

Para avanzar en medicina de emergencias se han integrado los datos de la investigación y la experiencia para divulgar las mejoras e implementarlas con nuevos conceptos y nuevas tecnologías (79). La Simulación Clínica (SC), la Realidad Virtual (RV) y el Sistema de Seguimiento de la Mirada (SSM), nos han permitido recrear escenarios de IMV para entrenar habilidades técnicas, no técnicas y la toma de decisiones para mejorar el entrenamiento de profesionales a través del uso de las nuevas tecnologías.

La RV y el SSM, son dos herramientas que se han comenzado a utilizar en el entrenamiento de ciencias de la salud para abordar otros aspectos, menos físicos, de la asistencia sanitaria.

La RV es un escenario proyectado, generado por un ordenador, en el que la persona tiene la sensación de estar.



Figura 21. Dispositivo Realidad Virtual. Libre uso.

Dependiendo de la tecnología utilizada, la persona puede interactuar con el nuevo mundo en mayor o menor medida. El escenario se genera con un visualizador, gafas o casco de realidad virtual, este dispositivo se utiliza para mostrar las imágenes. Las imágenes proyectadas no son las habituales ya que de ser así no generaría la sensación de estar dentro. Esto se consigue al grabar previamente la escena con dos cámaras a distinta distancia. Así la grabación de

una cámara se envía al visualizador derecho y la grabación de la otra al izquierdo. Esta disparidad de imágenes generan en el individuo una fuerte sensación de profundidad que le otorga realismo a las imágenes. Esta sensación de realismo puede incrementarse añadiendo otros dispositivos como guantes o sensores corporales que transmiten los movimientos a la imagen virtual, devolviendo la sensación de presión. De este modo se consigue que la sensación de estar tocando algo sea muy alta. La opción de desligarse del mundo real a través de distintos dispositivos define la RV inmersiva. La RV semi inmersiva solo permite la interacción virtual y auditiva con el mundo virtual (80).

A día de hoy son numerosos los estudios que defienden que la RV es una herramienta eficaz para el entrenamiento en ciencias de la salud (81–84). Además en un estudio reciente concluye que reporta la misma eficacia en el entrenamiento de un IMV desarrollado en vivo y comparándolo con la aplicación del triage a través de un ejercicio de realidad virtual (85), otros resaltan que la realidad virtual es el recurso óptimo para trabajar en habilidades no técnicas como son la toma de decisiones (86). Una vez generada la herramienta puede reproducirse infinidad de veces por lo que el costo es mucho menor que si se compara con un simulacro con actores reales. En concordancia con estos hallazgos, nuestro equipo desarrolló un estudio, publicado en la revista *Nurse Education Today*, en 2018, con nivel de impacto 2,442, en el que comparamos la respuesta del estrés en profesionales que entrenaban con RV, frente a los que entrenaban con simulacros con pacientes estandarizados. Otro beneficio que presenta la RV se relaciona con su uso como herramienta terapéutica. La RV esta reportando múltiples beneficios en el tratamiento del síndrome de estrés postraumático y tratamiento de fobias entre otras (87,88).

Otro dispositivo, reciente y novedoso en el campo de la salud y más aún en emergencias, se ha utilizado en diversos escenarios sobre todo para conocer la respuesta humana con aplicación al marketing y ciencias del deporte pero no para evaluar la toma de decisiones en emergencias (89). Esta tecnología permite evaluar la fijación de la mirada a través del seguimiento ocular identificando los patrones de fijación de la mirada, proporcionando datos objetivos, entre un individuo y el entorno inmediato difícilmente modificados por el sujeto evaluado (90). El SSM se utiliza para identificar el área de interés de los individuos, la fijación / duración de la mirada y la ruta de escaneo permitiendo determinar lo

que el sujeto esta mirando (91) . El análisis de los datos recogidos se basa en la teoría que defiende que el foco de pensamiento es donde se mira (92). Klausen y colegas en 2016 concluye en su revisión sistemática que el SSM tiene como principal aplicación la ciencia de la cognición (93).



Figura 22. Sistema de Seguimiento de la Mirada. Tobii pro 2.0

perspectiva única en la practica clínica permitiendo identificar el foco de atención individual y medir los movimientos pupilares basándose en la fijación pupilar (91,94). El SSM se ha utilizado junto a otros métodos de entrenamiento para evaluar el rendimiento de personal sanitario (95). El entrenamiento de la estrategia visual ha reportado mejoras en la conducta de conductores de autobús frente a una colisión(96). En esta línea se abre un campo de entrenamieto novedoso para los equipos de emergencias, por lo que realizamos un estudio incluyendo el SSM en la evaluación de una escena de IMV. El conocimiento del proceso de toma de decisiones ene emergencias puede optimizar el la formación y recomendaciones para los primeros intervinientes, en este sentido el SSM permite identificar las variable envueltas en el proceso de toma de decisiones (97,98).

Este estudio ha generado importantes resultados relacionados con el tiempo de atención otorgado a distintas áreas de interés, generado esquemas de lo patrones visuales y mapas de calor generando nuevas herramientas con las que entrenar habilidades no técnicas en IMV. Dado el volumen de datos generados se han redactado dos artículos que se encuentran en revisión para ser publicados a día de hoy.

La inclusión de nuevas tecnologías en el aprendizaje es una forma actual y novedosa de divulgar conocimiento. Las nuevas tecnologías resultan mas atractivas que las técnicas clásicas de aprendizaje. Además, los conocimientos adquiridos a través de la experiencia se integran mejor y perduran en el tiempo (55).

1.3.4. Entrenamiento y calidad asistencial

La calidad es un tema en boga. En ciencias de la salud la Joint Comisión Academy Health Organisation (JCAHO), que es la organización con más experiencia en acreditación sanitaria de todo el mundo, la define como “hacer las cosas bien a la primera”. Esta definición recoge en muy pocas palabras toda la esencia que representa el término calidad y es la búsqueda de la excelencia



Figura 23. Logotipo JCHO

continua. Su objetivo principal es la mejora asistencial (producir salud) y lo consigue a través la prevención de problemas en vez de la corrección de errores. Su estrategia radica en prestar especial atención a como se hacen las cosas. Sus políticas se sustentan en cuatro pilares básicos: formación, publicaciones (divulgación), consultoría y evaluación de los servicios.

En España es en el año 2003 que se aprueba la ley de cohesión y calidad para conformar un marco legal que garantice la calidad, equidad, participación social y colaboración activa entre otras en los servicios sanitarios (99).

Los atributos que presenta el Plan de Calidad, publicado en 2010 (100), se centran en promover y proteger la salud al tiempo que se previene la enfermedad, las actuaciones han de ser oportunas, una pieza clave es la seguridad del paciente junto con la equidad, la eficiencia, la excelencia y la evidencia. Para lograr todo esto se definen seis áreas en las que centrar los esfuerzos dirigidos a aumentar la calidad asistencial del sistema nacional de salud donde actuar y desarrollar los esfuerzos a través de doce estrategias con el fin de garantizar la calidad en los cuidados.

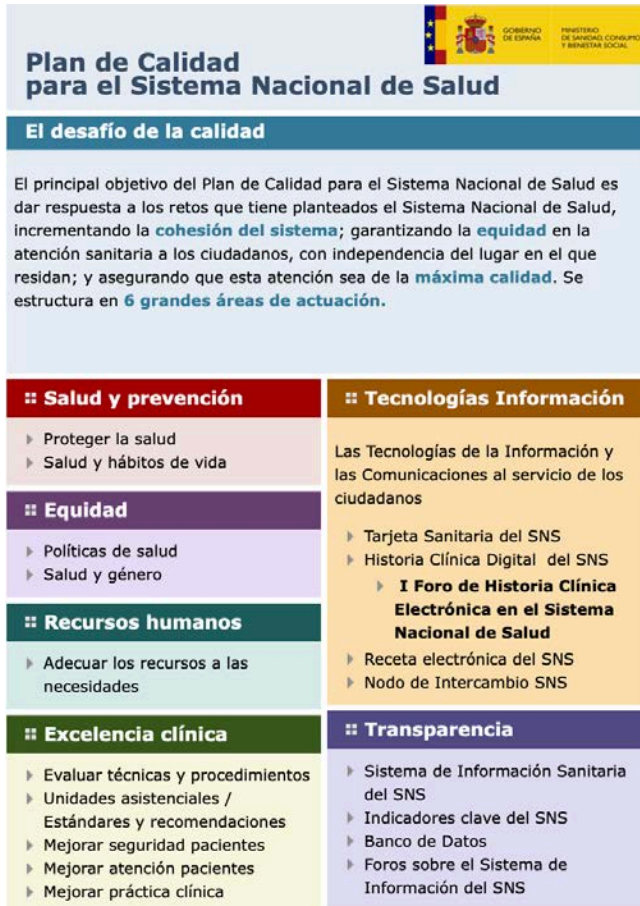


Figura 24. Esquema Plan de Salud 2010. Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad.

Las áreas definidas son promoción y promoción de la salud, equidad, recursos humanos, excelencia, tecnología y transparencia.

En relación al ámbito de la medicina de emergencias las áreas que suscitan mayor interés son la adecuación de los recursos humanos al tipo de asistencia sanitaria, excelencia en los cuidados y aplicación de la tecnología a los cuidados.

Este marco legal nos proporciona una nueva chispa para solicitar la especialidad en medicina y enfermería de urgencias y emergencias esta estrategia defiende el estudio de las necesidades de especialistas con el fin de

ordenar recursos para fortalecer a las unidades docentes y programas formativos e impulsar y estimular actividades docentes de especial interés para la consecución de objetivos del programa formativo otorgando prioridad a las actividades de aprendizaje de carácter práctico. La excelencia es un área universal y transversal, y es la que mas estrategias acumula para su consecución.

La calidad se evalúa aplicando un modelo de producción. La atención sanitaria es un modelo de producción que genera salud a partir de los recursos que intervienen en el proceso siendo estos componentes los propuestos por Donabedian: estructura (que tengo), proceso (que he hecho) y resultado (que he conseguido) (101).

Dentro de la estructura estarían los profesionales, el material y los recursos, el proceso sería las actividades que realiza para el paciente y las respuestas del paciente a estos resultados. Y el resultado serían los logros obtenidos en el nivel de salud.

En el área de los IMV se complica hablar de calidad, existen instrumentos validados y estándares que permiten la recogida y análisis de datos en urgencias, en emergencias extra hospitalarias pero no en un IMV. El tiempo de respuesta y tiempo en la escena son los indicadores más utilizados. Está bien documentado que la rapidez y calidad asistencial proporcionada por un equipo médico de emergencias tiene una influencia significativa en los resultados (102).

Existe un debate continuado a nivel mundial sobre la calidad de la asistencia urgente, su medición, aplicación y eficacia (64,103). El análisis se torna complejo dada la falta de homogeneidad de los estándares de la asistencia prehospitalaria. Numerosos estudios concluyen mayoritariamente en la falta de datos y reproductibilidad de los eventos, tiempo inexistente para recogida de datos organizada, además de la falta de herramientas validadas o checklist. Junto a esto, la mayoría de los progresos en los estándares y procedimientos son fruto de la investigación realizada por paramédicos (104), dificultando la posterior extrapolación de datos a lo que sucede en España se dificulta (17,105).

1.4. JUSTIFICACIÓN

Un IMV es un accidente que ocurre fuera del hospital, lejos de poder preverse, sobrepasa las posibilidades de los recursos disponibles rodeándose la escena de caos. Además el tiempo que se emplea en activar recursos, evacuar víctimas y asistirles repercute, positiva o negativamente en la morbi mortalidad de las víctimas. A día de hoy la formación que realizan los profesionales sanitarios depende exclusivamente de sus motivaciones personales a pesar de que sus resultados asistenciales relacionan proporcionalmente con su grado de entrenamiento.

Considerando la magnitud que representa un IMV y la importancia que tiene el entrenamiento, se decidió abordar este fenómeno con el objetivo de mejorar los resultados asistenciales con el uso de herramientas novedosas y eficaces desde tres perspectivas de trabajo. La primera estudiando nuevos sistemas

de triage, triage avanzado META, la segunda que permite el entrenamiento frecuente de habilidades no técnicas y de toma de decisiones. en IMV a través de la Realidad Virtual y por último y no por ello menos novedosa, la incorporación del sistema de seguimiento de la mirada que recoge datos objetivos relacionados con el comportamiento visual y la cognición en emergencias.

El triage es el sistema establecido para clasificar a las víctimas y ordenarlas según la prioridad de asistencia que requieran. Con esta información se destinarán los recursos necesarios para resolver la escena. En España, la asistencia pre hospitalaria cuenta con una dotación humana excepcional ya que el equipo esta formado por dos técnicos en emergencias sanitarias, un enfermero y un médico. Este modelo de asistencia prehospitalaria permite iniciar la asistencia y tratamiento en el lugar. La dotación de recursos humanos en los equipos revierte en los resultados de morbi mortalidad sobre las víctimas. Llegados a este punto y en consonancia con la literatura científica, que reconoce ampliamente mejores resultados para las unidades que incian la asistencia in situ, se decidió comprobar si era factible optimizar nuestros recursos. Asi se diseño un simulacro con pacientes estandarizados en los que comparar los resultados asistencias de aplicar un modelo de triage básico y un modelo de triage avanzado META

La simulación clínica y su gran utilidad para reproducir escenarios, sobre todo en situaciones de baja incidencia y con graves resultados de morbimortalidad, como son los IMV, es un modo atractivo de entrenar en ciencias de la salud. En un segundo estudio se comparó la eficacia de entrenar con pacientes estandarizados Vs escenarios de RV por las ventajas que presenta y se obtuvieron resultados similares con ambos recursos.

La tercera línea de trabajo, que incorpora el SSM, ha abierto una nueva ventana en la que estudiar como se toman decisiones, en que empleamos nuestra atención y cuales son las secuencias de mirada ante un IMV.

El interés científico que genera esta Tesis Doctoral es amplio sobre todo por la innovación del abordaje pedagógico. Nuestro estudio se ha centrado en la formación de profesionales. Los IMV tienen un gran impacto en los profesionales a nivel psicológico y emocional pero su abordaje posterior y herramientas para su manejo son escasas a día de hoy. La realización de estos tres estudios nos ha

permitido mejorar la formación y el entrenamiento de profesionales a través de la inclusión de nuevas herramientas, para obtener mejores resultados asistenciales en futuras situaciones reales.

Los dos primeros estudios se publicaron en el año 2018, en dos revistas de alto impacto. El último estudio realizado con el SSM ha generado dos artículos que se encuentran actualmente en revisión.

Estudio I. Ferrandini Price M, Arcos Gonzalez P, Pardo Ríos M, Nieto Fernández-Pacheco A, Cuartas Álvarez T, Castro Delgado R. Comparación de los sistemas de triaje META y START en un ejercicio simulado de múltiples víctimas: ensayo aleatorizado por conglomerados. *Emergencias*; 2018;30(4):224-230.

Fecha de publicación: 2018 Revista: *Emergencias*

Datos index. Issn: 1137-6821 Ranking: emergency medicine 03/26

Factor de impacto: 2.895

Estudio II. Ferrandini Price M, Escribano Tortosa D, Nieto Fernández-Pacheco A, Pérez Alonso N, Cerón Madrigal JJ, Melendreras Ruiz R, García-Collado aAJ, Pardo Ríos M, Juguera Rodriguez L. Comparative study of a simulated incident with multiple victims and immersive virtual reality. *Nurse education today* 2018; (71) 48-53.

Fecha de publicación: 2018 Revista: *Nurse Education Today*.

Datos index. Issn:0260-6917 Ranking: emergency medicine 08/110

Impact factor: 2.442.

CAPITULO II. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

CAPITULO II. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

2.1. HIPÓTESIS

La hipótesis planteada fue que el entrenamiento en IMV mejorará los resultados asistenciales y seguridad de las víctimas en caso de que suceda. Además el uso de nuevas tecnologías como recurso docente mejora la experiencia y resultados de aprendizaje en profesionales.

2.2. OBJETIVO DEL ESTUDIO

Los objetivos generales de esta tesis doctoral son:

- Evaluar la eficacia de un nuevo modelo de triage avanzado denominado META.
- Valorar si los entornos simulados a través de dispositivos de realidad virtual producen cambios fisiológicos y aumento de estrés en los profesionales que realizan triage en situaciones de entrenamiento.
- Explorar a través del seguimiento ocular y el estudio de las funciones ejecutivas como los profesionales que trabajan en emergencias extra hospitalarias toman decisiones en el contexto de un IMV.

CAPÍTULO III. ESTUDIO N°1

CAPITULO III. ESTUDIO N°1

3.1. INTRODUCCIÓN

Los Incidentes de Múltiples Víctimas (IMV) son definidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como “sucesos que generan un número de pacientes simultáneos que no pueden ser manejados con recursos locales siguiendo procedimientos rutinarios” (106). Aunque estas situaciones son más frecuentes de lo que se pueda pensar (107), el profesional sanitario debe de aplicar bajo un entorno de presión sus conocimientos y habilidades prácticas adquiridas para lograr una correcta asistencia sanitaria (39).

Los sistemas de triage en IMV nos permiten clasificar a los pacientes en función de su prioridad de atención y de su pronóstico vital (14) aunque no existe suficiente evidencia sobre su efectividad (108), y su uso en situaciones reales (15). Los sistemas de triage más utilizados han sido estudiados para calcular su sensibilidad y especificidad (109), pero analizando pacientes traumáticos que no proceden de un IMV, y sin tener en consideración el caos que les acompaña ni las dificultades de evacuación. Uno de los de los sistemas de triage más conocidos es el START (Simple Triage and Rapid Treatment) (110), el cual puede ser clasificado como un sistema de triage básico porque utiliza parámetros fisiológicos básicos en la evaluación rápida de los pacientes. El Modelo Extrahospitalario de Triage Avanzado (META) fue desarrollado en el año 2011 bajo la coordinación de la Unidad de Investigación en Emergencia y Desastres de la Universidad de Oviedo con el fin de mejorar el triage en IMV aprovechando la amplia formación clínica de médicos y enfermeros en sistemas de emergencias medicalizados como el de nuestro país, por lo que es considerado un sistema de triage avanzado. Además, trata de priorizar a pacientes quirúrgicos que se benefician de traslado rápido a centro quirúrgico sin demorar su traslado por la realización de técnicas en la escena de dudoso beneficio para ellos. Aunque el uso de sistemas de triage básico y avanzados debe de realizarse de una manera secuencial en caso de IMV, en ocasiones el START es el único sistema utilizado a nivel prehospitalario (111).

El META está actualmente incorporado en los procedimientos asistenciales ante IMV del SAMU-Asturias y del Sistema d'Emergències Mèdiques de Catalunya. El proceso de triaje avanzado que define el META consta de cuatro fases: 1) triaje de estabilización en base a la valoración primaria del paciente traumatizado, 2) identificación del paciente con criterios de valoración quirúrgica para decidir una evacuación rápida sin pasar por la zona de asistencia sanitaria, 3) estabilización y valoración de las lesiones y 4) triaje de evacuación para decidir el orden de evacuación de los pacientes a los que se les ha proporcionado asistencia sanitaria y valoración en el puesto sanitario (38). El esquema general del META queda reflejado en la figura 1.

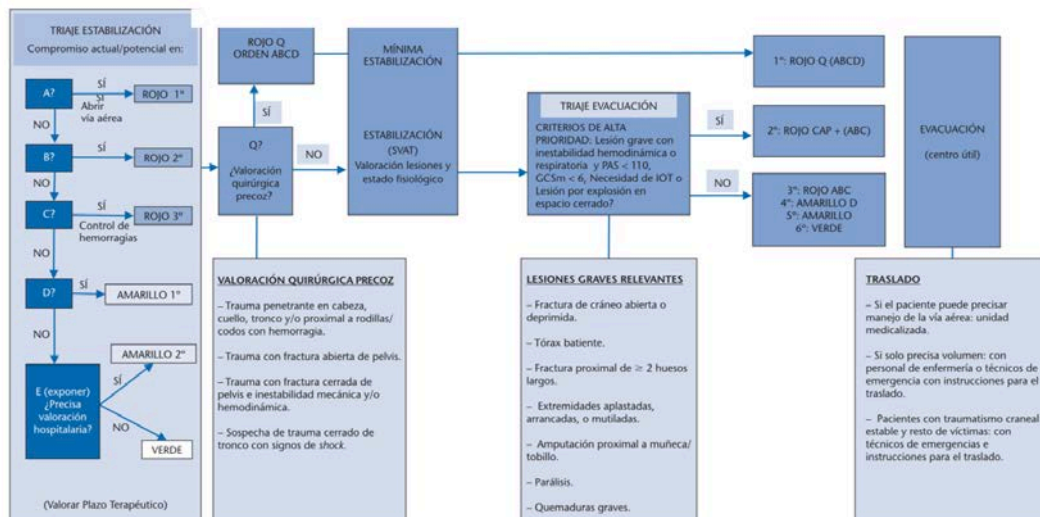


Figura 25. Esquema del triaje avanzado META.

Actualmente, los nuevos riesgos a los que se enfrenta nuestra sociedad, tales como los atentados terroristas, pueden hacer que nos encontremos ante nuevos patrones lesionales (112) en los que sea necesario la identificación precoz de pacientes quirúrgicos graves para priorizar su evacuación de la zona y traslado a centros quirúrgicos (113). Tal y como se ha publicado en una reciente revisión sistemática, especialmente los pacientes hemodinámicamente inestables se benefician de tiempos prehospitalarios cortos (114). El META podría ser un método adecuado a seguir, ya que en estudios previos ha demostrado que los

pacientes clasificados como rojo quirúrgicos precisaron con más frecuencia intervención quirúrgica y tuvieron mayor mortalidad (115). Además, los pacientes que cumplen los criterios propuestos por el META para una valoración quirúrgica urgente deberían priorizarse frente al resto a la hora del traslado a un centro útil, así como minimizar las intervenciones que puedan prolongar el tiempo en la escena (116). Experiencias previas sobre la aplicación de métodos de triage en atentados terroristas han detectado que pacientes que inicialmente caminaban y fueron clasificados como verdes precisaron con posterioridad cirugía urgente (117).

Con este estudio planteamos la hipótesis de que el uso de sistemas de triage avanzados, y en concreto el META, permite optimizar la evacuación de pacientes graves en un IMV.

El objetivo principal de este estudio es comparar el uso de dos sistemas de triage distintos ante un mismo IMV simulado (START y META). Son objetivos secundarios analizar el nivel de tratamiento y los tiempos y orden de evacuación en las distintas categorías de pacientes.

3.2. MATERIAL Y MÉTODO

Se ha llevado a cabo un estudio aleatorizado comparativo de la gestión de las víctimas de un ejercicio de simulación dentro del Plan Sectorial Sanitario del Plan Territorial de Protección Civil de la Región de Murcia (PLATEMUR) con la colaboración de la Universidad Católica de Murcia (UCAM) y la Universidad de Murcia (UMU). El proyecto de investigación fue aprobado por el comité de ética de la Gerencia de Urgencias y Emergencias 061 de la Región de Murcia (GUERM-061). Todos los participantes (víctimas o sanitarios) participaron de manera voluntaria y firmaron su consentimiento. Para este trabajo se realizó un simulacro de IMV con 128 víctimas (60 verdes, 30 amarillas, 28 rojas y 10 negras) que fueron aleatorizadas (Figura 1) en dos grupos: Triage-START y Triage-META. También se aleatorizaron los 16 equipos de intervinientes, que estaban compuestos por un enfermero del Máster de Emergencias de la UCAM, un estudiante de medicina, estudiante de enfermería y un estudiante de técnico en emergencias sanitarias.

3.2.1. Selección de la muestra

Para cada uno de los simulacros se hizo el reparto de roles (triage o sectorización y tratamiento) de manera aleatoria, y también se aleatorizaron los 48 participantes entre los dos grupos de estudio: grupo START y grupo META. Los participantes eran alumnos del Máster Oficial de Enfermería de Urgencias, Emergencias y Cuidados Especiales de la Universidad Católica San Antonio de Murcia de la promoción 2015-2016 y alumnos del Grado de Enfermería de la Universidad de Murcia, de 3º Curso, pertenecientes a la asignatura de Cuidados Críticos. Todos los participantes recibieron la misma formación previa a la realización del ejercicio.

Para establecer el manejo clínico adecuado durante el proceso asistencial, un grupo de dos médicos y dos enfermeros con amplia experiencia en asistencial extrahospitalaria determinaron cuáles eran las técnicas a realizar en cada paciente. De esta manera hemos podido determinar el tratamiento adecuado, sobretratamiento y el infratratamiento. Para calcular el tiempo total de asistencia a cada paciente antes de su evacuación, se asignaron unos tiempos estimativos a cada técnica realizada, basándonos en el modelo de S. Lennquist que ha demostrado su utilidad. Para ello, en nuestro caso, un grupo de 10 expertos en asistencia extrahospitalaria compuesto por 5 médicos y 5 enfermeros estimaron el tiempo de realización de cada técnica, utilizando el tiempo medio como patrón de referencia para este estudio. Estos tiempos se muestran en la tabla 4.

Técnica	Tiempo de ejecución (segundos)
Analgesia	50
Suero fisiológico	120
Manta térmica	10
Oxígeno	20
Tiempo sedación	100
Intubación orotraqueal	600
Colocación de férula	100
Collarín cervical	50
Inmovilización	350
Drenaje neumotórax	240

Tabla 4. Estimación teórica de los tiempos de ejecución de las técnicas.

A todos los intervinientes se les determinó la edad, peso, altura, Índice de Masa Corporal ($IMC = \text{Peso en Kg} / \text{Altura en m}^2$), actividad física semanal en horas, número de participaciones en simulaciones IMV, y años experiencia profesional. Las variables analizadas en este estudio, vinculadas a los pacientes rojos y amarillos, son: triage asignado, tiempos de evacuación de cada víctima, orden de evacuación y tratamiento aplicado (adecuado, sobretratamiento e infratratamiento).

3.2.2. Estudio estadístico

Los datos son expuestos, a continuación, mediante frecuencia, media y la desviación típica. Para la comparación de los resultados entre los dos grupos del estudio, se utilizó el test de la U de Mann- Witney para aquellos casos en los que no existe normalidad en los datos, y el test de la t de Student (t) para aquellos en los que sí existe. Todos los resultados estadísticos han sido obtenidos mediante el paquete estadístico SPSS Versión 21®. Los resultados se consideraron estadísticamente significativos cuando $p < 0.05$.

3.3. RESULTADOS

La edad media de los participantes fue de $26,00 \pm 6,61$ años, sin diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos (Triage-START y Triage-META) en las variables edad, peso, altura, IMC, actividad física, participaciones en simulaciones IMV, ni en la experiencia profesional.

Al analizar el tiempo de evacuación del total de pacientes, en el caso del ejercicio en el que se utilizó el START fue de 48'39" (DE 15'52"), siendo de 48'4" (DE 17'21") en el caso del META, no observándose diferencias significativas ($p=0,82$). Sin embargo, si analizamos el tiempo de evacuación de los pacientes rojos, en el caso del START fue de 41'6" (DE 10'39") y de 31'36" (DE 8'27") en el caso del META, observándose diferencias significativas ($p=0,024$). Y en el caso de los pacientes rojo quirúrgicos, entendidos como aquellos pacientes críticos que precisan intervención quirúrgica urgente, habitualmente por sangrado interno, el tiempo medio de evacuación en el START fue de 44'49" (DE 8'36"), siendo de

24'12" (DE 4') en el caso del META, siendo la diferencia estadísticamente significativa ($p=0,009$). Por el contrario, los pacientes amarillos se evacuaron antes en el grupo del START con 56'40" (DE 15'27") que en el META con 62'41" (DE 8'16") no encontrando significación estadística ($p=0,58$). Estos datos quedan reflejados en la figura 2.

