

VALIDACIÓN DEL DELTA BASE DÉFICIT EN PACIENTES TRAUMÁTICOS.

**TRABAJO REALIZADO EN EL HOSPITAL PARC
TAULÍ SABADELL**

Esteban García Padilla

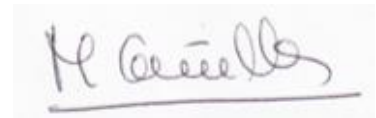
VALIDACIÓN DEL DELTA BASE DÉFICIT EN PACIENTES TRAUMÁTICOS.

**Trabajo presentado por Esteban García Padilla para optar al grado de Doctor
en Medicina y Cirugía por la Universidad Autónoma de Barcelona.**

**Esta tesis ha estado realizada en el Servicio de Anestesiología, Reanimación y
Terapia del Dolor del Hospital de Sabadell.**



DIRECTORES: Dr. Xavier Rius Cornadó.
Dra. Montse Cañellas Arsegol.



Departament de Cirurgia
Universitat Autònoma de Barcelona
Año 2015



Montserrat Cañellas Arsegol, Profesora Asociada del Departament de Cirurgia de la Facultat de Medicina de la Universitat Autònoma de Barcelona

CERTIFICA

Que el trabajo titulado óValidación del delta base déficit en pacientes traumáticos. Hospital Parc Taulí de Sabadellô ha sido realizado por Esteban García Padilla bajo mi dirección, y reúne las condiciones requeridas para su lectura y defensa ante el Tribunal designado para optar al grado de Doctor en Medicina.

Y para que así conste a todos los efectos oportunos, firmo el presente certificado en Barcelona, 5 de marzo del 2015.

A handwritten signature in blue ink, which appears to read 'M. Cañellas', is written over a horizontal line.

Montserrat Cañellas Arsegol
Profesora Asociada del Departament de Cirurgia
de la Universitat Autònoma de Barcelona

Xavier Rius Cornadó, Catedrático de Cirugía del Departament de Cirurgia de la Facultat de Medicina de la Universitat Autònoma de Barcelona

CERTIFICA

Que el trabajo titulado óValidación del delta base déficit en pacientes traumáticos. Hospital Parc Taulí de Sabadellô ha sido realizado por Esteban García Padilla bajo mi dirección, y reúne las condiciones requeridas para su lectura y defensa ante el Tribunal designado para optar al grado de Doctor en Medicina.

Y para que así conste a todos los efectos oportunos, firmo el presente certificado en Barcelona, 5 de marzo del 2015.



Xavier Rius Cornadó
Catedrático de Cirugía del Departament de Cirurgia
de la Facultat de Medicina de la Universitat Autònoma de Barcelona

A mis padres,
Gracias por comprenderme e intentar entenderme.

AGRADECIMIENTOS

Querría agradecer en primer lugar al Dr. Xavier Rius la dirección de este trabajo.
A la Dra. Montserrat Cañellas por aceptarla. Por su esfuerzo, por saber interpretar mis gestos a sus ideas. Por correr a mi lado y animarme a por llegar juntos a la meta.
A Carmen Colilles, directora del servicio de anestesiología del Hospital Parc Taulí de Sabadell por insistirme y abrirme el camino.
A mis padres por no dejar para mañana lo que puedas hacer hoy, y por no permitir que un montón de trabajo acabara en la basura.
A mi hermana, por llamarme siempre para recordarme que primero son los valores esenciales. A mi sobrino, por ser lo que más quiero.
A mi compañero Juanjo Zancajo; gracias por ayudarme con la estadística como sólo tú podías hacerlo. Te estaré eternamente agradecido.
A Alfredo Merten, por enseñarme a que las cosas hay que hacerlas bien. A mi maestro.
A Andrés, por demostrar que un buen maestro hace que su alumno sea mejor que él.
A Cristian, a Alberto, a Paulina y a todos los residentes que creen en el exceso de bases...
A Sandra, por demostrar su profesionalidad y por animarme.
A Jenaro Mañero, que desenreda mis imposibles madejas con absoluta serenidad aparente.
A Novella, por sus consejos y por enseñarme a ser fuerte.
A Cruz, que me vigila, y cuyo disparate de vida es el equilibrio y el entusiasmo que pongo en hacer todo lo que hago y haré.
A Santi Fuster, por hacer que este trabajo tenga sentido. Por corregirme y formarme.
A Iñaki, que me enseñó que se puede vivir en el mar.
A Irina, por conocer mis tiempos y respetarme. Que siga.
A Sebas, por hacer que haga lo que me gusta.
A Richard y Sergi, por no perder nunca la ilusión.
A Pau, por confiar en su capitán.
A Katy, por dar sin esperar. Por esperar que volvamos. Por ser tú. Gracias.
A Dacal, ya nunca más volará conmigo. El me enseñó a ser puro.
A Dani Carmona, por estar siempre.
A Sergio, porque al este del Moncayo tengo un amigo.
A Luis Mollá, que ni me pregunta ni me discute nada pero me rebate todo con cariño y respeto. A su inteligencia y madurez. Por enseñarme a ser amigo. Buena Proa.
A todos los que me habéis animado durante estos años. Gracias. Y que sepáis que del laberinto siempre se sale, pero primero hay que perderse. No quisiera dejarme a nadie, vosotros ya sabéis los que sois.
A todo el tiempo que estuvisteis a mi lado mientras escribía. La soledad es un placer, vuestras letras infinitas. Gracias Enrique, gracias Antonio, os seguiré escuchando.
A ti, que me dejaste enseñarte Orión. No será fácil viajar a mi lado. Gracias por intentarlo.
Ay de mí, de mi ambición!!!

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN1

- 1.1 Casuística del traumatismo1
- 1.2 Valoración y clasificación2
- 1.3 Exceso / Déficit de bases5
- 1.4 Exceso de bases en trauma6
- 1.5 Correlación del BE con otros marcadores de reanimación7
- 1.6 Exceso de bases, etanol y drogas8
- 1.7 Modelos de probabilidad de supervivencia en el traumático9
- 1.8 Curvas ROC10

II. REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN BIBLIOGRÁFICA11

- 2.1 ESCALAS FISIOLÓGICAS11
 - 2.1.1 Escala de coma de Glasgow11
 - 2.1.2 Trauma Score (TS) y Revised Trauma Score (RTS)12
 - 2.1.3 Acute Physiology and Chronic Health Evaluation (APACHE)14
- 2.2 ESCALAS ANATÓMICAS15
 - 2.2.1 Abbreviated Injury Scale (AIS)15
 - 2.2.2 International Classification of Diseases (ICD)15
 - 2.2.3 Injury Severity Score (ISS)16
 - 2.2.4 New Injury Severity Score (NISS)19
- 2.3 INDICES METABÓLICOS20
 - 2.3.1 Niveles de Ácido Láctico (lactatos)21
 - 2.3.2 Déficit de Bases / Exceso de Bases22
- 2.4 MODELOS DE PROBABILIDAD DE SUPERVIVENCIA23
 - 2.4.1 Trauma and Injury Severity Score (TRISS)23
 - 2.4.2 A Severity Characteristic of Trauma (ASCOT)25
 - 2.4.3 International Classification of Diseases Injury Severity Score (ICISS)25
 - 2.4.4 Base Excess Injury Severity Scale (BISS)26

III. HIPÓTESIS29

IV. OBJETIVO DEL TRABAJO	30
4.1 Objetivo principal	30
4.2 Objetivos secundarios	30
V. MATERIAL Y MÉTODOS	31
5.1 Tipo, diseño y ámbito del estudio	31
5.2 Procedimiento y selección de pacientes	31
5.3 Estudio previo	33
VI. VARIABLES DEL ESTUDIO	34
6.1 Variables dependientes principales	34
6.2 Variables independientes secundarias	34
6.3 Variable continua	35
VII. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	36
VIII. RESULTADOS	38
IX. DISCUSIÓN	47
X. CONCLUSIONES	53
XI. RESUMEN	54
XII. ESCALAS	55
XIII. CÓDIGO PPT	60
XIV. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	61
XV. BIBLIOGRAFÍA	65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos demográficos, mecanismo de lesión y supervivencia totales 38

Tabla 2. Datos demográficos, mecanismo de lesión y supervivencia graves .. .39

Tabla 3. Datos *Scores* graves 41

Tabla 4. Resultados estratificados por mortalidad 42

Tabla 5. Correlación entre variables continuas 43

Tabla 6. Resultados estimados de los coeficientes con análisis de regresión logística .44

Tabla 7. Intervalos de confianza de los coeficientes calculados . .44

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y ESCALAS

Gráfico 1. Curva ROC modelo TRISS	45
Gráfico 2. Curva ROC modelo BISS	45
Gráfico 3. Comparación estadística AUCs TRISS vs BISS	46
Escala 1. <i>The Edwin Smith Surgical Papyrus</i> . Egipto, siglo XVII AC	54
Escala 2. Escala de coma de Glasgow. Tesdale y Jennet. 1974	54
Escala 3. <i>Trauma Score</i> . Champion. 1981	55
Escala 4. <i>Revised Trauma Score</i> . Champion. 1989	56
Escala 5. Versión simplificada <i>triage in situ</i> . Champion	56
Escala 6. Probabilidad de supervivencia con RTS. Adaptado de Champion. 1989	57
Escala 7. <i>Injury Severity Score</i> . Baker y cols. 1974	57
Escala 8. LD 50. Bull. 1975	58
Escala 9. Riesgo de fracaso multiorgánico (FMO) después de la lesión	58

ANEXO: ESTADÍSTICA

Anexo 1. Análisis estadístico de las escalas de gravedad con mortalidad ã ã ã ã ..ã ã ..61

Anexo 2. Análisis estadístico de las escalas de

probabilidad de supervivencia con mortalidad ã ã ã ã ã ã ã ã ã ..ã ã ã ã .62

Anexo 3. Análisis estadístico del delta base déficit con mortalidad ã ã ã ã ã ..ã ã ã ã 63

Anexo 4. Nuevos coeficientes calculados para nuestra muestra ã ã ã ã ã ã ..ã ã ã ã .64

ABREVIATURAS

AAAM	American Medical Association Committee on Medical Aspects of Automotive Safety
AGB	Gasometría arterial
AIS	Abbreviated Injury Scale
APACHE	Acute Physiology Chronic Health Evaluation
ASCOT	A Severity Characteristic of Trauma
ATLS	Advanced Trauma Life Support
ATP	Adenosín trifosfato
AUC	Área bajo la curva
BD	Déficit de bases
BE	Exceso de bases
BISS	Base Excess Injury Severity Scale
CAT	Centro de Atención al Traumático
CEIC	Comité Ético de Investigación Clínica
Curva ROC	Receiver Operating Characteristic
ECF	Fluido Extracelular
FMO	Fracaso Multiorgánico
FR	Frecuencia Respiratoria
GCS	Glasgow Coma Scale
Hb	Hemoglobina
HO	Hipoperfusión Oculta
H0	Hipótesis nula
H1	Hipótesis alternativa
IC	Intervalo de Confianza
ICD	International Classification of Diseases
ICISS	International Classification of Diseases injury Severity Score
IOT	Intubación orotraqueal
ISS	Injury Severity Score
LD 50	Dosis Letal 50
MAP	Presión Arterial Media
mmol/L	Milimoles por litro
MODS	Disfunción Multiorgánica
MTOS	Major Trauma Outcome Study

NISS	New Injury Severity Score
OMS	Organización Mundial de la Salud
O2	Oxígeno
PCO2	Presión Parcial Dióxido de Carbono
pHi	pH gástrico intramucoso
PPT	Politraumático
PS	Probabilidad de Supervivencia
RTS	Revised Trauma Score
ScvO2	Saturación venosa central de oxígeno
SEM	Sistema de Emergencias Médicas
SMS	Simplified Motor Score
SNC	Sistema Nervioso Central
SRR	Surgical Risk Ratio
StO2	Saturación tisular de oxígeno
TAS	Tensión Arterial Sistólica
TCE	Traumatismo Craneoencefálico
TRISS	Trauma and Injury Severity Score
TS	Trauma Score
UCI	Unidad de Cuidados Intensivos

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Casuística del traumatismo

La organización mundial de la salud (OMS) estima que, aproximadamente 5,8 millones de personas mueren en el mundo debido a traumatismos, representando el 11% de la mortalidad mundial¹⁾. En 2030, se estima que los accidentes de tránsito serán la quinta causa de muerte y la tercera causa de discapacidad en todo el mundo. El impacto de las lesiones en la sociedad afecta significativamente tanto en un nivel físico, como psicológico y económico²⁾, con un coste estimado de 518 billones de dólares a nivel mundial³⁾.

Según la Dirección General de Tráfico, en España, en 2012 hubo 83.115 accidentes con víctimas. Estos ocasionaron 1.903 fallecidos en el lugar del accidente o hasta 30 días después del mismo, siendo el grupo de pacientes entre 35 a 44 años de edad los más afectados. 10.444 personas fueron ingresadas en un centro hospitalario y 105.446 resultaron heridas leves. De los fallecidos, el 76% eran varones y el 51% tenían 45 años de edad o más. Ese año España ocupó la séptima posición en el ranking de tasas de víctimas mortales con un valor de 41 fallecidos por millón de habitantes, por debajo de la tasa europea que fue de 55 fallecidos por millón de habitantes⁴⁾.

En Cataluña, en la última revisión del año 2012, los traumatismos son la primera causa de muerte en los hombres de 15 a 34 años y en las mujeres jóvenes de 15 a 24 años. De todas las causas que han ocasionado más años potenciales de vida perdidos (en números absolutos), los que provocan muertes más prematuras (la pérdida más elevada de años de vida por cada defunción) han sido por orden de frecuencia, los accidentes de tráfico, los suicidios y el Sida⁵⁾. Según la *óGeneralitat de Catalunya* más de 180.000 personas sufren cada año lesiones derivadas de los accidentes de tráfico⁶⁾.

En una revisión sistemática en 2012, de 27 artículos relacionados con el coste de la atención de traumatismo agudo, el 81% de estos estudios realizados en países con ingresos altos, como los EE.UU., Australia, y Reino Unido, la mediana de coste por paciente del tratamiento del trauma agudo fue 22.448 dólares. Se concluye que el coste del tratamiento agudo del paciente traumático, es más alto que otros grupos de enfermedades, requiriéndose más investigación específica sobre los costes en la atención de estos paciente para facilitar la planificación de los servicios de salud⁷⁾.

Como se puede observar, el paciente politraumático tiene una elevada prevalencia en nuestra sociedad, con fatales consecuencias en un alto porcentaje de casos, y con un número elevado también de secuelas en dichos pacientes.

1.2 Valoración y clasificación

El manejo del paciente traumático es un reto importante para los servicios de salud por los altos costes económicos que supone la atención a estos pacientes y el grave costo social relacionado con las secuelas.

La clasificación y documentación de la severidad de las lesiones en el paciente traumático es un requisito imprescindible para la evaluación de los programas de tratamiento de estos pacientes, así como para el desarrollo de nuevas técnicas o iniciativas en su control para mejorar su pronóstico. La atención brindada en centros especializados en trauma se asocia con un mejor pronóstico funcional y vital de los pacientes.

Con las diferentes escalas podemos definir dos conceptos: el índice de gravedad (que normalmente es un número) y el modelo de probabilidad de muerte o supervivencia, que es una ecuación y que tiene en cuenta uno o varios índices de gravedad, además de otros factores como son la edad o el mecanismo de la lesión, factores que sin duda tienen que ver con la mayor o menor repercusión sobre la supervivencia que una lesión determinada puede tener en varios pacientes distintos⁸⁾⁹⁾. Estas escalas nos permiten mejorar la atención de los pacientes mediante la evaluación de protocolos, llevar a cabo un control de calidad de los métodos terapéuticos y realizar estudios comparativos.

