



ORIGINALES

Índice de perfusión en una reanimación con riesgo biológico, como medida de mala tolerancia fisiológica

Perfusion index in a resuscitation with biological risk, as a measure of poor physiological tolerance

Francisco Martín Rodríguez ¹

José Luis Martín Conty ²

Pedro Arnillas Gómez ³

José Ángel Gutiérrez Sevilla ³

Miguel Ángel Castro Villamor ⁴

Verónica Casado Vicente ²

¹ Servicio de Emergencias de Castilla y León SACYL, Unidad Móvil de Emergencias de Valladolid Centro de Simulación Clínica Avanzada. Departamento de Medicina, Dermatología y Toxicología. Facultad de Medicina. Valladolid. España. fmartin@saludcastillayleon.es

² Facultad de Terapia Ocupacional, Logopedia y Enfermería. UCLM, España.

³ Servicio de Emergencias de Castilla y León SACYL, Unidad Móvil de Emergencias de Valladolid I, España.

⁴ Unidad Docente de Medicina Familiar y Comunitaria. Departamento de Medicina, Dermatología y Toxicología. Facultad de Medicina. Valladolid. España.

<http://dx.doi.org/10.6018/eglobal.18.1.322211>

Recibido: 19/02/2018

Aceptado: 2/06/2018

RESUMEN:

Introducción: Realizar de una forma adecuada una reanimación cardiopulmonar precisa unos conocimientos técnicos y unas mínimas condiciones físicas. Realizar esta reanimación un equipo de protección individual frente a riesgos biológicos nivel D colocado aumenta el sobreesfuerzo al que se ven sometidos los reanimadores.

El objetivo de este estudio es comprobar la existencia de un patrón de mala tolerancia fisiológica al uso de los equipos de protección nivel D, categoría 4-5-6B para la actuación en incidentes con riesgo biológico objetivado mediante la medición del índice de perfusión antes y después de una reanimación simulada.

Material y métodos: Se ha realizado un estudio cuasiexperimental no controlado sobre 96 voluntarios elegidos mediante un muestreo aleatorio estratificado por sexo, nivel de formación y categoría profesional, estudiantes de Medicina y Enfermería y profesionales Médicos y Enfermeros.

Se realizó una toma del índice de perfusión antes de realizar la reanimación y otra después de la reanimación simulada.

Resultados: Un 15% de los voluntarios presentaron un índice de perfusión posterior más bajo al basal, lo que se traduce en una situación de vasoconstricción periférica después de la realización del ejercicio físico que supuso el caso clínico, cuando lo esperable era una vasodilatación para aumentar la perfusión.

Conclusiones: Extrapolando estos datos, podemos concluir que, en la muestra de estudio que nos ocupa, los voluntarios que presentan menos índice de perfusión al finalizar que al comenzar no toleran bien el esfuerzo que supone el caso clínico.

Palabras clave: Tolerancia fisiológica; exposición a agentes biológicos; protección personal; índice de perfusión.

ABSTRACT:

Introduction: Perform a cardiopulmonary resuscitation requires technical knowledge and minimal physical conditions. Perform this resuscitation a team of individual protection against biological risks level D placed increases the overexertion that encourage rescuers are subjected.

The objective of this study is to prove the existence of a pattern of poor physiological tolerance to the use of personal protective equipment level D, category 4-5-6B for action in incidents with biological risk objectified by measuring the perfusion index before and after a simulated resuscitation.

Material and methods: We have performed a quasiexperimental not controlled on 96 volunteers chosen through a random sampling, stratified by sex, level of education and professional category, medical and nursing students and professionals doctors and nurses.

A decision of the perfusion index before performing the resuscitation and other simulated after resuscitation.

Results: A 15% of the volunteers presented a perfusion index lower back to baseline, which translates into a situation of peripheral vasoconstriction after the completion of the physical exercise that involved the clinical case, when expected was a vasodilatation to increase perfusion.

Conclusion: Extrapolating these data, we can conclude that, in the sample for the study, the volunteers who have less perfusion index at the end of that at the beginning do not tolerate well the effort involved in the case.

Key Word: Physiological tolerance; exposure to biological agents; personal protection; perfusion index.

INTRODUCCIÓN

Resulta cada vez más habitual, en los últimos tiempos, asistir a numerosos incidentes —bien provocados, o bien fortuitos—, que generan situaciones de emergencia colectiva en las que se encuentran inmersas ciertas sustancias con riesgo nuclear, biológico o químico (NBQ). Situaciones que precisan una respuesta altamente especializada; en definitiva: situaciones que deben ser manejadas por los Servicios de Emergencias Médicos Prehospitalarios (SEMP) de una forma integral ⁽¹⁾, y que se han convertido en parte ordinaria de la cartera de servicios de los equipos de emergencias⁽²⁾.