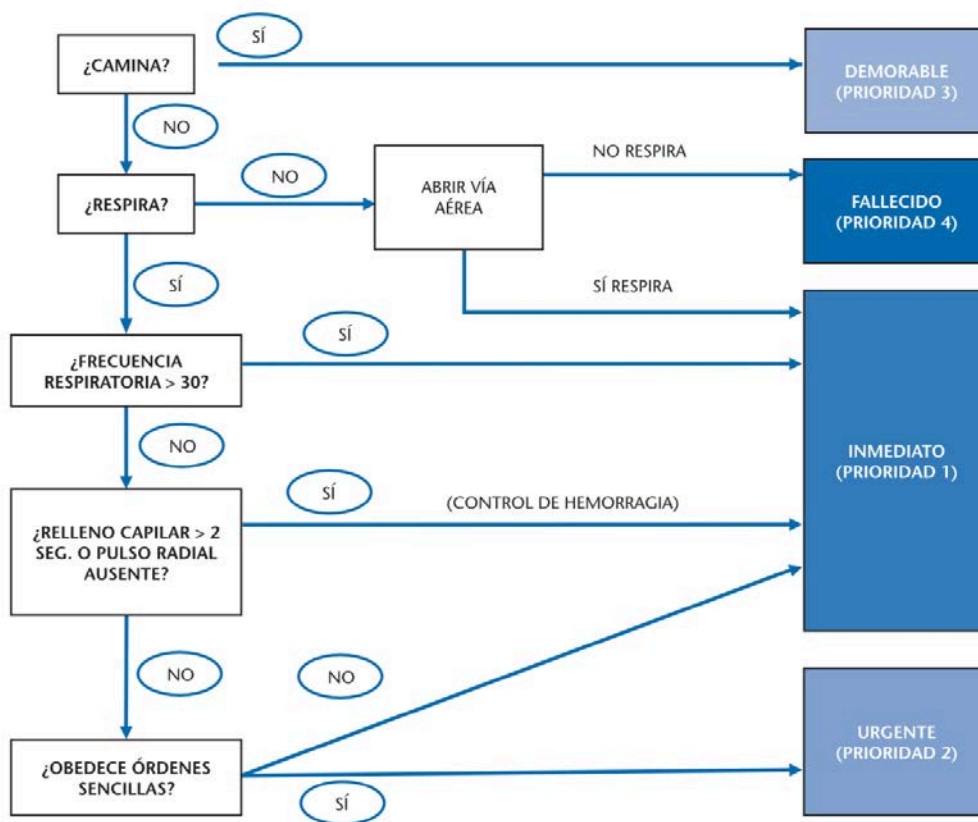


Figura 26. Esquema de triage START.

Además, al analizar el orden de evacuación, en el caso del uso del START, los 14 pacientes graves fueron evacuados en las 19 primeras posiciones, lo que implica que la evacuación de 5 pacientes amarillos se priorizó sobre pacientes más graves, y los 5 pacientes rojos quirúrgicos se evacuaron en las primeras 14 posiciones. Sin embargo, en el grupo de uso del META se priorizó la evacuación de los 14 pacientes rojos sobre el resto, y además los 5 pacientes rojo quirúrgicos fueron evacuados en las 7 primeras posiciones. El último paciente rojo fue evacuado en 44' 30'' en el caso del uso del META y en 55' 6'' en el caso del START. Con el META, el último paciente rojo quirúrgico se evacuó en 30' 11'' y con el START en 46' 23''. Estos datos quedan reflejados en la Figura 27.

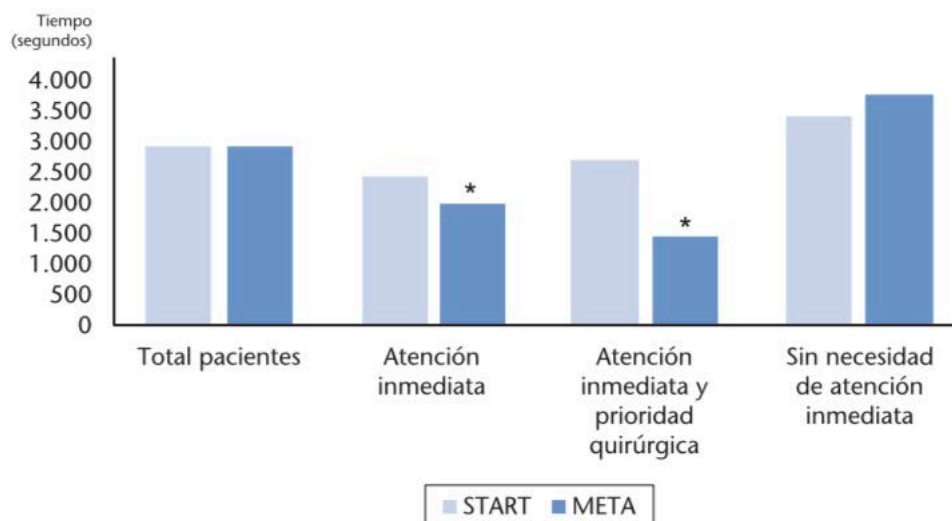


Figura 27. Tiempos medios de evacuación total y nivel de prioridad según el tipo de triage, $p < 0,05$.

Al analizar el tratamiento, se han observado diferencias estadísticamente significativas ($p=0,035$) en el abordaje global de los pacientes. En el caso del grupo START se ha observado un sobret ratamiento en el 22% de los pacientes, recibiendo un tratamiento correcto el 63% y un infratratamiento el 15%. En el caso del grupo del META, la tasa de sobret ratamiento fue del 4%, la de infratratamiento del 4% y la de tratamiento correcto del 92%. Los pacientes del

grupo META recibieron en una mayor proporción un tratamiento correcto que los pacientes del grupo START ($p=0,023$). Estos resultados se ven reflejados en la figura 28. Con respecto al tiempo invertido en tratar a cada paciente, éste fue mayor en el caso del START [7'36''(DE 5'45'')], siendo en el META menor [6'30'' (DE 4'4'')], aunque las diferencias no fueron estadísticamente significativas ($p=0,507$).

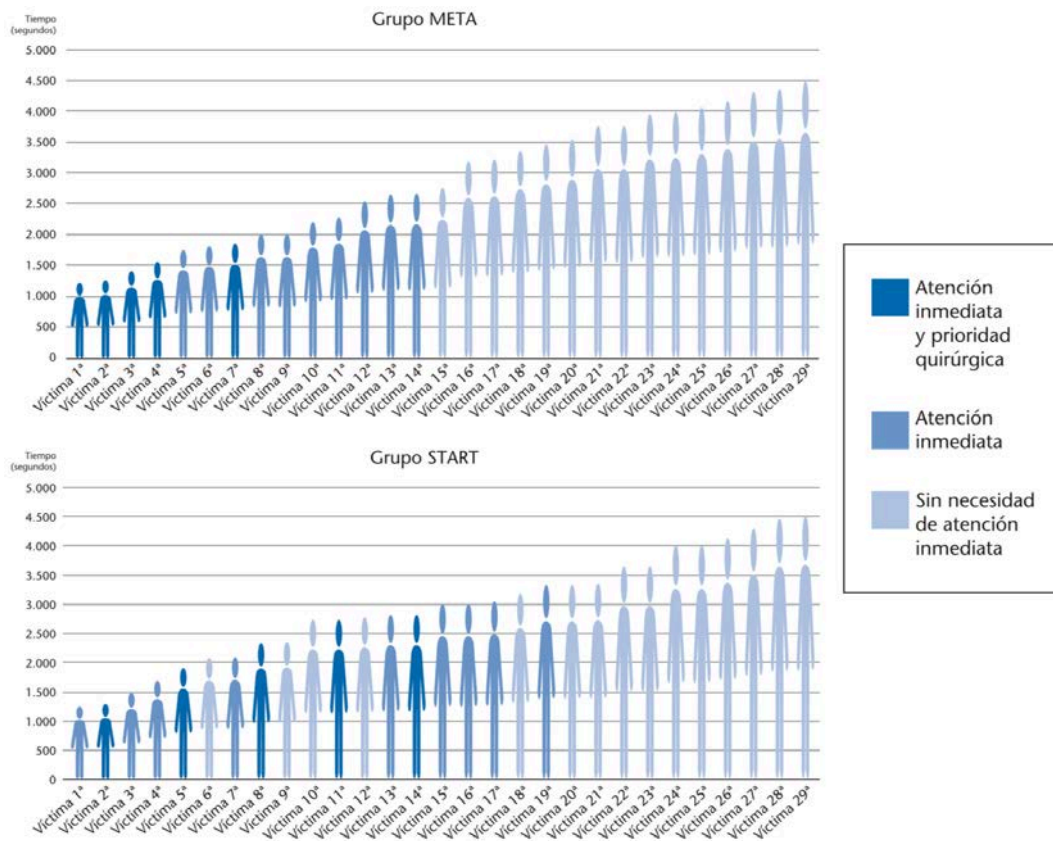


Figura 28. Distribución de las víctimas según el nivel de prioridad, el orden y los tiempos de evacuación según el tipo de triage.

3.4. DISCUSION

La dificultad en la investigación sobre triage en IMV en incidentes reales radica en la irreproductibilidad del fenómeno de estudio y en la dificultad de obtener datos fiables tal y como han corroborado otros autores (116). Por ello, el análisis de ejercicios simulados es una herramienta a tener en cuenta. A pesar de ello, es necesario una aleatorización de pacientes e intervinientes entre dos ejercicios similares para aproximarnos de una manera más adecuada al método científico. Por ello, y aunque las circunstancias no serán nunca iguales, entendemos que el método aporta el suficiente rigor como para tener en cuenta los resultados.

El META fue inicialmente diseñado para ser aplicado por personal médico y de enfermería con conocimientos de soporte vital avanzado en trauma grave, al considerar los autores que el START era un método demasiado básico para ser usado como único sistema de triage el caso de sistemas de emergencias como el de nuestro país (118). Además, ya desde su diseño inicial se planteaba la necesidad de identificar precozmente a determinados pacientes que se beneficiaban de traslado rápido a centro quirúrgico y cuyo traslado no se debería de demorar con técnicas que no sólo no aportaban desde el punto de vista clínico sino que además podrían aumentar la mortalidad, todo ello en línea con otras investigaciones sobre la asistencia extrahospitalaria al trauma grave (119). Además, ya era conocido que en caso de IMV la evacuación de pacientes se puede ver retrasada por las dificultades propias del manejo de estas situaciones (120). Estos dos hechos refuerzan aún más la necesidad de optimizar la asistencia inicial y traslado de los pacientes graves en caso de IMV. En nuestros resultados, observamos que el tiempo total de evacuación de todos los pacientes es similar en ambos grupos, lo que refuerza la idea inicial con la que partíamos de que desde el punto de vista metodológico ambos incidentes debían de ser similares. Sin embargo, al analizar la distribución de pacientes en la ventana de evacuación, en el caso del META se consigue priorizar la evacuación de los pacientes rojos, y entre ellos, especialmente de aquellos pacientes rojo quirúrgicos. La aplicación del START implica que la evacuación de pacientes más graves se ve retrasada en beneficio de pacientes más leves, tal y como demuestra el hecho de que en el

grupo START hay pacientes amarillos que se evacúan antes, y además observamos que entre los pacientes graves no se priorizan a aquellos quirúrgicos. Esto está en la línea con lo publicado por otros autores que han objetivado el sobretriage ligado al uso del START (110). Una sencilla interpretación de estos resultados nos podría hacer pensar que el META se limita a identificar pacientes graves y decidir su evacuación, lo que implicaría que estaríamos ante un mero método de selección de pacientes. Sin embargo, cuando analizamos el tratamiento que recibieron los pacientes, se demuestra que con el META la tasa de sobretratamiento es menor. Esto indicaría que una de las posibles causas que explicarían el mejor comportamiento del META es que se tiende menos al sobretratamiento, optimizando el tiempo que se invierte en cada paciente grave. Este resultado iría en consonancia con el obtenido en estudios previos en los que se vio que el sobretriage aumenta la mortalidad global en determinados IMV (121). Además, la tasa de tratamiento correcto es mejor en el caso del grupo del META, lo que refuerza los objetivos iniciales con los que se desarrolló; los pacientes del grupo META se tratan mejor y se invierte menos tiempo en ellos.

El hecho que explicaría que al analizar el orden de evacuación de los pacientes veamos que en el caso del META se priorizan los rojos, y de estos los rojos quirúrgicos, es que en este método de triage se incide precisamente en la identificación precoz de estos pacientes para priorizar su abordaje extrahospitalario y evacuación.

El que el tiempo de evacuación de los pacientes rojos, y en especial de los rojos quirúrgicos, sea menor en el caso del ejercicio META nos podría hacer establecer la hipótesis de que con la aplicación del META podríamos disminuir la mortalidad por traumatismos cuyo tratamiento definitivo fuese tiempo-dependiente (122), aunque la confirmación de esta hipótesis precisaría de la realización de otros estudios prospectivos con pacientes reales.

3.5. LIMITACIONES

Científicas: El número bajo de alumnos y profesionales del que disponemos ($n < 30$) así como que el experimento se realiza en un ámbito simulado en vez de en una situación real.

Legales: La evaluación a los profesionales no se puede realizar durante la actividad profesional real debido al derecho a la intimidad de los pacientes y/o víctimas que se atienden.

Técnicas: el desarrollo de simulacros y grabaciones de escenarios conllevan un consumo elevado de recursos materiales y humanos elevados por lo que no se pueden desarrollar con la frecuencia deseada para realizar mayor número de mediciones durante los experimentos.

CAPÍTULO IV. ESTUDIO N°2

CAPITULO IV. ESTUDIO N°2

4.1. INTRODUCCIÓN

Los Incidentes de Múltiples Víctimas (IMV) se caracterizan por ser situaciones que superan la capacidad del sistema médico o de atención de la salud local, para satisfacer las necesidades de atención médica de las víctimas. Estos IMV generalmente involucran a varios pacientes que se manejan con recursos cotidianos (sin una respuesta de emergencia importante) y pueden colapsar temporalmente a los Servicios Médicos de Emergencia (EMS) locales y a los recursos de atención médica de emergencia (2).

A pesar de que ningún IMV es igual a otro, en estas situaciones suele suceder que la necesidad de asistencia supera los recursos profesionales disponibles provocando un aumento en los niveles de estrés en los trabajadores.

La preparación del personal de Servicios de Urgencias (SU) para los desastres es difícil debido a la variabilidad de los mismos ya sea por el tipo de incidente, número y gravedad de las víctimas, número y nivel de los recursos disponibles, los distintos modelos de clasificación, etc. (123). El triage consiste en evaluar la probabilidad de supervivencia de cada afectado, para ello se clasifica a cada víctima en función de la magnitud de la lesión y situación clínica, para priorizar y proporcionar a posteriori la atención médica apropiada. El conocimiento de los algoritmos de triage adecuados es una habilidad importante para todo el personal sanitario que proporciona atención a pacientes en un IMV (124). La investigación en medicina de emergencias señala que, aunque ningún entrenamiento puede preparar totalmente a los SU para realizar triage en un IMV real, la familiaridad con el proceso ayuda a aumentar la eficiencia en el desempeño de las tareas para triage que son determinantes para supervivencia de los heridos críticos (125).

El aprendizaje e investigación en situaciones de desastre es muy difícil, Cuartas et al. (15), en 2014 solamente encontraron resultados de aplicación del triage START (Simple Triage and Rapid Treatment) en unos pocos IMV y/o

catástrofes. La Simulación Clínica (SC) nunca podrá ser igual a los eventos reales, pero puede proporcionar un entorno en que los alumnos pueden comprender y dominar con éxito las habilidades clínicas sin riesgo para los estudiantes, personal sanitario y los pacientes. Además, permite a las tareas estructurarse en los segmentos de aprendizaje por etapas, y proporciona un entorno controlado y seguro para aprender de los errores (126).

La era moderna de la simulación en medicina tiene sus raíces hacia la mitad del siglo XX, tras el desarrollo del Resucie Annie, un maniquí creado por Sigmund Laerdal, un juguetero noruego (127). La SC ha ido evolucionando de manera exponencial, desde el primer maniquí de alta fidelidad diseñado por Denson Abrahamson, el Sim One (128). En la actualidad, los simuladores de alta fidelidad permiten la interacción con el maniquí y la posibilidad de trabajar habilidades técnicas y no técnicas. Una de las opciones de la simulación es la realización de *Role-Playing* con la participación de actores (123). Aunque la simulación provoca la limitación de la realización de técnicas invasivas, aporta ventajas a la hora de interactuar, expresar emociones y simular cargas de trabajo y movimientos articulares realistas.

El desarrollo de las Tecnologías Inmersivas (TI), entre las que destacan la Realidad Virtual (RV), la Realidad Aumentada (RA) y el Video 360, supone una nueva dimensión para la simulación. Las TI aportan numerosas ventajas frente al entrenamiento con otros recursos didácticos en ciencias de la salud, como por ejemplo su grado de realismo o presencia, nivel de interacción y su reproducibilidad, que permite entrenar en cualquier lugar o momento. A priori se desconoce si los efectos que tiene el estrés en el aprendizaje, y que se consiguen en actividades de simulación mediante la introducción de actores reales o con simuladores de alta fidelidad, surgen en el entrenamiento con RV. Sin embargo, es un hecho que la tecnología permite modular la sensación de presencia en entornos virtuales. Los principales mecanismos para definirla son la regulación de la entrada de estímulos del ambiente real y la definición del grado de interacción con el entorno virtual. En cualquier caso, la velocidad de respuesta del sistema siempre será determinante para lograr la mayor sensación de realismo (129). La simulación puede ser el puente que cubre el hueco entre la teoría y los simulacros con actores, con la ventaja de que se puede entrenar múltiples veces sin causar daño a pacientes (130).

Con la evolución pedagógica se pretende fomentar el pensamiento crítico del alumnado a través de la interacción en tiempo real y con una reevaluación constante con el objetivo de aprender de los errores (50). Para que el aprendizaje tenga influencia en la activación y retención de conocimientos y se favorezca la memoria a largo plazo, debe existir un aprendizaje emocional en el que las emociones positivas bajo estrés facilitan la mayor retención de datos (131). El éxito de la simulación depende de que exista una alta fidelidad física en la cual se desarrollan habilidades manuales, una alta fidelidad conceptual en la que se desarrolla el razonamiento clínico y la habilidad para solucionar problemas, y por último una alta fidelidad emocional o vivencial en la que se favorece la retención de información mediante el manejo de procesos complejos que involucran conocimientos o emociones (132). Por todo ello, la RV se presenta como la herramienta más completa para entrenar de un modo holístico las actuaciones sanitarias. Por otro lado, Brady en 2013 concluye que la investigación de la efectividad de los diferentes niveles de fidelidad en simulación son escasos, por lo que la incorporación de estos recursos debería de estar avalada por datos sobre su utilidad (133).

El objetivo principal de este estudio es determinar la eficacia en la realización del triage START, comparando la realidad virtual con la simulación clínica en un IMV. Como objetivo secundario se planteó determinar el estrés producido en los profesionales en las dos situaciones descritas.

4.2. MATERIAL Y MÉTODO

Se ha llevado a cabo un estudio comparativo de la eficacia y el estrés durante la realización del triage en un IMV entre un grupo que hizo una SCA y otro grupo, Simulación Realidad Virtual (SRV), con un dispositivo de RV, (Figura 5). Este proyecto de investigación fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad Católica de Murcia (UCAM) y la Gerencia de Urgencias y Emergencias 061 de la Región de Murcia (GUERM-061). Todos los participantes (actores y profesionales sanitarios) participaron de manera voluntaria y firmaron un consentimiento informado.

En el año 2016 se realizó un ejercicio de simulación con 20 víctimas

caracterizadas (2 verdes, 5 amarillas, 8 rojas y 5 negras). El objetivo de los profesionales era realizar el triage básico de todas las víctimas, utilizando el sistema START (*Simple Triage and Rapid Treatment*) incluyendo la realización de maniobras salvadoras: Apertura de la Vía Aérea (AVA) y Compresión de Hemorragias (CH).

Los escenarios requerían la AVA en el 15% de los casos (3/20) y la maniobra CH en el 10% de los casos (2/20). La valoración de la correcta realización del triage y de las técnicas la realizaron cuatro profesionales (los autores A.N.F, M.F.P, L.J.R y N.P.A).



Figura 29. Imágenes de la simulación con actores y la inmersión en realidad virtual.

Para la grabación del ejercicio, y dado que el mismo iba a contener en base al guión desarrollado escenas con una elevada cantidad de movimiento, se optó por apoyar al proceso de captura con sistemas estabilizadores de imagen de tipo gimbal. Estos dispositivos consisten en una plataforma motorizada de tres ejes controlada mediante algoritmos que reciben información de varios sensores (acelerómetro, compás magnético, etc.) incorporados en su estructura, cuyo objetivo es aislar a la cámara de movimientos bruscos o giros indeseados. De esta

forma se garantizó un correcto seguimiento de escenas de acción, eliminando efectos molestos para el espectador final como la vibración y el desenfoque de las escenas. Para incrementar la fidelidad de la captación y evitar distorsiones en la imagen se escogió una óptica gran angular (ojo de pez) debido a la extensión o amplitud del campo visual ocupado por la acción (Field of View). A fin de obtener una buena calidad de imagen, la captación original fue realizada mediante una cámara Sony A6300® con resolución 4K (3840x2160 píxeles). A partir de ésta, mediante remapeo, se obtuvieron dos tomas de video 8K esférico. Finalmente, dichas fuentes remapeadas fueron procesadas para obtener el formato definitivo .mp4 equirectangular de resolución 4K, necesaria para su reproducción por sistemas estándar de vídeo 360°.

Para la visualización de los videos por parte de los alumnos se optó por el uso de sistemas HMD (Head Mounted Display), es decir, dispositivos de visualización similares a unas gafas o un casco, que permiten reproducir imágenes y vídeos VR y 360. Para el ejercicio del curso 2016/2017 se empleó el casco Samsung Gear VR®, que incrementó la portabilidad del sistema al no depender la reproducción del video de un ordenador, sino de un dispositivo de tipo smartphone avanzado como el Samsung Galaxy S6, dotado de un procesador Octa Core de 2,1 GHz, una pantalla de tamaño 5,1 pulgadas y resolución Quad HD de 16 Megapíxeles basada en tecnología super AMOLED. Este hardware aseguró una visualización fluida del contenido VR mejorando la experiencia de inmersividad del espectador.

Tras el proceso de visualización, los instructores (los autores A.N.F y M.F.P) solicitaban al alumno la ejecución de maniobras para su valoración y contraste.

En la Figura 2 se describe cronológicamente la metodología empleada para la elaboración de la SRV. En primer lugar fue necesario trasladar los requisitos del estudio a una producción audiovisual inmersiva, elaborando un guión especial para su captación mediante tecnología 360. A continuación, se seleccionaron los medios técnicos necesarios y se procedió a la grabación de las escenas, previo ajuste y ensayo de las mismas por actores reales. Los contenidos captados fueron procesados y editados bajo la supervisión del equipo investigador, que además incrustó rotulaciones especiales en los mismos. Con el contenido terminado, se

procedió a exportarlo en diferentes calidades y formatos, así como a publicarlo en plataformas multimedia (p.e. Youtube). Una vez escogidos los dispositivos para la reproducción y visualización de los contenidos VR y 360, la última etapa consistió en el desarrollo del ejercicio SRV por los alumnos, cuya respuesta sería analizada y evaluada por el equipo docente.

Los profesionales sanitarios, que participaron como voluntarios en este estudio, fueron los alumnos del Máster Oficial de Enfermería de Urgencias, Emergencias y Cuidados Especiales de UCAM. Los voluntarios de la promoción 2015-2016 (n=35) formaron parte del simulacro, SCA, y los voluntarios de la promoción 2016-2017 (n=32) formaron parte del SRV. Todos los alumnos fueron entrenados por el mismo grupo de instructores, con el mismo número de horas y contenidos.

Las personas que actuaron como víctimas fueron alumnos de tercer curso de la Escuela Superior de Arte Dramático de Murcia (ESAD) del curso 2015-2016, caracterizados por el Servicio de Caracterización del ESAD y entrenados en el rol correspondiente (síntomas, actuación, comunicación, etc.) por el Coordinador de Formación e Investigación de la Gerencia de Urgencias y Emergencias 061 de la Región de Murcia, J.A.G.

4.2.1. Medición del estrés y de la activación

A todos los participantes se les determinó la actividad α -amilasa salivar (sAA) basal y posterior a la simulación, y la saliva fue recolectada, mediante un sistema de difusión pasiva, en un tubo, con un tiempo de extracción de 1 minuto. El procesado y análisis de la muestra se realizó siguiendo el mismo procedimiento que en estudios previos (14). El método produjo un coeficiente de variación inter-ensayo inferior a 3% y un coeficiente de regresión lineal de 0,992. Además, se realizó una monitorización de la Frecuencia Cardiaca (FC) durante el ejercicio, obteniendo la FC media y máxima, y la Tensión Arterial Sistólica (TAS) y Tensión Arterial Diastólica (TAD).

4.2.2. Estudio estadístico

La variable principal de estudio es el porcentaje de víctimas bien triadas (V1). Las

otras variables analizadas son: solicitud de la AVA (V2), solicitud de la CH (V3), sobre-triage (V4) e infra-triage (V5). Además se determinó la edad, peso, altura, Índice de Masa Corporal ($IMC = \text{Peso en kg} / \text{Altura en cm}$), actividad física semanal en horas, Antecedentes Médicos de Interés (AMI), problemas dentales, presencia de sarro y/o gingivitis, medicación, uso de vitaminas y/o antioxidantes, fumador, hora de la última comida, α -amilasa basal, α -amilasa posterior, incremento de α -amilasa, determinado mediante: $\text{Incremento} = \text{Basal} - \text{Posterior}$. Los datos son expuestos mediante frecuencia, media (Desviación Estándar: DE). Para la comparación de los resultados entre los dos grupos del estudio, se utilizó el test de rangos de Willcoxon (W) para aquellos casos en los que no existe normalidad en los datos, y el test de la t de Student (t) para aquellos en los que sí existe. En el caso variables nominales, se aplica el test chi cuadrado (X-squared) con la corrección de Yates. Todos los resultados estadísticos han sido obtenidos mediante el paquete estadístico SPSS® Versión 21. Los resultados se consideraron estadísticamente significativos para un Intervalo de Confianza del 95% ($p < 0,05$).

4.3. RESULTADOS

La edad media de los 67 alumnos y profesionales participantes en este estudio fue de 29 (DE 5) años, peso de 68 (DE 14) kg, altura de 1,71 (DE 0,11) m, un IMC de 22,98 (DE 2,96) y con 4h 30' (DE 3h 15') de actividad física/semana. La experiencia profesional fue de 13 (DE 3) años, de los cuales 10 (DE 1) años fueron en el ámbito de las urgencias. No se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos del estudio (SCA y SRV), ni tampoco en las patologías o fármacos declarados que tiene influencia en la determinación hormonal a través de la saliva.

El porcentaje de víctimas triadas correctamente fue del 87,65% (DE 8,3), siendo de 88,3% (DE 9,65) para el grupo SCA y de 87,2% (DE 7,2) para el grupo SRV, no existiendo diferencias significativas ($p = 0,612$) entre ambos grupos (Figura 3). La sAA basal fue 103,26 (DE 79,13) UI/L con un aumento significativo ($p < 0,001$) con respecto a los niveles posteriores de 185,22 (DE 148,65) UI/L. Para todos los participantes, el incremento medio de sAA fue de 80,70 (DE 109,67) UI/mL, siendo mayor para el grupo SCA que para el grupo SRV (Figura 4A). No

se encontraron diferencias significativas ($p=0,279$) entre los niveles basales de los grupos SCA y SRV, pero sí que se han encontrado diferencias estadísticamente significativas ($p=0,010$) en los niveles posteriores, siendo mayor para el grupo SRV. Al analizar la relación entre el nivel de estrés y el porcentaje de aciertos en el triage, no se ha encontrado relación entre ambos ($r=0,42$; $p=0,746$). Por otro lado, no se han encontrado relaciones entre el número de víctimas triadas correctamente, indicadores fisiológicos de estrés, la edad, IMC, actividad física, años de experiencia laboral ni años de experiencia en urgencias.