El uso de los índices de trauma trata de establecer uniformidad en los parámetros diagnósticos para hacer comparaciones estadísticas entre los estudios de los distintos centros de trauma y realizar valoraciones económicas en la distribución de recursos en la atención al paciente traumático.

Uno de los primeros textos médicos conocidos, *The Edwin Smith Surgical Papyrus*, fue encontrado en Egipto y data del siglo XVII AC; clasificaba las lesiones en 3 grados: tratables, inciertas e intratables. Incluye 48 pacientes, de los cuales 14 fueron intratables (Escala 1).

Los sistemas actuales usan una combinación de severidad y lesión anatómica, con cuantificación del grado de deterioro fisiológico para llegar a escalas que se correlacionen con la supervivencia.

Estos sistemas están diseñados para facilitar el *triage* prehospitalario, identificar la severidad de las lesiones anatómicas y las alteraciones fisiológicas, identificar los pacientes que requieren asistencia cualificada, estimar la posibilidad de supervivencia, permitir una adecuada comparación de diferentes poblaciones, organizar, evaluar y mejorar los sistemas de trauma mediante programas de evaluación y control de calidad asistencial, establecer líneas de investigación clínica para finalmente conocer aspectos epidemiológicos e implementar programas de prevención.

La evaluación del paciente traumático comienza en la asistencia prehospitalaria. Aquí el principal uso de los índices de trauma es determinar la necesidad de enviar a un centro de referencia de trauma a los pacientes que tienen lesiones graves.

Si bien el *triage* se basa en índices, edad, patología de base y mecanismo lesional, para algunos autores el mecanismo de lesión como *triage* solo tiene un valor predictivo positivo en el 6,9%¹⁰⁾.

Otra utilidad de los índices ha sido la de estimar la probabilidad de muerte al ingreso, dependiendo del estado hemodinámico y de la severidad de la lesión anatómica.

Algunas de las deficiencias de los índices de trauma basados en cambios fisiológicos se deben a que tienen una sensibilidad informada por la literatura del 80% y, por lo tanto, algunas personas severamente lesionadas no serían descubiertas por estos índices, bien sea porque los enfermos tienen una compensación fisiológica adecuada a los déficits de volumen o porque una vez admitidos en los servicios de urgencia, hubo tiempo suficiente para compensarlos. Por otra parte, como tienen una especificidad baja (cercana al 75%), en algunos casos sobrestimarían la severidad de la lesión, sobre todo cuando los cambios fisiológicos están relacionados con otros factores como consecuencia de la hipovolemia, edema cerebral e hipoxia. Si estos índices fisiológicos se combinan con un índice anatómico que determina cuál es la verdadera severidad de la lesión, el valor predictivo aumenta y los fallos se reducen⁸⁾⁹⁾.

Las primeras escalas utilizaban parámetros fisiológicos para realizar un *triage* prehospitalario. Poco después, en 1971, el *American Medical Association Committee on Medical Aspects of Automotive Safety* (AAAM) clasificó los traumatismos según la gravedad de la región anatómica afectada y más recientemente, la búsqueda de los *óend points* en la resucitación inicial del paciente traumático, nos ha llevado a definir una serie de parámetros bioquímicos como son los lactatos y el exceso de bases como índice de gravedad del paciente traumático, además de valorar la resucitación inicial del paciente.

Según qué parámetros analicemos, podemos hablar de escalas fisiológicas, anatómicas y bioquímicas⁸⁾⁹⁾. Estas escalas nos permiten finalmente calcular los índices de probabilidad de supervivencia.

Las escalas fisiológicas se basan en la repercusión del traumatismo sobre diferentes sistemas (cardiovascular: repercusión hemodinámica; sistema nervioso central: alteración de conciencia). Miden parámetros vitales como son el pulso, la presión arterial, la frecuencia respiratoria y el nivel de conciencia, todo ello normalmente valorado en la atención inicial del paciente traumático.

Las escalas basadas en signos vitales, tienen una elevada correlación con la mortalidad, pueden ser usadas para *triage*, para ver la respuesta al tratamiento, predecir la mortalidad y comparar costes hospitalarios.

Incluyen: GCS (*Glasgow coma scale*), TS (*trauma score*), RTS (*revised trauma score*) y APACHE (*acute physiology chronic health evaluation*).

RTS y GCS son el *Gold Standard* de la valoración inicial del PT. En nuestro medio esta valoración inicial es realizada por el sistema de emergencias médicas (SEM), lo que permite un *triage* inicial (forma de traslado y activación de código politraumático) y posteriormente permiten predecir la probabilidad de supervivencia.

Las escalas anatómicas valoran la lesión anatómica asociada al traumatismo.

Los más usados son AIS (*abbreviated injury scale*), ISS (*injury severity score*), NISS (*new injury severity score*) e ICD (*international classification of diseases*).

El ISS a pesar de sus limitaciones sigue siendo la escala de gravedad más utilizada en pacientes traumáticos. El valor de 15 continúa siendo la cifra de corte con la que hablamos de traumático grave o policontusionado o polifracturado.

Los índices metabólicos están basados en parámetros bioquímicos que nos detecten estados de hipoperfusión tisular y nos ayuden en la resucitación adecuada de estos pacientes. Disponemos de los niveles de ácido láctico y exceso de bases. Son un indicador de la correcta reanimación más que un índice de gravedad inicial. Su determinación seriada debe ser un estándar en el tratamiento de estos pacientes.

1.3 Exceso / Déficit de bases

La medición de pH, el dióxido de carbono y oxígeno en la sangre se remonta cientos de años. Esta historia de la ciencia involucra nombres distinguidos como Boyle, Dalton, Avogadro, Arrhenius, Henderson, y Hasselbach¹¹⁾. Siguiendo las huellas de estos precursores, Siggaard-Andersen¹²⁾ y Astrup¹³⁾ desarrollaron el término exceso de bases (BE) para describir el componente metabólico de una alcalosis o acidosis.

Todas las células vivas del cuerpo humano necesitan oxígeno para la respiración celular. El oxígeno es el aceptor terminal de electrones en la fosforilación oxidativa del metabolismo aeróbico. La hemoglobina (Hb) suministra oxígeno a las células a través del torrente sanguíneo. Cuando el flujo de sangre y por lo tanto el suministro de oxígeno, es insuficiente para satisfacer la demanda de las células, éstas cambian a un metabolismo anaeróbico. Los productos del metabolismo anaeróbico incluyen el ácido láctico y otros ácidos orgánicos. Estos ácidos se acumulan, produciendo una acidosis metabólica que resulta en un relativo óexceso de ácidoô (o ódéficit de basesô) en la sangre. El sistema de taponamiento del cuerpo humano mitiga esta acumulación de ácidos y comprende bicarbonato, Hb, y albúmina. Otras proteínas del cuerpo no tienen un efecto significativo. La Hb es el tampón más importante en el fluido extracelular (ECF).

Una manera de reflejar la acumulación de ácidos es mediante la determinación de la cantidad de base que se necesitaría para neutralizar el ácido y llevar la sangre y el ECF de nuevo, a un pH normal. En una acidosis metabólica, se acumula ácido láctico. Este óexceso de ácidoô también se llama déficit de bases (BD) y se expresa como un número negativo; del mismo modo, si existe una alcalosis metabólica, el número es positivo y se denomina BE (o "déficit de ácido")¹²⁾.

El laboratorio utiliza el término exceso de bases (expresada en milimoles por litro) y el número puede ser positivo, indicando un óexceso de la bases o la falta de ácidoô o negativo, indicando un óexceso de ácido o la falta de bases".

En general, a los médicos nos preocupa más un valor negativo que uno positivo. Utilizando el término óbase déficitô implica que el BE es un número negativo; sin embargo, el BD puede ser expresado como un valor absoluto. Los términos déficit de bases y exceso de bases se usan indistintamente en la comunicación verbal y escrita. Se recomienda precaución en el uso de estos términos para no crear confusión, utilizando preferentemente el término exceso de bases (BE)¹⁴⁾.

El BE refleja el componente metabólico puro de una acidosis o alcalosis. No se ve afectada por los cambios a corto plazo en la PCO₂ (presión parcial de dióxido de carbono), que es el componente respiratorio¹⁵⁾.

El déficit de bases es la cantidad de base (en milimoles) requerida para mantener un litro de sangre total con 100% de saturación de O₂ y una PaCo₂ de 40 mmHg a un pH de 7.4. El valor normal va de -3 a +3 mmol/L¹⁴⁾.

1.4 Exceso de bases en trauma

A menudo es difícil de evaluar a un paciente obnubilado por una pérdida importante de sangre antes de que se obtuvieran las pruebas complementarias. La presencia de shock hipovolémico ayuda determinar el enfoque de gestión en cada paciente. En algunos pacientes, la hipovolemia es evidente, mientras que en otros, es posible que no se manifieste.

La atención inicial del paciente con trauma se basa en el protocolo Advanced Trauma Life Support (ATLS), que se inició en 1980. Parte de Advanced Trauma Life Support es la obtención de los datos de laboratorio, y una de ellas los datos de laboratorio es la gasometría arterial (ABG). El BE (estándar, real, o ambos) se reporta en el resultado ABG.

Existen numerosos artículos sobre BE y trauma. Un valor muy negativo se correlaciona con una mayor mortalidad¹⁶⁾¹⁷⁾¹⁸⁾, lesión intra-abdominal¹⁹⁾²⁰⁾, y transfusión²¹⁾. Un empeoramiento del BE se correlaciona con mortalidad, duración del ingreso en la unidad de cuidados intensivos (UCI), el síndrome de dificultad respiratoria del adulto, la insuficiencia renal, la coagulopatía y el fracaso multiorgánico (FMO)²²⁾²³⁾. El fracaso en la normalización del BE en 24 horas se correlaciona con un aumento del síndrome de distrés respiratorio del adulto, fracaso multiorgánico y mortalidad¹⁶⁾. En la población de edad avanzada, un BE inicial $\hat{O}$ - 6 mmol/L (es decir, ser más negativo o igual a -6) se correlacionó con las lesiones y mortalidad²³⁾²⁴⁾.

Existen también, datos del trauma pediátrico. Una revisión del National Trauma Data Bank encontró una tasa de mortalidad del 25% con valores de BE $\hat{O}$ - 8 mmol/L en la atención inicial al paciente pediátrico²⁵⁾. Una revisión retrospectiva en 65 pacientes mayores de 5 años, se encontró una mortalidad del 37%, cuando el BE $\hat{O}$ - 5 mmol/L, llegando a ser del 100% ante el fracaso en la normalización del BE²⁶⁾.

En general, es evidente que cuanto más negativo sea BE, el paciente presenta mayor lesión, aumentando su mortalidad. Específicamente, un BE ≤ -6 mmol/L es particularmente preocupante y requiriendo una temprana reanimación agresiva y todos los esfuerzos de diagnóstico para definir todas las lesiones.

La normalización de BE es el punto final más estudiado de la reanimación de los pacientes con trauma. El fracaso en la normalización del BE por imposibilidad de detener la hemorragia, la no transfusión de cristaloideos o productos sanguíneos, y el fracaso de los cuidados médicos de apoyo, resultan en una mayor mortalidad.

El BE también es útil como factor pronóstico del resultado, siendo un end point de la reanimación en quemados. En un estudio retrospectivo de 2 años, un BE ≤ -6 mmol/L se asoció con mayor mortalidad, 72% frente a 9%²⁷⁾. Un estudio más reciente, de 162 pacientes quemados, mostró una correlación entre el BE y mortalidad²⁸⁾. Existen estudios, tanto retrospectivos²⁹⁾ como prospectivos³⁰⁾, que demuestran como end points usados tradicionalmente, como son el MAP (presión arterial media) y el débito de orina pueden ser normales en presencia de un BE significativamente anormal. Al igual que en los pacientes con trauma, la normalización del BE en 24 horas se asocia a un descenso en la mortalidad³¹⁾. En general, existe evidencia para el uso del BE conjuntamente con otros end points finales de la reanimación en pacientes quemados.

1.5 Correlación del BE con otros marcadores de reanimación

El BE sigue siendo un indicador bueno y sensible del estado general ácido-base metabólico, pero la correlación con otros marcadores es inconsistente. Hemos de tener en esto en cuenta a la hora de sustituir el BE por el lactato, el bicarbonato, o el anión gap.

En un estudio con 52 pacientes traumáticos no se encontró correlación entre lactatos, el anión gap y el BE³²⁾.

Los niveles de lactato no pueden ser deducidos del BE, anión gap o anión gap corregido según lo demostrado por Chawla et al³³⁾³⁴⁾³⁵⁾. Un valor negativo de BE en presencia de un lactato normal puede no ser un marcador de lesión, enfermedad, o un objetivo terapéutico³⁶⁾. Un modelo animal de trauma penetrante demostró que el lactato es un fuerte indicador de pérdida hemática, igual que el BE³⁷⁾.

Si hay un estado de acidosis metabólica y se está produciendo lactato, presumiblemente el anión gap se elevaría. Sin embargo, un grupo de investigadores encontró que el anión gap no se

correlacionó con el BE o los lactatos³²⁾. Otro estudio demostró que no existía correlación entre el lactato, BE, anión gap y anión gap corregido por la albúmina³³⁾. Por lo tanto, el anión gap falla como único valor, ya que no se puede interpretar sin el conocimiento del bicarbonato, el pH, y la PCO₂.

La saturación venosa central de oxígeno (ScvO₂) no es un buen indicador de la pérdida de sangre en pacientes con trauma, en comparación con BE³⁸⁾. Un ensayo multicéntrico de 383 pacientes traumáticos, comparando la saturación tisular de oxígeno (StO₂) con el BE, encontrando un rendimiento similar en la capacidad de identificar una mala perfusión, el desarrollo de disfunción multiorgánica (MODS) o muerte³⁹⁾. El pH gástrico intramucoso (pHi) ha demostrado correlación con el BE en 20 pacientes con enfermedad crítica. Los autores concluyeron que no valía la pena monitorizar la tonometría gástrica, porque la misma información se puede obtener por una gasometría rutinaria⁴⁰⁾.

1.6 Exceso de bases, etanol y drogas

El alcohol juega un papel clave en la lesión, y puede causar acidosis por mecanismos conocidos y desconocidos⁴¹⁾. Una revisión retrospectiva de 1.234 pacientes encontró que el etanol contribuye a la acidosis metabólica y por lo tanto contribuye a el BE. Sin embargo, en este estudio un BE $\hat{O}$ - 6 mmol/L se correlacionó con lesión grave, requerimiento de transfusión, y un aumento en la estancia hospitalaria⁴²⁾. Un estudio realizado en dos centros mostró que la intoxicación por etanol dio lugar a un valor más negativo en el BE, pero no afectó a la capacidad para identificar a los pacientes con lesiones severas⁴³⁾. Dunne et al⁴⁴⁾. evaluaron el valor predictivo del déficit de bases y lactatos en pacientes traumáticos intoxicados con alcohol o drogas; concluyeron que los lactatos y el déficit de bases, son factores predictores independientes para los resultados en el paciente traumático.

Un estudio prospectivo con 520 pacientes traumáticos intoxicados por etanol y/o drogas ilícitas, mostró que BE y el lactato podría identificar a los pacientes con lesiones más graves⁴⁵⁾.

Es verdad que la intoxicación por etanol causa acidosis metabólica, pero como demostraron Davis et al⁴²⁾, que incluso con la presencia de alcohol, un base déficit de < -6 es un potente indicador de lesión grave con morbilidad asociada, requiriendo mayores recursos y con peor pronóstico.

1.7 Modelos de probabilidad de supervivencia en el traumático

Los modelos de probabilidad de supervivencia examinan los *odds ratio* como coeficiente de riesgo, usando un modelo de regresión logística binaria, para calcular la probabilidad de supervivencia de los pacientes traumáticos. Se basan en las escalas anatómicas y fisiológicas más utilizadas.

Incluyen: TRISS (*trauma and injury severity score*), ASCOT (*a severity characteristic of trauma*), ICISS (*international classification of diseases injury severity score*), BISS (*base excess injury severity scale*).