No resulta sorprendente que, a la par que cambian el mundo y, con él, la sociedad —cada vez más desarrollada e industrializada—, los servicios de emergencias deban hacer frente a situaciones que en otros tiempos no formaban parte de sus objetivos de intervención, situaciones tales como el manejo sanitario de accidentes con mercancías peligrosas o intervenciones en situaciones con riesgo NBQ ⁽³⁾.

Para hacer frente a estas situaciones, los SEMP deben cambiar su forma de pensar y de actuar: de una medicina sustitutiva y meramente asistencial, se debe pasar, además, a gestionar la situación de una forma coherente y racional, es decir, ser capaces de llevar a cabo la llamada medicina de gestión de crisis, que integra las estrategias para resolver una situación y los procedimientos asistenciales oportunos.

El trabajo habitual de los equipos de emergencias es, en sí mismo, difícil, cambiante y, en muchas ocasiones, se desarrolla en contextos complejos ⁽⁴⁾. Dichas situaciones justifican que estos profesionales deban disponer de unas actitudes y aptitudes especiales, tanto en formación y entrenamiento como en dotación de materiales y recursos, debido a que su actividad se desarrollará en múltiples escenarios y contará con necesidades muy diversas ⁽⁵⁾.

Algunos de los sucesos acaecidos con víctimas en masa, tales como los recientes atentados de Barcelona, Londres, París o Bruselas, nos enfrentan a nuevas situaciones con nuevos escenarios inestables, donde los SEMP deben empezar a trabajar bajo nuevos estándares, en los que deben primar tanto la seguridad propia como la seguridad del entorno ⁽⁶⁾.

Trabajar con equipos de protección personal (EPI) adaptados al riesgo supone el manejo de materiales nuevos o poco conocidos, en el mejor de los casos, aunque en muchas ocasiones resulta probable que los profesionales deban emplear equipos desconocidos o para los que no han obtenido la formación pertinente. No solo se debe manejar la patología médica o quirúrgica de los afectados, sino que es necesario tener en mente otros factores como la contención del incidente, la descontaminación o el manejo masivo de heridos y/o contaminados; todo ello bajo un estricto nivel de protección ⁽⁷⁾.

Estos operativos resultan, por lo tanto, especialmente sensibles, pues requieren una gran formación previa, conocimientos extra sanitarios, capacitación en el uso de EPI específicos para riesgos concretos, y, además, un manejo diferencial de los pacientes afectados por este tipo de situaciones: triaje inverso, descontaminación, uso de antídotos, etc., hechos que conllevan que las actuaciones en este tipo de incidente sean esencialmente complejas y requieran un mayor grado de adiestramiento, como nos han demostrado acontecimientos como la crisis por la enfermedad del virus Ébola ⁽⁸⁾.

Una vez expuestos los antecedentes, y tras una búsqueda bibliográfica exhaustiva, no ha sido posible encontrar ningún estudio que relacione el uso de EPI en los trabajadores de la salud y los efectos que estos equipos provocan en dichos profesionales, respondiendo preguntas tales como: ¿cuál es el tiempo razonable con el que se debe estar con la equipación?, ¿todo el mundo es apto para usar estos sistemas de protección?, ¿cómo se comporta el organismo ante el estrés físico que supone trabajar bajo estas especiales condiciones?, ¿podemos detectar previamente qué trabajadores no son idóneos para trabajar con estas equipaciones?

Algunos estudios (Costello, 2015) tratan de explicar los efectos del uso de equipos específicos contra agentes químicos y anti fragmentación, y cómo se comporta el organismo a nivel de estrés psicológico, poniendo a 12 voluntarios a prueba, y observando su comportamiento a nivel de estrés, temperatura y peso ⁽⁹⁾. Otros estudios ⁽¹⁰⁻¹³⁾ valoran aspectos parciales, como el uso de mascarillas de protección, uso de trajes, o la relación continuada de determinados riesgos y sus efectos sobre la salud de los trabajadores.

Sin embargo, por todo lo anteriormente mencionado, se plantea que podría resultar muy útil estudiar y describir qué efectos provoca el uso de EPI frente a agentes biológicos sobre los trabajadores de la salud, e intentar relacionar determinadas constantes vitales y/o mediciones y sus alteraciones con la mayor o menor predisposición fisiológica al uso de dichos equipos, comenzado en este estudio por la valoración de índice de perfusión (IP).

El objetivo general de este estudio es describir el comportamiento del IP, así como su afectación sobre el estrés físico a este parámetro.

El objetivo específico es comprobar la existencia de un patrón de mala tolerancia fisiológica al uso de equipos de protección nivel D, categoría 4-5-6B para la actuación en incidentes con riesgo biológico objetivado mediante la medición del IP antes y después de una reanimación simulada.