La FC-Basal fue de 77,06 (DE 15,8) pulsaciones/min, con un aumento significativo ($p=0,022$) con respecto a la FC-Posterior de 80,06 (DE 18,44) pulsaciones/min. Para la FC-Basal y FC-Posterior entre el grupo SCA y el grupo SRV (Figura 4B), no se encontraron diferencias significativas entre ambos grupos ($p=0,492$ y $p=0,447$, respectivamente). La TAS-Basal fue de 123,65 (DE 13,01) mmHg con un aumento significativo ($p<0,001$) con respecto a la TAS-Posterior de 140,31 (DE 17,83) mmHg. Para la TAS-Basal y TAS-Posterior entre el grupo SCA y el grupo SRV (Figura 4C), no se encontraron diferencias significativas entre ambos grupos ($p=0,221$ y $p=0,402$, respectivamente). La TAD-Basal fue de 74,65 (DE 7,89) mmHg con un aumento significativo ($p=0,004$) con respecto a la TAD-Posterior de 77,32 (DE 9,05) mmHg. Para la TAD-Basal y TAD-Posterior entre el grupo SCA y SRV (Figura 4D), no se encontraron diferencias significativas entre ambos grupos ($p=0,853$ y $p=0,771$, respectivamente).

4.4. DISCUSIÓN

Los resultados de nuestro estudio muestran valores similares de aciertos/errores en el triage para los dos grupos del estudio SCA y SRV. Esto indicaría que la RV se puede utilizar como un recurso pedagógico en el entrenamiento de profesionales siendo congruente con Gundry et al. (134) en 2010 que señalaron la RV como la mejor herramienta para lograr los objetivos en medicina de emergencia. Numerosos estudios han descrito resultados parecidos como los de Stansfield et al. (2000) (135) en el que se comparó la formación de profesionales sanitarios y/o estudiantes de distintas ramas de ciencias sanitarias, concluyendo que la RV permite entrenar la toma de decisiones pero no las habilidades prácticas del triage como por ejemplo la apertura de la vía aérea y/o

el control de hemorragias, aumentando la seguridad del paciente. En nuestro estudio hemos encontrado la misma limitación a la hora de simular la realización de habilidades prácticas.

Roy et al. (2006) (136), compararon simulacros con pacientes estandarizados y RV en entornos de catástrofes militares. Concluye que la RV además de ser una herramienta educativa es terapéutica en el contexto del síndrome de estrés post traumático. El entrenamiento con SCA o SRV ha planteado dudas sobre si mejoraría la asistencia en situaciones reales. En este sentido Abelson et al. (137) determinaron en 2014 que la simulación es positiva y mejora la asistencia en el abordaje del paciente politraumatizado en los SU.

En 2010 Andreatta et al. (124) compararon en su estudio la eficacia de entrenar triage básico START con RV y SC, reportando valores de aprendizaje similares a los presentados por Luigi et al. (86) en 2015. Además, concluyeron que los efectos de entrenar triage START en un IMV son iguales con RV y con simulación con actores (124). En los estudios en los que se compara la formación con SRV y SCA no se han determinado variables bioquímicas de estrés en el contexto del entreno del triage en un IMV. Muy pocos estudios han investigado los niveles de estrés en médicos desarrollando distintos roles en escenarios simulados (138). Por este motivo, en nuestro estudio se planteó como objetivo secundario analizar este aspecto que consideramos muy importante. No existe, a día de hoy, un Gold estándar para medir la respuesta al estrés. La sAA es una de las principales enzimas salivales secretada en respuesta a estímulos simpáticos, por lo que se considera un biomarcador de elección en situaciones de estímulos psicológicos estresantes (139). Valentin et al. (140) en 2015 y Daglius-Dias et al. (138) en 2017 en el estudio de la simulación de alta fidelidad concluyeron que tras el estudio de los distintos marcadores fisiológicos susceptibles de modificación ante situaciones de estrés, el valor de la sAA proporciona una medida más sensible de los niveles de estrés que el cortisol entre los médicos en situación de emergencia. Luigi et al. (86) 2015 compara simulacros en vivo y RV de un IMV, evalúa el triage START y concluye que la RV es equiparable al simulacro en vivo.

Los resultados de nuestro estudio muestran un incremento significativo de la sAA (comparando pre y post), lo que nos indica que los participantes sufrieron

una activación simpátrica debido al estrés. En este sentido, el estudio de Valentin et al. en 2015, concluyen que tanto los entrenamientos con simulación de alta fidelidad y con pacientes estandarizados producen estrés en los profesionales de la salud de urgencias (140). Con estos resultados podemos observar que ambos sistemas estresan a los alumnos. En este sentido Daglius-Dias et al. en 2016 concluyen que la SC en situaciones de emergencia puede crear un entorno de alta fidelidad psicológica tras el estudio de niveles de sAA (138).

En los niveles basales de sAA no se hallaron diferencias significativas entre ambos grupos, lo que pone de manifiesto la similitud de ambos ante el experimento y que no se observó un estrés anticipatorio en los participantes. Con respecto a las muestras posteriores se ha encontrado un mayor incremento de los niveles de sAA, y por lo tanto un mayor grado de estrés para el grupo SCA. Estas diferencias nos ponen de manifiesto que la experiencia, en relación al estrés, que ha percibido el alumno ha sido diferente entre ambos grupos. A la vista de estos resultados, la RV no debería entenderse como un método sustitutivo de la SC en el triage, puesto que parece producir un menor grado de estrés. Pero la SCA es un tipo de simulación con mayor consumo de recursos (humanos, económicos, tiempo de preparación, etc.). Por el contrario, el uso de la RV es menos costosa y permite la participación simultánea o no en distintas zonas y tiempo (141). En nuestra opinión la RV debería considerarse un recurso pedagógico complementario, como un paso previo a la SC en un IMV, que permita al alumno entrenar de manera autónoma y prepararse para afrontar mejor el siguiente nivel de entrenamiento y/o formación.

En nuestro estudio también hemos encontrado diferencias significativas entre la medición previa y la posterior de la FC y la tensión arterial para los participantes del estudio. En este sentido otros autores como Daglius-Dias et al. en 2017 también han obtenido aumentos estadísticamente significativos de FC como marcador de estrés en situaciones de emergencia (138). Sin embargo, a diferencia de la sAA, el análisis entre grupos de estas variables fisiológicas no ha demostrado diferencias significativas.

4.5. LIMITACIONES

La principal limitación del estudio es que los dos grupos no están formados por los mismos individuos por lo que puede existir una variabilidad debida a posibles variaciones personales, aunque tal y como se muestra en la sección de resultados, no existen diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos. Este diseño se programó con dicha estructura con el fin de evitar el efecto aprendizaje sobre la realización del triage de un grupo que ejecutara un ejercicio y posteriormente el otro.

CAPÍTULO V. ESTUDION N°3

CAPITULO V. ESTUDIO N°3

5.1. INTRODUCCIÓN

Cuando acontece un Incidente de Múltiples Víctimas (IMV), las demandas asistenciales superan los recursos disponibles (1) , la falta de conocimiento sobre la escena genera situaciones de estrés elevado tanto en las víctimas como en los primeros intervinientes (63). La información visual es esencial para que se produzcan los procesos de toma de decisiones, debido a que la vista es el principal sistema que capta información aferente en cualquier actividad cotidiana (92,142). Se considera que las funciones ejecutivas se componen de un grupo de habilidades cognitivas que permiten al individuo adaptarse a situaciones nuevas y complejas, yendo más allá de conductas habituales y automáticas (143). Las funciones ejecutivas coordinan y organizan procesos cognitivos básicos, como son la memoria y la percepción (144) requeridos para una toma de decisiones adecuada a las demandas de cada situación. Tal y como sucede en las IMV, en el triage STAR, a la hora de solicitar los recursos adecuados para afrontar con éxito los IMV.

Hasta ahora no se ha estudiado el comportamiento visual en profesionales que asisten en un IMV (145). El objetivo del estudio ha sido analizar el patrón de comportamiento visual durante la toma de decisiones en condiciones de estrés elevado, ya que repercute en la morbimortalidad de las víctimas. El estudio, además, persigue implementar el uso de nuevas tecnologías para recoger datos objetivos y no alterables con el fin de mejorar la asistencia e incrementar la calidad asistencial y seguridad del paciente.

5.2. MATERIAL Y MÉTODO

5.2.1. Selección de los participantes

Un total de 32 sujetos de distintas categorías profesionales participaron en

el estudio, 24 fueron seleccionados, bajo el criterio de ser médico o enfermero, conformando una muestra de conveniencia (n=24).

Todos los participantes evaluados desarrollan su trabajo habitual en una ambulancia que pertenece a la Gerencia de Urgencias y Emergencias de la Región de Murcia. Los datos sociodemográficos quedan recogidos en la tabla 1. Al finalizar el análisis se eligió, por consenso de expertos, el profesional que había realizado la mejor visualización del video. Los participantes fueron reclutados para la visualización de un video de manera voluntaria. Todos los participantes dieron su consentimiento para participar en la investigación. La investigación fue aprobada por el Comité de Ética de la Universidad Católica San Antonio de Murcia.

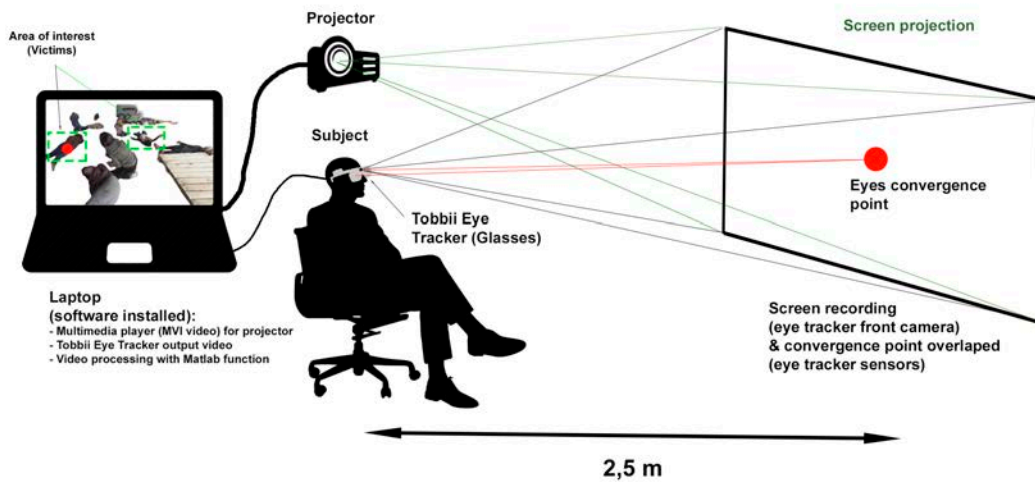


Figura 30. Esquema del escenario del ensayo

Procedimiento de estudio

Se presenta un diseño de estudio observacional, no ciego, basado en simulación con el objetivo de explorar los patrones visuales de expertos en un IMV.

El experimento consistió en la proyección de un video para la recogida de las fijaciones visuales a través del Sistema de Seguimiento de la Mirada (SSM) Tobii® Pro Glasses 2 (Tobii AB, Danderyd, Sweden) (146). Este dispositivo capta el movimiento de las pupilas de ambos ojos. La calibración del aparato se realizó

según las instrucciones del fabricante. A cada sujeto se le preguntó, cuantas víctimas había en el escenario a la finalización del video. Para finalizar realizaron el “test de Stroop” que evalúa las funciones ejecutivas. Estas permiten cuantificar la capacidad de un individuo para abolir un factor distractor en diversas situaciones (147,148).

La proyección del video se realizó en una sala convenientemente acondicionada en la universidad, dotada de un proyector y una pantalla. Los sujetos evaluados visualizaron de manera individual la grabación a 2,5 metros de distancia siguiendo lo sugerido por Reina, Del Campo, Sanz et al. (2004) en su estudio de la distancia optima para la evaluación del la SSM y empleado en numerosas investigaciones (149,150). Las instrucciones fueron idénticas para todos los sujetos.

5.2.2. Áreas Oculares de Interés en la escena

El video recrea un IMV con pacientes estandarizados, en el aparece un total de dieciséis víctimas clasificables según el triage START, en víctimas Leves (verdes): 3, 5, y 11. Graves (Amarillas): 4 y 14, y Muy Graves (rojas o negras) 1, 2, 6-9, 10, 12, 13, 15 y 16.

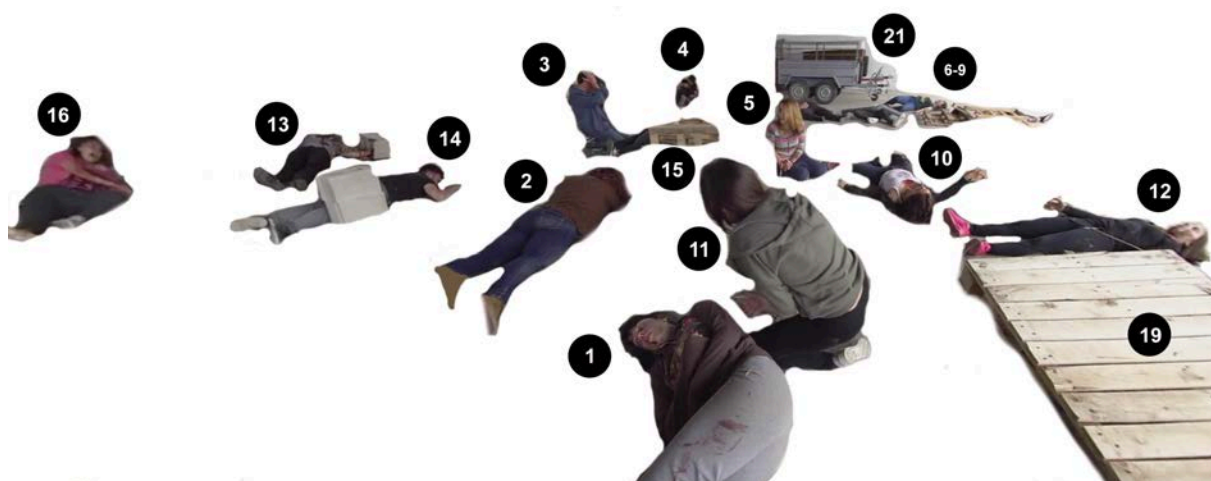


Figura 31. Áreas oculares de interés en la escena

La duración es de dos minutos y diez segundos. El primer minuto recoge el recorrido que realiza la unidad móvil de emergencias hasta el lugar de los hechos, el segundo minuto recoge la escena de un IMV.

5.2.3. Procesado y análisis de datos

El dispositivo Eye Tracker de Tobbi ® genera como resultado un fichero de video en el que se fusiona el punto en donde convergen las pupilas, representado por un círculo de color rojo, con el vídeo registrado por la cámara delantera integrada en el mismo dispositivo.

A tal fin, el equipo investigador desarrolló un programa de software en Matlab® para procesar el video de salida de las gafas. Este programa es capaz de registrar fotograma a fotograma (frame to frame) las coordenadas (x,y) del centro del círculo y, previa definición sobre la escena de las localizaciones de las Áreas Oculares de Interés (AOI), verificar si han existido fijaciones de la mirada sobre las mismas.

Al igual que en investigaciones anteriores (151) se ha designado una fijación cuando la mirada del sujeto queda estable en una AOI durante al menos 99.9 ms. Por su parte, se identifica un movimiento sacádico cuando se observa un cambio rápido con una duración máxima de 66,6 ms.

5.3. RESULTADOS

Para cada sujeto participante en el estudio, en el procesado de su vídeo, se han identificado los conjuntos de fotogramas consecutivos que se corresponden con fijaciones efectuadas en AOI. En base a la identificación de patrones visuales, entre los sujetos, se han obtenido mapas de calor y diagramas del seguimiento de la mirada basados en el comportamiento visual del sujeto que mejor realizan la evaluación de la escena.

5.3.1. Patrón visual

Tras el análisis de los patrones visuales de la población estudiada, el 50% de los sujetos ha realizado la visualización de las dieciséis víctimas durante la visualización del video. Los mejores resultados los presentan los profesionales que acumulan entre cinco y diez años de experiencia, ya que son los profesionales que visualizan a todas las víctimas.

La otra mitad de los sujetos dejan al menos una víctima sin fijar. De esta porción de sujetos el 66% de ellos no visualiza una víctima muy grave. El 37,5% no realiza la fijación de la mirada en una víctima clasificada como grave. El área de interés que agrupa las víctimas 6-9 es el área menos atendida. El 25% de los sujetos omiten las AOI como el remolque o el pallet.

Por consenso de expertos tras la visualización de los videos a doble ciego, se decidieron los patrones visuales que más se acercaban a la excelencia en cuanto a la clasificación de las víctimas. El factor de exclusión principal fue definido por no haber visualizado a todas las víctimas de la escena además del análisis de tiempo y número de fijaciones a las AOI. El patrón visual de excelencia visualiza a las 16 víctimas de la escena e invierte el 70% del tiempo total empleado en evaluar la pantalla. Todas las AOI acumulan proporciones similares de tiempo de atención excepto el AOI 2, 19 Y 21 que representan una víctima muy grave, el pallet y el remolque.

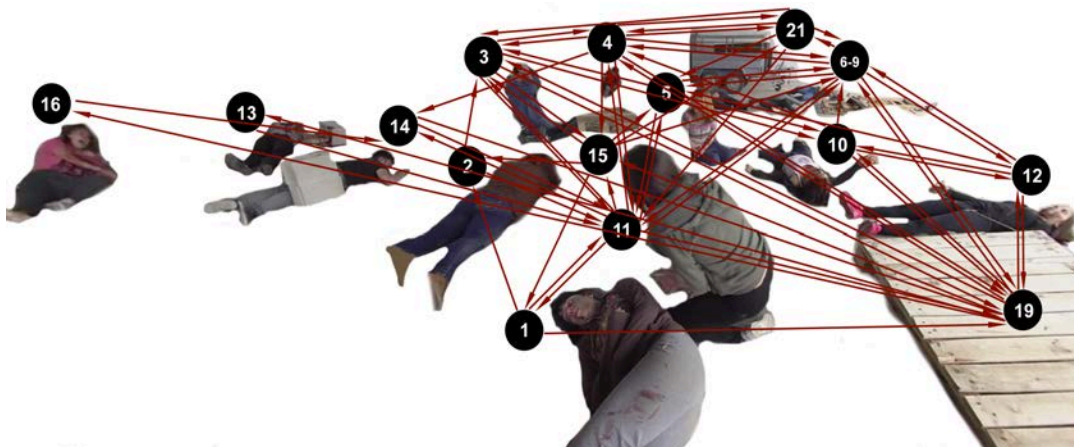


Figura 32. Transacciones de la atención entre víctimas y objetos del patrón visual de excelencia.

5.3.2. Mapa de calor y test de Stroop

El mapa de calor muestra las áreas donde se ha realizado un mayor número de fijaciones y la distribución del tiempo invertido en las distintas AOI.

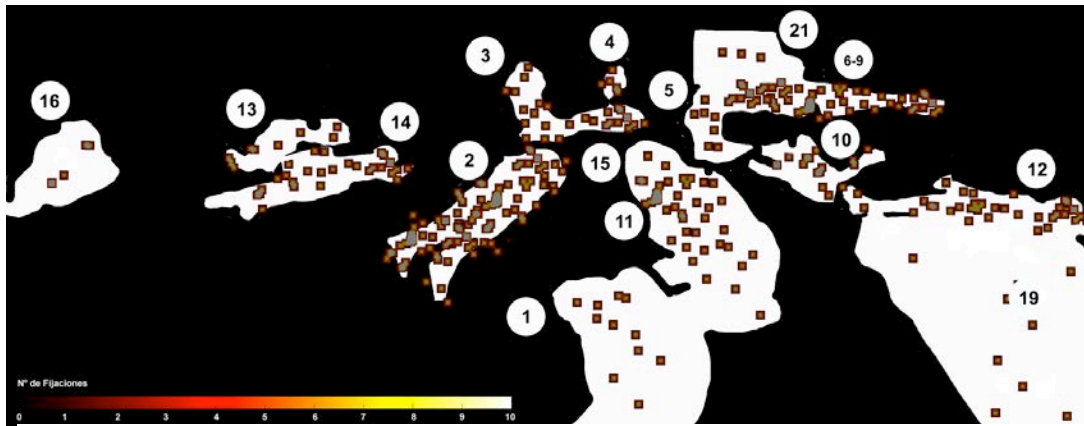


Figura 33. Mapa de calor sobre la áreas de interés.

La localización 2, 6-9, 11 y 15 son las áreas que reciben mayor número de fijaciones por parte del sujeto. El AOI 11 acumula un tiempo de fijación superior al invertido en víctimas de mayor gravedad. Este sujeto no presenta fijaciones fuera de la pantalla de visualización. Al finalizar el video se solicitó a los participantes que informaran del número de víctimas presentes en el escenario. Los valores que se acercan más al número real son los ofrecidos por sujetos que acumulan una experiencia en el servicio entre cinco y diez años. A excepción de uno que ofrece la respuesta exacta y acumula mas de 20 años de antigüedad.

Con el test de Stroop se ha evaluado la capacidad de seleccionar la

información relevante de la escena y omitir los factores distractores ya que estos desvían la atención de las áreas realmente importantes. Los patrones visuales mejor resueltos coinciden con puntuaciones altas en le test de Stroop.

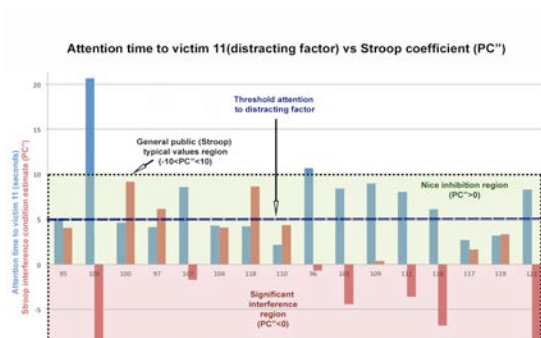


Tabla 5. Tiempo de atención y coeficiente de Stroop

5.4. DISCUSIÓN

El uso de del Sistema de Seguimiento de la Mirada (SSM) aplicado en el contexto de IMV representa una innovación en su faceta investigadora ya que, aunque su aplicabilidad esta desarrollada principalmente en el mundo del marketing (89) y del deporte (5,6,7,8), a día de hoy presenta un desarrollo incipiente y prometedor en el ámbito de las emergencias (152,153). Los datos analizados han generado tres aportaciones destacables: una secuencia de fijación visual que conforma un patrón visual observable, un mapa de calor que representa gráficamente las áreas donde mas tiempo y número de veces se mira y la grabación de la escena.

5.4.1. Patrón visual

La evaluación del patrón visual con SSM ha permitido elaborar un gráfico que representa la secuencia de fijaciones realizadas por el sujeto estudiado. En la asistencia a un IMV, los mejores resultados asistenciales lo presentan los expertos. Un estudio reciente sostiene que a medida que las personas adquieren experiencia son más capaces de identificar y priorizar los estímulos relevantes y omitir los factores distractores (154,155).

El sujeto que presenta un resultado de excelencia acumula menos de diez años de experiencia en emergencias. Algunos autores han estudiado este fenómeno concluyendo que los expertos obtienen mejores resultados que los inexpertos pero esta mejora no s proporcional a los años de experiencia profesional(156). En esta línea, Murray, Freeman y Boulet (2018), compararon los resultados obtenidos entre profesionales expertos e inexpertos. Los expertos resuelven mejor escenarios que requieren de la heurística y los profesionales noveles destacan en la resolución escenarios analíticos (75).

Otra posibilidad que permite el SSM es cuantificar la atención del profesional en la tarea realizada. Nielson, Mamidala y Khan (2013), cuantificaron el tiempo total invertido por parte de los médicos en datos relevantes, concluyendo que el patrón visual más eficaz es el que mayor tiempo de fijaciones presenta (157). En nuestro estudio, el sujeto con patrón visual de excelencia, presenta un tiempo de atención cercano al 70%. En estos hallazgos se sustentó la decisión del patrón mas eficaz. Si se relacionan los datos de atencion y los valores

de Stroop, el sujeto con mejores resultados presenta un valor de Stroop de 9.14, dando validez objetiva a los datos obtenidos con la SSM. Nuestros resultados que indican que los sujetos que invierten la mayor parte del tiempo de atención en AOI y no en otros elementos, obtienen mejores resultados asistenciales estando en consonancia con los publicados por Szuleski, Gegenfurtner, Howes, et al. (2017) (153)

Otro aspecto novedoso de la SSM es el enfoque individualizado de las víctimas ya que permite evaluar el patrón de atención visual de toda la escena, preservando el conjunto único de habilidades exigido en la respuesta de un IMV como son la comunicación efectiva y la coordinación de recursos frente a una demanda que supera los recursos locales (12,158).

5.4.2. Mapa de calor y Test de Stroop

Szuleski, Brauen, Egan, et al. (2018) propusieron una serie de premisas para mejorar la investigación en patrones visuales, contemplando la incorporación de un factor distractor (159). El sujeto 11 clasificado como leve, se introdujo en la escena como tal. En el mapa de calor acumula numerosas fijaciones, dejando entrever que los factores distractores distraen de verdad, datos que entran en consonancia con Pucher, Batrick, Taylor et al. (2014) (84). Estos promulgan que se deben entrenar las habilidades cognitivas para estar lo suficientemente preparados cuando esta situación sea real.

La presencia de errores, por parte de los profesionales, confirma que los problemas presentes en la vida real quedan también reflejados en la realización de ejercicios de IMV simulados (160).

Los datos obtenidos con el test de Stroop podrían interpretarse como una aptitud de la persona que facilita el desarrollo de ciertas habilidades pero los resultados prácticos están íntimamente relacionados con el entrenamiento.

5.4.3. Grabación de la escena

La secuencia visual de fijación realizada no coincide con el recuerdo de lo realizado. Así la SSM, además de recabar datos objetivos y no modificables (91) podrían ser utilizados para recordar escenas y realizar autoevaluaciones. Diversos estudios avalan la eficacia de la visualización de la actuación propia

como recurso de mejora en contextos de emergencias (161). El uso de estos videos posee efectos beneficiosos (161) en el manejo de las secuelas que estos producen en los asistentes a un IMV (162,163).

5.5. LIMITACIONES

El tamaño muestral limitado nos impide generalizar los datos pero dado el carácter novedoso del estudio, suponen una nueva brecha donde investigar para mejorar en emergencias.

CAPÍTULO VI. RESUMEN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CAPITULO VI. RESUMEN Y DISCUSION DE RESULTADOS

6.1. RESULTADOS DEL ESTUDIO N°1

La edad media de los participantes fue de $26,00 \pm 6,61$ años, sin diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos (Triage-START y Triage-META) en las variables edad, peso, altura, IMC, actividad física, participaciones en simulaciones IMV, ni en la experiencia profesional.