El TRISS, utilizado en todos los centros de trauma, es el estándar internacional de los scores en pacientes traumáticos para comparar poblaciones. Es el modelo de supervivencia más utilizado. Se calcula una probabilidad de supervivencia (PS) basándose en parámetros fisiológicos y anatómicos y tomando como referencia la base de datos del MTOS (*Major Trauma Outcome Study*)⁴⁶⁾.

Su mayor desventaja es la de utilizar parámetros de valoración subjetiva para valorar las alteraciones fisiológicas, representadas con el RTS. La escala de coma de Glasgow, que es el mayor componente del RTS, puede estar modificada por consumo de tóxicos o fármacos. La frecuencia respiratoria, que también es un componente del RTS, muchas veces no es recogida por los servicios de emergencias extrahospitalarias en la valoración inicial al traumático, faltando en los registros.

En este aspecto, Kroezen y cols⁴⁷⁾ desarrollan en el año 2007 un nuevo modelo de probabilidad de supervivencia análogo al TRISS; el BISS (*base excess injury severity scale*).

Aprovechando que el déficit de bases es un indicador objetivo del estado ácido-base del paciente e indirectamente traduce la perfusión tisular, puede verse alterado aun con pH normal, tiene buena correlación con el pronóstico del paciente y puede usarse como predictor de la necesidad de transfusión y del riesgo de complicaciones²¹⁾, estos autores reemplazaron en la ecuación original del TRISS el RTS por el **delta base déficit**, que es la diferencia absoluta entre el déficit de bases hallado y su rango normal (-2 a 2).

Con este cambio se pretende conseguir una probabilidad de supervivencia más objetiva, evitando la pérdida de pacientes, por no disponer de todos los componentes del RTS para su cálculo.

En la literatura actual sólo existe un artículo que estudia el BISS, se trata del estudio desarrollado en 2007 en los países bajos por Kroezen y cols⁴⁷⁾.

Estos autores demuestran que el modelo de probabilidad de supervivencia creado por ellos es tan bueno o mejor que el TRISS original.

En su estudio ven correlación significativa entre delta base déficit y las escalas de trauma calculadas; un delta base déficit alto se correlaciona con RTS más bajo, ISS más alto y menor probabilidad de supervivencia.

También muestra correlación significativa con la mortalidad; el delta base déficit fue significativamente más alto en los que fallecieron (*Spearman rank correlation* = -0.156; $p < 0.01$).

Estos autores demuestran que el delta base déficit tiene una buena correlación con los resultados de los pacientes traumáticos, y que este modelo de probabilidad es más objetivo y menos complicado que el TRISS, permitiendo predecir la supervivencia de los pacientes de forma igual o superior.

1.8 Curvas ROC

Las curvas ROC ⁴⁸⁾ creadas por Altman y Bland en 1994, Brown y Davis en 2006; Fawcett en 2006, es una representación gráfica de la sensibilidad frente a la especificidad (1 ñ especificidad) para un sistema clasificador binario, para determinar el rendimiento de un problema de clasificación.

Como medida de rendimiento de la curva ROC, se suele utilizar el AUC (área bajo la curva).

Estas curvas son ampliamente utilizadas en la literatura médica, actualmente existen unas 6.000 publicaciones anuales que utilizan las curvas ROC.

La curva ROC puede ser usada para la evaluación cuantitativa de un modelo. Un modelo perfecto que separara completamente dos clases de modelo, tendría una sensibilidad y una especificidad del 100% y un AUC de 1.

Un modelo completamente inefectivo, resultaría en una curva ROC que seguiría la línea diagonal de 45°, con una AUC de 0,5.

II. REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 ESCALAS FISIOLÓGICAS

2.1.1 *ESCALA DE COMA DE GLASGOW*

Desarrollada en 1974 en la Universidad de Glasgow por Tesdale y Jennet, fue el primer intento de calificar la severidad del traumatismo craneoencefálico (TCE), valorando su severidad inicial y evolutiva⁴⁹⁾.

La escala incluye la valoración de tres variables: la mejor respuesta motora, la mejor respuesta verbal y la mejor respuesta ocular (Escala 2).

Se puntúa de 3 a 15, considerando la mejor respuesta motora (como función del SNC), verbal (reflejo de integración del SNC) y apertura ocular (función troncoencefálica).

Permite clasificar los TCE en leves (GCS 13-15), moderados (GCS 9-12) y graves (GCS <8).

Su fuerza radica en que realmente predice el resultado de las lesiones, tanto difusas como localizadas. Su debilidad es que no nos permite distinguir la etiología de la lesión (traumática, metabólica, vascular, tóxica).

Ross, en un estudio posterior, aboga por la utilización de la mejor respuesta motora como mejor índice de gravedad⁵⁰⁾.

Una posible dificultad aparecería cuando la valoración inicial en el centro hospitalario viene precedida de una serie de medidas en el entorno prehospitario, como pueden ser : sedación, intubación o reposición volémica agresiva. En este caso, como en el estudio de Kerby⁵¹⁾, la disparidad entre el Glasgow inicial prehospitario y el mismo a su llegada al Hospital, puede distorsionar o invalidar esta escala. Sin embargo en nuestro entorno, a diferencia de los EEUU, los traumáticos son atendidos mayoritariamente por personal médico, por lo que el Glasgow prehospitario, es el que debe ser utilizado para el cálculo de los *scores* de supervivencia.

El Glasgow es una escala que se incorpora a otras escalas y modelos de probabilidad de supervivencia.

2.1.2 TRAUMA SCORE (TS) Y REVISED TRAUMA SCORE (RTS)

En 1981, Champion publica el *Trauma Score* (TS) como sistema de *triage* prehospitalario del paciente traumático⁵²⁾.

Supone que la mayoría de muertes en los pacientes traumáticos son secundarias a la lesión de uno o más de los tres sistemas vitales: sistema nervioso central, cardiovascular y respiratorio.

Analizando un gran número de variables que representaban el estatus funcional de estos tres sistemas en 1.804 pacientes, seleccionaron las variables independientes más representativas. Los resultados incluyeron cinco variables: escala de coma de Glasgow, frecuencia respiratoria, volumen inspiratorio, presión arterial sistólica y relleno capilar.

Valores de 1 a 16. Si < 12 , el paciente debería ser trasladado a un centro de referencia en trauma (Escala 3).

Debido a que esta escala estaba inicialmente pensada para la valoración del traumatizado por personal paramédico y que era difícil de aplicar sobre todo de noche, los mismos autores la revisaron creando en 1989, la *Revised Trauma Score* (RTS)⁵³⁾ (Escala 4). Por regresión logística, se determinaron los valores más representativos: Glasgow, presión arterial sistólica y frecuencia respiratoria, excluyéndose el relleno capilar y el esfuerzo respiratorio, de valoración muy subjetiva, dando un valor a cada variable que va desde el 0 como valor más bajo al 4 o valor fisiológico normal.

Los valores de RTS van por tanto de 0 a 12, siendo los valores más bajos, signo de severidad.

Su fuerza estriba en que es la escala de valoración más ampliamente utilizada para la selección de pacientes prehospitalarios.

En la *major trauma Outcome Study* (MTOS)⁴⁶⁾, base de datos Americana (26.000 pacientes), aplicando esta escala de valoración, un RTS ≥ 11 identifica correctamente al 97.2% de los pacientes. De 264 falsos negativos (pacientes con un RTS igual a 12 y trauma severo), 167 tenían una zona anatómica severamente dañada. Aquí radica la teórica debilidad de esta escala de valoración y sugiere la necesidad de suplementarla con criterios anatómicos.

La RTS puede ser usada para *triage* de campo y es la escala más utilizada para valoración prehospitalaria. Permite al personal de prehospitalaria y de urgencias decidir qué pacientes deben recibir atención en unidades de trauma. RTS ≥ 11 sugiere el punto de corte para pacientes que

requieren atención en un centro de trauma Nivel II como mínimo (disponibilidad de 24 horas de quirófano, Rx,...), con una especificidad 82% y una sensibilidad del 59%⁹⁾, es uno de los criterios para activación del código politrauma en nuestro medio, tanto en la atención prehospitalaria como en la intrahospitalaria.

RTS ≤ 10 implica una mortalidad de 30% y estos pacientes deberían ser referidos a centros de Nivel I.

Champion creó una versión simplificada para valoración y *triage in situ* (Escala 5).

El RTS es el score fisiológico más ampliamente utilizado en la literatura sobre trauma.

Puede verse alterado por algunas situaciones: IOT (intubación orotraqueal), uso de alcohol u otras drogas, respuesta fisiológica a medidas de resucitación o por hemorragia no controlada.

La diferencia de RTS inicial y el mejor RTS después de la resucitación, brindan una imagen razonable del pronóstico. Convencionalmente sólo se documenta el RTS al ingreso.

Derivado del estudio de poblaciones de traumáticos, se infirió un coeficiente para cada uno de los valores fisiológicos (dependiendo del peso específico que cada uno de ellos tiene en la mortalidad) dando una predicción más acertada que el RTS habitual.

Dado que los TCE graves implican peor pronóstico que la lesión respiratoria severa, su valor tiene más peso.

En relación con cuánto influye cada factor en la mortalidad, se puede hacer una nueva escala RTS.

$$\text{RTS} = 0.9368 \text{ GCS} + 0.7326 \text{ PAS} + 0.2908 \text{ FR}$$

Pudiendo ver que el Glasgow es el que más importancia tiene en la nueva escala.

Con lo que quedaría entre 0 (peor) y 7.8408 (mejor); si $\text{RTS} < 4$, la posibilidad de supervivencia es del 50% (Escala 6).

2.1.3 ACUTE PHYSIOLOGY AND CHRONIC HEALTH EVALUATION (APACHE)

Es la escala de valoración utilizada para todo tipo de pacientes en las unidades de cuidados críticos⁸⁾. La última revisión se basa en 12 parámetros fisiológicos (escogiendo los peores valores de las primeras 24 h desde el ingreso en la unidad), la edad del paciente y el estado de salud previa, con una especial atención a las patologías crónicas que presente el paciente, así como la procedencia del mismo y el estado quirúrgico (operado o no).

Su utilidad respecto a la valoración del paciente traumático no ha sido probada.

2.2 ESCALAS ANATÓMICAS

2.2.1 ABBREVIATED INJURY SCALE (AIS)

Es el primer índice anatómico que se usó, introducido en 1969. Desde entonces ha sufrido diversos cambios, siendo desarrollado en 1971, por el comité de la Asociación Médica Americana, dedicada a los aspectos relacionados con la seguridad del automóvil⁵⁴⁾, siendo la última revisión del año 2006.

Las lesiones fueron divididas en 6 áreas corporales: cabeza y cuello; cara; tórax; abdomen (incluido contenido pélvico); extremidades con anillo pélvico y lesión externa.

A cada lesión se le da un nivel de gravedad, del valor 1 a 6:

1: lesión menor, 2: lesión moderada, 3: lesión severa, sin compromiso vital, 4: lesión severa con compromiso vital, supervivencia probable, 5: lesión crítica, supervivencia incierta, 6: lesión incompatible con la vida. A las lesiones de gravedad desconocida se les asigna un coeficiente de 9.

No es una verdadera escala y su utilidad es sobre todo para calcular el ISS.

2.2.2 INTERNATIONAL CLASSIFICATION OF DISEASES (ICD)

Es la definición que la clasificación internacional de enfermedades da también a las lesiones traumáticas⁸⁾⁹⁾. El ICD-9 es de uso universal en todos los hospitales; es un sistema de nomenclatura, no de severidad; describe las lesiones anatómicas, pero no le da un grado de severidad.

Posteriormente se calculó el *survival risk ratio* (SRR) para cada diagnóstico, generándose el *international classification of diseases ISS* (ICISS).

2.2.3 INJURY SEVERITY SCORE (ISS)

Introducido en 1974 por Baker y cols⁵⁵⁾ y actualizado en 1976, 1980 y 1985; procede directamente del AIS (*abbreviated injury scale*); define el grado de severidad en relación con el AIS y es más fiable y reproducible, siendo el estándar de gravedad de los pacientes traumáticos (Escala 7).

Su reproductividad ha sido confirmada por múltiples estudios y es válido en todo tipo de traumatismos.

Evalutando un total de 2.128 víctimas de accidente de circulación, encontró que no había una relación lineal entre AIS mayores y mayor mortalidad y que pacientes con un AIS similar, tenían muy diferente mortalidad. Para ello escogió un modelo matemático cuadrático, encontrando una correlación mucho mayor entre la severidad de la lesión y la mortalidad.

Las 6 regiones corporales que se valoran son : cabeza y cuello; cara; tórax; abdomen, incluido contenido pélvico; extremidades, incluido anillo pélvico y lesión externa o general. Así pues, el ISS se define como la suma de los cuadrados de los AIS más elevados de las tres regiones corporales más afectadas.

Varía entre 3 y 75. Cuando alguna de las lesiones que el paciente presenta tiene un AIS de 6, automáticamente el ISS es de 75, que es el valor máximo del ISS.

Distingue 6 regiones:

Cabeza/cuello.

Cara.

Tórax.

Abdomen y contenido pélvico.

Extremidades/pelvis ósea.

General o externa.

Escala de severidad de las lesiones anatómicas:

1. Leve.
2. Moderada.
3. Grave sin riesgo de vida.
4. Grave con riesgo de vida (pero probabilidad de sobrevida).
5. Crítica (con escasa posibilidad de sobrevida).
6. Supervivencia *a priori* imposible.

Lesiones incompatibles con la vida: (6: ISS-75)

Quemaduras muy extensas (2º y 3er grado, >91%)

Aplastamiento craneal

Laceración TE

Decapitación

Ruptura aórtica total

Hundimiento torácico masivo

Transección

Sección medular por encima o a nivel de C3.

Utiliza un modelo cuadrático que correlaciona severidad de la lesión y la mortalidad.

El ISS es la suma de los cuadrados de los AIS de las tres regiones corporales más afectadas.

Varía entre 3 y 75. Si alguna lesión se clasifica como AIS de 6 automáticamente se pasa a ISS 75 que es el valor máximo de ISS.

Permite clasificar a los pacientes:

Traumatismo leve ISS 1-15

Traumatismo moderado ISS 16-24

Traumatismo grave ISS > 25

ISS ≥ 16 se correlaciona con una mortalidad del 10%, por lo que debe considerarse traumático grave y que requiere asistencia por personal especializado.

ISS y pronóstico vital:

Existe una relación lineal entre el porcentaje de *exitus* y los valores de ISS. Establece estadísticamente un pronóstico de riesgo de muerte, cuanto más alto sea, mayor el riesgo de fallecimiento y más precozmente se producirá éste.

Por debajo de 10, la mortalidad es casi nula y aumenta en progresión aritmética, en función de la elevación del ISS. Con ISS 16, la mortalidad es de 10%, por lo que todo paciente con 16 o más, requiere atención por personal experto⁹⁾. Prácticamente ningún paciente con puntuación > 50 sobrevive.

No tiene valor pronóstico individual, sólo sitúa al paciente en un grupo con mortalidad conocida.

Un ISS > 20, se considera trauma mayor y al aumentar el ISS aumenta la mortalidad

ISS y edad:

Para una misma gravedad, la mortalidad es más elevada en los grupos de edad avanzada. Bull, en 1975, establece la dosis letal 50 (LD 50) como la puntuación de ISS que en una población dada, sobrevive un accidentado de cada dos; la mortalidad previsible es superior al 50% para ese grupo de edad y a base a ello, determinar que tipo de atención requiere (Escala 8).

Paradójicamente, la influencia desfavorable de la edad, es aún más importante para traumatismos leves y moderados con ISS bajos, evidenciado por el LD 50. Por lo tanto, existe la necesidad de una vigilancia particular en las personas de edad avanzada, incluso en traumas aparentemente menores.

Posteriormente, también se ha demostrado correlación entre el ISS y el riesgo de desarrollar fallo multiorgánico (Escala 9).