METODOLOGÍA

Aspectos éticos

El estudio fue aprobado con fecha 6 de abril de 2016 por el Comité Ético de Investigación Clínica del Hospital Universitario Río Hortega de Valladolid (España) con código de registro #412016. Todos los voluntarios debieron leer y firmar el documento de consentimiento informado, y todo el estudio se realizó con los máximos estándares de seguridad, protegiendo la integridad física y la confidencialidad de los voluntarios, acatando la normativa nacional e internacional para el estudio sobre seres humanos, incluido el Tratado de Helsinki.

Participantes

Se ha realizado un estudio cuasi experimental no controlado sobre 96 voluntarios elegidos mediante un muestreo aleatorio estratificado por sexo y categoría profesional de una muestra de oportunidad de 164 voluntarios.

Se seleccionaron profesionales médicos y enfermeros de los Servicios de Urgencias Hospitalarias y Emergencias Prehospitalarias, de entre 22 y 65 años y que voluntariamente hayan decidido participar.

Todos los voluntarios fueron sometidos a un examen de salud estándar, siendo rechazado cualquier voluntario que presentara al menos un criterio de exclusión (tabla 1).

Tabla 1: Criterios de exclusión para participar en el estudio.

Electrocardiograma con alteraciones	Índice de masa corporal mayor de 40
Glucemia capilar por debajo de 65 mg/dl	Impotencia funcional
Frecuencia cardíaca basal mayor de 150 latidos por minuto	Anticoagulación
Frecuencia cardíaca basal menor de 35 latidos por minuto	Deficiencia auditiva severa
Tensión arterial sistólica mayor de 160 mmHg	Deficiencia visual severa
Tensión arterial diastólica mayor de 95 mmHg	Enfermedades cutáneas en fase aguda
Tensión arterial sistólica menor de 80 mmHg	Enfermedades inmunológicas sistémicas
Saturación de oxígeno menor del 92 %	Cirugía mayor 30 días anteriores
Temperatura mayor de 38° C	Portador de DAI/Holter

Condiciones ambientales

Todos los casos clínicos simulados se realizaron en el mismo laboratorio, una sala diáfana de 20 m², con humedad, temperatura e iluminación controladas (tabla 2). Todos los participantes en el estudio dispusieron de la misma información previa y de los mismos materiales y dispositivos de electromedicina para resolver el mismo caso.

Tabla 2 : Descripción de los datos de temperatura y humedad en el momento de la prueba.

		Temperatura	Humedad
Media		33,66	51,16
DE		27,18	1,54
Mínimo		29,10	48,90
Máximo		32,50	54,20
Percentiles	25	30,30	50,23
	Mediana	30,90	51,00
	75	31,50	52,58

Protocolo de investigación

Los participantes asistieron al laboratorio durante tres horas, periodo en que se realizó todo el protocolo. El presente estudio se ha llevado a cabo en una situación tipo o controlada, que constó de las siguientes fases.

Toma de constantes vitales basales y antropometría

Se pidió al voluntario que se sentara en una silla, se subiera las mangas y esperara 5 minutos en calma, con el fin de que las pruebas se realizaran en reposo. A continuación, se realizó una toma seriada de constantes vitales, incluyendo: frecuencia cardiaca, tensión arterial sistólica y diastólica, frecuencia respiratoria, temperatura timpánica, hemoglobina total, índice de perfusión y saturación de oxígeno.

Para la determinación de la tensión arterial sistólica, diastólica y frecuencia cardiaca, se ha empleado el medidor marca SCHILLER modelo BP-200 plus. La medición de la temperatura se ha realizado con un termómetro timpánico marca BRAUN modelo ThermoScan PRO 6000 con tecnología ExacTemp. Los valores de hemoglobina total, saturación de oxígeno e índice de perfusión se han obtenido con un monitor multiparamétrico marca MASIMO modelo Pronto 7, con versión de software b99e8000004ef796 (2.2.15), y versión de revisión del sensor a83f90f0000c53f2.

Una vez terminada la toma de constantes vitales, se llevó a cabo un estudio antropométrico con el fin de valorar perímetros, talla, peso, grasa corporal, masa muscular, masa ósea, índice de masa corporal y agua total.

Para realizar el tallaje de los voluntarios se ha empleado la cinta métrica mecánica marca SECA® modelo 206 y para el estudio de peso y bio impedancia se ha realizado con la báscula de precisión marca TANITA® modelo BC-601.

Colocación del EPI

Se informó a los voluntarios de que iban a ser guiados en todo momento en la puesta y retirada del PPE, y de que en ningún momento se evaluaría la corrección de estas técnicas, ya que únicamente se pretendía valorar la respuesta fisiológica al uso de los equipos.

Los voluntarios, guiados por un especialista, disponían de diez minutos para equiparse por completo, procediéndose después a la revisión de este equipamiento. El protocolo de puesta y retirada estuvo basado en las recomendaciones de la ECDC⁽¹⁴⁾.