Al analizar el tiempo de evacuación del total de pacientes, en el caso del ejercicio en el que se utilizó el START fue de 48'39" (DE 15'52"), siendo de 48'4" (DE 17'21") en el caso del META, no observándose diferencias significativas ($p=0,82$). Sin embargo, si analizamos el tiempo de evacuación de los pacientes rojos, en el caso del START fue de 41'6" (DE 10'39") y de 31'36" (DE 8'27") en el caso del META, observándose diferencias significativas ($p=0,024$). Y en el caso de los pacientes rojo quirúrgicos, entendidos como aquellos pacientes críticos que precisan intervención quirúrgica urgente, habitualmente por sangrado interno, el tiempo medio de evacuación en el START fue de 44'49" (DE 8'36"), siendo de 24'12" (DE 4') en el caso del META, siendo la diferencia estadísticamente significativa ($p=0,009$). Por el contrario, los pacientes amarillos se evacuaron antes en el grupo del START con 56'40" (DE 15'27") que en el META con 62'41" (DE 8'16") no encontrando significación estadística ($p=0,58$). Estos datos quedan reflejados en la figura 2. Además, al analizar el orden de evacuación, en el caso del uso del START, los 14 pacientes graves fueron evacuados en las 19 primeras posiciones, lo que implica que la evacuación de 5 pacientes amarillos se priorizó sobre pacientes más graves, y los 5 pacientes rojos quirúrgicos se evacuaron en las primeras 14 posiciones. Sin embargo, en el grupo de uso del META se priorizó la evacuación de los 14 pacientes rojos sobre el resto, y además los 5 pacientes rojo quirúrgicos fueron evacuados en las 7 primeras posiciones. El último paciente rojo fue evacuado en 44' 30 '' en el caso del uso del META y en 55'6'' en el caso del START. Con el META, el último paciente rojo quirúrgico se evacuó en 30' 11'' y con el START en 46' 23''. Estos datos quedan reflejados en la Figura 3.

Al analizar el tratamiento, se han observado diferencias estadísticamente significativas ($p=0,035$) en el abordaje global de los pacientes. En el caso del grupo START se ha observado un sobretatamiento en el 22% de los pacientes, recibiendo un tratamiento correcto el 63% y un infratratamiento el 15%. En el caso del grupo del META, la tasa de sobretatamiento fue del 4%, la de infratratamiento del 4% y la de tratamiento correcto del 92%. Los pacientes del grupo META recibieron en una mayor proporción un tratamiento correcto que los pacientes del grupo START ($p=0,023$). Estos resultados se ven reflejados en la figura 4. Con respecto al tiempo invertido en tratar a cada paciente, éste fue mayor en el caso del START [7'36''(DE 5'45'')], siendo en el META menor [6'30''(DE 4'4'')], aunque las diferencias no fueron estadísticamente significativas ($p=0,507$).

6.2. RESULTADOS DEL ESTUDIO N°2

La edad media de los 67 alumnos y profesionales participantes en este estudio fue de 29 (DE 5) años, peso de 68 (DE 14) kg, altura de 1,71 (DE 0,11) m, un IMC de 22,98 (DE 2,96) y con 4h 30' (DE 3h 15') de actividad física/semana. La experiencia profesional fue de 13 (DE 3) años, de los cuales 10 (DE 1) años fueron en el ámbito de las urgencias. No se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos del estudio (SCA y SRV), ni tampoco en las patologías o fármacos declarados que tiene influencia en la determinación hormonal a través de la saliva.

El porcentaje de víctimas triadas correctamente fue del 87,65% (DE 8,3), siendo de 88,3% (DE 9,65) para el grupo SCA y de 87,2% (DE 7,2) para el grupo SRV, no existiendo diferencias significativas ($p=0,612$) entre ambos grupos (Figura 3). La sAA basal fue 103,26 (DE 79,13) UI/L con un aumento significativo ($p<0,001$) con respecto a los niveles posteriores de 185,22 (DE 148,65) UI/L. Para todos los participantes, el incremento medio de sAA fue de 80,70 (DE 109,67) UI/mL, siendo mayor para el grupo SCA que para el grupo SRV (Figura 4A). No se encontraron diferencias significativas ($p=0,279$) entre los niveles basales de los grupos SCA y SRV, pero sí que se han encontrado diferencias estadísticamente significativas ($p=0,010$) en los niveles posteriores, siendo mayor para el grupo SRV. Al analizar la relación entre el nivel de estrés y el porcentaje de aciertos en el

triage, no se ha encontrado relación entre ambos ($r=0,42$; $p=0,746$). Por otro lado, no se han encontrado relaciones entre el número de víctimas triadas correctamente, indicadores fisiológicos de estrés, la edad, IMC, actividad física, años de experiencia laboral ni años de experiencia en urgencias.

La FC-Basal fue de 77,06 (DE 15,8) pulsaciones/min, con un aumento significativo ($p=0,022$) con respecto a la FC-Posterior de 80,06 (DE 18,44) pulsaciones/min. Para la FC-Basal y FC-Posterior entre el grupo SCA y el grupo SRV (Figura 4B), no se encontraron diferencias significativas entre ambos grupos ($p=0,492$ y $p=0,447$, respectivamente). La TAS-Basal fue de 123,65 (DE 13,01) mmHg con un aumento significativo ($p<0,001$) con respecto a la TAS-Posterior de 140,31 (DE 17,83) mmHg. Para la TAS-Basal y TAS-Posterior entre el grupo SCA y el grupo SRV (Figura 4C), no se encontraron diferencias significativas entre ambos grupos ($p=0,221$ y $p=0,402$, respectivamente). La TAD-Basal fue de 74,65 (DE 7,89) mmHg con un aumento significativo ($p=0,004$) con respecto a la TAD-Posterior de 77,32 (DE 9,05) mmHg. Para la TAD-Basal y TAD-Posterior entre el grupo SCA y SRV (Figura 4D), no se encontraron diferencias significativas entre ambos grupos ($p=0,853$ y $p=0,771$, respectivamente).

6.3. RESULTADOS DEL ESTUDIO N°3

Para cada sujeto participante en el estudio, en el procesado de su vídeo, se han identificado los conjuntos de fotogramas consecutivos que se corresponden con fijaciones efectuadas en AOI. En base a la identificación de patrones visuales, entre los sujetos, se han obtenido mapas de calor y diagramas del seguimiento de la mirada basados en el comportamiento visual del sujeto que mejor realizan la evaluación de la escena.

Tras el análisis de los patrones visuales de la población estudiada, el 50% de los sujetos ha realizado la visualización de las dieciséis víctimas durante la visualización del video. Los mejores resultados los presentan los profesionales que acumulan entre cinco y diez años de experiencia, ya que son los profesionales que visualizan a todas las víctimas.

La otra mitad de los sujetos dejan al menos una víctima sin fijar. De esta porción de sujetos el 66% de ellos no visualiza una víctima muy grave. El 37,5%

no realiza la fijación de la mirada en una víctima clasificada como grave. El área de interés que agrupa las víctimas 6-9 es el área menos atendida. El 25% de los sujetos omiten las AOI como el remolque o el pallet.

Por consenso de expertos tras la visualización de los videos a doble ciego, se decidieron los patrones visuales que más se acercaban a la excelencia en cuanto a la clasificación de las víctimas. El factor de exclusión principal fue definido por no haber visualizado a todas las víctimas de la escena además del análisis de tiempo y número de fijaciones a las AOI. El patrón visual de excelencia visualiza a las 16 víctimas de la escena e invierte el 70% del tiempo total empleado en evaluar la pantalla. Todas las AOI acumulan proporciones similares de tiempo de atención excepto el AOI 2, 19 Y 21 que representan una víctima muy grave, el pallet y el remolque.

El mapa de calor muestra las áreas donde se ha realizado un mayor número de fijaciones y la distribución del tiempo invertido en las distintas AOI. La localización 2, 6-9, 11 y 15 son las áreas que reciben mayor número de fijaciones por parte del sujeto. El AOI 11 acumula un tiempo de fijación superior al invertido en víctimas de mayor gravedad. Este sujeto no presenta fijaciones fuera de la pantalla de visualización.

Al finalizar el video se solicitó a los participantes que informaran del número de víctimas presentes en el escenario. Los valores que se acercan más al número real son los ofrecidos por sujetos que acumulan una experiencia en el servicio entre cinco y diez años. A excepción de uno que ofrece la respuesta exacta y acumula más de 20 años de antigüedad.

Con el test de Stroop se ha evaluado la capacidad de seleccionar la información relevante de la escena y omitir los factores distractores ya que estos desvían la atención de las áreas realmente importantes. Los patrones visuales mejor resueltos coinciden con puntuaciones altas en el test de Stroop.

6.4. DISCUSION GLOBAL DE RESULTADOS

En España, la asistencia pre hospitalaria es competencia de los equipos de emergencias (5,38). Estos están formados por un médico, un enfermero y dos técnicos en emergencias sanitarias. Esta gran dotación de recursos humanos no es frecuente a nivel internacional (2,104). En otros países la asistencia es otorgada

por paramédicos o técnicos que tienen como objetivo principal el traslado, lo antes posible al hospital (45). Al disponer de la figura de un médico se puede aplicar tratamiento específico in situ y durante el traslado por lo que los resultados de morbi mortalidad mejoran mucho(114) . De este modo, en un IMV, donde todo es escaso y complicado en primera instancia, resulta interesante optimizar los recursos de los que se dispone, el triage avanzado META, que se propuso en 2011 (38), requiere de la cualificación y entrenamiento previo para ser aplicado, por lo que se decidió elaborar un simulacro con pacientes estandarizados y medir tiempos y resultados para evaluar su eficacia. Los tiempos de evacuación y tratamiento son más cortos si se realiza triage META, por lo que mejora los resultados de morbi mortalidad de las víctimas además de optimizar el uso de recursos disponibles (164). Los simulacros con pacientes estandarizados son costosos en tiempo y dinero (137). Su eficacia para entrenamiento está demostrada pero no se pueden realizar más de uno o dos al año (165), por lo que se intentó, con el uso de otras herramientas generar una biblioteca de casos que poder usar ilimitadamente y cuando el alumno quiera. Para ello se grabaron distintos escenarios para entrenar el triage y proyectarlo a través de realidad virtual (53). Al mismo tiempo se analizaron los niveles de alfa amilasa salivar para comprobar si este tipo de tecnología generaba estrés en los profesionales (166). El estrés, en ciertos niveles, favorece la fijación de conocimientos y hace, que al ser la experiencia sentida, perdure el conocimiento en el tiempo (167). Otro dispositivo novedoso es el SSM que permite explorar el patrón de fijaciones y miradas del sujeto que las lleva (168).

Con el uso de la simulación clínica , la realidad virtual y el sistema de seguimiento de la mirada, hemos podido recrear distintos escenarios de IMV para entrenar (93,169,170), desde habilidades técnicas a no técnicas como toma de decisiones (171). Además al analizar los resultados asistenciales obtenidos con el triage, se ha comprobado que se obtienen mejores resultados si se realiza triage avanzado en vez de triage básico en caso de que la primera unidad cuente con un médico (15,172,173). Tanto los pacientes estandarizados en un simulacro como los presentados a través de una grabación con un dispositivo de realidad virtual generan tasas elevadas de estrés y mejoran los resultados de aprendizaje por lo

que la RV puede utilizarse como herramienta pedagógica con resultados similares a la simulación clínica de alta fidelidad (4,52,174). Estudiar la respuesta ocular ante un IMV en profesionales de urgencias y emergencias es una línea novedosa con la que continuar el aumento de conocimiento (59,96,175). La elaboración de patrones visuales permitirá mejorar las estrategias de búsqueda visuales y valoración de las víctimas tal y como ocurre en el mundo deportivo (149,176), donde se utilizan los patrones visuales para detectar áreas de mejora y entrenar diversas cualidades.

Todo lo que se relaciona con los IMV es difícil de organizar y transmitir (2), bien sea por el automatismo (12) o por la variabilidad presente de unos a otros, estar preparados para participar en ellos es complejo (4,177). Además en España la formación postgrado no está regularizada. Cada profesional decide, en base a diversas motivaciones, el entrenamiento y formación posterior que realiza .

Por esto la realización de estos tres estudios aumenta ligeramente el cuerpo de conocimientos en esta materia, en el campo de formación y entrenamiento, pretendiendo aumentar su atractivo, con el objetivo de que si algún día, nos toca intervenir, seamos la mejor versión posible para asistir a las víctimas.

CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES

CAPITULO VII. CONCLUSIONES

7.1. CONCLUSION DERIVADA DEL ESTUDIO N° 1

El modelo de triage META optimiza la evacuación de pacientes en caso de IMV, mejorando los tiempos de evacuación en el caso de los pacientes rojos, y especialmente en los rojos quirúrgicos. Este hecho no va en detrimento del tratamiento de los pacientes, sino que además está íntimamente relacionado con una menor tasa de sobretatamiento y con una mejor tasa de tratamiento adecuado. Los resultados obtenidos nos pueden hacer establecer la hipótesis de que el META podría disminuir la mortalidad de los pacientes graves en caso de IMV, algo que debería de ser confirmado en estudios posteriores con pacientes reales.

7.2. CONCLUSION DERIVADA DEL ESTUDIO N° 2

Los resultados de este trabajo nos permiten concluir que la RV es un método igual de eficaz que la SC para entrenar la aplicación del triage básico (modelo START) en un IMV. Además, en base a los resultados de sAA, podemos afirmar que la SC provoca al alumno una experiencia formativa más estresante por lo que no debe ser sustituida, sino complementada con el uso de la RV.

7.3. CONCLUSION DERIVADA DEL ESTUDIO N° 3

El uso de la tecnología de seguimiento ocular permite la obtención de un patrón visual y un mapa de calor que cuantifica la atención del profesional en la tarea realizada. Estos resultados, desconocidos hasta ahora, permiten explorar como deciden los expertos en un IMV, para mejorar la enseñanza y la calidad asistencial y en un futuro permitirá explorar como el factor humano interviene en la resolución de los IMV.

CAPÍTULO VIII. APLICACIONES PRÁCTICAS

CAPITULO VIII. APLICACIONES PRACTICAS

El objetivo principal de esta Tesis Doctoral se encamina a la formación y mejora continua por parte de los profesionales que trabajan en emergencias. Así la aplicabilidad práctica principal que tiene este estudio queda definido por la mejora de la calidad y seguridad del paciente, a través de la mejor asistencia profesional.

Nuestros sistemas médicos de emergencias están dotados con personal altamente cualificado. La presencia de un médico y un enfermero en el lugar, permiten el inicio de la asistencia y tratamiento in situ. Este hecho repercute positivamente en la supervivencia de las víctimas, pero no solo estar cualificado se consigue. Los profesionales deben conocer y aplicar la mejor evidencia disponible para mejorar su actuación. De este modo, a través de la incorporación del triage avanzado META en los planes formativos, y formación postgrado, conseguiremos su divulgación y puesta en práctica en caso de que suceda un IMV ya que repercutirá positivamente en las secuelas de morbi mortalidad de las víctimas.

La RV presenta un sinnúmero de aplicaciones prácticas en distintas esferas. Por un lado ha demostrado su eficacia para entrenar en ciencias de la salud. En este aspecto destacan dos cosas: la primera que permite la creación de una biblioteca o registro de casos, unificando criterios. Esta cuestión cobra especial relevancia ya que podría utilizarse como herramientas de evaluación de competencias e idoneidad, como es el caso de la prueba MIR, que pretende establecer una evaluación práctica del residente a través de las ECOES (Evaluación Clínica Objetiva Estructurada). En segundo lugar, independiza al estudiante del docente y la institución. Los recursos elaborados con RV podrán utilizarse a cualquier hora y en cualquier lugar, las veces que se desee. Un tercer aspecto a considerar son el bajo costo que presenta. El recurso, una vez que se genera se puede utilizar en múltiples ocasiones, esta es la gran ventaja que presenta frente al entrenamiento con simulacros.

Por otro comienza a esbozarse un uso terapéutico de esta herramienta. Ya se ha definido la gran repercusión que tienen los IMV en las distintas esferas de la sociedad. Los IMV generan secuelas en los profesionales, en distintas esferas y no se abordan de ningún modo a día de hoy. La RV se está incluyendo en programas para el tratamiento del Síndrome de estrés posttraumático ya que la tecnología permite recrear cualquier evento y aderezarlo con elementos que sean necesarios.

La incorporación del SSM en el contexto sanitario tiene múltiples aplicaciones prácticas ya que permite el estudio de facetas desconocidas hasta ahora como es la cognición y como se toman decisiones en condiciones de estrés elevado. Aunque habitualmente no nos gusta evaluarnos, la autocítica es un modo eficaz para mejorar nuestra actuación. Este dispositivo permite utilizarlo durante la asistencia sanitaria por lo que las imágenes recogidas de la escena podrían utilizarse para autoevaluar la actuación profesional. Además en caso de un IMV, se tendría una grabación en primera persona de toda la escena. Sería como hacer una foto a cada víctima y donde se deriva, por ejemplo. Otra aplicación práctica que tiene el SSM es el entrenamiento de la estrategia visual de los técnicos de emergencias que conducen las ambulancias. La obtención de patrones visuales para entrenar la estrategia visual posee efectos beneficiosos que revertirán posteriormente en mejores resultados asistenciales. ,

La incorporación de nuevas tecnologías a la vez que hace mas atractiva y duradera la formación realizada. Además De esta manera, los profesionales que trabajan en emergencias invertirán sus esfuerzo sean mejores resultados para las víctimas. estarán en consonancia por lo propuesto por el plan de calidad .

CAPÍTULO IX. LIMITACIONES DE LOS ESTUDIOS

CAPITULO IX. LIMITACIONES DE LOS ESTUDIOS

9.1. LIMITACIONES DEL ESTUDIO N° 1

Científicas: El número bajo de alumnos y profesionales del que disponemos ($n < 30$) así como que el experimento se realiza en un ámbito simulado en vez de en una situación real.

Legales: La evaluación a los profesionales no se puede realizar durante la actividad profesional real debido al derecho a la intimidad de los pacientes y/o víctimas que se atienden.

Técnicas: el desarrollo de simulacros y grabaciones de escenarios conllevan un consumo elevado de recursos materiales y humanos elevados por lo que no se pueden desarrollar con la frecuencia deseada para realizar mayor número de mediciones durante los experimentos.

9.2. LIMITACIONES DEL ESTUDIO N° 2

La principal limitación del estudio es que los dos grupos no están formados por los mismos individuos por lo que puede existir una variabilidad debida a posibles variaciones personales, aunque tal y como se muestra en la sección de resultados, no existen diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos. Este diseño se programó con dicha estructura con el fin de evitar el efecto aprendizaje sobre la realización del triage de un grupo que ejecutara un ejercicio y posteriormente el otro.

9.3. LIMITACIONES DEL ESTUDIO N° 3

El tamaño muestral limitado nos impide generalizar los datos pero dado el carácter novedoso del estudio, suponen una nueva brecha donde investigar para mejorar en emergencias.

CAPÍTULO X. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

CAPITULO X. FUTURAS LINEAS DE INVESTIGACION

Las futuras líneas de investigación que aporta este trabajo se encaminan a destacar la importancia de recogida de datos en un IMV para así continuar investigando y aumentar el cuerpo de conocimientos científicos. La falta de algoritmos y protocolos generalizables es compleja en emergencias pero cuanto más ahondemos en su estudio, más cerca estaremos de establecerlos.

Las distintas modalidades de simulación nos permiten recrear entornos con los que poner en práctica nuevas estrategias como es el caso del Tiage avanzado META.

El desarrollo de la realidad virtual ha generado una nueva aplicación para el abordaje de fobias y síndrome de estrés postraumático, por lo que además de ser una herramienta pedagógica eficaz, debería estudiarse en profundidad su aplicación como tratamiento. Si queremos humanizar las emergencias, se deben destinar recursos a investigar cómo afectan los IMV a los profesionales que participan en ellos para diseñar programas y/o herramientas para abordarlos.

Para finalizar, los SSM son dispositivos ligeros similares a una gafa corriente. Esta cualidad permite incorporarlas en la rutina diaria ya que no interfieren en la realización de tareas y/o toma de decisiones. Su inclusión en ciencias de la salud es incipiente y en emergencias extrahospitalarias inexistente, por lo que supone un nuevo nicho donde explorar y recabar infinidad de datos. El SSM puede utilizarse en combinación con otros dispositivos como son la diadema o casco. Estos accesorios permiten estudiar variables fisiológicas como la frecuencia cardíaca o la sudoración para después integrar los resultados con un programa informático.

Como diseñar escenarios, la influencia del diseño en el patrón visual, que variables determinan la atención en una área u otra, o si existe una relación directa o indirecta entre ellas, es la tarea que tenemos por delante.

Este mundo aún desconocido podría ser la clave de la investigación y entrenamiento en IMV.

CAPÍTULO XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAPITULO XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Organización Panamericana de la Salud (OPS). Guía para el desarrollo de simulaciones y simulacros de emergencias y desastres. Washington, D.C.; 2010.
2. Park JO, Shin SD, Song KJ, Hong KJ, Kim J. Epidemiology of Emergency Medical Services-Assessed Mass Casualty Incidents according to Causes. *J Korean Med Sci.* marzo de 2016;31(3):449-56.
3. Lagadec P. Apprendre a gérer les crises. Sociétés vulnérables – Acteurs responsables. En Francia; 2003. p. 11. Disponible en: www.patricklagadec.net/fr/.
4. Andreatta PB, Maslowski E, Petty S, Shim W, Marsh M, Hall T, et al. Virtual reality triage training provides a viable solution for disaster-preparedness. *Acad Emerg Med Off J Soc Acad Emerg Med.* agosto de 2010;17(8):870-6.
5. World Health Organization Regional Office for Europe. Emergency medical services systems in the European Union : report of an assessment project co-ordinated by the World Health Organization [Internet]. Oporto; 2008 [citado 8 de septiembre de 2019]. 94 p. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/107916>
6. Bossaert LL. The complexity of comparing different EMS systems--a survey of EMS systems in Europe. *Ann Emerg Med.* enero de 1993;22(1):99-102.
7. Roudsari BS, Nathens AB, Arreola-Risa C, Cameron P, Civil I, Grigoriou G, et al. Emergency Medical Service (EMS) systems in developed and developing countries. *Injury.* septiembre de 2007;38(9):1001-13.
8. Al Sabei S, Lasater K. Simulation debriefing for clinical judgment development: A concept analysis. *Nurse Educ Today.* 2016;45:42-7.
9. Simó Meléndez S. MANUAL DE ACCIDENTES DE MÚLTIPLES VÍCTIMAS Y CATÁSTROFES. 2ª. Barcelona, España: Edicions FUB; 2018.
10. Álvarez Leiva C. "Gestión del caos": vulnerabilidad, impacto y demultiplicación. *EMERGENCIAS Y CATASTROFES.* 2000;1(4):203-8.
11. Fernández Otero CA. LOGISTICA SANITARIA EN SITUACIONES DE ATENCION A MULTIPLES VICTIMAS Y CATASTROFES. [Internet]. Vigo:

- IDEASPROPIAS; 2007 [citado 3 de septiembre de 2019]. 243 p. Disponible en: <https://www.agapea.com/libros/Logistica-Sanitaria-en-Situaciones-de-Atencion-a-Multiples-Victimas-y-Catastrofes-9788498391961-i.htm>
12. Prytz EG, Norén C, Jonson C-O. Fixation Differences in Visual Search of Accident Scenes by Novices and Expert Emergency Responders. *Hum Factors*. 2018;60(8):1219-27.
 13. Menchaca Anduaga M, Huerta Arroyo A, Cerdeira Varela J, Martínez Tenorio P, Anguita Leblic M, De Andrés Sánchez J, et al. Manual de Enfermería SUMMA112. Caminando hacia la excelencia en los cuidados avanzados. [Internet]. Madrid: Publica Madrid; 2014. Disponible en: <http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM017720.pdf>
 14. Rodríguez Soler A, Peláez Corres M, Jimenez Guadarrama L. Manual de triaje prehospitalario. 1ª. Madrid: Elsevier; 2008.
 15. Cuartas Alvarez T, Castro Delgado R, Arcos González P. Aplicabilidad de los sistemas de triaje prehospitalarios en los incidentes de múltiples víctimas: de la teoría a la práctica. *Emerg Rev Soc Esp Med Urgenc Emerg* [Internet]. 2014 [citado 29 de junio de 2018];26(2):147-54. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5427696>
 16. Hernández Rodríguez JE (coord) H. Gestión de incidentes de múltiples víctimas y catástrofes. Servicio de Publicaciones y Difusión Científica de la ULPGC; 2009. 248 p.
 17. Alvarez Leiva carlos. Múltiples víctimas y catástrofes. Arán Ediciones; 2008. 500 p.
 18. Segura Melgarejo F. Mejora de la calidad de la Resucitación Cardiopulmonar en adultos mediante herramientas innovadoras. [Murcia]: UCAM. Universidad Católica de Murcia; 2018.
 19. Callaway D, Bobko J, Smith ER, Shapiro G, McKay S, Anderson K, et al. Building community resilience to dynamic mass casualty incidents: A multiagency white paper in support of the first care provider. *J Trauma Acute Care Surg*. abril de 2016;80(4):665-9.
 20. Mitchell JT, Dyregrov A. Traumatic Stress in Disaster Workers and Emergency Personnel. En: Wilson JP, Raphael B, editores. *International Handbook of Traumatic Stress Syndromes* [Internet]. Boston, MA: Springer US;

CAPÍTULO XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 131

- 1993 [citado 5 de septiembre de 2019]. p. 905-14. (The Plenum Series on Stress and Coping). Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-1-4615-2820-3_76
21. Taylor AJW. Towards the classification of disasters and victims. *Traumatology*. 1999;5(2):No Pagination Specified-No Pagination Specified.
22. Stratton S. Frameworks for disaster research and evaluation. *Prehosp Disaster Med* [Internet]. 2015;5(27):547. Disponible en: <https://wadem.org/publications/frameworks/>
23. Perrin MA, DiGrande L, Wheeler K, Thorpe L, Farfel M, Brackbill R. Differences in PTSD prevalence and associated risk factors among World Trade Center disaster rescue and recovery workers. *Am J Psychiatry*. septiembre de 2007;164(9):1385-94.
24. Simón MA. Manual de psicología de la salud: fundamentos, metodología y aplicaciones [Internet]. 1999 [citado 3 de septiembre de 2019]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=452751>
25. Simpson LA, Grant L. Sources and magnitude of job stress among physicians. *J Behav Med*. febrero de 1991;14(1):27-42.
26. Jarero I. Primeros auxilios emocionales. [Internet]. México: Asociación Mexicana para la Ayuda Mental en Crisis.; 1998 [citado 19 de agosto de 2019]. Disponible en: [/core/journals/disaster-medicine-and-public-health-preparedness/most-cited](#)
27. Everly GS, Flannery RB, Eyster VA. Critical Incident Stress Management (CISM): A Statistical Review of the Literature. *Psychiatr Q* [Internet]. 1 de septiembre de 2002 [citado 5 de septiembre de 2019];73(3):171-82. Disponible en: <https://doi.org/10.1023/A:1016068003615>
28. Mitchell J, Everly G. Critical incident stress debriefing: An operations manual for the prevention of traumatic stress among emergency services and disaster workers. Ellicott City: Chevron Publishing; 1993.
29. Palacios Banchemo A. IMPACTO PSICOLÓGICO EN EL TRABAJO EN EMERGENCIAS Y DESASTRES EN EQUIPOS DE PRIMERA RESPUESTA. 2002.
30. Pichot P, López-Ibor Aliño JJ, Valdés Miyar M. Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales: DSM-IV. Barcelona: Masson; 2001.
31. Lorenzo Ruiz A, Guerrero Angeles EAG. Afectaciones psicológicas en

- personal de primera respuesta: ¿Trastorno por Estrés Postraumático o Estrés Traumático Secundario? *Rev Puertorriqueña Psicol* [Internet]. 2017 [citado 15 de julio de 2019];28(2):252-65. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6234347>
32. Real Academia Española. *Diccionario de la lengua española*. 23ª edición. Madrid: Espasa Libros, S. L. U; 2014.
33. De la Garza Villaseñor L, Dominique Jean Larrey. La cirugía militar de la Francia revolucionaria y el Primer Imperio. *Cirujano General*. 2004;26(1):59-66.
34. Castro Delgado, Correa Arango, A, Cuartas Álvarez, Arcos González. Bases conceptuales del triajeprehospitalario en incidentes de múltiples víctimas. *Jul-Dic* [Internet]. 2015;12(9):51-2. Disponible en: <<http://www.index-f.com/evidentia/n51-52/ev9878.php>>
35. Badiali S, Giugni A, Marcis L. Testing the START Triage Protocol: Can It Improve the Ability of Nonmedical Personnel to Better Triage Patients During Disasters and Mass Casualties Incidents? *Disaster Med Public Health Prep*. 2017;11(3):305-9.
36. Rábago Macho S. Triage en emergencias y catástrofes Nuevo reto para la enfermería. Revisión bibliográfica. Segunda parte. *Nuberos Científica* [Internet]. 2018 [citado 15 de julio de 2019];38-45. Disponible en: <http://ciberindex.com/index.php/nc/article/view/2638nc>
37. Montarelo Navajo A, Gamo Díaz GM, Garcia Gil A, Sanchez Perea J, Jimenez Barranco JA. Tarjeta de Triage Tassica 2: evaluación práctica de su funcionalidad operativa en incidentes con múltiples víctimas. *Puesta Al Día En Urgenc Emerg Catástrofes* [Internet]. 2010 [citado 5 de septiembre de 2019];10(3):123-32. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3782155>
38. Arcos González P, Castro Delgado R. Modelo extrahospitalario de triage avanzado (meta) para incidentes con múltiples víctimas. 2011.
39. Cuartas Álvarez T, Castro Delgado R. Incidentes de múltiples víctimas. Actuación prehospitalaria. *Manual de Medicina de Urgencia y Emergencia*. Oviedo: Universidad de Oviedo - Hospital Universitario Central de Asturias; 2009.
40. Daily E, Padjen P, Birnbaum M. A review of competencies developed for

disaster healthcare providers: limitations of current processes and applicability. *Prehospital Disaster Med.* octubre de 2010;25(5):387-95.