ISS y calidad de los cuidados:

Se utiliza para análisis retrospectivo de la calidad asistencial, la efectividad del *triage* y para comparar grupos.

Un estudio muestra que el 16% de los pacientes politraumáticos recibieron cuidados no adecuados a su gravedad, uno de cada tres *exitus* era injustificado e inaceptable y cuanto más alto era el ISS, mayor número de tratamientos incorrectos e insuficientes se daban.

El ISS puede ser utilizado como instrumento de evaluación del riesgo potencial, de la calidad de los cuidados y de los comportamientos médicos. Sirve para valorar resultados en estudios, control de calidad asistencial y comparación entre diferentes instituciones.

Es una escala que no servirá como *triage*, puesto que sólo se podrá aplicar cuando se haya realizado todo el proceso diagnóstico, ni tampoco en la revisión primaria. Su aplicabilidad reside sobre todo en permitir el análisis retrospectivo de la calidad de la atención del paciente traumático, la efectividad del *triage* y la comparación entre grupos.

Es el estándar de gravedad de los pacientes traumáticos.

Su debilidad radica en que sólo valora la lesión más grave dentro de cada una de las seis regiones corporales, infravalorando aquellas lesiones múltiples en una misma región corporal.

Algunas lesiones son clasificadas con la misma puntuación, a pesar de no tener la misma mortalidad.

No toma en cuenta las variables fisiológicas, como consumo asociado de alcohol y drogas o enfermedades sistémicas.

2.2.4 NEW INJURY SEVERITY SCORE (NISS)

Dado que el ISS menosprecia las lesiones múltiples de una sola área anatómica, Osler en 1997¹⁰⁾, propone un nuevo ISS. Éste se calcula sumando los cuadrados de las tres lesiones más graves (según AIS-90), sin tener en cuenta la región anatómica.

Se ha visto en estudios posteriores, que tiene una buena correlación con la mortalidad, igual que el ISS o en algunos estudios⁵⁶⁾ incluso mayor que el ISS, para trauma cerrado, que es el predominante en nuestro medio.

2.3 INDICES METABÓLICOS

La principal causa de muerte tardía intrahospitalaria en el paciente traumático es el fallo multiorgánico (FMO). La inadecuada resucitación de un paciente en estado de *shock* puede conducirlo a un incremento del riesgo de sufrir esta complicación, debido a la hipoperfusión tisular. La reanimación del paciente traumático se ha basado de forma tradicional en el restablecimiento de las constantes vitales: presión arterial, gasto urinario y presión venosa central; pero ello es poco sensible para indicar, en los pacientes traumáticos, una adecuada perfusión tisular, debido a la liberación endógena de catecolaminas como respuesta al dolor, ansiedad, hipovolemia e hipoxia.

Otro concepto es el de la hipoperfusión oculta (HO), para definir aquellos pacientes que aun en ausencia de signos clínicos de *shock* presentan una alteración en sus cifras de lactatos que traduciría un déficit de perfusión tisular⁵⁷⁾⁵⁸⁾⁵⁹⁾⁶⁰⁾.

Así en el estudio de Blow, la supervivencia era del 100% en los pacientes que normalizaban lactatos en las primeras 24 h y la incidencia de complicaciones respiratorias y FMO era menor. Esto se ha demostrado también en otros estudios.

Actualmente disponemos de dos parámetros bioquímicos: niveles de ácido láctico y exceso de bases, fácilmente medibles en cualquier laboratorio de urgencias y que son reflejo de estos estados de hipoperfusión tisular, ya que son muy sensibles como indicadores de pérdida sanguínea⁶¹⁾⁶²⁾⁶³⁾.

2.3.1 NIVELES ÁCIDO LÁCTICO (LACTATOS)

En condiciones normales, la energía que utilizan las células, se obtiene de la metabolización de glucosa en presencia de oxígeno mediante el ciclo de Krebs en las mitocondrias, dando 12 unidades de ATP.

En condiciones de anaerobiosis, la glucosa se metaboliza a nivel citoplasmático con formación de dos moléculas de piruvato y dos de ATP.

El piruvato puede convertirse en lactato y en presencia de oxígeno pasa a la mitocondria para producir 18 partículas de ATP. Los glóbulos rojos carecen de mitocondrias y son formadores de lactatos. Éste se metaboliza y elimina en hígado y riñones. Esta eliminación, junto con el metabolismo de las células del músculo estriado, hace que los niveles normales de ácido láctico se mantengan entre 0.5- 1 mmol/l

En ausencia de oxígeno, el piruvato se transforma en lactatos, con aumento del lactato plasmático y del índice piruvato/lactato.

Lactacidemia: lactatos > 2.2 ñ 2.4 mmol/l.

Hay otras causas de hiperlactacidemia (estados de hipercatabolismo, aumento de catecolaminas, estados de hiperglucemia), pero a diferencia de la causada por hipoxia tisular no se suelen acompañar de acidosis metabólica⁵⁸⁾⁵⁹⁾.

La elevación del lactato se ha correlacionado con mayor mortalidad en varios tipos de shock, pero además, la facilidad o dificultad para normalizar este parámetro durante la reanimación, se correlaciona estrechamente con la supervivencia y el FMO⁵⁷⁾⁻⁶⁰⁾.

Otro concepto es el de la hipoperfusión oculta (HO) para definir aquellos pacientes que aun en ausencia de signos clínicos de *shock*, presentan una alteración en sus cifras de lactatos que traducirían un déficit de perfusión tisular⁵⁷⁾⁻⁶⁰⁾.

Así en el estudio de Blow, la supervivencia era del 100% en los pacientes que normalizaban lactatos en las primeras 24 h y la incidencia de complicaciones respiratorias y FMO era menor. Esto se ha demostrado también en otros estudios.

Sin embargo, no se ha podido demostrar que la cifra de lactatos iniciales, tenga un valor predictivo de mortalidad independiente⁶⁴⁾⁶⁵⁾.

2.3.2 DÉFICIT DE BASES/ EXCESO DE BASES

La atención inicial del paciente con trauma se basa en el protocolo Advanced Trauma Life Support, que se inició en 1980. Parte de Advanced Trauma Life Support es la obtención de datos de laboratorio como la gasometría arterial (ABG). El déficit de bases se reporta en el resultado ABG.

El déficit de bases es la cantidad de base (en milimoles) requerida para mantener un litro de sangre total con 100% de saturación de O₂ y una PaCO₂ de 40 mmHg a un pH de 7.4.

Refleja indirectamente el nivel de lactato sérico. El rango normal de déficit de bases es de -3 a +3, con un valor negativo indicando una acidosis relativa.

Es un indicador de la magnitud del déficit de volumen (pérdida hemática); si la resucitación es adecuada (una mejoría del déficit de bases) y permite valorar mortalidad.

El déficit de bases es un indicador objetivo del estado ácido-base del paciente e indirectamente traduce la perfusión tisular.

Puede verse alterado aún con pH normal. Tiene buena correlación con el pronóstico del paciente, puede usarse como predictor de la necesidad de transfusión y del riesgo de complicaciones.

La diferencia entre el valor normal y el hallado en el momento del ingreso se ha sugerido en un reciente estudio, como valor equivalente al RTS, es decir, al componente fisiológico, para introducirlo en el cálculo del TRISS como modelo de supervivencia (BISS)⁴⁷.

2.4 MODELOS DE PROBABILIDAD DE SUPERVIVENCIA

2.4.1 TRAUMA AND INJURY SEVERITY SCORE (TRISS)

Desarrollado en 1987 por Boyd⁶⁶⁾, fue diseñado para evaluar cuidados en trauma, comparando resultados de diferentes centros de trauma. Se basa en las escalas anatómicas y fisiológicas más utilizadas. Calcula la posibilidad de supervivencia basándose en parámetros fisiológicos y anatómicos y tomando como referencia la base de datos del MTOS (*Major Trauma Outcome Study*)⁴⁶⁾. Utilizado en todos los centros de trauma, es el estándar internacional de los scores en pacientes traumáticos para comparar poblaciones. Es el modelo de supervivencia más utilizado.

Hay muchos estudios que han intentado mejorar el resultado en pacientes traumáticos⁶⁷⁾⁻⁷⁰⁾. Inicialmente se utilizaban escalas anatómicas y fisiológicas para predecir resultados en pacientes traumáticos. El TRISS combina estas dos escalas y estaba considerada como revolucionaria.

Es un modelo estadístico de regresión logística para calcular la probabilidad de supervivencia (Ps) de un paciente traumático, basado en el mecanismo lesional (abierto o cerrado), anatomía de la lesión (ISS), parámetros fisiológicos (RTS) y edad del paciente.

Permite revisar casos e identificar muertes evitables o potencialmente evitables y errores de manejo, generando cambios en los sistemas de atención.

La fórmula matemática es:

$$Ps = 1 / (1 + e^{-nb})$$

Donde e es el logaritmo neperiano y

$$b = b_0 + b_1 (RTS) + b_2 (ISS) + b_3 (\text{índice de edad})$$

Índice de edad si < 54 años = 0, si > 54 años = 1

Los coeficientes b0-b3 se derivan del análisis multivariado del *Major Trauma Outcome Study* (MTOS)

	b0	b1(RTS)	b2(ISS)	b3 (Edad)
Cerrado	0,4499	- 0.8085	0,0835	1,743
Penetrante	2,5355	- 0,9934	0,0651	1,1360

El grado de alteración fisiológica y la extensión de la lesión anatómica, son indicativos de amenaza de vida.

Se calcula una predicción de supervivencia (PS), que es un mero cálculo matemático y no una media de mortalidad; sólo es un indicador de probabilidad de supervivencia. (Ej: si un paciente con PS 80% fallece, es poco esperado, pero puede corresponder al 20% que muere.)

La PS se usa como filtro para resaltar a determinados pacientes que serán valorados en una auditoría multidisciplinaria de atención al trauma.

Comparando las PS de los pacientes asistidos en un hospital y los resultados observados, se tiene un índice del rendimiento global.

TRISS es un buen método para prever la tasa de supervivencia, pero tiene valor limitado para prever la estancia hospitalaria y no es previsor de mortalidad.

Permite comparar la mortalidad entre instituciones, controlando la gravedad de las lesiones y la calidad de los programas instituidos. Usado como método de evaluación de la *United Kingdom Trauma audit and research network* (desarrollada a partir del *US major trauma outcome study*), se aplica en el Reino Unido, Europa continental y Australia, para auditar la efectividad de los sistemas de atención al PT y para manejo de pacientes individuales. Se aplica a pacientes politraumáticos con ingreso hospitalario mayor de tres días, ingresados en UCI, remitidos a atención especializada o que fallecen en el hospital.

Su mayor desventaja es la de utilizar parámetros de valoración subjetiva para valorar las alteraciones fisiológicas, representadas con el RTS. La escala de coma de Glasgow, que es el mayor componente del RTS, puede estar modificada por consumo de tóxicos o fármacos. La frecuencia respiratoria, que también es un componente del RTS, muchas veces no se recoge en la valoración inicial al traumático, faltando en los registros.

Una de las limitaciones del método TRISS, es su enfoque sobre la mortalidad como dato principal para valorar la calidad de la asistencia al paciente traumático. La baja mortalidad en los *Trauma Centers* limita su uso como indicador de calidad.

2.4.2 A SEVERITY CHARACTERISTIC OF TRAUMA (ASCOT)

En un intento de mejorar el TRISS, Champion en 1990⁷¹⁾, crea una nueva escala, usando un perfil anatómico basado en el AIS pero con algunas diferencias.

Valora cuatro componentes en vez de las seis regiones corporales.

Componente A: incluye cabeza, cerebro y médula espinal.

Componente B: incluye tórax y cuello.

Componente C: incluye todas las otras lesiones mayores.

Componente D: todas las otras lesiones menores.

Todos los AIS > 3 se elevan al cuadrado y se suman. La edad se estratifica en 5 rangos distintos.

Tiene limitaciones parecidas al TRISS⁷²⁾.

2.4.3 INTERNATIONAL CLASSIFICATION OF DISEASES INJURY SEVERITY SCORE (ICISS)

En 1993 Rutledge y cols.⁷³⁾, sobre un registro de 37.000 pacientes, calcularon el riesgo relativo de mortalidad (MRRs) para cada código ICD-9.

Luego compararon el ICD-9 con el ISS, concluyendo que el ISS es un buen predictor de supervivencia pero poco sensible para predecir mortalidad.

El mayor defecto de este sistema de valoración, es que los *scores* usados para calcular el ISS, no eran derivados del AIS, sino de los mismos códigos ICD. Además, la población estudiada tenía una severidad de lesiones menor que la población de otros bancos de datos.

En 1996 Osler y cols. crearon el ICISS. Este método consiste en calcular el riesgo de supervivencia para cada código ICD 9. El sistema fue probado en un banco de datos de 3.000 pacientes, mostrando que el ICISS es mejor que el TRISS, en cuanto a predecir no sólo mortalidad, sino las cargas hospitalarias y la duración de la estancia. Otros estudios posteriores van en el mismo sentido⁷⁴⁾.

2.4.4 BASE EXCESS INJURY SEVERITY SCALE (BISS)

Desarrollado en los Países Bajos en 2007 por Kroezen y cols⁴⁷⁾. Este modelo sería más objetivo y menos complicado que el TRISS y permitiría predecir supervivencia de pacientes en forma igual o superior.

El déficit de bases es un indicador objetivo del estado ácido-base del paciente e indirectamente traduce la perfusión tisular. Puede verse alterado aun con pH normal. Tiene buena correlación con el pronóstico del paciente y puede usarse como predictor de la necesidad de transfusión y del riesgo de complicaciones²¹⁾.

El BISS usa el delta base déficit, que es la diferencia absoluta entre el déficit de bases hallado y su rango normal (-2 a 2); tanto alcalosis como acidosis se correlacionan con la mortalidad.

El BISS es un modelo estadístico análogo al TRISS, pero reemplazando las alteraciones fisiológicas reflejadas por el RTS por el delta base déficit.

$$b = b_0 + b_1 (EB) + b_2 (ISS) + b_3 (\text{índice de edad})$$

Los coeficientes derivados del artículo original son

b0	b1(delta base)	b2(ISS)	b3 (Edad)
5,78	- 0,096	-0,082	- 0,046

El BISS, que utiliza el exceso de base en vez del RTS en el modelo de probabilidad de supervivencia ha sido desarrollado en los Países Bajos en 2007, concluyendo que este modelo es más objetivo y menos complicado que el TRISS, permitiendo predecir la supervivencia de los pacientes de forma igual o superior.

Muestra correlación significativa entre delta base déficit y las escalas de trauma calculadas; un delta base déficit alto se correlaciona con RTS más bajo, ISS más alto y menor probabilidad de supervivencia.

Existe asimismo, correlación significativa con la mortalidad; el delta base déficit fue significativamente más alto en los que fallecieron (*Spearman rank correlation* = -0.156; $p < 0.01$).

Debe considerarse un buen método para predecir el resultado final y evaluar el cuidado de los pacientes traumáticos, pero todavía requiere más estudios.

Tiene la ventaja de obviar el GCS, que además de tener un componente subjetivo, puede verse modificado por consumo de tóxicos o por fármacos, en caso que el paciente requiera IOT; tampoco requiere la frecuencia respiratoria (que frecuentemente falta en el registro). Su medición es sencilla, objetiva y disponible en todos los hospitales.

Utilizando el BISS se puede obviar el principal inconveniente del TRISS, la subjetividad de evaluación del Glasgow. Existen numerosas alteraciones anatómicas que pueden dificultar la estimación del Glasgow. Los sistemas de emergencia han evolucionado mucho, realizando en toda regla la sedación, relajación e intubación del paciente, dificultando por ello la valoración del Glasgow de estos pacientes en el hospital. Estas son las causas de que la escala de coma de Glasgow sea el factor más importante en el cálculo de la probabilidad de supervivencia en el modelo TRISS.