Cada voluntario debía observarse en un espejo y comprobar que estaba correctamente equipado; después, los voluntarios hicieron dos sentadillas para comprobar la ergometría y ajustes del equipo y, a continuación, estuvieron en disposición de comenzar el caso.

Reanimación simulada

Cada grupo de cuatro voluntarios realizó el mismo caso, con la misma secuencia temporal de eventos, recordándoles que no se evaluaría la calidad de las técnicas empleadas, pero incidiendo en que debían realizar las técnicas y procedimientos sobre el maniquí de simulación de la forma más correcta posible. El caso clínico de parada cardíaca simulado fue una fibrilación ventricular realizada durante 20 minutos.

Retirada del EPI

Una vez realizado el caso práctico, se procedió a la retirada supervisada del PPE, siguiendo las recomendaciones de la ECDC ⁽¹⁴⁾.

Toma de constantes vitales posteriores

Después de diez minutos de reposo, se realizó una nueva toma seriada de constantes vitales, de forma idéntica a la toma basal.

Análisis estadístico

Para realizar el análisis estadístico, las variables cualitativas se resumen con su distribución de frecuencias, y las variables cuantitativas en su media y desviación estándar (DE). En todos los casos se comprobó la distribución de la variable frente a los modelos teóricos; y, en caso de asimetría, se calculó la mediana y su rango intercuartil (RIC).

Se evaluó la asociación entre variables cualitativas con el test de la χ^2 o prueba exacta de Fisher, en el caso de que más de un 25% de los esperados fueran menores de 5.

Se analizó el comportamiento de las variables cuantitativas por cada una de las variables independientes categorizadas mediante el test de la t de Student. Se estimaron los efectos medios absolutos y sus intervalos de confianza al 95% (IC95%).

Se ajustó un modelo de regresión logística, con el objeto de evaluar la asociación de aquellas variables que predecían una mala tolerancia. Este modelo permite identificar la relación entre un conjunto de variables explicativas y la probabilidad de control de las variables estudiadas.

La capacidad de calibración del modelo se evaluó con el test de Hosmer y Lemeshow (p cercanas a 1 denotan alta calibración) y la capacidad de discriminación se estudió con el área bajo la curva de las probabilidades predichas por el modelo ajustado (AUC).

En todos los contrastes de hipótesis se rechazó la hipótesis nula con un error de tipo I o error alfa menor a 0,05.

El paquete informático utilizado para el análisis fue SPSS ver. 20.0.

RESULTADOS

Datos demográficos

De un total de 96 voluntarios sin criterios de exclusión, 40 fueron hombres (41,6 %) y 56 mujeres (58,3 %), con una edad media de $31,3 \pm 10,8$ años, de los cuales el 60 % tienen entre 20 y 30 años.

De todos los sujetos que no presentaban exclusiones 49 eran alumnos de estudios de pregrado de medicina y enfermería (51,1 %) y 47 profesionales médicos y enfermeros de servicios de urgencias y emergencias (48,9 %). A su vez de los alumnos de pregrado, 24 eran estudiantes de Enfermería (48,9 %) y 25 estudiantes de Medicina (51,1 %). De los profesionales la distribución fue 25 Enfermeros (53,1 %) y 22 Médicos (46,8 %), y a su vez de los profesionales 26 trabajaban en Servicios de Urgencias Hospitalarios (55,3 %) y 21 en Servicios de Emergencias Prehospitalarios (44,6 %).

Datos de constantes vitales

Los valores medios y desviación estándar de los parámetros basales y posteriores estudiados de FC, tensión arterial sistólica y diastólica, frecuencia respiratoria, temperatura, hemoglobina total, índice de perfusión y saturación de oxígeno, para el total de la muestra (n= 96) se presentan en la tabla 3. Es especialmente significativo el incremento del IP en toma posterior, con un aumento medio de un 97,6 % respecto a la medición basal ($p < 0,001$).

Tabla 3: Distribución de las constantes vitales antes/después para el total de la muestra

	Muestra total (n = 96)				p
	Antes		Después		
	Media	DE	Media	DE	
Frecuencia cardiaca	80,1	13,3	91,5	13,1	<0,001
Tensión arterial sistólica	129,5	14,2	125,1	15,1	0,001
Tensión arterial diastólica	81,1	9,8	79,4	9,3	0,054
Frecuencia respiratoria	16,5	1,5	17,3	2,1	0,005
Temperatura	36,6	0,5	37,2	0,4	<0,001
Hemoglobina	13,6	1,4	14,1	1,4	<0,001
Índice de perfusión	3,2	2,9	6,5	3,4	<0,001
Saturación de oxígeno	98,2	1,4	96,2	1,2	<0,001

En las tablas 4 y 5 se pueden observar las medias y desviación estándar de los parámetros por sexos y por subgrupo de estudio (estudiante o profesional), antes y después de la reanimación simulada con el equipo de protección colocado.