41. Hick JL, Ho JD, Heegaard WG, Brunette DD, Lapine A, Ward T, et al. Emergency medical services response to a major freeway bridge collapse. *Disaster Med Public Health Prep.* septiembre de 2008;2 Suppl 1:S17-24.

42. Göransson KE, Ehrenberg A, Ehnfors M. Triage in emergency departments: national survey. *J Clin Nurs.* octubre de 2005;14(9):1067-74.

43. Ferrandini Price M, Arcos González P, Pardo Ríos M, Nieto Fernández-Pacheco A, Cuartas Álvarez T, Castro Delgado R. Comparison of the Simple Triage and Rapid Treatment system versus the Prehospital Advanced Triage Model in multiple-casualty events. *Emerg Rev Soc Espanola Med Emerg.* agosto de 2018;30(4):224-30.

44. Arcos González PI, Castro Delgado R. Modelo extrahospitalario de triage avanzado (meta) para incidentes con múltiples víctimas. Madrid: Fundación Mapfre; 2011.

45. Arnold J, Dickinson G, Tsai M-C, Han D. A survey of emergency medicine in 36 countries. *CJEM.* 1 de mayo de 2001;3:109-18.

46. Petrino R. A curriculum for the specialty of emergency medicine in Europe. *Eur J Emerg Med Off J Eur Soc Emerg Med.* junio de 2009;16(3):113-4.

47. Directiva 2013/55/UE. Directiva 2013/55/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de noviembre de 2013, por la que se modifica la Directiva 2005/36/CE relativa al reconocimiento de cualificaciones profesionales y el Reglamento (UE) no 1024/2012 relativo a la cooperación administrativa a través del Sistema de Información del Mercado Interior (Reglamento IMI) Texto pertinente a efectos del EEE. 2013 p. 39.

48. Armengol JJG, Cepeda TT. Aprobada en España la especialidad de Medicina de Urgencias y Emergencias en el Cuerpo Militar de Sanidad: repercusiones. *Emerg Rev Soc Esp Med Urgenc Emerg [Internet].* 2016 [citado 8 de septiembre de 2019];28(1 (Febrero)):3-5. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5376569>

49. Nieto Fernández-Pacheco A. Aplicación de nuevas tecnologías en simulación de Incidentes de Múltiples Víctimas. [Murcia, España]: Universidad

Católica de Murcia. UCAM; 2018.

50. De Miguel DM M. Cambio de paradigma metodológico en la educación superior y exigencias que conlleva. 2005;16-27. Disponible en: Recuperado en www.Cuadernosie.info

51. Delors J. Los cuatro pilares de la educación” en La educación encierra un tesoro. Vol. Comisión internacional sobre la educación para el siglo XXI. Madrid, España: Santillana/UNESCO; 1996. 91-103 p.

52. Parsons JR, Crichlow A, Ponnuru S, Shewokis PA, Goswami V, Griswold S. Filling the Gap: Simulation-based Crisis Resource Management Training for Emergency Medicine Residents. *West J Emerg Med* [Internet]. enero de 2018 [citado 22 de enero de 2019];19(1):205-10. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5785195/>

53. Vázquez-Mata G. Realidad virtual y simulación en el entrenamiento de los estudiantes de medicina. Vol. 11. Viguera Editores SL; 2008. 29-31 p.

54. Maestre J, Rodrigo Sancho J, Rábago J, Martínez A, Rojo E, Del Moral I. Diseño y desarrollo de escenarios de simulación clínica: análisis de cursos para el entrenamiento de anesestesiólogos. *FEM* [Internet]. marzo de 2013;16(1). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4321/S2014-98322013000100009>

55. Kolb D. *Experiential learning: experience as the source of learning and development*. [Internet]. 2ª. Upper Saddle River, New Jersey 07458: Pearson Education, Inc.; 2015. Disponible en: <http://ptgmedia.pearsoncmg.com/images/9780133892406/samplepages/9780133892406.pdf>

56. Ericsson K. Deliberate practice and the acquisition and maintenance of expert performance in medicine and related domains. *Acad Med*. 2004;79(10 Suppl):70-81.

57. Szulewski A, Howes D. Combining First-Person Video and Gaze-Tracking in Medical Simulation: A Technical Feasibility Study [Internet]. *The Scientific World Journal*. 2014 [citado 15 de julio de 2019]. Disponible en: <https://www.hindawi.com/journals/tswj/2014/975752/>

58. Brindley P, Cardinal P. *Optimizing Crisis Resource Management to Improve Patient Safety and Team Performance A Handbook for Acute Care Health Professionals*. | AHRQ Patient Safety Network [Internet]. Canada: Royal

College of Physicians and Surgeons of Canada; 2017 [citado 28 de julio de 2019]. Disponible en: <https://psnet.ahrq.gov/resources/resource/31405/Optimizing-Crisis-Resource-Management-to-Improve-Patient-Safety-and-Team-Performance-A-Handbook-for-Acute-Care-Health-Professionals>

59. Hanhan J, King R, Harrison TK, Kou A, Howard SK, Borg LK, et al. A Pilot Project Using Eye-Tracking Technology to Design a Standardised Anaesthesia Workspace. *Turk J Anaesthesiol Reanim* [Internet]. diciembre de 2018 [citado 21 de agosto de 2019];46(6):411. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6223869/>

60. Siassakos D, Fox R, Bristowe K, Angouri J, Hambly H, Robson L, et al. What makes maternity teams effective and safe? Lessons from a series of research on teamwork, leadership and team training. *Acta Obstet Gynecol Scand*. noviembre de 2013;92(11):1239-43.

61. Ignacio J, Dolmans D, Scherpbier A, Rethans J-J, Chan S, Liaw SY. Stress and anxiety management strategies in health professions' simulation training: a review of the literature. *BMJ Simul Technol Enhanc Learn* [Internet]. 2016 [citado 29 de junio de 2018];2(2):42-6. Disponible en: [https://cris.maastrichtuniversity.nl/portal/en/publications/stress-and-anxiety-management-strategies-in-health-professions-simulation-training-a-review-of-the-literature\(a8cee9f6-645a-4c62-8850-392a22e78afe\).html](https://cris.maastrichtuniversity.nl/portal/en/publications/stress-and-anxiety-management-strategies-in-health-professions-simulation-training-a-review-of-the-literature(a8cee9f6-645a-4c62-8850-392a22e78afe).html)

62. Levine A I, DeMaria S, D. Schwartz A, Sim AJ. *The Comprehensive Textbook of Healthcare Simulation*. New York Heidelberg Dordrecht London: Springer; 2014.

63. Martínez Pérez O, Guasch Arévalo, E, Cueto Hernández I, Gilsanz Rodríguez F, González Garzón de Zumárraga B. *Manual práctico de emergencias obstétricas*. 1.ª ed. Madrid: INYECCMEDIA S.L; 2015.

64. Bluestone J, Johnson P, Fullerton J, Carr C, Alderman J, BonTempo J. Effective in-service training design and delivery: evidence from an integrative literature review. *Hum Resour Health*. 1 de octubre de 2013;11:51.

65. Amaya Afanador, A. Simulación clínica y aprendizaje emocional. *rev.colomb.psiquiatr*. 2012;41(1):44-51.

66. Vickers JN. Perception, Cognition, and Decision Training: The Quiet Eye

in Action. Human Kinetics; 2007. 292 p.

67. Haig K, Sutton S, Whittington J. SBAR: a shared mental model for improving communication between clinicians. *Jt Comm J Qual Patient Saf.* 2006;32:167-75.

68. Nielsen P, Mann S. Team Function in obstetrics to reduce Errors and Improve Outcomes. *Obstet Gyneocl Clin N Am.* 2008;35:81-95.

69. Cornthwaite K, Edwards S, Siassakos D. Reducing risk in maternity by optimising teamwork and leadership: an evidence-based approach to save mothers and babies. *Best Pract. Aug.* 2013;27(4):571-81.

70. Harvey A, Nathens A, Bandiera G, Leblanc V. Threat and challenge: cognitive appraisal and stress responses in simulated trauma resuscitations. *Med Educ.* 2010;44(6):587-94.

71. Prince C, Salas E. Team situation awareness, errors and crew resources management: research integration for training guidance. [Internet]. 2000. Disponible en: <http://www.ahrq.gov/professionals/education/curriculum-tools/teamstepps/instructor/index.html>

72. Gaba DM, Howard SK, Fish KJ, Smith BE, Sowb YA. Simulation-Based Training in Anesthesia Crisis Resource Management (ACRM): A Decade of Experience. *Simul Gaming* [Internet]. junio de 2001 [citado 27 de julio de 2019];32(2):175-93. Disponible en: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/104687810103200206>

73. Juguera Rodriguez L. La simulación como metodología de apoyo en cuidadores de personas con lesión medular. [Murcia]: UCAM. Universidad Católica de Murcia; 2016.

74. Newby J, Keast J, Adam W. Simulation of medical emergencies in dental practice: development and evaluation of an undergraduate training programme. *Australian Dental Journal.* 2010;55:399-404.

75. Murray DJ, Freeman BD, Boulet JR, Woodhouse J, Fehr JJ, Klingensmith ME. Decision making in trauma settings: simulation to improve diagnostic skills. *Simul Healthc J Soc Simul Healthc.* junio de 2015;10(3):139-45.

76. Stiegler MP, Gaba DM. Eye Tracking to Acquire Insight Into the Cognitive Processes of Clinicians: Is «Looking» the Same as «Seeing»? *Simul Healthc J Soc Simul Healthc.* octubre de 2015;10(5):329-30.

77. Fanning R, Gaba D. The Role of Debriefing in Simulation-Based Learning. *Simulation in Healthcare*. 2007;2(2):115-27.
78. Dittmar MS, Wolf P, Bigalke M, Graf BM, Birkholz T. Primary mass casualty incident triage: evidence for the benefit of yearly brief re-training from a simulation study. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* [Internet]. 27 de abril de 2018 [citado 7 de julio de 2018];26. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5923025/>
79. Achora S, Kamanyire JK. Disaster Preparedness. *Sultan Qaboos Univ Med J* [Internet]. febrero de 2016 [citado 3 de octubre de 2018];16(1):e15-9. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4746037/>
80. Mazuryk T, Gervautz M. Virtual Reality - History, Applications, Technology and Future. 30 de diciembre de 1999;
81. Backlund P, Heldal I, Engström H, Johannesson M, Lebram M. Collaboration Patterns in Mixed Reality Environments for a New Emergency Training Center. En: 2013 European Modelling Symposium. 2013. p. 483-8.
82. Drummond D, Hadchouel A, Tesnière A. Serious games for health: three steps forwards. *Adv Simul Lond Engl*. 2017;2:3.
83. Nicely S, Farra S. Fostering Learning Through Interprofessional Virtual Reality Simulation Development. *Nurs Educ Perspect*. octubre de 2015;36(5):335-6.
84. Pucher PH, Batrick N, Taylor D, Chaudery M, Cohen D, Darzi A. Virtual-world hospital simulation for real-world disaster response: Design and validation of a virtual reality simulator for mass casualty incident management. *J Trauma Acute Care Surg*. agosto de 2014;77(2):315-21.
85. Cone DC, Serra J, Kurland L. Comparison of the SALT and Smart triage systems using a virtual reality simulator with paramedic students. *Eur J Emerg Med Off J Eur Soc Emerg Med*. diciembre de 2011;18(6):314-21.
86. Luigi Ingrassia P, Ragazzoni L, Carengo L, Colombo D, Ripoll Gallardo A, Della Corte F. Virtual reality and live simulation: a comparison between two simulation tools for assessing mass casualty triage skills. *Eur J Emerg Med Off J Eur Soc Emerg Med*. abril de 2015;22(2):121-7.
87. Botella C, Serrano B, Baños RM, Garcia-Palacios A. Virtual reality

exposure-based therapy for the treatment of post-traumatic stress disorder: a review of its efficacy, the adequacy of the treatment protocol, and its acceptability. *Neuropsychiatr Dis Treat*. 2015;11:2533-45.

88. Castelnovo G, Pietrabissa G, Manzoni GM, Cattivelli R, Rossi A, Novelli M, et al. Cognitive behavioral therapy to aid weight loss in obese patients: current perspectives. *Psychol Res Behav Manag*. 2017;10:165-73.

89. Williams B, Qusted A, Cooper S. Can eye-tracking technology improve situational awareness in paramedic clinical education? *Open Access Emerg Med OAEM [Internet]*. 8 de noviembre de 2013 [citado 14 de enero de 2019];5:23-8. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4806815/>

90. Gegenfurtner A, Lehtinen E, Säljö R. Expertise Differences in the Comprehension of Visualizations: A Meta-Analysis of Eye-Tracking Research in Professional Domains. *Educ Psychol Rev - EDUC PSYCHOL REV*. 1 de diciembre de 2011;23:523-52.

91. Browning M, Cooper S, Cant R, Sparkes L, Bogossian F, Williams B, et al. The use and limits of eye-tracking in high-fidelity clinical scenarios: A pilot study. *Int Emerg Nurs [Internet]*. 1 de marzo de 2016 [citado 1 de agosto de 2019];25:43-7. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1755599X15000853>

92. O'Meara P, Munro G, Williams B, Cooper S, Bogossian F, Ross L, et al. Developing situation awareness amongst nursing and paramedicine students utilizing eye tracking technology and video debriefing techniques: a proof of concept paper. *Int Emerg Nurs*. abril de 2015;23(2):94-9.

93. Klausen A, Röhrig R, Lipprandt M. Feasibility of Eyetracking in Critical Care Environments - A Systematic Review. *Stud Health Technol Inform*. 2016;228:604-8.

94. Poole A, Ball LJ. Eye Tracking in Human-Computer Interaction and Usability Research : Current Status and Future Prospects. En 2004.

95. Hermens F, Flin R, Ahmed I. Eye movements in surgery : A literature review. *J Eye Mov Res [Internet]*. 28 de noviembre de 2013 [citado 7 de septiembre de 2019];6. Disponible en: <https://bop.unibe.ch/JEMR/article/view/2363>

96. Bortkiewicz A, Gadzicka E, Siedlecka J, Kosobudzki M, Dania M,

Szymczak W, et al. Analysis of bus drivers reaction to simulated traffic collision situations - eye-tracking studies. *Int J Occup Med Environ Health*. 3 de abril de 2019;32(2):161-74.

97. Sáez-Gallego NM, Vila-Maldonado S, Abellán J, Contreras Jordán OR. El comportamiento visual de bloqueadoras juveniles de voleibol y su relación con la precisión de su respuesta. *Cuad Psicol Deporte* [Internet]. mayo de 2015 [citado 7 de septiembre de 2019];15(2):143-54. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1578-84232015000200016&lng=en&nrm=iso&tlng=en

98. Vila-Maldonado S, Sáez-Gallego NM, Abellán J, García López LM. Análisis de la toma de decisiones en la acción de bloqueo en voleibol: Comparación entre jugadoras de élite y amateur. *Revista de Psicología del Deporte*. 2014;23(2):239-46.

99. Ley 16/2003, de 28 de mayo, de cohesión y calidad del Sistema Nacional de Salud. BOE 128, BOE-A-2003-10715 may 29, 2003 p. 46.

100. Dirección General de la Agencia de Calidad del SNS Oficina de Planificación Sanitaria y Calidad. Plan de Calidad para el Sistema Nacional de Salud [Internet]. 2010 [citado 6 de septiembre de 2019]. Disponible en: <https://www.msbs.gob.es/organizacion/sns/planCalidadSNS/home.htm>

101. Donabedian A. Una aproximación a la monitorización de la calidad asistencial (primera parte). *Control de calidad asistencial*. 1991;1(6):1-6.

102. Dagher M, Lloyd RJ. Developing EMS Quality Assessment Indicators. *Prehospital Disaster Med* [Internet]. marzo de 1992 [citado 8 de septiembre de 2019];7(1):69-74. Disponible en: <https://www.cambridge.org/core/journals/prehospital-and-disaster-medicine/article/developing-ems-quality-assessment-indicators/088CD7F8F767D418340A1A1F4639170A>

103. Jenkins JL, McCarthy ML, Sauer LM, Green GB, Stuart S, Thomas TL, et al. Mass-Casualty Triage: Time for an Evidence-Based Approach. *Prehospital Disaster Med* [Internet]. febrero de 2008 [citado 18 de agosto de 2019];23(1):3-8. Disponible en: <https://www.cambridge.org/core/journals/prehospital-and-disaster-medicine/article/masscasualty-triage-time-for-an-evidencebased->

approach/F6D96F8BCF56693C610DEF8689E8B1D4

104. Stiell IG, Nesbitt LP, Pickett W, Munkley D, Spaite DW, Banek J, et al. The OPALS Major Trauma Study: impact of advanced life-support on survival and morbidity. *CMAJ Can Med Assoc J J Assoc Medicale Can.* 22 de abril de 2008;178(9):1141-52.

105. Delgado RC, Arango AC, Alvarez TC, González PIA. Bases conceptuales del triaje prehospitalario en incidentes de múltiples víctimas. *Evidentia Rev Enferm Basada En Evid [Internet].* 2015 [citado 29 de junio de 2018];12(51):9. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5560036>

106. World Health Organization. Mass casualty management systems: strategies and guidelines for building health sector capacity. En Geneva; 2007.

107. Castro Delgado R, Naves Gómez C, Cuartas Álvarez T, Arcos González P. An epidemiological approach to mass casualty incidents in the Principality of Asturias (Spain). *Scand J Trauma Resusc Emerg Med [Internet].* 24 de febrero de 2016 [citado 29 de junio de 2018];24. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4765155/>

108. Lidal IB, Holte HH, Vist GE. Triage systems for pre-hospital emergency medical services - a systematic review. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med [Internet].* 2013 [citado 10 de septiembre de 2019];21:28. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3641954/>

109. Garner A, Lee A, Harrison K, Schultz CH. Comparative analysis of multiple-casualty incident triage algorithms. *Ann Emerg Med.* noviembre de 2001;38(5):541-8.

110. Kahn CA, Schultz CH, Miller KT, Anderson CL. Does START triage work? An outcomes assessment after a disaster. *Ann Emerg Med.* septiembre de 2009;54(3):424-30, 430.e1.

111. Rodríguez Soler A. Los sistemas de triaje en los servicios de emergencias españoles. Universidad de Oviedo; 2012.

112. Peleg K, Aharonson-Daniel L, Michael M, Shapira SC, Israel Trauma Group. Patterns of injury in hospitalized terrorist victims. *Am J Emerg Med.* julio de 2003;21(4):258-62.

113. Castro Delgado R, Arcos González P, Cuartas Alvarez T. Atentados terroristas y servicios médicos de emergencia: tiempo para la reflexión.

- Emergencias [Internet]. 2016 [citado 10 de septiembre de 2019];28:137-8. Disponible en: <http://publichealthdisasters.eu/atentados-terroristas-y-servicios-medicos-de-emergencia-tiempo-para-la-reflexion/>
114. Harmsen AMK, Giannakopoulos GF, Moerbeek PR, Jansma EP, Bonjer HJ, Bloemers FW. The influence of prehospital time on trauma patients outcome: a systematic review. *Injury*. abril de 2015;46(4):602-9.
115. Romero Pareja R. Triage del paciente traumatizado: evaluación de diversos parámetros prehospitalarios predictores de gravedad necesidad de intervención quirúrgica urgente y mortalidad. Tesis doctoral. 2016. [Oviedo]: Universidad de Oviedo,; 2016.
116. Romero R, Sanz Rosa D, Thuissard Vasallo I, Arcos González P, Castro Delgado R, Turégano Fuentes F. Análisis de la capacidad predictiva del Modelo Extrahospitalario de Triage Avanzado (META) respecto al resto de escalas de gravedad para la necesaria intervención quirúrgica urgente en pacientes politraumatizados. En Burgos; 2016.
117. Challen K, Walter D. Major incident triage: comparative validation using data from 7th July bombings. *Injury*. mayo de 2013;44(5):629-33.
118. Castro Delgado R. El modelo extrahospitalario de triage avanzado. edición española 2011; 4 (1): 72-75. 1. 2011;4:72-5.
119. McCoy CE, Menchine M, Sampson S, Anderson C, Kahn C. Emergency medical services out-of-hospital scene and transport times and their association with mortality in trauma patients presenting to an urban Level I trauma center. *Ann Emerg Med*. febrero de 2013;61(2):167-74.
120. Einav S, Feigenberg Z, Weissman C, Zaichik D, Caspi G, Kotler D, et al. Evacuation priorities in mass casualty terror-related events: implications for contingency planning. *Ann Surg*. marzo de 2004;239(3):304-10.
121. Frykberg ER. Medical management of disasters and mass casualties from terrorist bombings: how can we cope? *J Trauma*. agosto de 2002;53(2):201-12.
122. Brown JB, Rosengart MR, Forsythe RM, Reynolds BR, Gestring ML, Hallinan WM, et al. Not all prehospital time is equal: Influence of scene time on mortality. *J Trauma Acute Care Surg*. 2016;81(1):93-100.
123. Nieto Fernández-Pacheco A, Castro Delgado R, Arcos González P,

Navarro Fernández JL, Cerón Madrigal JJ, Juguera Rodríguez L, et al. Analysis of performance and stress caused by a simulation of a mass casualty incident. *Nurse Educ Today*. marzo de 2018;62:52-7.

124. Andreatta PB, Maslowski E, Petty S, Shim W, Marsh M, Hall T, et al. Virtual reality triage training provides a viable solution for disaster-preparedness. *Acad Emerg Med Off J Soc Acad Emerg Med*. agosto de 2010;17(8):870-6.

125. Galante JM, Jacoby RC, Anderson JT. Are surgical residents prepared for mass casualty incidents? *J Surg Res*. mayo de 2006;132(1):85-91.

126. Maran NJ, Glavin RJ. Low- to high-fidelity simulation - a continuum of medical education? *Med Educ*. noviembre de 2003;37 Suppl 1:22-8.

127. Tjomsland N, Baskett P, Asmund S, Laerdal. Resuscitation. mayo de 2002;53(2):115-9.

128. Hall RE, Plant JR, Bands CJ, Wall AR, Kang J, Hall CA. Human patient simulation is effective for teaching paramedic students endotracheal intubation. *Acad Emerg Med Off J Soc Acad Emerg Med*. septiembre de 2005;12(9):850-5.

129. Gutiérrez Maldonado. Aplicaciones de la realidad virtual en Psicología clínica. 4. 2002;2:92-126.

130. Foronda C, MacWilliams B, McArthur E. Interprofessional communication in healthcare: An integrative review. *Nurse Educ Pract*. julio de 2016;19:36-40.

131. Simuladores de realidad virtual | bioinformática médica [Internet]. [citado 27 de febrero de 2018]. Disponible en: <https://bioinformaticamedicablog.wordpress.com/2017/11/07/simuladores-de-realidad-virtual/>

132. Rocco- Muñoz C, Silva Breuer M. Una mirada histórica de la simulación en enfermería. *ALASIC*. 2012;

133. Brady M. How to improve patient care by learning from mistakes. *Emerg Nurse J RCN Accid Emerg Nurs Assoc*. febrero de 2013;20(9):32-5.

134. Gundry R, Siassakos D, Crofts J, Draycott T. SIMULATION TRAINING FOR OBSTETRIC PROCEDURES AND EMERGENCIES. *Fetal Matern Med Rev* [Internet]. noviembre de 2010 [citado 31 de enero de 2018];21(4):323-45. Disponible en: <https://www.cambridge.org/core/journals/fetal-and-maternal-medicine-review/article/simulation-training-for-obstetric-procedures-and-emergencies/A28E77954C423FEDCCFA661F722AF8A8>

135. Stansfield S, Shawver D, Sobel A, Prasad M, Tapia L. Design and Implementation of a Virtual Reality System and Its Application to Training Medical First Responders. *Presence Teleoperators Virtual Environ* [Internet]. 1 de diciembre de 2000 [citado 31 de enero de 2018];9(6):524-56. Disponible en: <https://doi.org/10.1162/105474600300040376>
136. Roy MJ, Sticha DL, Kraus PL, Olsen DE. Simulation and virtual reality in medical education and therapy: a protocol. *Cyberpsychology Behav Impact Internet Multimed Virtual Real Behav Soc*. abril de 2006;9(2):245-7.
137. Abellsson A, Rystedt I, Suserud B-O, Lindwall L. Mapping the use of simulation in prehospital care - a literature review. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 28 de marzo de 2014;22:22.
138. Daglius Dias R, Scalabrini Neto A. Stress levels during emergency care: A comparison between reality and simulated scenarios. *J Crit Care*. 2016;33:8-13.
139. Takai N, Yamaguchi M, Aragaki T, Eto K, Uchihashi K, Nishikawa Y. Effect of psychological stress on the salivary cortisol and amylase levels in healthy young adults. *Arch Oral Biol*. diciembre de 2004;49(12):963-8.
140. Valentin B, Grottke O, Skorning M, Bergrath S, Fischermann H, Rörtgen D, et al. Cortisol and alpha-amylase as stress response indicators during pre-hospital emergency medicine training with repetitive high-fidelity simulation and scenarios with standardized patients. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 8 de abril de 2015;23:31.
141. Youngblood P, Harter PM, Srivastava S, Moffett S, Heinrichs WL, Dev P. Design, development, and evaluation of an online virtual emergency department for training trauma teams. *Simul Healthc J Soc Simul Healthc*. 2008;3(3):146-53.
142. Vickers JN. Perception, cognition, and decision training: The quiet eye in action. Champaign, IL, US: Human Kinetics; 2007. xii, 267. (Perception, cognition, and decision training: The quiet eye in action).
143. Collette F, Hogge M, Salmon E, Van der Linden M. Exploration of the neural substrates of executive functioning by functional neuroimaging. *Neuroscience*. 28 de abril de 2006;139(1):209-21.
144. Welsh M. Developmental and Clinical Variations in Executive Functions. In: Molfese, D.L. and Molfese, V.J., Eds., *Developmental Variations in Learning*:

Applications to Social, Executive Function, Language, and Reading Skills, Erlbaum, Mahwah, 139-185. D. L. Mofese, V. J. Molfese. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.; 2002. 139-185 p.