En el estudio de Krozen y cols. Se demuestra que el delta base déficit tiene una buena correlación con los resultados de los pacientes traumáticos. Previamente, Davis and Rutherford et al^{18),24)}, sugirieron que el déficit de bases podía utilizarse como indicador pronóstico de mortalidad; Tremblay et al. lo confirmaron⁷⁵⁾. Otros autores sostienen que el déficit de bases es un buen predictor de requerimientos transfusionales y riesgo de complicaciones²¹⁾. El uso del déficit de bases es utilizado por otros autores para evaluar resultados en el paciente traumático.

Otros estudios han demostrado asociación entre acidosis metabólica y mortalidad⁷⁶⁾⁷⁷⁾. El déficit de bases representa el resultado neto entre la demanda y el aporte de oxígeno a las células, mostrando las alteraciones respiratorias y cardiovasculares encontradas en el paciente. Un déficit de bases muy negativo indica que uno de estos sistemas o los dos, tienen defectos en este aporte de oxígeno, con consecuencias de morbilidad y mortalidad.

El modelo TRISS es criticado en la literatura actual. Se están buscando nuevos modelos que aporten más precisión para valorar la probabilidad de supervivencia durante la primera hora. El *Physiologic Trauma Score*⁷⁸⁾ se desarrolló obteniendo solamente parámetros fisiológicos. Uno de los argumentos es la variabilidad en el cálculo del AIS. Sin embargo, la parte anatómica representada por el ISS mejora el modelo significativamente, seguramente por la rapidez actual en la valoración del paciente traumático en el servicio de urgencias.

El modelo BISS combina la alteración fisiológica con la severidad de la lesión anatómica. Puede obtenerse dentro de la primera hora de atención al paciente traumático y puede ayudar a tomar decisiones dentro de esa primera hora. Sin embargo, inicialmente se utilizó para evaluar la calidad de los cuidados a estos pacientes.

El exceso de bases, que es una medida de las alteraciones fisiológicas, ha sido puesto en duda debido a que puede estar influenciado por el alcohol y la administración de diferentes drogas. Dunham et al⁴³⁾. evaluaron el déficit de base en pacientes traumáticos con intoxicación alcohólica y observaron un incremento del déficit de bases. Dunne et al⁴⁴⁾. evaluaron el valor predictivo del déficit de bases y lactatos en pacientes traumáticos intoxicados con alcohol o drogas; concluyeron que los lactatos y el déficit de bases, son factores predictores independientes para los resultados en el paciente traumático.

El uso de alcohol y drogas, modifican el delta BE, aumentando en la intoxicación alcohólica. Davis et al⁴²⁾. concluyen en un estudio retrospectivo, que incluso con la presencia de alcohol, un base déficit de < -6 es un potente indicador de lesión grave con morbilidad asociada, requiriendo mayores recursos y con peor pronóstico.

Also Cohn et al⁷⁹⁾. buscaron el valor de déficit de bases para predecir objetivos y compararlos con la saturación tisular de oxígeno. Para que sus respectivas curvas ROC (*Receiver Operating Characteristic*) se relacionaran con mortalidad, alcanzaron valores de AUC (área bajo la curva) de 0,673 para el déficit de bases máximo y 0,724 para el valor mínimo de saturación de oxígeno tisular. Smith et al⁸⁰⁾. evaluaron el uso de ambos parámetros en la UCI y concluyeron que los dos parámetros son buenos predictores de resultados, a pesar de que sus curvas ROC solamente alcanzaron valores de 0,73 y 0,78.

Krozen y cols. concluyen que un modelo que contenga tanto datos anatómicos, como fisiológicos, es superior a un modelo que solamente cuente con el déficit de bases.

III. HIPÓTESIS

La obtención del modelo de probabilidad de supervivencia BISS en nuestros pacientes, pudiendo disponer de una escala con mayor sensibilidad y especificidad, obteniendo un mayor valor predictivo.

IV. OBJETIVO DEL TRABAJO

4.1 Objetivo principal:

1. Validación del delta base déficit como modelo predictor de resultados en nuestros pacientes traumáticos.

4.2 Objetivos secundarios:

1. Valorar relación entre el delta base déficit y mortalidad.
2. Comparar la relación entre el delta base déficit con las escalas fisiológicas (RTS).
3. Estudiar relación entre el delta base déficit con las encalas anatómicas (ISS).
4. Demostrar la relación entre el delta base déficit con los modelos de probabilidad de supervivencia (TRISS y BISS).
5. Comparar los dos modelos mediante la comparación de las curvas ROC.
6. La implantación de este nuevo modelo de probabilidad de supervivencia en nuestro hospital y hacerlo extensible a todos los centros que atienden a este tipo de pacientes. Pudiendo ser un método para poder hacer comparaciones entre instituciones.

V. MATERIAL Y MÉTODOS

5.1 TIPO, DISEÑO Y ÁMBITO DEL ESTUDIO

Estudio epidemiológico, observacional descriptivo y prospectivo de los pacientes admitidos en nuestro hospital como código politraumático entre noviembre del 2008 y marzo del 2014 (65 meses). Estudio aprobado por el comité de ética e investigación clínica (CEIC) del Hospital de Sabadell.

Estudio unicéntrico, de casos hospitalarios realizado en el hospital Parc Taulí de Sabadell (Barcelona, Cataluña). Hospital universitario (unidad docente de la Universidad Autónoma de Barcelona) centro de referencia del área del Vallés Occidental, atendiendo a una población de 421.077 habitantes. Consta de 808 camas, 506 de las cuales son para pacientes agudos y contiene un área de críticos de 31 camas, 16 de cuidados intensivos y 15 de semicríticos. El hospital está capacitado para recibir pacientes politraumáticos incluyendo arteriografía durante las 24h. Siendo un Centro de Atención al Traumático (CAT) Nivel 3e en adultos y CAT-P2b en pacientes pediátricos.

5.2 PROCEDIMIENTO Y SELECCIÓN DE PACIENTES

El manejo inicial del paciente politraumático se realiza mediante la activación de un código (código PPT) antes de la llegada del paciente al hospital, ubicando al mismo en el box del politraumático. La activación de este código de politrauma avisa a los servicios de anestesia, cirugía, traumatología, cuidados intensivos, radiología y enfermería; todos ellos asisten al box para el manejo inicial del paciente politraumático. El código se activa en los casos que cumplen los criterios de activación definidos por el ATLS (ver código PPT). Todos los profesionales que atienden a estos pacientes están formados con el Curso ATLS que se realiza dos veces al año en nuestro centro.

La población de estudio fueron los pacientes que habían sufrido un accidente que cumpliera los criterios de código politraumático, es decir, aquellos pacientes que sufrieron un accidente y potencialmente pueden presentar al menos una lesión que pueda comprometer su vida, atendidos en nuestro hospital.

El criterio de inclusión para entrar en el estudio fue que los pacientes presentaran una lesión lo suficientemente severa para ingresar en la unidad de críticos. Los pacientes que murieron en el box del traumático, arteriografía o quirófano también los incluimos.

No existe criterio de exclusión por la edad. Todos los traumáticos de todas las edades fueron potenciales pacientes de entrar en el estudio.

Calculamos delta base déficit, *Revised Trauma Score* (RTS), *Injury Severity Score* (ISS), *Trauma and Injury Severity Score* (TRISS) y *Base Excess Injury Severity Score* (BISS).

A los pacientes se les determinó el exceso de bases mediante la extracción de una muestra de sangre durante su asistencia en urgencias, quirófano o UCI para el cálculo del delta base déficit. Esto forma parte de la batería de pruebas que se les realiza a estos pacientes y se realiza de manera rutinaria. Las muestras se obtuvieron durante la primera hora desde su admisión en el hospital. El déficit de base se considera normal en el rango de -2 a 2mmol/L.

Todos los datos obtenidos del paciente se recogen en una base de datos elaborada en nuestro hospital. Esta base de datos recoge datos tanto de la fase prehospitalaria del accidente, como datos hospitalarios del paciente hasta su alta o destino final (residencia, centro rehabilitador).

Comparamos el delta base déficit entre supervivientes y no supervivientes. Calculamos la correlación entre el delta base déficit y las escalas fisiológica RTS, anatómica ISS, y las escalas de probabilidad de supervivencia TRISS y BISS.

Calculamos unos nuevos coeficientes para verificar la variabilidad de pacientes entre el estudio original y los pacientes de nuestra muestra.

Calculamos las curvas ROC del BISS y del TRISS para comparar las AUC (área bajo la curva).

Comparamos los modelos mediante el AUC de las curvas ROC.

Finalmente comparamos si la mortalidad real se ajustaba a la esperada por los modelos de predicción de supervivencia.

5.3 ESTUDIO PREVIO

Durante noviembre del 2008 y noviembre de 2010 se realizó un estudio descriptivo y prospectivo preliminar para la validación del delta base déficit. El estudio cumple la misma selección de pacientes, las mismas variables dependientes e independientes, los mismos materiales y métodos y análisis estadístico.

VI. VARIABLES DEL ESTUDIO

6.1 Variables dependientes principales:

TRISS: modelo estadístico de regresión logística para calcular la probabilidad de supervivencia (PS) de un paciente traumático, basado en el mecanismo lesional (abierto o cerrado), anatomía de la lesión (ISS), parámetros fisiológicos (RTS) y edad del paciente⁶⁶.

La fórmula matemática es: $Ps = 1 / (1 + e^{-b})$

Donde e es el logaritmo neperiano y

$$b = b_0 + b_1 (RTS) + b_2 (ISS) + b_3 (\text{índice de edad})$$

Índice de edad si < 54 años = 0, si > 54 años = 1

Los coeficientes b_0 - b_3 se derivan del análisis multivariado del *Major Trauma Outcome Study* (MTOS).

BISS: modelo estadístico análogo al TRISS, pero reemplazando las alteraciones fisiológicas reflejadas por el RTS por el delta base déficit⁴⁷.

$$b = b_0 + b_1 (EB) + b_2 (ISS) + b_3 (\text{índice de edad})$$

Los coeficientes b_0 - b_3 salen derivados del artículo original⁴⁷.

6.2 Variables independientes secundarias:

CGS: incluye la valoración de tres variables en el lugar del accidente: la mejor respuesta motora, la mejor respuesta verbal y la mejor respuesta ocular (Escala 2). Se puntúa de 3 a 15, considerando la mejor respuesta motora (como función del SNC), verbal (reflejo de integración del SNC) y apertura ocular (función troncoencefálica). Permite clasificar los TCE en leves (GCS 13-15), moderados (GCS 9-12) y graves (GCS <8).

TAS: Tensión arterial sistólica medida en el lugar del accidente.

FR: Frecuencia respiratoria tomada en el lugar del accidente.

RTS: Escala fisiológica que analiza las tres variables independientes más representativas en la mayoría de las muertes en los pacientes traumáticos. Por regresión logística, se determinaron los valores más representativos: Glasgow, presión arterial sistólica y frecuencia respiratoria.

ISS: Escala anatómica que utiliza un modelo matemático cuadrático.

Valora 6 regiones corporales son: cabeza y cuello; cara; tórax; abdomen, incluido contenido pélvico; extremidades, incluido anillo pélvico y lesión externa o general. Siendo el ISS la suma de los cuadrados de los AIS más elevados de las tres regiones corporales más afectadas.

Varía entre 3 y 75. Cuando alguna de las lesiones que el paciente presenta tiene un AIS de 6, automáticamente el ISS es de 75, que es el valor máximo del ISS.

Delta base déficit: Diferencia absoluta entre el valor del déficit de bases del paciente a su llegada al hospital o durante la primera hora de su atención y el valor normal del mismo.

6.3 Variable continua:

Edad: Utilizamos la edad como una variable continua, debido a que la dicotomización puede causar una pérdida sustancial de información cuando se utilizan grupos pequeños en modelos de regresión estadística⁸¹⁾.

VII. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Utilizaremos para el análisis estadístico 3 conjuntos de datos.

El primer conjunto de datos comprenderá a todos los pacientes politraumáticos aceptados como código PPT en nuestro hospital. De estos datos realizaremos una estadística descriptiva.

El segundo conjunto de datos englobará a aquellos pacientes politraumáticos que cumplen los criterios de inclusión en nuestro estudio. De ellos realizaremos estadística descriptiva y comparaciones de las variables independientes.

En el tercer conjunto de datos estarán todos aquellos pacientes a los que se les pueda calcular el BISS y el TRISS, es decir, todos aquellos en los que en la recogida de datos se hayan documentado las variables para el cálculo de las mismas. Este conjunto de datos será el utilizado para calcular BISS y TRISS y realizar la validación del modelo de probabilidad de supervivencia, mediante la comparación de las AUC de las curvas ROC. Aquí contrastaremos la hipótesis nula (H_0) de que las áreas bajo la curva de los dos modelos son iguales.

Los datos se presentan como media y desviación estándar en variables continuas y como porcentaje en variables discretas.

Para comparar las medias de las variables independientes con mortalidad, utilizamos el test de Wilcoxon/Kruskal-Wallis, ya que los datos de ninguna de las variables continuas sigue una distribución normal.

Realizamos un test de correlación entre todas las variables independientes continuas, para demostrar correlación entre ellas.

Debido a la posible variabilidad en el tipo de pacientes politraumáticos entre el estudio original y el nuestro, calculamos unos nuevos coeficientes para nuestra muestra, con las mismas variables independientes del BISS (edad, delta base déficit e ISS). Para cada coeficiente se calcula un intervalo de confianza del 0,95. Asumiremos que el tipo de paciente es igual, si para cada coeficiente de la formula original cae dentro del intervalo de confianza calculado.

Para calcular los nuevos coeficientes del BISS en nuestra población (BISS Taulí), utilizamos un análisis de regresión logística multiple, con intervalos de confianza al 0,95 para cada coeficiente.

Utilizamos el test de Bondad (*Lack Of Fit*) para demostrar que no hay falta de ajuste del modelo.

Utilizamos la edad como una variable continua, debido a que la dicotomización puede causar una pérdida sustancial de información cuando se utilizan grupos pequeños en modelos de regresión estadística⁸¹⁾.

Por último para validar el modelo BISS, se comparan las curvas ROC del BISS con el modelo de calculo de supervivencia más aceptado por la literatura, TRISS. Calculamos las áreas bajo la curva (AUCs) de estas curvas ROC y las comparamos estadísticamente mediante la librería *ópROC*⁸²⁾ del paquete estadístico R⁸³⁾.

Utilizamos base de datos *Acces* del Registro del enfermo politraumático del Servicio de Anestesiología y Reanimación del Hospital Parc Taulí de Sabadell *Copyright: Dr. J. Zancajo*.

Para el análisis estadístico utilizamos software JMP[®] (versión 9.0.1) y el entorno de programación para análisis estadístico R.

El estudio se ha realizado siguiendo las normas establecidas por el Comité Ético de Investigación Clínica de nuestro hospital (CEIC), siendo el mismo aceptado para su elaboración.

En nuestra base de datos se garantiza la confidencialidad de los datos, al no recoger datos de filiación de los pacientes en la misma. Asimismo, al ser un estudio en el que no realizamos una intervención directa sobre el paciente, no es necesario el consentimiento del mismo. No existe conflicto de interés alguno por parte de los autores.

Nuestro estudio no originará ningún gasto adicional, debido a que la determinación analítica entra dentro de la batería de pruebas que se le realiza a los pacientes politraumáticos. Asimismo, la base de datos ha sido realizada por el Dr. J. Zancajo, anestesiólogo adjunto de nuestro hospital.

VIII. RESULTADOS

Desde noviembre del año 2008 hasta marzo del año 2014, se recogieron datos en nuestro hospital de 1101 pacientes como código politraumático. Del total de los pacientes, la media de edad fue de 41,7 años, el 73,8% de los cuales, hombres.