Tabla 4: Distribución de las constantes vitales antes/después por sexo

	Hombres (N = 40) (Edad media 33,8 ± 11,8 años)				
	Antes		Después		
	Media	DE	Media	DE	p
Frecuencia cardiaca	78,8	15,1	93,4	13,5	<0,001
Tensión arterial sistólica	137,7	12,7	134,1	13,1	0,013
Tensión arterial diastólica	85,1	9,9	82,6	9,5	0,05
Frecuencia respiratoria	16,3	1,8	17,2	2,3	0,061
Temperatura	36,4	0,5	37,1	0,4	<0,001
Hemoglobina	14,7	1,2	15,3	0,9	<0,001
Índice de perfusión	4,37	3,2	7,8	3,5	<0,001
Saturación de oxígeno	97,3	1,3	95,6	0,9	<0,001
	Mujeres (N = 56) (Edad media 29,5 ± 9,7 años)				
	Antes		Después		
	Media	DE	Media	DE	p
Frecuencia cardiaca	81,3	12,1	90,2	12,6	<0,001
Tensión arterial sistólica	123,7	12,3	118,7	12,9	0,003
Tensión arterial diastólica	78,1	8,7	77,1	8,5	0,372
Frecuencia respiratoria	16,7	1,3	17,3	2,1	0,04
Temperatura	36,7	0,4	37,2	0,4	<0,001
Hemoglobina	12,9	1,2	13,3	1,1	0,023
Índice de perfusión	2,5	2,3	5,7	3,2	<0,001
Saturación de oxígeno	98,8	1,1	96,7	1,2	<0,001

Tabla 5: Distribución de las constantes vitales antes/después por subgrupos (estudiantes vs profesionales)

	Estudiantes (N = 49) (Edad media 22,8 ± 2,8 años)				
	Antes		Después		
	Media	DE	Media	DE	p
Frecuencia cardiaca	80,8	14,1	92,6	12,3	<0,001
Tensión arterial sistólica	129,3	15,2	125,1	15,1	0,027
Tensión arterial diastólica	78,7	9,7	71,3	8,5	0,282
Frecuencia respiratoria	16,9	1,3	17,2	2,2	0,385
Temperatura	36,8	0,4	37,3	0,3	<0,001
Hemoglobina	13,6	1,5	13,9	1,5	<0,055
Índice de perfusión	2,9	2,9	6,3	3,9	<0,001

Saturación de oxígeno	98,4	1,3	96,3	1,2	<0,001
Profesionales (N = 47) (Edad media 40,1 ± 8,6 años)					
	Antes		Después		
	Media	DE	Media	DE	p
Frecuencia cardiaca	79,4	12,5	90,5	13,8	<0,001
Tensión arterial sistólica	129,7	13,3	125,3	15,1	0,019
Tensión arterial diastólica	83,4	9,4	81,6	9,6	0,079
Frecuencia respiratoria	16,1	1,7	17,3	2,1	0,003
Temperatura	36,4	0,5	37,1	0,4	<0,001
Hemoglobina	13,7	1,4	14,3	1,4	< 0,001
Índice de perfusión	3,6	2,8	6,6	3,1	<0,001
Saturación de oxígeno	98	1,5	96,1	1,2	<0,001

Patrón de mala tolerancia según el IP

En la figura 1 se pueden observar las medias de los IP basal e IP posteriores a la prueba en los grupos de estudio. Se encontraron significativos los incrementos absolutos de la media de IP, en todos los grupos de estudio (tabla 6), siendo en pregrado de Enfermería de 3,3 (IC95% 1,1;5,5), en el pregrado de Medicina de 3,8 (IC95% 2,7;4,9), en enfermeros de 3,8 (IC95% 2,2;5,4) y en médicos de 2,1 (IC95% 1,0;3,1).

Figura 1: Valores medios del IP por grupos de estudio, antes y después de la prueba