145. Miguens I, Jiménez AJ, Soriano PL. Comparación del programa de formación de médicos residentes de la especialidad de Medicina de Urgencias y Emergencias con los programas de Medicina Interna, Medicina Intensiva, Anestesiología y Reanimación y Medicina Familiar y Comunitaria. *Emerg Rev Soc Esp Med Urgenc Emerg* [Internet]. 2015 [citado 24 de agosto de 2019];27(4 (Agosto)):267-79. Disponible en:

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5383890>

146. ReinaVaíllo R, Del Campo VL, Sanz Rivas D, Moreno Hernández FJM. Influencia del tamaño de la imagen sobre las estrategias de búsqueda visual en situación simulada del resto en tenis. *Rev Psicol Deporte* [Internet]. 2004 [citado 15 de julio de 2019];13(2):175-93. Disponible en:

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1047478>

147. Stroop JR. Studies of interference in serial verbal reactions. *J Exp Psychol*. 1935;18(6):643-62.

148. Jensen AR. Scoring the Stroop Test. *Acta Psychol (Amst)*. 1965;24(5):398-408.

149. Manzanares A, Menayo R, Segado F. Visual Search Strategy During Regatta Starts in a Sailing Simulation. *Motor Control* [Internet]. 1 de octubre de 2017 [citado 20 de agosto de 2019];21(4):413-24. Disponible en:

<https://journals.humankinetics.com/view/journals/mcj/21/4/article-p413.xml>

150. Pluijms JP, Cañal-Bruland R, Hoozemans MJM, Savelsbergh GJP. Visual search, movement behaviour and boat control during the windward mark rounding in sailing. *J Sports Sci*. 2015;33(4):398-410.

151. Williams AM, Davids K, Williams JGP. Visual perception and action in sports [Internet]. London: E. & F. N. Spon; 1999 [citado 1 de agosto de 2019]. Disponible en: <http://capitadiscovery.co.uk/newman-ac/items/192486>

152. White MR, Braund H, Howes D, Egan R, Gegenfurtner A, van Merriënboer JJG, et al. Getting Inside the Expert's Head: An Analysis of Physician Cognitive Processes During Trauma Resuscitations. *Ann Emerg Med*. septiembre de 2018;72(3):289-98.

153. Szulewski A, Gegenfurtner A, Howes DW, Sivilotti MLA, van Merriënboer JJG. Measuring physician cognitive load: validity evidence for a physiologic and a psychometric tool. *Adv Health Sci Educ Theory Pract.* octubre de 2017;22(4):951-68.
154. Haider null, Frensch null. The Role of Information Reduction in Skill Acquisition. *Cognit Psychol.* junio de 1996;30(3):304-37.
155. Haider H, Frensch PA. Eye movement during skill acquisition: More evidence for the information-reduction hypothesis. *J Exp Psychol Learn Mem Cogn.* 1999;25(1):172-90.
156. Kok EM, Jarodzka H, de Bruin ABH, BinAmir HAN, Robben SGF, van Merriënboer JJG. Systematic viewing in radiology: seeing more, missing less? *Adv Health Sci Educ [Internet].* 2016 [citado 7 de agosto de 2019];21:189-205. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4749649/>
157. Nielsona JA, Mamidala RN, Khan J. In-situ eye-tracking of emergency physician result review. *Stud Health Technol Inform.* 2013;192:1156.
158. Schultz CH, Koenig KL, Whiteside M, Murray R, National Standardized All-Hazard Disaster Core Competencies Task Force. Development of national standardized all-hazard disaster core competencies for acute care physicians, nurses, and EMS professionals. *Ann Emerg Med.* marzo de 2012;59(3):196-208.e1.
159. Szulewski A, Braund H, Egan R, Hall AK, Dagnone JD, Gegenfurtner A, et al. Through the Learner's Lens: Eye-Tracking Augmented Debriefing in Medical Simulation. *J Grad Med Educ.* junio de 2018;10(3):340-1.
160. Schubert CC, Denmark TK, Crandall B, Grome A, Pappas J. Characterizing novice-expert differences in macrocognition: an exploratory study of cognitive work in the emergency department. *Ann Emerg Med.* enero de 2013;61(1):96-109.
161. Fernandez-Pacheco AN, Rodriguez LJ, Price MF, Perez ABG, Alonso NP, Rios MP. Drones at the service for training on mass casualty incident: A simulation study. *Medicine (Baltimore).* junio de 2017;96(26):e7159.
162. Araya Molina C. *Psicología de la emergencia.* agosto de 1995 [citado 15 de julio de 2019]; Disponible en: <http://localhost:80/xmlui/handle/2012/1082>
163. Lorenz D, Armbruster W, Vogelgesang C, Hoffmann H, Pattar A, Schmidt D, et al. [A new age of mass casualty education?: The InSitu project: realistic

training in virtual reality environments]. *Anaesthesist*. septiembre de 2016;65(9):703-9.

164. Arcos González P, Castro Delgado R, Cuartas Alvarez T, Garijo Gonzalo G, Martinez Monzon C, Pelaez Corres N, et al. The development and features of the Spanish prehospital advanced triage method (META) for mass casualty incidents. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 29 de abril de 2016;24:63.

165. Abelsson A, Rystedt I, Suserud B-O, Lindwall L. Learning by simulation in prehospital emergency care - an integrative literature review. *Scand J Caring Sci*. junio de 2016;30(2):234-40.

166. Nater UM, Rohleder N. Salivary alpha-amylase as a non-invasive biomarker for the sympathetic nervous system: Current state of research. *Psychoneuroendocrinology* [Internet]. 1 de mayo de 2009 [citado 29 de junio de 2018];34(4):486-96. Disponible en: [https://www.psyneuenjournal.com/article/S0306-4530\(09\)00032-8/abstract](https://www.psyneuenjournal.com/article/S0306-4530(09)00032-8/abstract)

167. Mueller GR, Moloff AL, Wedmore IS, Schoeff JE, Laporta AJ. High intensity scenario training of military medical students to increase learning capacity and management of stress response. *J Spec Oper Med Peer Rev J SOF Med Prof*. 2012;12(2):71-6.

168. Gegenfurtner A, Lehtinen E, Säljö R. Expertise Differences in the Comprehension of Visualizations: a Meta-Analysis of Eye-Tracking Research in Professional Domains. *Educ Psychol Rev* [Internet]. [citado 30 de julio de 2019];23(4):523-52. Disponible en: https://www.academia.edu/24103559/Expertise_Differences_in_the_Comprehension_of_Visualizations_a_Meta-Analysis_of_Eye-Tracking_Research_in_Professional_Domains

169. Mundell WC, Kennedy CC, Szostek JH, Cook DA. Simulation technology for resuscitation training: a systematic review and meta-analysis. *Resuscitation*. septiembre de 2013;84(9):1174-83.

170. Pantelidis V. Reasons to Use Virtual Reality in Education and Training Courses and a Model to Determine When to Use Virtual Reality. *Themes in Science and Technology Education*. 2009;2(n1-2):59-70.

171. Flowerdew L, Brown R, Vincent C, Woloshynowych M. Identifying nontechnical skills associated with safety in the emergency department: a scoping

- review of the literature. *Ann Emerg Med.* mayo de 2012;59(5):386-94.
172. Culley JM, Svendsen E. A review of the literature on the validity of mass casualty triage systems with a focus on chemical exposures. *Am J Disaster Med.* 2014;9(2):137-50.
173. Heidaranlu E, Ebadi A, Khankeh HR, Ardalan A. Hospital Disaster Preparedness Tools: a Systematic Review. *PLoS Curr* [Internet]. 14 de septiembre de 2015 [citado 16 de octubre de 2018];7. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4575155/>
174. Brady S, Bogossian F, Gibbons K, Wells A, Lyon P, Bonney D, et al. A protocol for evaluating progressive levels of simulation fidelity in the development of technical skills, integrated performance and woman centred clinical assessment skills in undergraduate midwifery students. *BMC Med Educ.* 24 de mayo de 2013;13:72.
175. Damji O, Lee-Nobbee P, Borkenhagen D, Cheng A. Analysis of eye-tracking behaviours in a pediatric trauma simulation. *CJEM.* enero de 2019;21(1):138-40.
176. Manzanares A, Segado F, Menayo R. A Protocol for Recording Visual and Motor Behaviour for Scientific Support in the Teaching and Training of Sailing in a Simulator [Internet]. *The Journal of Navigation.* 2016 [citado 20 de agosto de 2019]. Disponible en: </core/journals/journal-of-navigation/article/protocol-for-recording-visual-and-motor-behaviour-for-scientific-support-in-the-teaching-and-training-of-sailing-in-a-simulator/7D253E10324F2ABF9012EB40AA3148A9>
177. Szulewski A, Roth N, Howes D. The Use of Task-Evoked Pupillary Response as an Objective Measure of Cognitive Load in Novices and Trained Physicians: A New Tool for the Assessment of Expertise. *Acad Med J Assoc Am Med Coll.* julio de 2015;90(7):981-7.

APÉNDICES

APENDICE I. PUBLICACIÓN ESTUDIO 1

Emergencias 2018;30:224-230

ORIGINAL

Comparación de los sistemas de triaje META y START en un ejercicio simulado de múltiples víctimas

Mariana Ferrandini Price^{1,2}, Pedro Arcos González¹, Manuel Pardo Ríos^{1,2}, Antonio Nieto Fernández-Pacheco^{1,3}, Tatiana Cuartas Álvarez^{1,4}, Rafael Castro Delgado^{1,4}

Objetivo. El objetivo principal fue comparar dos sistemas de triaje (Simple Triage and Rapid Treatment, START vs. Modelo Extrahospitalario de Triaje Avanzado, META) en un mismo incidente simulado de múltiples víctimas (IMV). Los objetivos secundarios fueron analizar los tiempos y el orden de evacuación, y la adecuación del tratamiento.

Método. Ensayo aleatorizado por conglomerados que incluyó 16 grupos de 4 miembros asignados al sistema de triaje START o META en un ejercicio simulado de gestión a las víctimas de un accidente aéreo. Se recogieron los tiempos y el orden de evacuación, y la adecuación del tratamiento.

Resultados. El tiempo de evacuación total fue de 48 min 39 s (DE 15 min 52 s) en el grupo START y de 48 min 4 s (DE 17 min 21 s) en el grupo META ($p = 0,829$). Los pacientes con necesidad de atención inmediata se evacuaron más rápidamente en el grupo META que en el START, tanto en el grupo completo (31 min 36 s [DE 8 min 27 s] vs 41 min 6 s [DE 10 min 39s]; $p = 0,024$) como en los que además precisaban tratamiento quirúrgico urgente (24 min 12 s [DE 4 min] vs 44 min 49 s [DE 8 min 36 s]; $p = 0,001$). El orden de evacuación de pacientes fue: los de necesidad de atención inmediata en las 19 primeras posiciones (14 de 19) y de atención inmediata con prioridad quirúrgica en las 14 primeras posiciones (5 de 14) en el grupo START; y los de necesidad de atención inmediata en las 14 primeras posiciones (14 de 14) y de atención inmediata y con prioridad quirúrgica en las 7 primeras posiciones (5 de 7) en el grupo META. La frecuencia de tratamiento adecuado fue de un 92% en el caso del META y de un 63% en el caso del START ($p = 0,023$).

Conclusiones. El triaje META, en comparación con el START, podría mejorar los tiempos extrahospitalarios y el orden de evacuación de los pacientes, especialmente en el caso de aquellos con necesidad de atención inmediata y de atención inmediata con prioridad quirúrgica, así como la adecuación del tratamiento, en los IMV.

Palabras clave: Servicios de emergencias médicas. Triaje. Simulación. Incidentes múltiples víctimas. Desastres.

Comparison of the Simple Triage and Rapid Treatment system versus the Prehospital Advanced Triage Model in multiple-casualty events

Objectives. The main purpose of this simulation of a multiple-casualty event was to compare the performance of 2 triage methods: the Simple Triage and Rapid Treatment (START) system and the Prehospital Advanced Triage Model (META in its Spanish acronym). The secondary objectives were to analyze times, order of evacuations, and appropriateness of treatments.

Methods. Cluster randomized trial that included 16 groups assigned to use either the START system or the META for managing casualties in a simulated event (an airline crash). Each group had 4 members. We recorded times, order of evacuation, and appropriateness of treatment.

Results. The mean (SD) evacuation time was 48 minutes and 39 seconds (15 minutes, 52 seconds) in the START arm and 48 minutes and 4 seconds (17 minutes, 21 seconds) in the META arm ($P=0.829$). The patients with greatest need of immediate care were evacuated more quickly in the META arm (31 minutes and 36 seconds [8 minutes, 27 seconds]) than in the START arm (41 minutes and 6 seconds [10 minutes, 39 seconds]) ($P=0.024$). Evacuation of the subgroup of patients requiring emergency surgery was also faster in the META arm (24 minutes and 12 seconds [4 minutes]) than in the START arm (44 minutes and 49 seconds [8 minutes, 36 seconds]) ($P=0.001$). Analysis of the order of evacuation under the 2 triage systems revealed that 14 of the first 19 patients evacuated required immediate medical care and 5 of the first 14 evacuated required priority surgical treatment in the START arm. In the META arm, all of the first 14 patients evacuated required immediate medical care and 5 of the first 7 patients evacuated required priority surgical treatment. The rate of appropriate treatment was 92% in the META arm and 63% in the START arm ($P=0.023$).

Conclusions. Use of the META system might improve prehospital times and the order of evacuation of patients, particularly patients who need immediate medical care or urgent surgery. The META might also increase the likelihood of appropriate treatment in multiple-casualty events.

Keywords: Emergency health care. Triage. Training simulations. Multiple-casualty incidents. Disasters.

Filiación de los autores: Urgencias y Emergencias 061 de la Región de Murcia, España. Universidad Católica de Murcia (UCAM), España. Unidad de Investigación en Emergencia y Desastre, Departamento de Medicina, Universidad de Oviedo, España. SAMU-Asturias, España.

Contribución de los autores: Todos los autores han confirmado su autoría en el documento de responsabilidades del autor, acuerdo de publicación y cesión de derechos a EMERGENCIAS.

Autor para correspondencia: Rafael Castro Delgado. Unidad de Investigación en Emergencia y Desastre, Facultad de Medicina Área de Medicina Preventiva y Salud Pública. Avda. Julián Clavería, 6 33006 Oviedo, España.

Correo electrónico: castroraf@uniovi.es

Información del artículo: Recibido: 4-9-2017 Aceptado: 25-1-2018 Online: 23-3-2018

Editor responsable: Francisco Javier Martín-Sánchez, MD, PhD.

Introducción

Los incidentes de múltiples víctimas (IMV) son definidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como sucesos que generan un número de pacientes simultáneos que no pueden ser manejados con los recursos locales siguiendo los procedimientos rutinarios¹. En estas situaciones, que ocurren más frecuentemente de lo creído², el profesional sanitario aplica, bajo un entorno de presión, sus conocimientos y habilidades prácticas para lograr una correcta asistencia sanitaria³.

Los sistemas de triaje en IMV nos permiten clasificar a los pacientes en función de su prioridad de atención y pronóstico vital⁴. No existe suficiente evidencia sobre su efectividad⁵ y su uso en situaciones reales⁶. Los más utilizados han sido estudiados, documentando datos sobre su sensibilidad y especificidad⁷, incluyendo pacientes traumáticos que no proceden de un IMV, es decir, sin tener en consideración el potencial caos ocurrido ni las dificultades de evacuación. Uno de los sistemas de triaje más conocidos es el START (Simple Triage and Rapid Treatment)⁸, etiquetado como un sistema de triaje básico porque utiliza parámetros fisiológicos comunes en la evaluación de los pacientes. El Modelo Extrahospitalario de Triage Avanzado (META) fue desarrollado en el año 2011, bajo la coordinación de la Unidad de Investigación en Emergencia y Desastres de la Universidad de Oviedo, con el fin de mejorar el triaje de IMV⁹. Se considera un sistema de triaje avanzado que trata de priorizar a pacientes quirúrgicos que se benefician de traslado rápido a un hospital sin demorarse por la realización de técnicas en la escena de dudoso beneficio⁹. Aunque el uso de sistemas de triaje básicos y avanzados debe realizarse de una manera secuencial en caso de IMV, el triaje START, en ocasiones, es el único sistema utilizado en el ámbito extrahospitalario¹⁰. El triaje META está actualmente incorporado en los procedimientos asistenciales del SAMU-Asturias y del Sistema d'Emergències Mèdiques de Catalunya ante un IMV.

Los circunstancias actuales a los que se enfrenta nuestra sociedad, como los atentados terroristas, pueden ocasionar IMV¹¹ que requieran la identificación precoz de pacientes quirúrgicos graves, para priorizar su evacuación y traslado a los centros oportunos¹² y, sobre todo, de aquellos con inestabilidad hemodinámica que se benefician de tiempos breves de traslado al hospital¹³. En este sentido, el triaje META podría ser un método adecuado a aplicar en estas circunstancias, ya que ha mostrado que los pacientes clasificados como rojos quirúrgicos precisan con más frecuencia una intervención quirúrgica y se asocian a una mayor mortalidad¹⁴. Por ello, los pacientes que cumplieran los criterios propuestos por el META para una valoración quirúrgica urgente deberían priorizarse frente al resto a la hora del traslado a un centro útil, así como minimizar las intervenciones que puedan prolongar el tiempo en la escena¹⁵. Experiencias previas del triaje en atentados terroristas han hallado que pacientes que inicialmente caminaban, clasificados como verdes, precisaron cirugía urgente posteriormente¹⁶.

Teniendo en cuenta lo anteriormente escrito, se planteó la hipótesis sobre si el uso de un sistema de triaje avanzado, y en concreto el META, permitiría optimizar la evacuación de pacientes graves en un IMV en comparación con el triaje básico. Por ello, el objetivo principal de este estudio fue comparar el uso de dos sistemas de triaje (START vs META) en un mismo IMV simulado. Los objetivos secundarios fueron analizar los tiempos y el orden de evacuación, y la adecuación del tratamiento.

Método

Ensayo aleatorizado por conglomerados, cuya unidad de aleatorización fue un equipo sanitario a uno de los dos sistemas de triaje, que comparó la gestión de las víctimas de un ejercicio de simulación llevado a cabo el 10 de febrero de 2017, dentro del Plan Sectorial Sanitario del Plan Territorial de Protección Civil de la Región de Murcia (PLATEMUR) con la colaboración de la Universidad Católica de Murcia (UCAM) y la Universidad de Murcia (UMU). El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Gerencia de Urgencias y Emergencias 061 de la Región de Murcia (GUERM-061). Todos los participantes consintieron a participar por escrito.

Los 16 equipos sanitarios, compuestos por cuatro miembros cada uno (un enfermero del Máster de Emergencias de la UCAM, un estudiante de Medicina, un estudiante de Enfermería, y un estudiante de Técnico en Emergencias Sanitarias), fueron asignados al azar, mediante el software Excell (VisualBasic[®]), entre los dos grupos de estudio (8 grupo START y 8 grupo META). El ejercicio de simulación fue la gestión de la atención a las víctimas de un accidente aéreo. El escenario contaba con las mismas víctimas en número, tipo y descripción de lesiones para ambos grupos (9 pacientes con necesidad de atención inmediata, 5 pacientes con necesidad de atención inmediata con prioridad quirúrgica y 14 pacientes sin necesidad de atención inmediata). Dentro de cada grupo de estudio, se hizo el reparto de roles por equipos de forma aleatorizada en los subgrupos de triaje o sectorización y tratamiento. Las instrucciones a los equipos sanitarios fueron sectorizar, clasificar, tratar y evacuar a las víctimas según el sistema de triaje del grupo al que estaba asignado. Todos los participantes recibieron 8 horas de formación teórica, previa a la realización del ejercicio, sobre la asistencia a IMV y resolución de los casos mediante el sistema START. Una vez divididos los grupos, los equipos del grupo META recibieron una formación complementaria sobre este sistema de triaje mientras que los del grupo START recibían una formación de refuerzo.

El proceso de triaje avanzado definido por el triaje META consta de cuatro fases: 1) triaje de estabilización según la valoración primaria del paciente traumatizado; 2) identificación del paciente con criterios de valoración quirúrgica para decidir una evacuación rápida sin pasar por la zona de asistencia sanitaria; 3) estabilización y valoración de las lesiones; 4) triaje de evacuación para decidir el orden de evacuación de los pacientes a los

Ferrandini Price M, et al. Emergencias 2018;30:224-230

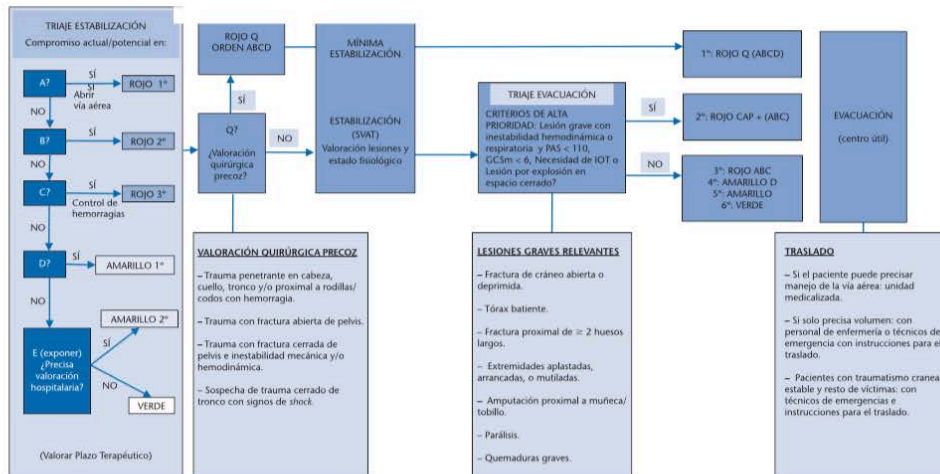


Figura 1. Esquema del Triage Avanzado META. PAS: presión arterial sistólica; IOT: intubación orotraqueal.

que se les ha proporcionado asistencia sanitaria y valoración en el puesto sanitario⁹ (Figura 1). El sistema de triaje START sigue un flujo de decisiones donde todo paciente que camina es clasificado como de baja prioridad (verde), posteriormente evalúa la respiración (si res-

pira o no y la frecuencia respiratoria), la circulación (relleno capilar y pulso radial) y el estado neurológico (si obedece órdenes sencillas), y en función de estos parámetros establece la prioridad de asistencia del paciente (Figura 2).

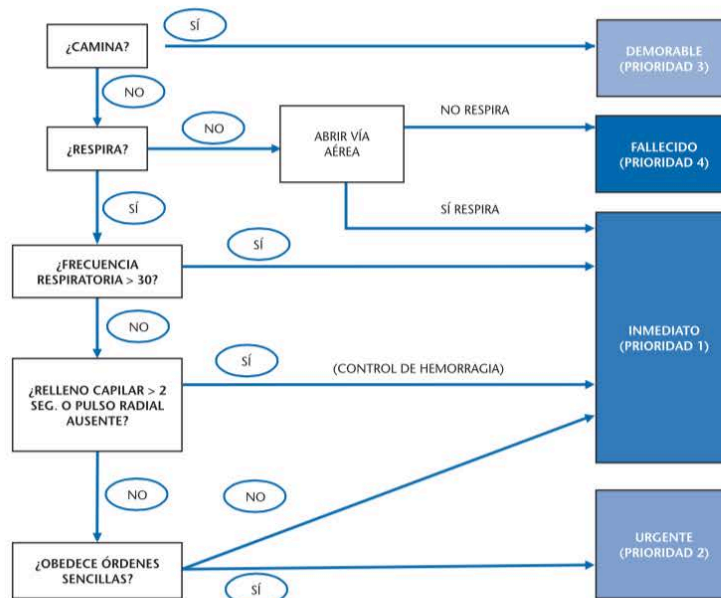


Figura 2. Esquema del Triage START.

Tabla 1. Estimación teórica de los tiempos de ejecución de las técnicas

Técnica	Tiempo de ejecución (segundos)
Analgesia	50
Suero fisiológico	120
Manta térmica	10
Oxígeno	20
Tiempo sedación	100
Intubación orotraqueal	600
Colocación de férula	100
Collarín cervical	50
Inmovilización	350
Drenaje neumotórax	240

Se recogió la edad, el peso, la altura, el índice de masa corporal, el tiempo de actividad física semanal en horas, el número de participaciones en simulaciones IMV, y la experiencia profesional en años, en el caso para los enfermeros alumnos del Máster de Emergencias. Las variables de resultado fueron el tiempo total de evacuación de cada paciente, definido como el tiempo que transcurre desde el inicio del ejercicio hasta que el personal sanitario ordena la evacuación del paciente; el orden de evacuación, definido como el orden en que cada paciente es evacuado; y tratamiento aplicado, diferenciándolo entre adecuado, sobretreatmento e infratreatmento. Para establecer el manejo clínico adecuado durante el proceso asistencial, un grupo de 4 expertos (2 médicos y 2 enfermeros), con amplia experiencia en asistencia extrahospitalaria, determinaron cuáles eran las técnicas adecuadas a realizar en cada paciente. Para calcular el tiempo asistencial teórico total en cada paciente antes de su evacuación, se asignó un tiempo estimativo a cada técnica realizada, según el modelo de Lennquist¹⁷. En nuestro caso, un grupo de 10 expertos en asistencia extrahospitalaria (5 médicos y 5 enfermeros) estimaron el tiempo de aplicación de cada técnica (Tabla 1). Estos mismos 10 expertos recogieron la información del tiempo y la prioridad de la evacuación *in situ* tras el simulacro, para posteriormente analizar los tratamientos aplicados que se habían recogido en las fichas de evaluación. Para asegurar un enmascaramiento del análisis, los profesionales no conocían el grupo al que estaban evaluando.

Los datos se describen mediante frecuencia absoluta y relativa, media y desviación típica. Para la comparación de los resultados entre los dos grupos del estudio, se utilizó el test de la t de Student para las variables cuantitativas, y el test de la ji-cuadrado para las variables cualitativas. Se aceptó que la diferencia entre los grupos era estadística significativa si el valor de p era inferior a 0,05. El procesamiento y análisis de los datos se realizó mediante el paquete estadístico IBM SPSS 21.0 (Armonk, NY, EE.UU.).