El mecanismo lesional más frecuente fue el accidente de tráfico en automóvil (30,3%), seguido del accidente de tráfico en motocicleta (19,8%) y precipitados (14,8%). El 87,1% sufrió traumatismo cerrado (959) y solamente fallecieron el 4,9% (54) (Tabla I).

TABLA I

Datos demográficos, mecanismo de lesión y supervivencia totales			
	n	%	
Sexo			
Hombres	813	73,842	
Mujeres	288	26,158	
Mecanismo lesional			
No penetrante	959	87,103	
Tráfico automóvil	334	30,336	
Tráfico motocicleta	218	19,8	
Precipitados	164	14,896	
Atropello	115	10,445	
Otros mecanismos	73	6,630	
Caída casual	59	5,359	
Penetrante	142	12,897	
Arma blanca	65	5,904	
Arma de fuego	5	0,454	
Supervivencia			
Exitus	54	4,905	
No exitus	1047	95,095	

De los 1101 pacientes, 467 cumplieron los criterios para entrar en el estudio, es decir, los pacientes graves.

De estos 467 pacientes que entraron en nuestro estudio, la media de edad fue de $44,21 \pm 19,73$, el 75,16% hombres.

El mecanismo lesional más frecuente fue el accidente de tráfico de motocicleta (21,19%), seguido de accidente de tráfico en automóvil (19,7%), y precipitados (18,41%). El 90,15% sufrió traumatismo cerrado (421) y fallecieron 54 pacientes (11,56%) (Tabla II).

TABLA II

Datos demográficos, mecanismo de lesión y supervivencia graves			
	n	%	
Sexo			
Hombres	351	75,161	
Mujeres	116	24,839	
Mecanismo lesional			
No penetrante	421	90,15	
Tráfico motocicleta	99	21,199	
Tráfico automóvil	92	19,70	
Precipitados	86	18,415	
Otros mecanismos	43	9,208	
Atropello	40	8,565	
Caída casual	34	7,281	
Penetrante	46	9,85	
Arma blanca	43	9,208	
Arma de fuego	3	0,642	
Supervivencia			
Exitus	54	11,563	
No exitus	413	88,437	

De los informes de los pacientes atendidos en la fase prehospitalaria, obtuvimos el Glasgow de 441 pacientes, con un número de pérdidas de datos de 26 pacientes.

La tensión arterial sistólica constaba en 437 pacientes, con 30 pérdidas.

La frecuencia respiratoria estaba documentada en 350 pacientes, con 117 en los que no se registró este ítem. Esto nos llevó a poder calcular el RTS a 349 pacientes, con una media de $7,065 \pm 1,55$. Del total de 467 pacientes, obtuvimos una pérdida de datos para el cálculo del RTS de 118 pacientes.

La edad estaba documentada en 467 pacientes, es decir, el 100% de la muestra. La edad media fue de $44,21 \pm 19,73$.

La media de la frecuencia respiratoria fue de $18,10 \pm 7$.

La media de la tensión arterial sistólica de $120,44 \pm 30,85$.

Calculamos el ISS a 458 pacientes, el 98,07% de la muestra. La media fue de $17,55 \pm 12,13$.

Pudimos calcular el TRISS a 343 pacientes, con una media de $0,87 \pm 0,23$ obteniendo una pérdida de 124 pacientes.

Obtuvimos el delta base déficit a 329 pacientes, con una media de $2,095 \pm 3,20$ obteniendo una pérdida de 138 pacientes; pudiendo calcular el BISS a 321 pacientes, con una media de $0,83 \pm 0,18$ con una pérdida de 146 pacientes. (Tabla III).

TABLA III

Datos *Scores Graves*

	n	Mean/Std Der	n° Pérdidas
RTS	349	7,065 ± 1,55	118
Glasgow	441	12,53 ± 3,99	26
Tensión arterial sistólica	437	120,44 ± 30,85	30
Frecuencia respiratoria	350	18,10 ± 7	117
ISS	458	17,55 ± 12,13	9
TRISS	343	0,87 ± 0,23	124
Edad	467	44,21 ± 19,73	
ISS	458	17,55 ± 12,13	9
RTS	349	7,065 ± 1,55	118
BISS	321	0,83 ± 0,18	146
Edad	467	44,21 ± 19,73	
ISS	458	17,55 ± 12,13	9
Delta base déficit	329	2,095 ± 3,20	138

La media del RTS (n=349) fue significativamente superior para supervivientes ($7,38 \pm 1,07$), en comparación con los *exitus* ($4,82 \pm 2,4$) (Wilcoxon/Kruskal-Wallis, $p<0,0001$). La media del ISS (n=458) fue significativamente más baja para supervivientes ($15,12 \pm 9,12$) que para *exitus* ($35,72 \pm 16$) ($p<0,0001$)(Anexo I). La probabilidad de supervivencia de acuerdo al TRISS (n=343) fue significativamente más alta para supervivientes ($0,93 \pm 0,13$) que para *exitus* ($0,46 \pm 0,34$) ($p<0,0001$), al igual que la probabilidad de supervivencia para el BISS (n=321) que fue de $0,87 \pm 0,13$ para supervivientes *versus* $0,46 \pm 0,20$ para *exitus* ($p<0,0001$) (Tabla IV)(Anexo II).

Del total de 467 pacientes, se les realizó la determinación del exceso de bases en urgencias, quirófano o unidad de cuidados intensivos a 329 pacientes, pudiendo comparar con supervivencia a 329 pacientes. Para esas muestras, el delta base déficit fue significativamente superior en *exitus* ($5,30 \pm 5,09$) que en supervivientes ($1,74 \pm 2,72$) ($p<0,0001$) (Tabla IV)(Anexo III).

Un delta base alto se correlaciona con un bajo RTS, un ISS alto y una baja probabilidad de supervivencia, de acuerdo a los modelos de probabilidad de supervivencia del TRISS y el BISS originales, donde el peso estimado de sus coeficientes se extrae de la base de datos MTOS. Demostrado mediante correlación estadística (Tabla V).

El delta base déficit se correlaciona significativamente con mortalidad (ChiSquare 22,3273, $p<0,0001$).

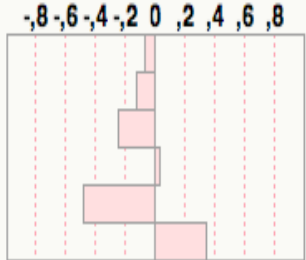
TABLA IV

Resultados estratificados por mortalidad			
	<i>EXITUS</i>	SUPERVIVIENTES	Wilcoxon/Kruskal-Wallis, p
RTS (n=349)	4,82	7,38	<0,0001
ISS (n=458)	35,72	15,12	<0,0001
TRISS (n=343)	0,46	0,93	<0,0001
DELTA BASE DÉFICIT (n=329)	5,30	1,74	<0,0001
BISS (n=321)	0,46	0,87	<0,0001

TABLA V

Correlación entre variables continuas

Pairwise Correlations						
Variable	by Variable	Correlation	Count	Lower 95%	Upper 95%	Signif Prob
RTS.inicial	Edad	-0,0652	348	-0,1692	0,0402	0,2249
delta_base	Edad	-0,1235	328	-0,2287	-0,0154	0,0254*
delta_base	RTS.inicial	-0,2427	246	-0,3569	-0,1213	0,0001*
ISS	Edad	0,0350	465	-0,0561	0,1255	0,4519
ISS	RTS.inicial	-0,4859	349	-0,5622	-0,4014	<,0001*
ISS	delta_base	0,3456	328	0,2465	0,4375	<,0001*



Para poder validar el modelo de probabilidad de supervivencia BISS utilizamos el tercer conjunto de datos, es decir, todos aquellos pacientes de los que disponemos todas las variables para el cálculo de los dos modelos de probabilidad de supervivencia, TRISS y BISS, que fueron 238 pacientes.

En el estudio original el criterio de selección fueron todos los pacientes politraumáticos que ingresaron en el área de críticos, no especificando si entraron aquellos que mueren en el box del politraumático, sala de radiología o quirófano. Debido que nuestros criterios de inclusión no fueron los mismos, antes de hacer la validación del modelo, ante la sospecha de que las poblaciones podrían ser diferentes, calculamos mediante regresión logística unos nuevos coeficientes para el BISS. Para cada coeficiente nuevo calcularemos su intervalo de confianza (IC 0,95) y si en este intervalo incluye el coeficiente del modelo original, asumiremos que no existe diferencia entre ellas. Tanto para el cálculo de los coeficientes como para la validación final del modelo utilizaremos el conjunto de datos que contiene aquellos pacientes a los que se les puede calcular el TRISS y el BISS, es decir, solamente aquellos que contienen todos los datos para el cálculo de los dos modelos.

Los nuevos coeficientes:

-0,142 para el ISS (Prob>ChiSq <0,0001)

-0,226 para el delta base déficit (Prob>ChiSq 0,0118)

-0,091 para la edad (Prob>ChiSq <0,0001)

11,206 la constante (Prob>ChiSq <0,0001), RSquare (U) 0,4735 (Tabla VI-VII)(Anexo IV).

TABLA VI

Resultados estimados de los coeficientes con análisis de regresión logística

	RTS	Delta Base Déficit	ISS	Edad	Constante
MTOS Database	0,95	-	-0,077	-1,91	-1,25
BISS model	-	-0,096	-0,082	-0,046	5,78
BISS Taulí	-	-0,226*	-0,142*	-0,091*	11,206*

* Coeficientes estadísticamente significativos.

TABLA VII

Intervalos de confianza de los coeficientes calculados (Bootstrapping N=5000)

	Coeficientes	IC (0,95)	Coeficientes BISS
Constante	11,206	5,40 ; 14,74	5,78
Edad	-0,091	-0,0294 ; -0,1333	-0,046
ISS	-0,142	-0,0493 ; -0,2003	-0,082
Delta Base déficit	-0,226	0,0329 ; -0,5002	-0,096

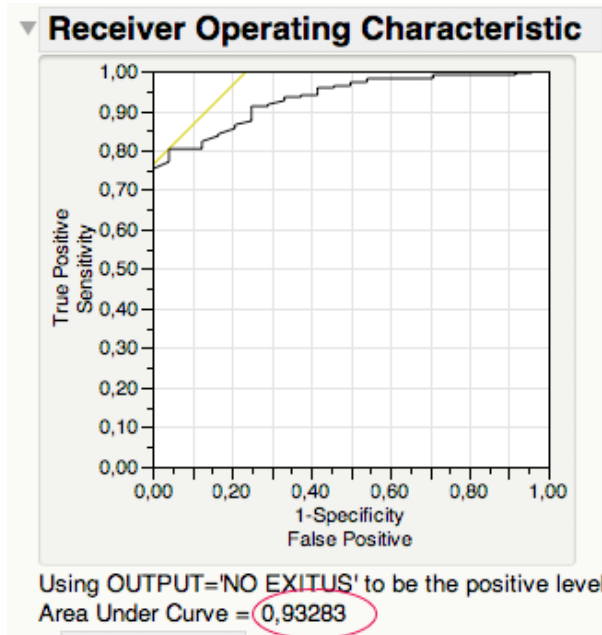
Como podemos ver en la tabla VI, los coeficientes del BISS entran dentro del intervalo de confianza del modelo BISS calculado con nuestros datos.

Concluiremos, por tanto, que podemos asumir que los pacientes de las dos muestras son iguales, utilizando los coeficientes de la ecuación original para validar el modelo de probabilidad de supervivencia.

Calculamos las AUC de las curvas ROC del TRISS y el BISS y las comparamos.

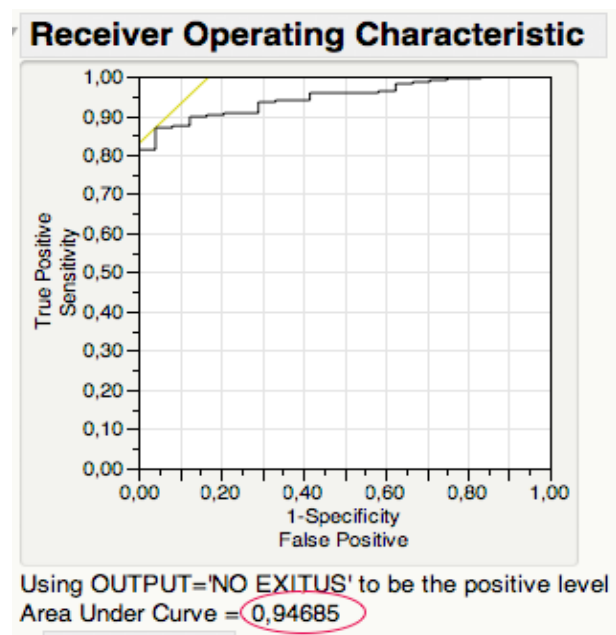
Utilizando el TRISS original con los coeficientes estimados de la base de datos MTOS, el área bajo la curva (AUC) de la curva ROC, fue de 0,932 (IC 95% 0,8965-0,9689). La curva ROC del BISS *model* dando como resultado una UAC de 0,946 (IC 95% 0,9181-0,9756).

GRÁFICO I



Curva ROC modelo TRISS . Área bajo la curva 0,932.

GRÁFICO II



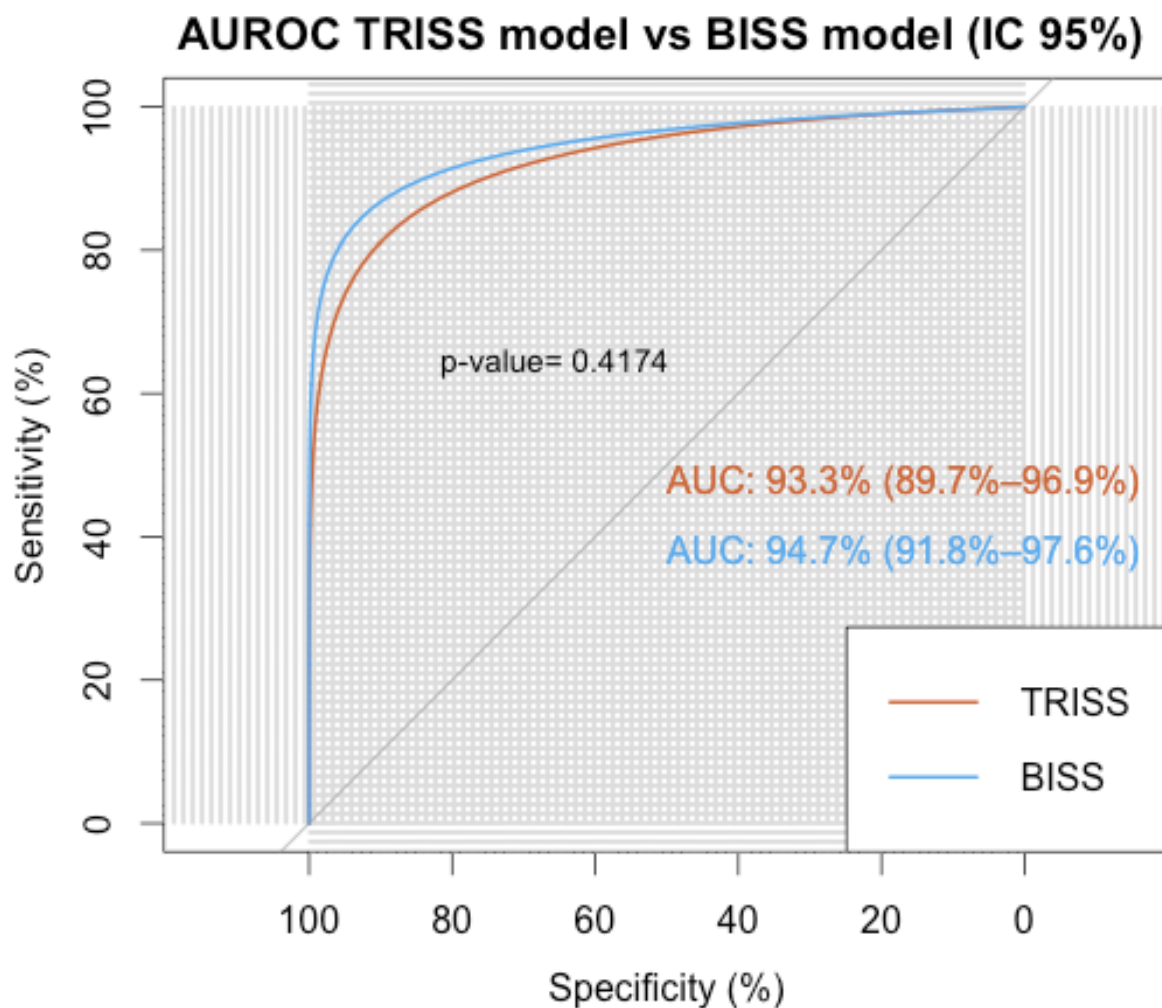
Curva ROC modelo BISS. Área bajo la curva 0,946.