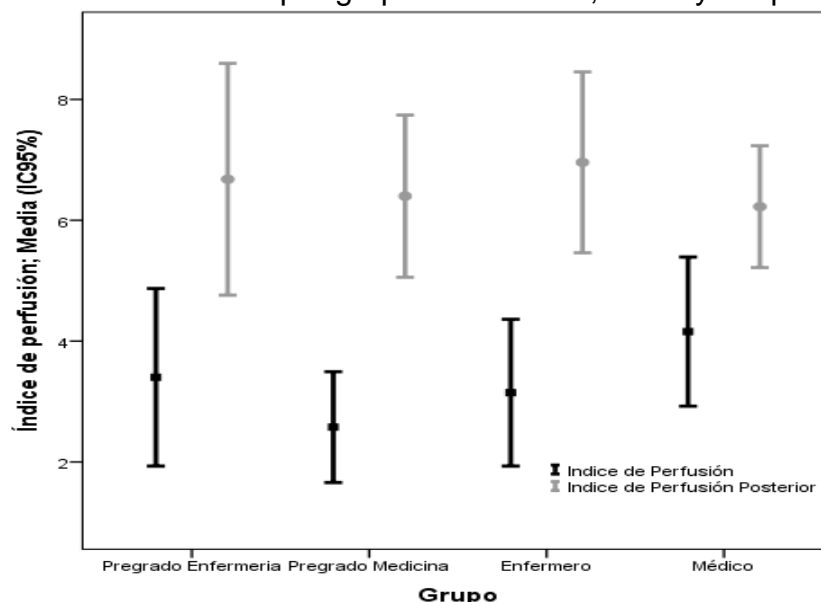


Tabla 6: Variación media del IP por grupos de estudio, antes y después de la prueba

Grupo	Índice de perfusión	Media	DE	Efecto absoluto medio	IC95%		p
Pregrado Enfermería	Posterior	6,7	4,5	3,3	1,1	5,5	0,006
	Basal	3,4	3,5				
Pregrado Medicina	Posterior	6,4	3,3	3,8	2,7	4,9	0,000
	Basal	2,6	2,2				
Enfermero	Posterior	7,0	3,6	3,8	2,2	5,4	0,000
	Basal	3,1	2,9				
Médico	Posterior	6,2	2,3	2,1	1,0	3,1	0,000
	Basal	4,2	2,8				

Con el fin de evaluar las variables asociadas a los IP tanto basal, como posterior y su variación se correlacionaron con las variables estudiadas (tablas 7 y 8).

El IP posterior se correlacionó con la talla ($r=0,21$; $p=0,04$), con el perímetro de cuello ($r=0,24$; $p=0,02$), con la masa muscular ($r=0,24$; $p=0,02$), con la masa ósea ($r=0,24$; $p=0,02$) y con el peso ideal ($r=0,21$; $p=0,04$).

La frecuencia cardiaca en reposo correlacionó de forma inversa con el IP posterior ($r=-0,26$; $p=0,01$) y su variación ($r=-0,23$; $p=0,01$), al igual que la frecuencia cardiaca basal ($r=-0,26$; $p=0,01$) y la saturación de oxígeno ($r=-0,27$; $p=0,01$).

Tabla 7: Correlaciones de los parámetros antropométricos cuantitativos con IP, antes y después de la prueba, así como su variación absoluta

		Índice de perfusión	Índice de perfusión posterior	Variación índice de perfusión
Talla	r	0,20	0,21*	0,04
	p	0,05	0,04	0,68
Perímetro de cuello	r	0,25*	0,24*	0,03
	p	0,01	0,02	0,77
Peso	r	0,17	0,16	0,02
	p	0,09	0,12	0,87
Grasa corporal	r	-0,15	-0,14	-0,01
	p	0,15	0,18	0,91
Masa muscular	r	0,24*	0,24*	0,04
	p	0,02	0,02	0,70
Masa ósea	r	0,25*	0,24*	0,03
	p	0,02	0,02	0,74
IMC	r	0,12	0,09	-0,01
	p	0,25	0,39	0,93

* $p<0,05$ ** $p<0,01$

Tabla 8. Correlaciones de los parámetros fisiológicos cuantitativos con los IP, antes y después de la prueba, así como su variación absoluta

		Índice de perfusión	Índice de perfusión posterior	Variación índice de perfusión
	p	0,89	0,01	0,02
Frecuencia cardiaca	r	0,01	-0,26*	-0,25*
	p	0,91	0,01	0,02
Presión arterial sistólica	r	0,04	0,17	0,12
	p	0,68	0,10	0,23
Presión arterial diastólica	r	-0,11	-0,13	-0,04
	p	0,30	0,21	0,71
Frecuencia respiratoria	r	0,11	-0,05	-0,13
	p	0,30	0,60	0,19
Temperatura	r	-0,16	0,00	0,12
	p	0,11	0,99	0,23
Hemoglobina	r	0,37**	,215*	-0,08
	p	0,01	0,04	0,41
Saturación de oxígeno	r	-0,53**	-0,27**	0,16
	p	0,00	0,01	0,12

*p<0,05 ** p<0,01

Se ajustó un modelo de regresión lineal para explicar las variables asociadas al IP posterior ajustado por los datos basales de IP. Se incluyeron en el modelo las variables correlacionadas con la IP posterior, así como aquellas que confundían por la distinta distribución en los grupos de estudio.

No se encontraron diferencias entre grupos o en subgrupos.