Resultados

La Tabla 2 muestra las características de los sujetos incluidos en cada grupo de intervención. El tiempo

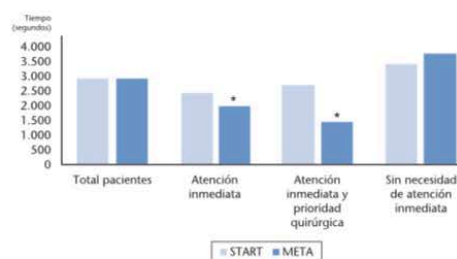
Tabla 2. Características de los participantes en ambos grupos de estudio

	Triaje START (N= 32) Media (DE)	Triaje META (N= 32) Media (DE)	p
Edad (años)	26,73 (5,16)	25,47 (6,71)	0,579
Peso (kg)	66,11 (14,68)	67,44 (18,28)	0,188
Altura (m)	1,68 (0,85)	1,69 (0,09)	0,843
IMC (kg/m ²)	22,79 (2,86)	23,06 (4,37)	0,223
Actividad física (horas/semana)	3,81 (2,97)	4,14 (4,39)	0,324
Experiencia profesional (años)	5,33 (3,09)	4,98 (4,2)	0,245
Experiencia profesional en servicios de urgencias y/o emergencias (años)	2,66 (1,15)	2,78 (1,59)	0,761
Número de participaciones en simulacros	1,31 (0,25)	1,28 (0,18)	0,815

IMC: índice de masa corporal; DE: desviación estándar.

medio de evacuación del total de pacientes fue de 48 min 39 s (DE 15 min 52 s) en el grupo START y de 48 min 4 s (DE 17 min 21 s) en el grupo META ($p = 0,829$). Cuando se analizó el tiempo de evacuación entre todos los pacientes clasificados como de atención inmediata, el tiempo medio de evacuación fue de 41 min 6 s (DE 10 min 39 s) en el caso del grupo START y de 31 min 36 s (DE 8 min 27 s) en el caso del grupo META (diferencia de medias: 9 min 10 s [IC95% 9 min 10 s a 10 min 13 s]; $p = 0,024$). En el caso de los pacientes con necesidad de atención inmediata y prioridad quirúrgica el tiempo medio de evacuación fue de 44 min 49 s (DE 8 min 36 s) en el grupo START con 24 min 12 s (DE 4 min) en el caso del grupo META (diferencia de medias: 20 min 37 s [IC95% 10 min 48 s a 30 min 24 s]; $p = 0,001$). Por el contrario, los pacientes sin necesidad de atención inmediata se evacuaron en 56 min 40 s (DE 15 min 27 s) en el grupo START y en 62 min 41 s (DE 8 min 16 s) en el META ($p = 0,582$) (Figura 3).

En lo que corresponde al orden de evacuación, los 14 pacientes con necesidad de atención inmediata fueron evacuados en las 19 primeras posiciones (14 de 19) en el caso del grupo START, lo que implica que la evacuación de 5 pacientes sin necesidad de atención inmediata se priorizó sobre pacientes más graves, y los 5 pacientes con necesidad de atención inmediata con prioridad quirúrgica se evacuaron en las primeras 14

**Figura 3.** Tiempos medios de evacuación total y nivel de prioridad según el tipo de triaje. * $p < 0,05$.

posiciones (5 de 14). Sin embargo, la evacuación de los 14 pacientes con necesidad de atención inmediata se priorizó sobre el resto (14 de 14), y los 5 pacientes con necesidad de atención inmediata y con prioridad quirúrgica fueron evacuados en las 7 primeras posiciones (5 de 7) en el grupo META. El último paciente con necesidad de atención inmediata fue evacuado en 44 min 30 s, y en 30 min 11 s el último con necesidad de atención inmediata y prioridad quirúrgica en el grupo META, y en 55 min 6 s el último paciente con necesidad de atención inmediata, y en 46 min 23 s el último con necesidad de atención inmediata y prioridad quirúrgica en el grupo START (Figura 4).

En referencia a la adecuación del tratamiento, se documentaron diferencias estadísticamente significativas en el abordaje global de los pacientes ($p = 0,035$). Se halló un tratamiento correcto en un 63% de los casos en el grupo START y un 92% en el grupo del META ($p = 0,023$) (Figura 4). Con respecto al tiempo invertido en tratar a cada paciente, la media fue de 7 min 36 s (DE 5 min 45 s) en el grupo START y de 6 min 30 s (DE 4 min 4 s) en el grupo META ($p = 0,507$).

Discusión

La dificultad de la investigación sobre triaje en IMV en incidentes reales radica en la imposibilidad para reproducir el fenómeno de estudio y la dificultad de obtener datos fiables¹⁵. Por ello, el análisis de ejercicios simulados es posiblemente la única herramienta para poder contrastar hipótesis. En este sentido, y aunque las circunstancias no serán nunca iguales, entendemos que el diseño aportado por el presente estudio contaría con el mayor rigor científico posible de cara a la validez de los resultados.

El triaje META fue inicialmente diseñado para ser aplicado por personal médico y de enfermería con conocimientos de soporte vital avanzado en el paciente politraumático grave. La razón para su desarrollo fue la consideración del triaje START como un método demasiado básico para ser usado como sistema de triaje único por parte de los sistemas de emergencias médica en España¹⁶. Ya desde su diseño inicial, se planteaba la necesidad de identificar precozmente a determinados pacientes que se beneficiaban de traslado rápido a centro

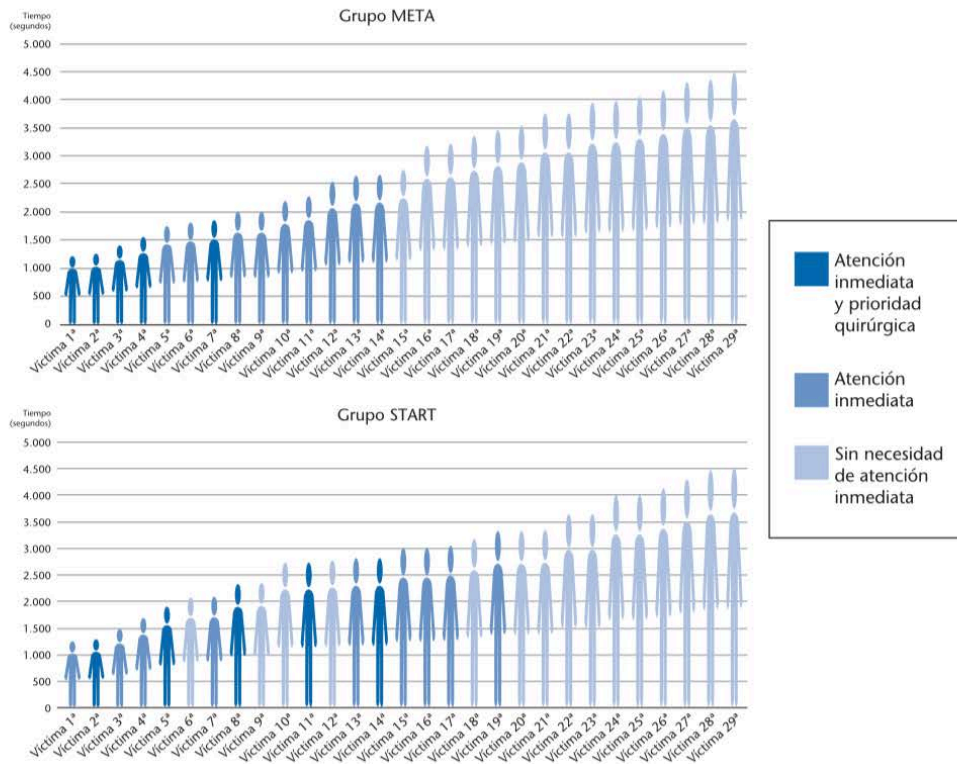


Figura 4. Distribución de las víctimas según el nivel de prioridad, el orden y los tiempos de evacuación según el tipo de triaje.

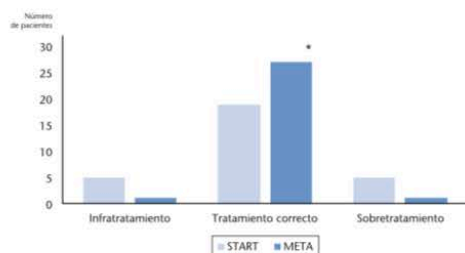


Figura 5. Grado de adecuación del tratamiento según el tipo de triaje. * $p < 0,05$.

quirúrgico y cuyo traslado no debería demorarse con técnicas de escasa utilidad ya que podría aumentar la mortalidad¹⁹. La evacuación prioritaria de estos pacientes quirúrgicos que no se benefician de intervenciones extrahospitalarias tiene un doble efecto. Por un lado, se les proporciona traslado rápido para el tratamiento quirúrgico que precisan, y por otro, se dedican recursos extrahospitalarios a tratar a pacientes que sí se benefician desde el punto de vista clínico de intervenciones extrahospitalarias. Además, la evacuación de pacientes en IMV puede verse retrasada por las dificultades de manejo propias de estas situaciones²⁰. Estos dos hechos refuerzan aún más la necesidad de optimizar la asistencia inicial y el traslado de los pacientes graves en caso de IMV.

El tiempo total de evacuación de todos los pacientes fue similar en ambos grupos. Sin embargo, al analizar la distribución de pacientes en la ventana de evacuación, en el grupo del META se consiguió priorizar la evacuación de los pacientes con necesidad de atención inmediata, y entre ellos, especialmente de aquellos pacientes con necesidad de atención inmediata y prioridad quirúrgica. La evacuación de pacientes más graves se vio retrasada en el grupo START, ya que algunos pacientes sin necesidad de evacuación inmediata se trasladaron antes y no se priorizaron los quirúrgicos entre los pacientes graves. Esto refleja el coste de oportunidad que se observa en un IMV al tratar antes a pacientes no prioritarios que los prioritarios. El sobretriage ligado al uso del START ha sido descrito previamente⁹. Una sencilla interpretación de estos resultados nos podría hacer pensar que el triaje META se limita a identificar pacientes graves y decidir su evacuación, lo que implicaría que estaríamos ante un mero método de selección de pacientes. Sin embargo, cuando analizamos el tratamiento, el porcentaje de sobretratamiento fue menor en el grupo META, optimizando así el tiempo que se invirtió en cada paciente grave. Este resultado podría ir en consonancia con el obtenido en estudios previos donde se halló que el sobretriage aumenta la mortalidad global en determinados IMV²¹. Además, el porcentaje de tratamiento correcto fue mejor en el caso del grupo META. En resumen, los pacientes del grupo META se trataron mejor y se invirtió menos tiempo en su tratamiento.

El menor tiempo de evacuación de los pacientes que precisan atención inmediata, y en especial de los

que tienen además prioridad quirúrgica, en el caso del triaje META nos podría hacer pensar que la aplicación del META podría disminuir la mortalidad por traumatismos cuyo tratamiento definitivo fuese tiempo-dependiente²². Sin embargo, la confirmación de esta hipótesis precisaría de la realización de futuros estudios prospectivos realizados con pacientes en la vida real.

Entre las limitaciones del estudio se podrían destacar la dificultad de simular dos siniestros exactamente iguales, aunque los tiempos totales de evacuación similares nos hacen pensar que ambos ejercicios se desarrollaron de manera bastante parecida. En segundo lugar, la estimación del tratamiento adecuado en cada paciente así como de los tiempos teóricos asignados a cada técnica fueron por consenso, aunque entendemos que esto no afectó a los resultados ya que su aplicación fue la misma en ambos ejercicios. En tercer lugar, al tratarse de un estudio piloto no se determinó un tamaño de la muestra, lo cual podría haber afectado a la potencia del estudio. Por último, existió dificultad de aplicar técnicas de enmascaramiento a la hora de la medición de los resultados.

En conclusión, el triaje META, en comparación con el START, podría mejorar los tiempos y el orden de evacuación de los pacientes, especialmente en el caso de aquellos más graves y sobre todo en los que podrían precisar cirugía vital urgente, así como la adecuación del tratamiento en los IMV.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de interés en relación con el presente artículo.

Financiación

Los autores declaran la no existencia de financiación en relación al presente artículo.

Responsabilidades éticas

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Gerencia de Urgencias y Emergencias 061 de la Región de Murcia (GUERM-061), por la dirección de cada uno de los centros donde se realizó.

Todos los pacientes otorgaron su consentimiento para participar en el estudio.

Todos los autores han confirmado el mantenimiento de la confidencialidad y respeto de los derechos de los pacientes en el documento de responsabilidades del autor, acuerdo de publicación y cesión de derechos a EMERGENCIAS.

Artículo no encargado por el Comité Editorial y con revisión externa por pares

Agradecimientos

Los autores quieren agradecer a D. Jesús Abrisqueta García (Médico Coordinador de Formación e Investigación de la Gerencia de Urgencias y Emergencias 061 de la Región de Murcia) y al D. Juan Sevilla (Comandante Enfermero de la Base Aérea Militar de Alcantarilla) toda su ayuda en el desarrollo y coordinación en la realización del simulacro realizado.

Bibliografía

- 1 World Health Organization. Mass casualty management systems: strategies and guidelines for building health sector capacity. Ginebra; 2007.
- 2 Castro Delgado R, Naves Gómez C, Cuartas Álvarez T, Arcos González P. An epidemiological approach to mass casualty incidents in the Principality of Asturias (Spain). *Scand J Trauma Resus Emerg Med.* 2016;24:18.
- 3 Cuartas Álvarez T, Castro Delgado R. Incidentes de múltiples víctimas. Actuación prehospitalaria. En: Manual de Medicina de Urgencia y Emergencia. Oviedo: Universidad de Oviedo - Hospital Universitario Central de Asturias; 2009.
- 4 Rodríguez Soler AJ, Peláez Corres MN, Jiménez Guadarrama LR. Manual de Triage Prehospitalario. 1ª ed. Barcelona: Elsevier; 2008.
- 5 Beate Lidal I, Hide H Holte, Elisabeth Vist G. Triage Systems for pre-hospital emergency medical services: a systematic review. *Scan J Trauma Resus Emerg Med.* 2013;21:28.
- 6 Cuartas Álvarez T, Castro Delgado R, Arcos González P. Aplicabilidad de los sistemas de triaje prehospitalarios en los incidentes de múltiples víctimas, de la teoría a la práctica. *Emergencias.* 2014;26:147-54.
- 7 Garner A, Lee A, Harrison K, Schultz CH. Comparative análisis of multiple-casualty incident triage algorithms. *Ann Emerg Med.* 2001;38:541-8.
- 8 Khan CA, Schultz CH, Miller KT, Anderson CL. Does START triage work? An outcomes assessment after a disaster. *Ann Emerg Med.* 2009;54:424-31.
- 9 Arcos González P, Castro Delgado R, Cuartas Álvarez T, Garijo Gonzalo G, Martínez Monzón C, Peláez Corres N, et al. The development and features of the Spanish Prehospital Advanced Triage Method (META) for mass casualty incidents. *Scand J Trauma Resus Emerg Med.* 2016;24:63.
- 10 Rodríguez Soler A. Los sistemas de triaje en los servicios de emergencias españoles. Trabajo fin de Máster. Máster en Análisis y gestión en Emergencia y Desastre. Universidad de Oviedo, 2012. (Consultado 28 Agosto 2017). Disponible en: <http://hdl.handle.net/10651/4039>
- 11 Peleg K, Aharonson-Daniel L, Michael M, Shapira SC. Patterns of injury in hospitalized terrorist victims. *Am J Emerg Med.* 2003;21:258-62.
- 12 Castro Delgado R, Arcos González P, Cuartas Álvarez T. Atentados terroristas y Servicios Médicos de Emergencia: tiempo para una reflexión. *Emergencias.* 2016;28:137-8.
- 13 Harmsen AM, Giannakopoulos GF, Moerbeek PR, Jansma EP, Bonjer HJ, Bloemers FW. The influence of prehospital time on trauma patients outcome: a systematic review. *Injury.* 2015;46:602-9.
- 14 Romero Pareja R. Triage del paciente traumatizado: evaluación de diversos parámetros prehospitalarios predictores de gravedad, necesidad de intervención quirúrgica urgente y mortalidad. Tesis doctoral. Oviedo: Universidad de Oviedo; 2016.
- 15 Romero Pareja R, Sanz Rosa D, Thuissard Vasallo IJ, Arcos González P, Castro Delgado R, Turégano Fuentes F. Análisis de la capacidad predictiva del Modelo Extrahospitalario de Triage Avanzado (META) respecto al resto de escalas de gravedad para la necesaria intervención quirúrgica urgente en pacientes politraumatizados. Burgos: Comunicación oral Congreso Nacional SEMES; 2016.
- 16 Challen K, Walter D. Major incident triage: comparative validation using data from 7th July bombings. *Injury, Int J Care Injured.* 2013;44:629-33.
- 17 Lennquist S. Education and training in disaster medicine. *Scandinavian Journal of Surgery.* 2005;94:300-10.
- 18 Castro Delgado R. El modelo extrahospitalario de triaje avanzado. *Prehosp Emerg Care (Ed Esp.).* 2011;4:72-5.
- 19 McCoy CE, Menchine M, Sampson S, Anderson C, Khan C. Emergency medical services out-of-hospital scene and transport times and their association with mortality in trauma patients presenting to an urban Level I trauma center. *Ann Emerg Med.* 2013;61:167-74.
- 20 Einav S, Feigenberg Z, Weissman C, Zaichik D, Caspi G, Kotler HR. Evacuation Priorities in Mass Casualty Terror-Related Events: Implications for Contingency Planning. *Ann Surg.* 2004;239:304-10.
- 21 Frykberg ER. Medical management of disasters and mass casualties from terrorist bombings: how can we cope? *J Trauma.* 2002;53:201-12.
- 22 Brown JB, Rosengart MR, Forsythe RM, Reynolds BR, Gestring ML, Hallinan WM, et al. Not all prehospital time is equal: influence of scene time on mortality. *J Trauma Acute Care Surg.* 2016;81:93-100.

APENDICE II. PUBLICACIÓN ESTUDIO 2

Nurse Education Today 71 (2018) 48–53



Comparative study of a simulated incident with multiple victims and immersive virtual reality

Ferrandini Price Mariana^{a,1}, Escibano Tortosa Damián^{b,1}, Nieto Fernandez-Pacheco Antonio^{a,c},
 Perez Alonso Nuria^d, Cerón Madrigal José Joaquín^e, Melendreras-Ruiz Rafael^f,
 García-Collado Ángel Joaquín^f, Pardo Rios Manuel^{c,d,*}, Juguera Rodriguez Laura^d

^a Doctoral Program in Health Sciences, Catholic University of Murcia (UCAM), Spain

^b Department of Food and Animal Science, Faculty of Veterinary Medicine, Autonomous University of Barcelona, Spain

^c Emergency Service 061 of the Region of Murcia, Spain

^d Emergencies and Special Unit Care, UCAM, Spain

^e Interdisciplinary Laboratory of Clinical Analysis of Murcia University (Interlab-UMU), Campus of Excellence, University of Murcia, Spain

^f Bachelor's Degree in Telecommunication System Engineering, UCAM, Spain

ARTICLE INFO

Keywords:

Emergency medical services
 Alpha amylase
 Simulation
 Virtual reality

ABSTRACT

Objectives: The main objective of the study is to determine the efficiency in the execution of the START (Simple Triage and Rapid Treatment) triage, comparing Virtual Reality (VR) to Clinical Simulation (CS) in a Mass Casualty Incident (MCI). The secondary objective is to determine the stress produced in the health professionals in the two situations described.

Materials: A comparative study on the efficiency and the stress during triage in a MSI was conducted. The basal and post levels of salivary α -amylase (sAA) activity were measured in all the participants before and after the simulation.

Results: The percentage of victims that were triaged correctly was 87.65% (SD = 8.3); 88.3% (SD = 9.65) for the Clinical Simulation with Actors (CSA) group and 87.2% (SD = 7.2) for the Virtual Reality Simulation (VRG) group, without any significant differences ($p = 0.612$) between both groups. The basal sAA was 103.26 (SD = 79.13) U/L with a significant increase ($p < 0.001$) with respect to the post-simulation levels (182.22, SD = 148.65 U/L). The increase of sAA was 80.70 (SD = 109.67) U/mL, being greater for the CSA group than the VRG group.

Conclusion: The results show that virtual reality method is as efficient as clinical simulation for training on the execution of basic triage (START model). Also, based on the sAA results, we can attest that clinical simulation creates a more stressful training experience for the student, so that is should not be substituted by the use of virtual reality, although the latter could be used as a complementary activity.

1. Introduction

Multiple Casualty Incidents (MCI) are characterized for being situations that surpass the capacity of the medical system or the local health care system, to satisfy the medical needs of the victims. These MCI usually involve various patients who are treated with everyday resources (without a great emergency response) and can lead to the temporary collapse of the local Emergency Medical Response (EMR) and the emergency medical attention resources (Park et al., 2016).

Despite the MCI not always being the same, the need for assistance overwhelms the professional resources available, leading to an increase

of the levels of stress of the workers.

The preparedness of the Emergency Services (ES) personnel for disasters is difficult due to their variability, either due to the type of incident, number and seriousness of the victims or the number and the types of resources available, the different models of classification, etc. (Nieto et al., 2017). Triage consists on the evaluation of the probability of survival of each victim, and each one is classified as a function of the extent of the injury and medical situation in order to prioritize and provide the appropriate medical attention afterwards. The knowledge of the adequate triage protocols is an important skill for the health personnel that provide attention to MCI patients (Andreatta et al.,

* Corresponding author at: Campus de los Jerónimos, N° 135, Guadalupe 30107, Murcia, Spain.

E-mail address: mpardo@ucam.edu (M. Pardo Rios).

¹ Both authors have had the same implication.

<https://doi.org/10.1016/j.nedt.2018.09.006>

Received 6 April 2018; Received in revised form 3 August 2018; Accepted 5 September 2018
 0260-6917 / © 2018 Published by Elsevier Ltd.

2010). Medical research point to the fact that although there is no training that can completely prepare the ES for performing triage in a real MCI, familiarity with the process helps to increase the efficiency in the performing of the triage tasks that can determine the survival of the critically-injured (Galante et al., 2006).

Learning and research in situations of disaster is very difficult; Cuartas et al. (2014), only found results on the application of START (Simple Triage and Rapid Treatment) in very few MCI and/or catastrophes. Clinical Simulations (CS) will never be able to replace real events, but they can provide an environment in which the students can understand and successfully master clinical abilities without risk for the students, health personnel or the patients. Also, they allow the tasks to be structured within the segments of learning through stages, and provide controlled and safe environments for learning from mistakes (Maran and Glavin, 2003).

The modern era of simulation in medicine has its roots towards the end of the 20th century, after the development of Resusci Annie, a mannequin created by Sigmund Laerdal, a Norwegian toymaker (Tjomsland and Baskett, 2002). CS have evolved exponentially from the first high-fidelity mannequin designed by Denson Abrahamson, Sim One (Hall et al., 2005). At present, the high-fidelity simulators allow for the interaction with the mannequin and the possibility of working on different technical and non-technical skills. One of the options in the simulation is the performing of *Role-Playing* with the participation of actors (Nieto et al., 2017). Although the simulation limits the conducting of invasive techniques, it provides advantages for the interaction, expression of emotions and simulation of workloads and realistic joint movements.

The development of Immersive Technologies (IT), among which we note Virtual Reality (VR), Augmented Reality (AR) and 360° Video, implies a new dimension for simulation. The IT provide numerous advantages as compared to other didactic resources in the health sciences such as degree of interaction and reproducibility, allowing for training anywhere and anytime. From the start, is it unknown whether or not the effects of stress, which are found in activities of simulation through the introduction of real actors or high-fidelity simulators, and which affect learning, also appear in VR training. However, it is a fact that technology allows for the modulation of the sense of presence in virtual environments. The main mechanisms for defining it are the regulation of the entrance of stimuli from the real environment, and the definition of the degree of interaction with the virtual environment. In any case, the speed of response of the system will always be important for attaining the greatest sensation of reality (Gutiérrez Maldonado, 2002). Simulation can be the bridge that spans the divide between the theory and simulations with actors, with the advantage that one can train multiple times without causing damage to patients (Foronda et al., 2016).

With pedagogic evolution, the intent is to foment the critical thinking skills of the students through interaction in real time and the constant re-evaluation with the objective of learning from mistakes (De Miguel, 2005). Thus, learning has an influence on the activation and retention of knowledge, and so that long-term memory is favored, emotion-based learning has to be conducted in which positive emotions under stress facilitate the greater retention of data (<https://biinformaticamedicablog.wordpress.com/2017/11/07/simuladores-de-realidad-virtual/>, n.d.).

The success of the simulation depends on the existence of a high physical fidelity, in which the manual abilities are developed, as well as a high conceptual fidelity, in which the clinical reasoning and the problem-solving skills are developed, and lastly a high emotional or experiential fidelity, which favors the retention of information through the management of complex processes that involve knowledge or emotions (Rocco and Silva, 2012). Due to all of this, VR is defined as the most-complete tool for the training in a holistic training of health interventions. On the other hand, Brady (2013) concluded that the research on the effectiveness of the different degrees of fidelity in

simulation were scarce, so that the addition of these resources should be backed by data on its usefulness.

In aviation, virtual reality training has been standardized and virtual reality simulators have demonstrated their benefits, objectives, needs and means of virtual reality simulation are still a matter of investigation. The effect of training virtual reality simulators on the acquisition of basic surgical skills does not seem to be different from the effect of physical simulators (Yiannakopoulou et al., 2015). Some authors advocate designing educational centers based on VR training, professional skills units, CS rooms and the development of virtual reality learning programs (Lee et al., 2010; Kilmon et al., 2010). The VR can provide objective metrics for the performance of the task and provide explanations of the tasks performed. Current disasters involving multiple casualties occur rarely, offering little opportunity for gaining experience and competence assessment. For these reasons, new trends in disaster training are focusing on the use of VR in order to mitigate the mortality and morbidity associated with disasters (Kizakevich et al., 2007; Farra et al., 2015).

The main objective of this study was to determine the efficiency in the performing of the START triage, comparing virtual reality with clinical simulation in a MCI. It is important that the CS is as close as possible to reality. The design of the room, the use of actors and the design of the simulation scenario aim to make the student experience as realistic as possible. For all this, we set out to explore, as a secondary objective, to compare the stress caused by the two different situations described.

2. Materials and Methods

A comparative study was conducted on the efficacy and the stress during the performing of triage in a MCI between a group that performed a CSA, and another who performed a Virtual Reality Simulation (VRS) with a VR device, (Fig. 1). The same simulation cases carried out by the CSA group were reproduced one year later for the VRS group. This research project was approved by the Ethics Committee from the Catholic University of Murcia (UCAM) and the Emergencies Services 061 of Murcia. All the participants (actors and health professionals) participated voluntarily and signed an informed consent form.

In 2016, a simulation exercise with 20 characterized victims (2 green, 5 yellow, 8 red and 5 black) was conducted. The objective of the professionals was to perform basic triage in all the victims, using the START (*Simple Triage and Rapid Treatment*) system, including the performing of the life-saving maneuvers: Opening of an Airway (OA) and Hemorrhage Compression (HC).

The scenarios required OA in 15% of the cases (3/20), and the HC maneuver in 10% of the cases (2/20). The design of the scenarios and the evaluation of the correct triage and techniques were conducted by four health professionals (the authors A.N.F, L.J.R., N.P.A and M.F.P.).

For the recording of the exercise, and due to the script containing high-movement scenes, the video capture process was supported with gimbal-type image stabilizers. These devices consisted of a motorized platform with three axes controlled with algorithms that received information from various sensors (accelerometers, magnetic compass, etc.) attached to their structure, whose objective was to isolate the camera from abrupt movements or unwanted turns. Thus, the correct tracking of the action scenes was guaranteed, eliminating bothersome effects for the final spectator such as vibration and unfocused scenes. To increase the fidelity of the recording, and to avoid image distortions in the image, a wide-angle lens (fish-eye) was chosen, due to the extension of the Field of View taken up by the action. In order to obtain a good image quality, the original recording was done with a Sony A6300* camera, with 4K resolution (3840 × 2160 pixels). From this, and with remapping, two spherical 8K videos were obtained. Lastly, these remapped sources were processed to obtain the final equirectangular .mp4 format in 4K, which was needed for its playback with standard 360° video systems.



Fig. 1. Images of the simulation with actors (A) and immersion with virtual reality (B).

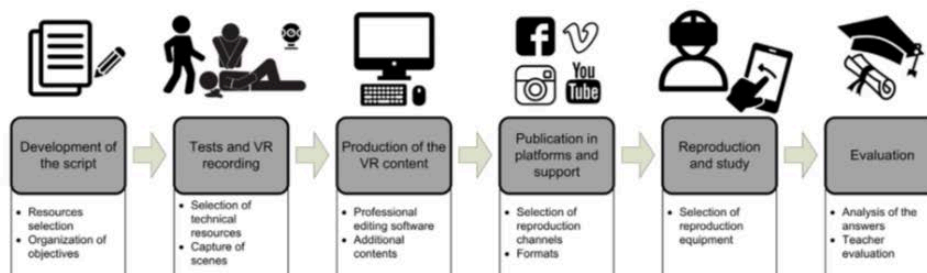


Fig. 2. Process of creation, use and evaluation of a Virtual Reality simulation (VRS).