Obteniendo un AUC de la curva ROC del BISS mayor que la del TRISS (0,946 vs 0,932).

Para comparar estadísticamente el área bajo la curva de las curvas ROC, utilizamos la librería pROC del paquete estadístico R.

Planteamos la hipótesis nula de que las AUC ROC de los dos modelos son iguales, y como hipótesis alternativa que son diferentes.

GRÁFICO III



Comparación estadística AUCs TRISS vs BISS.

El test estadístico nos muestra un $p=0,417$; por tanto aceptaremos la hipótesis nula, es decir, que los dos modelos son iguales.

Obtuvimos una supervivencia real para nuestra muestra del 89,91%. La probabilidad de supervivencia media según el modelo TRISS fue de 89,74% (IC 95% 87,22-92,26), la del BISS fue de 83,01% (IC 95% 80,68-85,35), pudiendo ver que el modelo TRISS se ajusta a la realidad. Y con el modelo BISS la supervivencia real ha sido mayor a la esperada.

Con los resultados obtenidos podemos afirmar que el modelo BISS es igual al modelo TRISS, con las ventajas anteriormente enunciadas, tanto en objetividad como en mayor facilidad en su cálculo. Validando el modelo de probabilidad de supervivencia BISS en nuestra población.

IX. DISCUSIÓN

La primera medida de resultado en los registros de trauma en todo el mundo es la mortalidad intrahospitalaria. Para medir la calidad de la atención, estos registros se comparan mediante el estudio de la supervivencia, tal como nos dice de Jongh⁸⁴⁾. Esta supervivencia puede predecirse utilizando el TRISS⁶⁶⁾. Esta escala ha demostrado en el estudio de Kuhls y cols. tener una capacidad de predicción de mortalidad superior que las escalas fisiológicas (RTS y GCS) y anatómicas (ISS), obteniendo una AUC para este modelo superior a 0,95.

Haciendo una revisión exhaustiva del Pubmed, Cochrane, Trip Database, no existe ningún registro sistemático del mismo para medir la calidad de la atención brindada a estos pacientes y hacer comparaciones entre instituciones. En este aspecto, nuestro estudio, elaborado a partir de la base de datos creada para este fin, supone la primera base de datos documentada en el estudio de estos pacientes, a diferencia de otros países que disponen de base de datos documentadas como la MTOS, la National Trauma Data Bank (NTDB) y la National Sample Project (NSP).

Desde noviembre del 2008 hasta marzo del 2014 se han registrado prospectivamente 1.101 pacientes politraumáticos; de estos, 467 cumplieron los criterios de inclusión para entrar en el estudio.

La mortalidad que obtuvimos en nuestro estudio de pacientes ingresados en la unidad de críticos o que han sido *exitus* antes del ingreso fue del 11,56% (54 pacientes), con un ISS medio de 17,55 y una edad media de 44,24 años. Aunque no existen estándares de referencia para la mortalidad en el paciente traumático, Champion y cols. en 1990⁴⁶⁾ obtuvieron una mortalidad del 9% con un ISS medio de 12,8. En la literatura actual se describe una mortalidad inferior al 10% cuando el ISS medio es ≤ 15 y una mortalidad superior al 20% cuando el ISS es > 25 ⁸⁵⁾ según Füglistaler-Montali y cols en 2009. Tal como podemos ver, nuestra mortalidad incluso con pacientes más graves (ISS 17,55) es inferior a los valores referenciados en la literatura.

Nuestra media de edad es de 44,24 años, siendo comparable a las medias de edad en estudios como los de Jonh en el 2010 y Nirula en el 2006 con pacientes traumáticos⁸⁶⁾⁸⁶⁾.

El mecanismo lesional más frecuente en nuestro medio es el accidente de tráfico, siendo los pacientes más graves los producidos en accidente de motocicleta seguido de los precipitados. Por el contrario, en el *annual report* de la National Trauma Data Bank 20013, el mecanismo lesional más frecuente fue el de los precipitados y segundo, el accidente de tráfico, discordancia que puede atribuirse a diferencias establecidas entre las poblaciones europea y americana, tal como de Jongh postulaba ya en el año 2010⁸⁶⁾.

Si observamos el mecanismo de la lesión, es comparable con los estudios de Nirula en 2006, con un porcentaje de traumatismo cerrado con un ISS > 15 del 89,5%, siendo el nuestro del 90,15%.

El déficit de bases, estudiado desde los años 90 (Rutherford y cols.), es un elemento de fácil obtención y que cada vez se utiliza más en el paciente traumático, debido al gran potencial del mismo. Es un parámetro que ha demostrado su eficacia como factor predictivo en diferentes tipos de pacientes. En este aspecto, Aukema y cols. demuestran que el exceso de bases es factor predictivo en el traumatismo torácico, tanto en mortalidad como en complicaciones. En este estudio observan que éste puede potencialmente identificar pacientes que requieren monitorización adicional o un tratamiento agresivo temprano⁸⁸⁾.

El déficit de bases asimismo ha demostrado en el estudio de Paydar en 2011 ser el mejor indicador para el diagnóstico y tratamiento en el *shock*⁸⁹⁾, así como la correlación del exceso de bases y no el lactato, según Cheddie en 2013 con el desarrollo de coagulopatía en trauma, convirtiéndose en marcador precoz de coagulopatía⁹⁰⁾.

Una de las últimas validaciones del exceso de bases ha sido la clasificación del *shock* hipovolémico basándose en el déficit de bases. Tanto Mutschler, con un registro de 16.305 pacientes politraumáticos derivados de la TraumaRegister DGU® como Privette en 2013, demuestran y validan que el exceso de bases es superior a la clasificación del ATLS en el *shock* hipovolémico, siendo superior tanto para su identificación, como para guiar la administración de productos sanguíneos⁹¹⁾⁹²⁾.

El modelo BISS, basado en el déficit de bases, es una medida de las alteraciones fisiológicas, sustituyendo el RTS en la ecuación del TRISS. Predice la mortalidad tan bien como el modelo TRISS, tal como demuestran Krozen y cols. en los Países Bajos en 2007. Tal como exponemos en la introducción

La principal ventaja de este método es que obvia medidas subjetivas, como la escala de valoración de Glasgow, que es una escala compleja, requiriendo tiempo y habilidad para poder evaluarla correctamente, pudiendo hacernos demorar la atención al paciente, aumentando así los tiempos en la asistencia; también es fácilmente alterada y distorsionada por drogas, alcohol o no valorable en el paciente intubado. Esta escala, que el pasado año cumplió su 40 aniversario, ha sido utilizada para la valoración de pacientes con lesión cerebral desde principios de los años 1970. En 2005 Gill⁹³⁾⁹⁴⁾ y cols. propusieron una escala basada solamente en el componente motor de la Escala de Coma de Glasgow, la *Simplified Motor Score* (SMS), concluyendo que es una escala con factor pronóstico similar, pero con cumplimentación más sencilla, disminuyendo así el tiempo de evaluación en el ámbito prehospitalario. Esta escala ha sido validada tanto en el ámbito hospitalario⁹⁵⁾ como prehospitalario⁹⁶⁾⁹⁷⁾, aunque en una revisión del 2013⁹⁸⁾ se concluyó que aunque la escala tiene grandes perspectivas de futuro, hacen falta más estudios prospectivos. Actualmente en nuestro país no existen estudios publicados sobre esta escala. Además, una de las mediciones para obtener el RTS es la frecuencia respiratoria, muchas veces no obtenida por los servicios de emergencias, dando un gran número de pérdidas en el cálculo del RTS, que da como resultado pérdidas en el cálculo del TRISS.

Debido a que el cálculo del déficit de bases es una medida totalmente objetiva y al alcance de todos los hospitales, la obtención del BISS se convierte en un modelo de predicción de supervivencia más fiable y con menos pérdidas de pacientes en su cálculo.

El BISS muestra correlación significativa entre delta base déficit y las escalas de trauma calculadas; un delta base déficit alto se correlaciona con RTS más bajo, ISS más alto y menor probabilidad de supervivencia. Asimismo, se relaciona con mortalidad.

En nuestro estudio también objetivamos que el delta base déficit de nuestra muestra se relaciona con mortalidad. Un valor alto se correlaciona con un bajo RTS, un ISS alto y una baja probabilidad de supervivencia, de acuerdo a los modelos de probabilidad de supervivencia del TRISS y BISS, al igual que Krozen y cols.⁴⁷⁾, demostrado por correlación estadística en nuestro estudio.

Un probable factor que nos puede alterar los resultados en el BISS podría ser el tipo de muestra extraída al paciente, venosa o arterial. Las muestras extraídas en nuestro box de atención al traumático son venosas, pero algunas de las muestras fueron arteriales, sobretudo en aquellos pacientes que necesitaron quirófano urgente. En este aspecto, Arnold y Zakrison en varios estudios demuestran que no existen diferencias entre ellas en la sospecha de la hipoperfusión oculta⁹⁹⁾¹⁰⁰⁾.

Para el TRISS, que utiliza los coeficientes de la MTOS, estudio realizado sobre una población americana y que se realizó entre los años 1982 y 1987, damos por válidos estos coeficientes para su población, igual que Kroezen y cols.⁴⁷⁾ en el estudio original para la validación del BISS, al ser el TRISS considerado el *Gold standard* en la predicción de supervivencia.

Debido a la posible diferencia entre nuestra población y la población del estudio de Kroezen y cols., calculamos unos nuevos coeficientes para el BISS. A estos coeficientes les asignamos un intervalo de confianza del 95%, para comprobar si los coeficientes del modelo original quedaban incluidos dentro del intervalo. Todos los coeficientes estaban dentro del intervalo, aceptando por tanto que las poblaciones tanto del estudio original y el nuestro son comparables.

El TRISS, que ha sido la escala más ampliamente utilizada para la predicción de supervivencia del paciente traumático durante los últimos 20 años, es ampliamente criticado en la literatura por sus deficiencias. Schluter¹⁰¹⁾ y cols. en 2010 calcula unos nuevos coeficientes para el TRISS; para ello utiliza la base de datos de la National Trauma Data Bank (NTDB) y de la National Sample Project (NSP). Como los coeficientes originales del TRISS derivan de la MTOS en 1995, postulan que estos datos ya estarían obsoletos, debiendo calcular unos nuevos coeficientes más adaptados y actualizados. Además, la atención del paciente objeto de este estudio ha mejorado mucho en los últimos años, no sólo en la atención de estos pacientes en los hospitales, sino también en la atención prehospitalaria, lo que ha producido una disminución de la mortalidad y morbilidad. Rogers y cols.¹⁰²⁾ van más allá y concluyen que los coeficientes del TRISS deberían ser actualizados constantemente, pero debido a las otras deficiencias del TRISS, ya citadas en este trabajo, sería más productivo reemplazarlo por un nuevo modelo estadístico.

Utilizamos para la validación de la fórmula, las curvas ROC ⁴⁸⁾ creadas por Altman y Bland en 1994, Brown y Davis en 2006 y Fawcett en 2006, siendo éstas una representación gráfica de la sensibilidad frente a la especificidad (1 ñ especificidad) en un sistema clasificador binario, para determinar el rendimiento de un problema de clasificación.

Estas curvas son ampliamente utilizadas en la literatura médica; actualmente existen unas 6.000 publicaciones anuales que utilizan las curvas ROC.

Como medida de rendimiento de la curva ROC, se suele utilizar el AUC. En nuestro estudio obtuvimos un AUC del TRISS de 0,932 y una AUC del BISS de 0,946, observando una más alta sensibilidad y especificidad del modelo, pudiendo validar el BISS en nuestros pacientes.

Asimismo, las AUCs de las curvas ROC de nuestro estudio, tanto para el TRISS como para el BISS, fueron ligeramente superiores a las obtenidas en el estudio de Krozen y cols⁴⁷⁾, dando por tanto más consistencia a los resultados de nuestro estudio.

En nuestro estudio queda reflejado que el cálculo del BISS es más objetivo y fácil de calcular, obteniendo unas curvas ROC iguales o superiores a las curvas ROC del TRISS al poder extraer al paciente una muestra para realizar una gasometría y así obtener el exceso de bases.

La principal limitación de nuestro estudio ha sido la pérdida de datos en la muestra.

Ringdal¹⁰³⁾ afirma en un comentario sobre un artículo de Jongh⁸⁶⁾, que al comparar diferentes modelos de predicción, lo ideal es disponer de la misma información para todos los pacientes. La inclusión de pacientes en los estudios con datos perdidos puede introducir sesgos en el conjunto de datos, afectando a los resultados, la fiabilidad y la validez del análisis posterior.

En nuestro estudio objetivamos unas pérdidas importantes por falta de datos. De los 467 pacientes incluidos, 238 tenían los datos necesarios para calcular el TRISS y el BISS. Esta reducción de la muestra para la validación del modelo es necesaria para poder compararlos.

En un estudio descriptivo y prospectivo previo que realizamos desde noviembre de 2008 hasta noviembre de 2010, con los mismos criterios de inclusión, pudimos analizar a 167 pacientes politraumáticos. De estos, pudimos calcular el TRISS a 93 pacientes, un 55,68% de la muestra, pero al utilizar el delta base déficit pudimos calcular el BISS a 112 pacientes, un 67,07%; es decir, aumentamos la muestra en un 11,38%. Animados por este estudio preliminar, esperábamos obtener en la validación del BISS mucha más muestra para este modelo de supervivencia, en detrimento del TRISS.

Al analizar los resultados podemos observar que calculamos el TRISS a 343 pacientes (73,44% de la muestra) y el BISS a 320 pacientes (68,52%). Obtuvimos una pérdida de 124 pacientes en el TRISS y 147 pacientes para el cálculo del BISS., lo que se traduce en un aumento de la muestra para el TRISS de un 4,29%.

La atención multidisciplinar en el paciente traumático requiere que todos los profesionales implicados conozcan la importancia de la obtención de este modelo de probabilidad.

La coordinación y la información entre profesionales ha de ser exquisita para no tener pérdidas de información en la valoración de este tipo de pacientes.

El cálculo de este nuevo modelo de probabilidad de supervivencia tendría un impacto favorable en la predicción del resultado final de los pacientes traumáticos y en la evaluación de sus cuidados. Al ser una medida disponible en todos los hospitales, no supone ningún aumento en los costes del tratamiento de estos pacientes. Los resultados de este estudio deberían ser una herramienta para alentar y concienciar a los profesionales que trabajan con este tipo de pacientes a mantener un cuidado exquisito en la recogida y seguimiento de los datos, beneficiando así en primer lugar al paciente, pero también al propio profesional, disponiendo de una nueva y útil herramienta en la atención a estos pacientes.

Al ser una medida de valoración objetiva, permite obtener un resultado más real de la probabilidad de supervivencia. La aplicación de este modelo en todos los hospitales receptores de pacientes politraumáticos, permitiría comparar de manera más objetiva los resultados de estos pacientes entre instituciones, pudiéndose comparar también la mortalidad, la supervivencia, la gravedad de las lesiones y la calidad de los programas instituidos, ampliando el margen de seguridad en la atención de los pacientes politraumáticos. Por tanto, la aplicabilidad de este modelo nos permitiría también poder hacer controles de calidad en la atención a nuestros pacientes politraumáticos.