DISCUSIÓN

El IP se trata de una medida indirecta, no invasiva y continua, que proporciona información muy útil en distintos contextos clínicos. Este parámetro se refiere a la relación entre el flujo sanguíneo pulsátil y no pulsátil en los tejidos periféricos, de modo que un IP alto significa vasodilatación, y un IP bajo, vasoconstricción. La medición del IP es independiente de otras variables fisiológicas tales como FC, SpO₂, consumo de oxígeno o temperatura, dato que hace todavía más relevante el estudio de este parámetro.

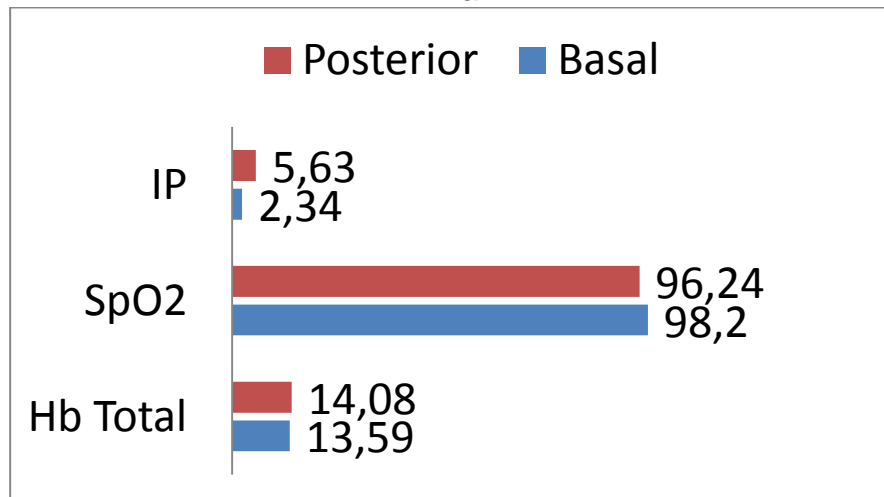
El abanico de situaciones clínicas en las que el IP ha demostrado su utilidad incluye la monitorización de la efectividad de la anestesia epidural, ya que un aumento del IP tras la administración de anestesia indica un incremento en la vasodilatación periférica, que normalmente se produce antes de la aparición del efecto anestésico⁽¹⁵⁾. En neonatos en estado crítico está contrastado que un bajo IP es una medida objetiva y precisa de enfermedad aguda⁽¹⁶⁾. De igual modo, este parámetro está siendo empleado para la estimación de la administración de volumen en pacientes con

trauma grave, en estados de sepsis ⁽¹⁷⁻¹⁹⁾, o en cirugías de reemplante y después de bypass cardiopulmonar, para la evaluación de la perfusión periférica.

No existen estudios suficientes que avalen el uso del IP en personas sanas, pero toda la bibliografía consultada ⁽²⁰⁻²²⁾ concluye que un alto IP origina vasodilatación y buena perfusión, y un bajo IP provoca vasoconstricción y mala perfusión. Extrapolando estos datos, podemos concluir que, en la muestra de estudio que nos ocupa, los voluntarios que presentan menos IP al finalizar que al comenzar no toleran bien el esfuerzo que supone el caso clínico; además, se ha encontrado un patrón común en el comportamiento de la hemoglobina total y de la saturación de oxígeno.

Un 15% (14 de 96) de los voluntarios presentaron un IP posterior inferior al previo, lo que se traduce en una situación de vasoconstricción periférica después de la realización del ejercicio físico que supuso el caso clínico, cuando lo esperable era una vasodilatación para aumentar la perfusión (figura 2).

Figura 2: Patrón de comportamiento de IP, SpO2 y Hb total, determinaciones basal y final



Un efecto esperado del aumento de las demandas de energía necesarias como consecuencia del ejercicio físico es la puesta a disposición de toda la hemoglobina disponible. El patrón normal indica que, al acabar el caso clínico, los voluntarios deben presentar más hemoglobina total que al inicio, dato que cuadra con el incremento de IP y el leve descenso de la saturación de oxígeno. Por lo tanto, concluir la prueba con menos hemoglobina total al final que basal puede indicar mala tolerancia al ejercicio. Un 31,25% de los sujetos (30 de 96) presentaron una mala tolerancia fisiológica con respecto al uso inadecuado de la hemoglobina.

Por lo tanto, si observamos un IP posterior menor a previo y menos hemoglobina final que inicial (dato que se acompaña de más saturación final que inicial) podemos concluir que es un patrón totalmente inadecuado, es decir, estos sujetos no toleran este tipo de simulación propuesta (8 de 96).