For the viewing of the videos by the students, Head Mounted Displays (HMD) were utilized. These viewing devices are similar to eyeglasses or a helmet, that allow for the reproduction of VR and 360° images and videos. For the 2016/2017 academic year, a Samsung Gear VR® helmet was used, which increased the portability of the system as the playback of the video was not dependent on a computer, but instead on an advanced smartphone such as the Samsung Galaxy S6, equipped with an Octa Core processor (2.1 GHz) and a 5.1" screen with Quad HD resolution of 16 megapixels, based on super AMOLED technology. This hardware ensured a smooth viewing of the VR content, improving the experience of immersion by the spectator.

After the viewing process, the instructors (authors M.F.P and A.N.F.) asked the student to perform maneuvers for their evaluation and contrasting.

Fig. 2 chronologically describes the methodology described for the conducting of the VRS. In first place, it was necessary to transfer the requirements of the study to an immersive audio-visual production, creating a special script for its capture with 360° technology. Afterwards, the technical mediums needed were selected, and the scenes were recorded, after adjustments and rehearsals by real actors. The content recorded were processed and edited under the supervision by the research team, who inserted special labels within them. When the content was finished, it was exported using different qualities and formats, and were published in multimedia platforms (i.e. YouTube). Once the devices for the playback and viewing of the VR and 360° were chosen, the last stage consisted on the conducting of the VRS exercise by the students, whose response would be later analyzed and evaluated

by the training team.

2.1. Sample Selection

The health professionals who participated as volunteers in the study were Official Emergency and Special Care Nursing Master's Degree students from the Catholic University of Murcia (UCAM). The volunteers from the 2015–2016 class ($n = 35$) took part in the CSA, and the volunteers from the 2016–2017 class took part in the VRS. All the students were trained by the same group of instructors, with the same number of hours and content.

The people who acted as victims were third-year students from the Superior School of Dramatic Arts of Murcia (ESAD) from academic year 2015–2016, who were characterized by the Characterization Service of the ESAD and trained in the corresponding role (symptoms, act, communication, etc.) by the Coordinator of Training and Research from the Management of Urgencies and Emergencies Services 061 of Murcia, Mr. Jesus Abrisqueta Garcia.

2.2. Measurement of Stress and Activation

The activity of salivary α -amylase (sAA) was determined from all the participants before (basal) and after (posterior) the simulation, with the saliva collected through a system of passive diffusion, in a tube, with an extraction time of 1 min. The processing and analysis of the sample was conducted following the same procedure as previous studies (Brady, 2013). The method resulted in an inter-assay coefficient of

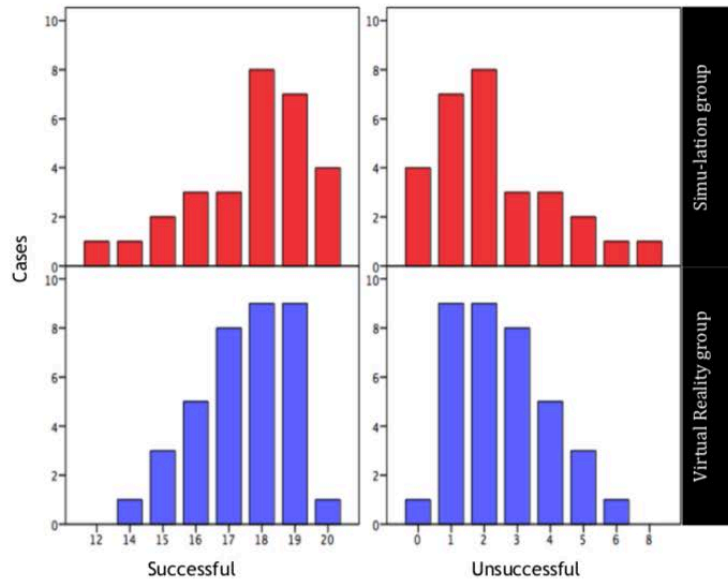


Fig. 3. Results of the successes and errors for each of the groups studied.

variation below 3%, and a linear regression coefficient of 0.991. Also, Heart Rate (HR) was monitored during the exercise, thus obtaining a mean and a maximum, as well as the Systolic Arterial Pressure (SAP) and Diastolic Arterial Pressure (DAP).

2.3. Statistical Study

The main variable of the study was the percent of victims that were correctly-triaged (V1). The other variables analyzed were: request for OA (V2), request for HC (V3), over-triage (V4) and under-triage (V5). Also, the age, weight, height, Body Mass Index (BMI = weight in kg/height in m²), weekly physical activity in hours, Medical History of Interest (MHI), dental problems, presence or lack of tartar and/or gingivitis, medication, use of vitamins or antioxidants, smoker or non-smoker, time since the last meal, basal α -amylase, posterior α -amylase, increase of α -amylase, calculated as: Increase = Basal – Posterior. The data are shown as frequency, mean (Standard Deviation: SD). In order to compare the results between the two groups studied, the Wilcoxon (W) signed-rank test was used for those cases in which normality did not exist, and the Student's *t*-test for those in which normality was found. In the case of nominal variables, the Chi-squared test (χ^2) was used, with the Yates correction. All the statistical results were obtained with the SPSS[®] statistical package version 21. The results were considered statistically-significant with a Confidence Interval of 95% ($p < 0.05$).

3. Results

The average age of the 67 students and health professionals who participated in this study was 29 (SD = 5), the average weight was 68 (SD = 14) kg, an average height of 1.71 (SD = 0.11) meters, an average BMI of 22.98 (SD = 2.96), and 4 h 30 m (SD = 3 h 15 m) of physical activity/week. The average length of professional experience was 13 (SD = 3) years, of which 10 (SD = 1) were in Emergency care. There

were no significant differences found between the two study groups (CSA and VRS), or the pathologies or medicines declared to have an influence on the hormonal determination through the saliva.

The percentage of correctly-triaged victims was 87.65% (SD = 8.3), with a percentage of 88.3% (SD = 9.65) for the CSA group and 87.2% (SD = 7.2) for the VRS group, without any significant differences ($p = 0.612$) between both groups (Fig. 3). The basal sAA was 103.26 (SD = 79.13) U/L, with a significant increase ($p < 0.001$) with respect to the posterior levels of 185.22 (SD = 148.65) U/L. For all the participants, the average increase of sAA was 80.70 (SD = 109.67) U/mL, being greater for the CSA than for the VRS group (Fig. 4A). There were no significant differences ($p = 0.279$) between the basal levels of both CSA and VRS groups, but there were statistically-significant differences ($p = 0.010$) in the posterior levels, being greater for the VRS group. When analyzing the relationship between the level of stress and the percentage of correct triage, there was no relationship between them ($r = 0.42$; $p = 0.746$). Also, there were no relationships found between the number of correctly-triaged victims, physiological indicators of stress, age, BMI, physical activity, years of professional experience or years of experience in emergency care.

The basal-HR was 77.06 (SD = 15.8) beats/min, with a significant increase ($p = 0.022$) with respect to the posterior-HR of 80.06 (SD = 18.44) beats/min. For basal-HR and posterior-HR between the CSA and VRS groups (Fig. 4B), there were no significant differences between both groups ($p = 0.492$ and $p = 0.447$, respectively). The basal-SAP was 123.65 (SD = 13.02) mm Hg with a significant increase ($p < 0.001$) with respect to the posterior-SAP of 140.31 (SD 17.83) mm Hg. For the basal-SAP and posterior-SAP between the CSA and VRS groups (Fig. 4C), there were no significant differences between both groups ($p = 0.221$ and $p = 0.402$, respectively). The basal-DAP was 74.65 (SD = 7.89) mm Hg, with a significant increase ($p = 0.004$) with respect to the posterior-DAP of 77.32 (SD = 9.05) mm Hg. For the basal-DAP and posterior-DAP between the CSA and VRS (Fig. 4D), no significant differences were found between both groups ($p = 0.853$ and

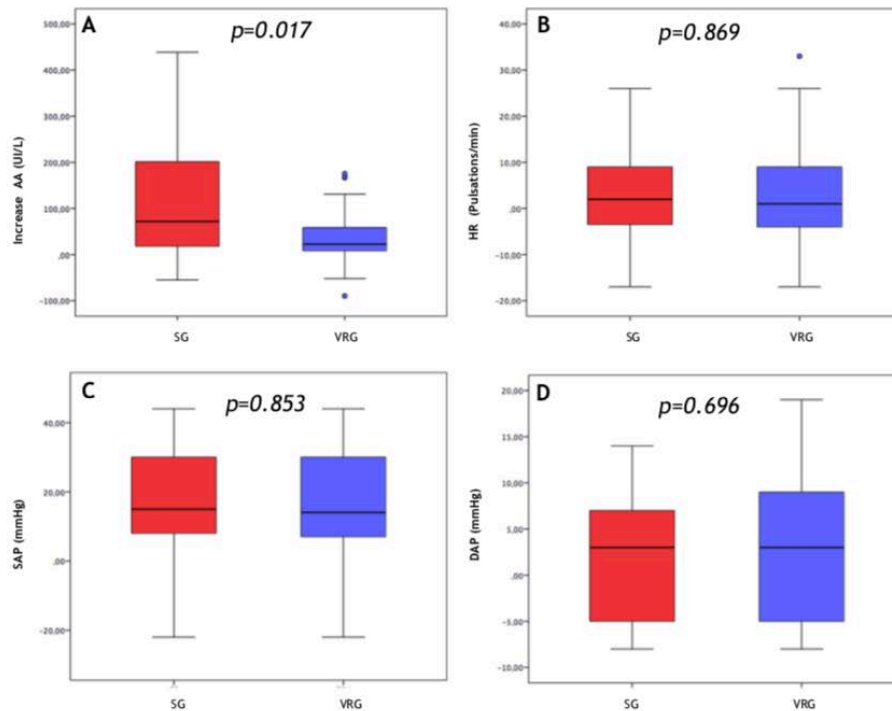


Fig. 4. Results of the increases of: α -amylase (A), heart rate (B) and systolic (C) and diastolic (D) arterial pressures.

$p = 0.771$, respectively).

4. Discussion

The results of our study showed similar values of successes/errors in the triage for both groups in the CSA and VRS study. This could indicate that VR could be used as a pedagogic resource for the training of professional health workers, in agreement with Gundry et al. (2010), defined VR as the best tool for reaching the objective in emergency medicine. Numerous studies have described similar results, such as the one by Stansfield et al. (2000), in which the training of professional health workers and/or students from different health fields were compared, concluding that VR allowed for the training of the making of decisions but not the practical triage skills such as the opening of an airway or control of a hemorrhage, nevertheless increasing the patient's safety. In our study, we found the same limitation when simulating the performing of practical skills.

Roy et al. (2006) compared simulations with standardized patients and VR in military catastrophe settings. They concluded that VR, apart from being an educational tool, was also therapeutic in the context of post-traumatic stress disorder. The training with CSA and VRS has raised doubts on their ability to improve assistance in real situations. In this sense, Abelson et al. (2014) determined that the simulation was positive, and improved assistance in the care of the poly-traumatized patients by EM personnel.

Andreatta et al. (2010) compared the efficiency of training basic START with VR and CS, reporting learning values that were similar to those presented by Luigi Ingrassia et al. (2015). Also, they concluded

that the effects of training in START triage in a MCI were the same with VR and CSA (Andreatta et al., 2010). In the studies that compared training with VRS and CSA, biochemical variables of stress have not been determined in the context of triage training in a MCI. A small number of studies have investigated the degrees of stress of doctors playing different roles in simulated scenarios (Daglius-Dias and Scalabrini-Neto, 2016). Thus, in our study, the secondary objective was to analyze this aspect, which we considered to be important. As of today, there is no Gold Standard for measuring the response to stress. sAA is one of the main salivary enzymes that is secreted as a response to sympathetic stimuli, so that it is considered to be the biomarker of choice for situations of psychologically-stressful stimuli (Takai et al., 2004), Valentin et al. (2015) and Daglius-Dias and Scalabrini-Neto (2017), in the study of a high-fidelity simulation, concluded that after the study of different physiological markers that were susceptible to change after situations of stress, sAA provided a more sensitive measurement to the levels of stress as compared to cortisol, for doctors under emergency situations. Luigi Ingrassia et al. (2015) compared live simulations and VR in a MCI and evaluated START triage, concluding that VR was comparable to the live simulation.

The results of our study showed a significant increase of sAA (comparing the basal and posterior levels), which indicated that the participants suffered sympathetic activation due to stress. In this sense, the study by Valentin et al. (2015) concluded that the high-fidelity simulation trainings, and those with standardized patients, produced stress in the emergency health professionals. With these results, we could observe that both systems created stress in the students. In this sense, Daglius-Dias and Scalabrini-Neto (2016) concluded that the CS in

emergency situations created an environment of high psychological fidelity, as shown by the study on the levels of sAA.

No significant differences were found in the basal levels of sAA between both groups, which evidenced the similarity of both before the experiment, and thus an anticipatory stress was not observed in the participants. As for the posterior-sAA levels, there was a greater increase in the sAA levels in the CSA groups, signifying a greater degree of stress. These differences show that experience, as regards to stress, that the student perceived, was different for both groups. In view of these results, VR should be thought of as a substitute for CS in triage, as it seems to cause a lower degree of stress. However, CSA is a type of simulation that has a greater consumption of resources (human, economic, preparation time, etc.). On the other hand, the use of virtual reality could allow students to train independently. The student before the simulations in the classroom could do this training. Once designed and produced a library of situations and cases, the cost is relatively cheap because it can be reproduced as many times as necessary, just put a VR goggles or an adapter for smart phones and software (Youngblood et al., 2008). In our opinion, VR should be considered as a complementary pedagogic resource, as a prior step to the CS in a MCI, which could allow the student to train in an independent manner and to become prepared to face the next level of training and/or education.

In our study, we have also found significant differences between the prior and post HR measurement and the arterial pressure of the study participants. Other authors, such as Daglius-Dias and Scalabrini-Neto (2017) also obtained statistically-significant increases in HR as a stress marker in emergency situations. However, as opposed to the sAA, the analysis between groups of these physiological variables did not show significant differences.

The main limitation of this study was that both groups were not comprised by the same individuals, so that there could be a variability due to the possible individual variations, although as shown in the Results section, there were no statistically-significant differences between both groups. This design was programmed with this structure in order to avoid the learning effect on the performing of the triage of a group that would conduct one exercise and then another. Another limitation of this study is the use of a test ad hoc designed for this study, so we cannot provide data on the efficiency of it.

The results of this study allowed us to conclude that VR is an equally-efficient method as CS for the training on the use of basic triage (START model) in a MCI. Also, due to the sAA results, we can verify that CS creates a more stressful training experience, so that it should not be substituted by the use of VR, but should be complemented with it. Future lines on the use of VR for the training of health professionals should be aimed at improving gamification, the creation of case libraries, with greater autonomy for the student and allowing telematic monitoring of student progress.

Funding and Conflict of Interests

This study has been partially funded by the Seneca Foundation from the Region of Murcia (GERM Program). Escribano Tortosa, Damian, is a "Juan de la Cierva-Training" post-doctoral scholar financed by the Spanish Ministry of Economy and Competitiveness. The authors declare that there are no conflicts of interest.

References

Abelsson, A., Rystedt, I., Suserud, B.-O., Lindwall, L., 2014. Mapping the use of simulation

in prehospital care - a literature review. *Scand. J. Trauma Resusc. Emerg. Med.* 22, 22.

Andreanta, P.B., Maslowski, E., Petty, S., Shim, W., Marsh, M., Hall, T., et al., 2010. Virtual reality triage training provides a viable solution for disaster-preparedness. *Acad. Emerg. Med. Off. J. Soc. Acad. Emerg. Med.* 17 (8), 870–876.

Brady, M., 2013. How to improve patient care by learning from mistakes. *Emerg. Nurse* 20 (9), 32–35.

Cuartas, T., Castro, R., Arcos, P., 2014. Aplicabilidad de los sistemas de triaje pre-hospitalarios en los incidentes de múltiples víctimas: de la teoría a la práctica. 26, pp. 147.

Daglius-Dias, R., Scalabrini-Neto, A., 2017. Acute stress in residents during emergency care: a study of personal and situational factors. *Stress* 20 (3).

Daglius-Dias, R., Scalabrini-Neto, A., 2016. Stress levels during emergency care: a comparison between reality and simulated scenarios. *J. Crit. Care* 33, 8–13.

De Miguel, J., 2005. Cambio de paradigma metodológico en la educación superior y exigencias que conlleva. pp. 16–27.

Farrs, S.L., Miller, E.T., Hodgson, E., 2015. Virtual reality disaster training: translation to practice. *Nurse Educ. Pract.* 15 (1), 53–57.

Foronda, C., MacWilliams, B., McArthur, E., 2016. Interprofessional communication in healthcare: an integrative review. *Nurse Educ. Pract.* 19, 36–40.

Galante, J.M., Jacoby, R.C., Anderson, J.T., 2006. Are surgical residents prepared for mass casualty incidents? *J. Surg. Res.* 132 (1), 85–91.

Gundry, R., Siassakos, D., Crofts, J., Draycott, T., 2010. Simulation training for obstetric procedures and emergencies. *Fetal Matern. Med. Rev.* 21 (4), 323–345.

Gutiérrez Maldonado, J., 2002. Aplicaciones de la realidad virtual en Psicología clínica. *Aula Médica Psiquiatría* 4 (2), 92–126.

Hall, R.E., Plant, J.R., Bands, C.J., Wall, A.R., Kang, J., Hall, C.A., 2005. Human patient simulation is effective for teaching paramedic students endotracheal intubation. *Acad. Emerg. Med. Off. J. Soc. Acad. Emerg. Med.* 12 (9), 850–855.

Simuladores de realidad virtual | bioinformaticamedicablog.wordpress.com/2017/11/07/simuladores-de-realidad-virtual/.

Kilmon, C.A., Brown, I., Ghosh, S., Mikittak, A., 2010. Immersive virtual reality simulations in nursing education. *Nurs. Educ. Perspect.* 31 (5), 314–317.

Kizakevich, P.N., Culwell, A., Furberg, R., Gemeinhardt, D., Grantlin, S., Hubal, R., et al., 2007. Virtual simulation-enhanced triage training for Iraqi medical personnel. *Stud. Health Technol. Inform.* 125, 223–228.

Lee, L.Y.K., Lee, J.K.L., Wong, K.F., Tsang, A.Y.K., Li, M.K., 2010. The establishment of an integrated skills training centre for undergraduate nursing education. *Int. Nurs. Rev.* 57 (3), 359–364.

Luigi Ingrassia, P., Ragazzoni, L., Carezzo, L., Colombo, D., Ripoll Gallardo, A., Della Corte, F., 2015. Virtual reality and live simulation: a comparison between two simulation tools for assessing mass casualty triage skills. *Eur. J. Emerg. Med.* 22 (2), 121–127.

Maran, N.J., Glavin, R.J., 2003. Low- to high-fidelity simulation - a continuum of medical education? *Med. Educ.* 37 (Suppl. 1), 22–28.

Nieto, A., Castro, R., Arcos, P., Navarro, J.L., Cerón, J.J., Juguera, L., et al., 2017. Analysis of performance and stress caused by a simulation of a mass casualty incident. *Nurse Educ. Today* 62, 52–57.

Park, J.O., Shin, S.D., Song, K.J., Hong, K.J., Kim, J., 2016. Epidemiology of emergency medical services-assessed mass casualty incidents according to causes. *J. Korean Med. Sci.* 31 (3), 449–456.

Rocco, C., Silva, M., 2012. Una Mirada Histórica de la Simulación en Enfermería. pp. 20.

Roy, M.J., Sticha, D.L., Kraus, P.L., Olsen, D.E., 2006. Simulation and virtual reality in medical education and therapy: a protocol. *Cyberpsychol. Behav.* 9 (2), 245–247.

Stansfield, S., Shawver, D., Sobel, A., Prasad, M., Tapia, L., 2000. Design and implementation of a virtual reality system and its application to training medical first responders. *Presence Teleop. Virt.* 9 (6), 524–556.

Takai, N., Yamaguchi, M., Aragaki, T., Eto, K., Uchihashi, K., Nishikawa, Y., 2004. Effect of psychological stress on the salivary cortisol and amylase levels in healthy young adults. *Arch. Oral Biol.* 49 (12), 963–968.

Tjomsland, N., Baskett, P., 2002. Asmund S. Laerdal. *Resuscitation* 53 (2), 115–119.

Valentin, B., Grottko, O., Skorming, M., Bergrath, S., Fischermann, H., Rörtgen, D., et al., 2015. Cortisol and alpha-amylase as stress response indicators during pre-hospital emergency medicine training with repetitive high-fidelity simulation and scenarios with standardized patients. *Scand. J. Trauma Resusc. Emerg. Med.* 22, 31.

Yiannakopoulou, E., Nikiteas, N., Perrea, D., Tsigris, C., 2015. Virtual reality simulators and training in laparoscopic surgery. *Int. J. Surg.* 13, 60–64. Disponible en: [https://www.journal-surgery.net/article/S1743-9191\(14\)00974-1/fulltext](https://www.journal-surgery.net/article/S1743-9191(14)00974-1/fulltext) [Internet] [citado 3 de agosto de 2018].

Youngblood, P., Harter, P.M., Srivastava, S., Moffett, S., Heinrichs, W.L., Dev, P., 2008. Design, development, and evaluation of an online virtual emergency department for training trauma teams. *Simul. Healthc.* 3 (3), 146–153.

APENDICE III. ARTÍCULO EN REVISIÓN

Análisis de la estrategia de búsqueda visual en Incidentes de Múltiples Víctimas (IMV) a través del *Eye Tracking Technology*[®]

Analysis of the visual search strategy in Multiple casualty Incidents (MCI) through Eye Tracking Technology[®]

Ferrandini Price, Mariana^{1,2}; Manzanares Serrano, Aarón^{2*}; Pardo Ríos, Manuel³; Nieto Fernández-Pacheco, Antonio³; Melendreras Ruiz, Rafael³; García Collado, Ángel Joaquín³*

* Ambos autores han tenido la misma implicación en este trabajo.

Centro de trabajo:

1. Programa de Doctorado en Ciencias de la Salud. Universidad Católica de Murcia (UCAM).
2. Profesor de Ciencias del Deporte en la UCAM.
3. Profesor de Emergencias en la UCAM. Trabajador en la Unidad Móvil de Emergencias, 061 de la Región de Murcia.
4. Profesor de Ingeniería de Telecomunicaciones en la UCAM.

Número total de palabras: 4084 palabras

Autor de contacto

Prof. Dr. Rafael Melendreras Ruiz. Facultad de Telecomunicaciones. Universidad Católica de Murcia. Avenida de los Jerónimos s/n. 30107 Guadalupe Murcia.

Mail: rmelendreras@ucam.edu

Financiación y conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de intereses.

RESUMEN

Objetivo: El objetivo de la presente investigación es conocer la estrategia de búsqueda visual de los profesionales de los servicios médicos de emergencias en una escena de IMV con el fin de entender su comportamiento, detectar puntos fuertes y áreas de mejora para aumentar la calidad de la atención sanitaria y la seguridad del paciente.

Metodología: El estudio fue observacional no ciego, basado en simulación, con el objetivo de explorar los patrones visuales de expertos en un IMV. El experimento consiste en la visualización individual de un video con una situación de IMV.

Resultados: Los tiempos globales invertidos en la atención a las víctimas según el nivel de gravedad son de un 32% para el grupo de víctimas leves, un 14% sobre las víctimas en estado grave y un 54% sobre las víctimas muy graves. Los datos obtenidos reportan mejores resultados para los profesionales que acumulan menos de cinco años de experiencia y mas de veinte, presentando un comportamiento visual más homogéneo que el resto de grupos.

Conclusiones: El análisis descriptivo del tiempo de atención a las Áreas Oculares de Interés (AOI) ante un IMV simulado ha permitido conocer los efectos que podrían tener la experiencia y la profesión en resultados asistenciales y cómo afecta la distancia y disposición de las víctimas en el escenario. Estos datos son alentadores debido a que facilitarán el diseño de escenarios donde simular la

asistencia en un IMV, ya que el entrenamiento periódico nos acerca a la excelencia a través de la mejora asistencial.

Palabras clave: servicios médicos de emergencias, sistema de seguimiento de la mirada, incidente de múltiples víctimas, entrenamiento.

ABSTRACT

Objective: The objective of the present investigation is to know the strategy of visual search of the professionals of the emergency medical services in a *Multiple casualty Incidents (MCI)* scene in order to understand their behavior, detect strengths and areas of improvement to increase the quality of health care and patient safety.

Methodology: The study was non-blind observational, based on simulation, with the aim of exploring the visual patterns of experts in an MCI. The experiment consists of the individual visualization of a video with an MCI situation.

Results: The overall time spent in caring for victims according to the level of severity is 32% for the group of minor victims, 14% for victims in serious condition and 54% for very serious victims. The data obtained report better results for professionals who accumulate up to ten years of experience, presenting a more homogeneous visual behavior.

Conclusions: The descriptive analysis of the time of attention to the Eye Areas of Interest (EAI) before a simulated MCI has allowed us to know the effects that experience and profession could have on care results and how it affects the distance and disposition of victims on stage. These data are encouraging because they will facilitate the design of scenarios where to simulate assistance in an MCI,

since periodic training brings us closer to excellence through healthcare improvement.

Keywords: emergency medical services, eye tracking technology, mass casualty incidents, training.

APENDICE IV. ARTÍCULO EN REVISIÓN 2

Medicine

ANALYSIS OF AN EXPERT'S EYE PATTERN AT A SIMULATED MASS CASUALTY INCIDENT

--Manuscript Draft--

Manuscript Number:	MD-D-19-06963
Article Type:	OA: Observational Study (STROBE Compliant)
Section/Category:	3900 Critical care and emergency medicine
Keywords:	Eye Tracking System; Mass Casualty Incident; Expert, Eye Pattern.
Corresponding Author:	Manuel Pardo Ríos, Ph.D, Vicedean Universidad Catolica San Antonio de Murcia La Nora , Murcia SPAIN
First Author:	Marina Ferrandini Price
Order of Authors:	Marina Ferrandini Price Manuel Pardo Ríos, Ph.D, Vicedean Aarón Manzanares Serrano Antonio Nieto Fernández-Pacheco Rafael Melendreras Ruiz Joaquín Ángel García Collado
Manuscript Region of Origin:	SPAIN
Abstract:	<p>Study objective: This study analyses experts' eye patterns, compiled by means of an Eye Tracking System (ETS), at a Mass Casualty Incident (MCI), to determine and understand the processes involved in decision-making in an MCI situation.</p> <p>Methodology: an observational exploratory study has been developed of the eye patterns of professionals who work in non-hospital emergency responses that involve different professional categories, using the ETS during the viewing of a video showing an MCI.</p> <p>Results: The use of the ETS is feasible in simulated and real situations. The ETS permits obtaining an eye pattern and a heat map of an MCI assessed by an expert. The software designed permits the graphic representation of the eye pattern, thus making the transmission of knowledge to others more feasible. The areas of interest that accumulate the most attention are victims in movement, and very serious victims.</p> <p>Conclusion: Using the ETS to learn about the eye patterns with which experts take decisions at an MCI bring us better care results through training. The ETS is a novel tool, which far from interrupting health care, can collect objective and non-modifiable data, as well as record the scene for subsequent analysis. The democratisation of this tool may solve the data-collection problem in chaotic environments, which today is limited. Thus, studying these data will help to increase care quality in emergencies.</p>