REFERENCIAS

1. Lane JE, Dimick J, Syrax M, Bhandary M, Rudy BS. Bioterrorism and disaster preparedness among medical specialties. *American Journal of Disaster Medicine*. 2012; 7(1): p. 48-60.
2. Veenema TG, Losinski SLA, Hilmi LM. Increasing Emergency Preparedness. *AJN, American Journal of Nursing*. 2016 Enero; 116(1): p. 49-53.
3. Bayntun C, Houlihan C, Edmunds J. Ebola crisis: beliefs and behaviours warrant urgent attention. *The Lancet*. 2014 Octubre; 384(9952): p. 1424-1424.
4. Debbie M. The impact of a nurse led rapid response system on adverse, major adverse events and activation of the medical emergency team. *Intensive & Critical Care Nursing*. 2015 April; 31(2): p. 83-90.
5. Alenljung B, Maurin Söderholm H. Designing Simulation-Based Training for Prehospital Emergency Care: Participation from a Participants Perspective. In *Human-Computer Interaction: Designing and Evaluation: 17th International Conference; 2015; Los Angeles*. p. 297-306.
6. Service-Médical-du-RAID. Tactical emergency medicine: lessons from Paris marauding terrorist attack. *Critical care*. 2015 December; 20(37).
7. G-Holland M, Cawthon D. Personal Protective Equipment and Decontamination of Adults and Children. *Emergency Medicine Clinics of North America*. 2015 February; 33(1): p. 15-68.
8. Anderson-Fletcher E. The Texas Health Presbyterian Hospital Ebola Crisis: A Perfect Storm of Human Errors, Systems Failures, and Lack of Mindfulness. In *HCCP White Paper Series ; 2015; Texas*. p. 2-28.
9. Costello JT. The Effects of Metabolic Work Rate and Ambient Environment on Physiological Tolerance Times While Wearing Explosive and Chemical Personal Protective Equipment [Revista].; 2015 [doi: 10.1155/2015/857536].
10. Contreras E, Buchanan S. Piloting a personal protection equipment distribution program among Chicago day laborers. *American Journal of Industrial Medicine*. 2012 February; 55(2): p. 159-166.
11. Mohammed HM. Ebola virus disease: Effects of respiratory protection on healthcare workers. *Egyptian Journal of Chest Diseases and Tuberculosis*. 2015 July; 64(3): p. 639-644.
12. Randi Nørgaard Fløe Pedersen , Jørgen Riis Jepsen , Balázs Ádám. Regulation and practice of workers' protection from chemical exposures during container handling. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*. 2014 September; 9(33): p. 9-33.
13. Rim KT, Lim CH. Biologically Hazardous Agents at Work and Efforts to Protect Workers' Health: A Review of Recent Reports. *Safety and Health at Work*. 2014 June; 5(2): p. 43-52.
14. Santos JB, Varela C. Safe use of personal protective equipment in the treatment of infectious diseases of high consequence. Technical document. Stockholm: European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC), ECDC; 2014. Report No.: Version 2.
15. Zheng J, Du L, Liu B. Influence of Body Mass Index and Epidural Anesthesia on Lung Function. *Anesthesiology*. 2014; 120(2): p. 509-510.
16. Hakan N, Dilli D, Zenciroglu A, Aydin M, Okumus N. Reference values of perfusion indices in hemodynamically stable newborns during the early neonatal period. *European Journal of Pediatrics*. 2014; 173(5): p. 597-602.

17. van Genderen M, Klijn E, Lima A, de Jonge J, Visser S, Voorbeijtel J, et al. Microvascular Perfusion as a Target for Fluid Resuscitation in Experimental Circulatory Shock. Crit Care Med. 2014 Feb; 42(2): p. E96-E105.
18. Rasmy I, Nabil N, Mohamed H, Abdel Raouf S, Hasanin A, Eladawy A, et al. The evaluation of perfusion index as a predictor of vasopressor requirement in patient with sever sepsis and septic shock. Intensive Care Medicine Experimental. 2015; 3.
19. Greenwood JC OC. End Points of Sepsis Resuscitation. Emerg Med Clin North Am. 2017 Feb; 35(1): p. 93-107.
20. Csapo R, Alegre LM, Baron R. Time kinetics of acute changes in muscle architecture in response to resistance exercise. Journal Of Science And Medicine In Sport. 2011 May; 14(3): p. 270-274.
21. Fryer S, Stone KJ, Sveen J, Dickson T, España-Romero V, Giles D, et al. Differences in forearm strength, endurance, and hemodynamic kinetics between male boulderers and lead rock climbers. Eur J Sport Sci. 2017 July 28; 1(7).
22. Gayda M, Lapierre G, Dupuy O, Fraser S, Bherer L, Juneau M, et al. Cardiovascular and cerebral hemodynamics during exercise and recovery in obese individuals as a function of their fitness status. Physiol Rep. 2017 June; 5(12).

ISSN 1695-6141

© [COPYRIGHT](#) Servicio de Publicaciones - Universidad de Murcia