X. CONCLUSIONES

1. El modelo de probabilidad de supervivencia BISS es validado en nuestro medio, para poder valorar la probabilidad de supervivencia que tienen los pacientes politraumáticos atendidos en nuestro hospital.
2. El delta base déficit se relaciona significativamente con la mortalidad.
3. Un delta base déficit bajo se relaciona inversamente con el valor de las escalas fisiológicas (RTS).
4. Un delta base déficit alto se corresponde directamente con el valor de las escalas anatómicas (ISS).
5. El delta base déficit alto se relaciona inversamente con el valor de los modelos de probabilidad de supervivencia más utilizados para la evaluación de los pacientes traumáticos (TRISS y BISS).
6. Los dos modelos de probabilidad no mostraron diferencias estadísticamente significativas de las AUCs de las curvas ROC.
7. El modelo BISS será introducido en nuestro hospital como un elemento más de valoración inicial al paciente politraumático.

XI. RESUMEN

El BISS es un modelo de probabilidad de supervivencia probado en Holanda que ha demostrado ser objetivo. Nuestro trabajo consiste en la validación del BISS en nuestros pacientes. Realizamos un estudio epidemiológico, observacional descriptivo y prospectivo de los pacientes admitidos en nuestro hospital como código politraumático entre noviembre del 2008 y marzo del 2014. Calculamos las principales escalas fisiológicas, anatómicas, delta base déficit y los modelos de probabilidad de supervivencia. Comparamos el delta base déficit entre supervivientes, no supervivientes y su correlación con las escalas y modelos de probabilidad. Finalmente calculamos el AUC de las curvas ROC del BISS y TRISS y los comparamos.

Se han incluido 467 pacientes con un ISS medio de 17,55. El delta base déficit fue significativamente superior en *exitus* correlacionándose significativamente con la mortalidad. Igualmente un delta base alto se correlaciona con un bajo RTS, un ISS alto y una baja probabilidad de supervivencia.

Para poder validar el BISS solamente utilizamos aquellos pacientes de los que disponemos de todas las variables para el cálculo de los dos modelos de probabilidad de supervivencia, TRISS y BISS, que fueron 238 pacientes. Ante la sospecha de que las poblaciones podrían ser diferentes, calculamos mediante regresión logística unos nuevos coeficientes para el BISS. Para cada coeficiente nuevo calculamos su intervalo de confianza (IC 0,95), asumiendo igualdad si en este intervalo se incluye el coeficiente del modelo original. Se obtiene así el AUC de la curva ROC del BISS mayor que la del TRISS (0,946 vs 0,932). Al comparar los dos modelos no existieron diferencias entre ellos, validando finalmente el BISS en nuestros pacientes.

La principal limitación de nuestro estudio ha sido la pérdida de datos en la muestra. Calculamos el TRISS al 73,44% de la muestra y el BISS al 68,52%, obteniendo una pérdida de 124 pacientes en el TRISS y 147 pacientes para el cálculo del BISS, lo que se traduce en un aumento de la muestra para el TRISS de un 4,29%.

El BISS, al ser una medida de valoración objetiva, permite obtener un resultado más real de la probabilidad de supervivencia. Su aplicación en todos los hospitales permitiría comparar resultados entre instituciones, comparando la mortalidad, supervivencia, la gravedad de las lesiones y la calidad de los programas instituidos, ampliando el margen de seguridad en la atención de estos pacientes.

XII. ESCALAS



Escala 1. *The Edwin Smith Surgical Papyrus*. Egipto, siglo XVII AC.

Escala coma de Glasgow

Apertura ocular	Espontánea	4
	Respuesta a la voz	3
	Respuesta al dolor	2
	Sin respuesta	1
Respuesta verbal	Orientada	5
	Confusa	4
	Palabras inapropiadas	3
	Sonidos incomprensibles	2
	Sin respuesta	1
Respuesta motora	Obedece órdenes	6
	Localiza el dolor	5
	Se aleja del dolor	4
	Flexión al dolor	3
	Extensión al dolor	2
	Sin respuesta	1

Escala 2. Escala coma de Glasgow. Tesdale y Jennet. 1974.

XII. ESCALAS

<i>Trauma Score</i>		
PARÁMETRO	CONDICIÓN	PUNTUACIÓN
FR	10-24 pm	4
	25-35 pm	3
	>36 pm	2
	1-9 pm	1
	Ninguna	0
	Subtotal A	
Esfuerzo respiratorio	Normal	1
	Retracción	0
	Subtotal B	
TA	90 mmHg 0 >	4
	70-89 mmHg	3
	50-69 mmHg	2
	<50 mmHg	1
	Sin pulso	0
	Subtotal C	
Llenado capilar	Normal	2
	Retardado	1
	Ausente	0
	Subtotal D	
GCS	14-15	5
	11-13	4
	8-10	3
	5-7	2
	3-4	1
	Subtotal E	
TRAUMA SCORE A+B+C+D+E		

Escala 3. *Trauma Score*. Champion. 1981.

XII. ESCALAS

Revised Trauma Score

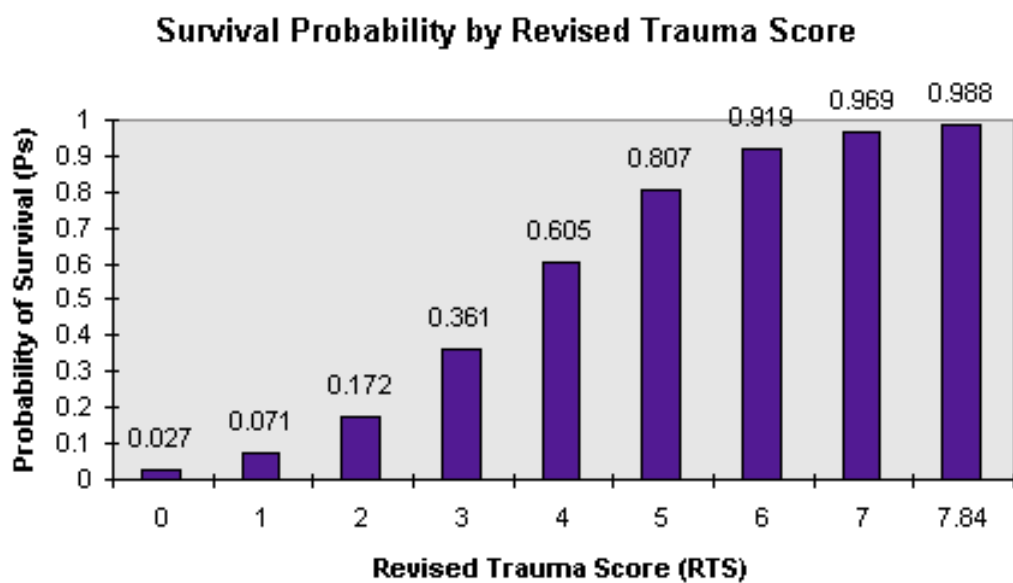
Glasgow (GCS)	Presión arterial sistólica (PAS)	Frecuencia respiratoria (FR)	Puntos
13-15	>89	10-29	4
9-12	76-89	>29	3
6-8	50-75	6-9	2
4-5	1-49	1-5	1
3	0	0	0

Escala 4. *Revised Trauma Score*. Champion. 1989.

Anomalías fisiológicas	GCS < 12-14 TAS < 90 mmHg FR > 30 o < 10
Lesiones graves	- Lesiones penetrantes tórax, abdomen, cabeza, cuello, ingle. - Dos o más fracturas proximales huesos largos - Quemadura > 15%, con afectación de cara o vías respiratorias - Vómito costal
Impacto de alta energía	- Caída de 6 m o más - Choque de alta velocidad - Eyección del paciente - Fallecimiento de otro ocupante del vehículo - Colisión con peatón > 35 km/h - Desplazamiento hacia atrás del eje delantero - Hundimiento > 38 cm del compartimento del paciente

Escala 5. Versión simplificada *triage in situ*. Champion.

XII. ESCALAS



Escala 6. Probabilidad de supervivencia con RTS. Adaptado de Champion. J Trauma 1989;29:625.

<i>Injury Severity Score</i>			
REGIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA LESION	AIS	CUADRADO DE LAS 3 LESIONES MÁS GRAVES
Cabeza y cuello			
Cara			
Tórax			
Abdomen y pelvis			
Extremidades			
Lesión Externa			

Escala 7. *Injury Severity Score*. Baker y cols. 1974.

XII. ESCALAS

Edad (años)	ISS
15-44	40
45-64	29
> 65	20

Escala 8. LD 50. Bull 1975.

Grado	Factores de riesgo	Probabilidad FMO
I	ISS 15-24	4%
II	ISS >25	14%
III	ISS>25 y >6 concentrados hematíes en 1as 24 hs	54%
IV	ISS>25 y >6 concentrados hematíes en 1as 24 hs y > 2,5 mmol de lactatos en 12-24 hs	75%

Escala 9. Riesgo de fracaso multiorgánico (FMO) después de la lesión.

XIII. CÒDIGO PPT



CatSalut

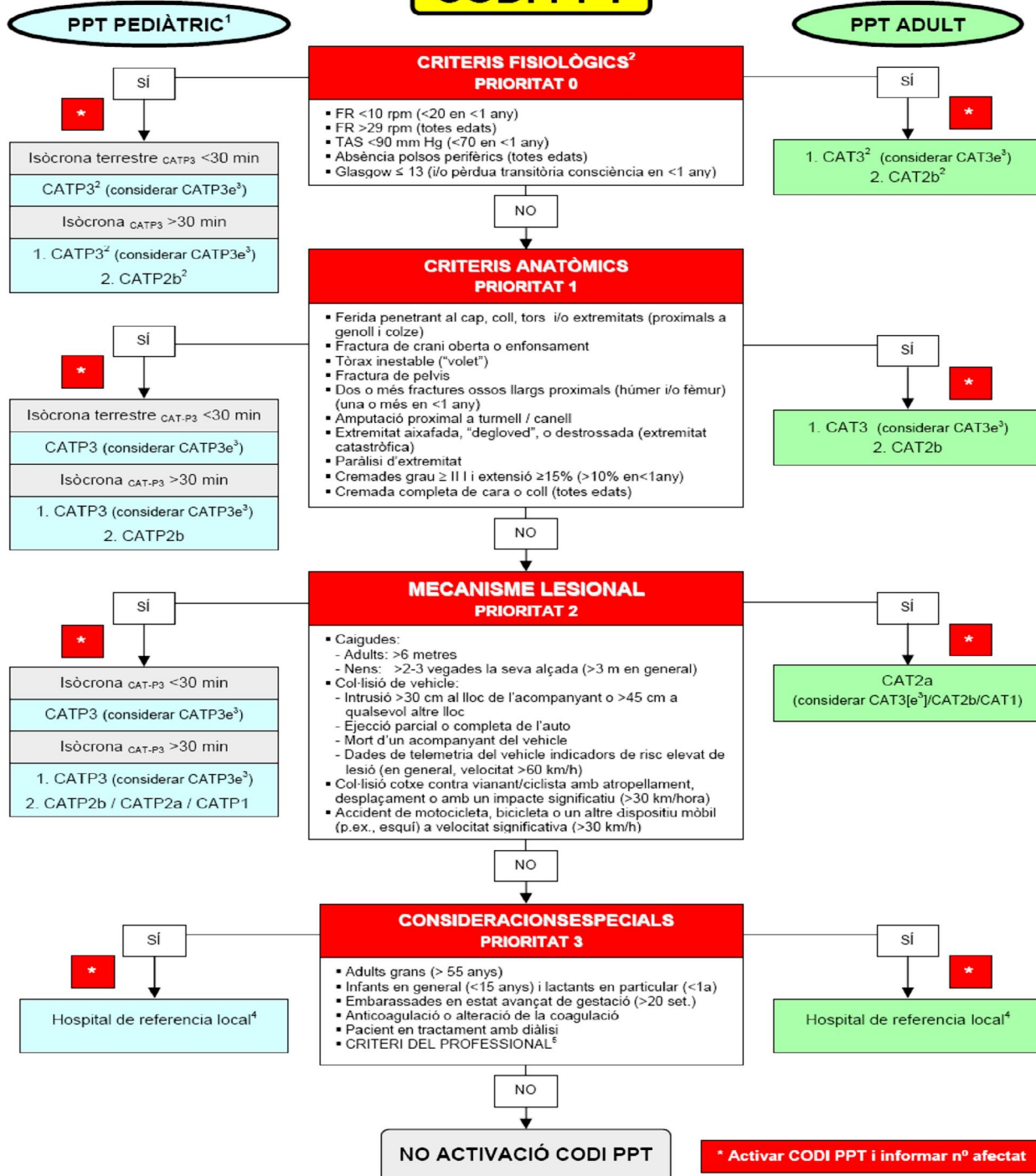
Servei Català
de la Salut



Generalitat de Catalunya
Departament de Salut

Annex II

CODI PPT



¹ Edat <16a.

² Si inestabilitat hemodinàmica i isòcrona CAT3/CATe/CAT2b o CAT3/CATP3e/CAT2b > CAT2a/CAT1 o CAT2a/CATP1, considerar hospitals més propers (preferentment CAT2a o CAT2a, respectivament, amb cirurgia i anestesiòleg de presència física)

³ D'acord amb el problema específic

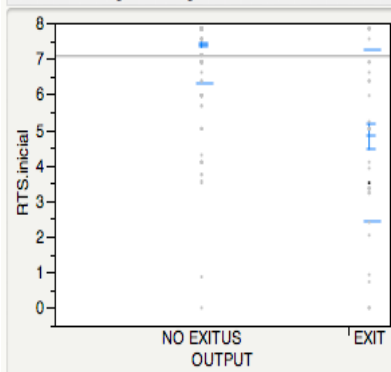
⁴ Pot ser de qualsevol nivell. Els de nivell >CATP1 funcionalment es consideren del seu nivell i de tots els inferiors. En cas de PPT pediàtric, a igual isòcrona es prioritzarà derivació a CATP3 / CATP2b

⁵ Davant d'un cas d'activació del codi a criteri del professional actuant, l'assignació de nivell d'hospital es farà d'acord amb el criteri (fisiològic, anatòmic, biomecànic o de particularitats del cas) al que corresponguin les seves consideracions

XIV. ANÁLISIS ESTADÍSTICO. ANEXO I

Análisis estadístico de las escalas de gravedad con mortalidad

Oneway Analysis of RTS.inicial By OUTPUT



Missing Rows 118

Means and Std Deviations

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err	Mean	Lower 95%	Upper 95%
NO EXITUS	306	7,38046	1,07693	0,06156		7,2593	7,5016
EXITUS	43	4,82372	2,40084	0,36612		4,0849	5,5626

Nonparametric Comparisons For Each Pair Using Wilcoxon Method

q*		Alpha						
1,95996		0,05						
		Score Mean			Hodges-			
Level	- Level	Difference	Std Err Dif	Z	p-Value	Lehmann	Lower CL	Upper CL
EXITUS	NO EXITUS	-118.575	13.65049	-8.68647	<.0001*	-2.61000	-2.81000	-1.47000

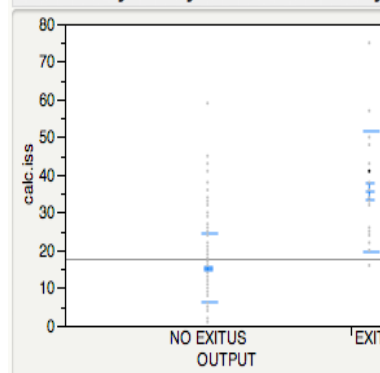
Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)

Level	Count	Score Sum	Expected Score	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
NO EXITUS	306	58021,0	53550,0	189,611	8,686
EXITUS	43	3054,00	7525,00	71,023	-8,686

2-Sample Test, Normal Approximation

S	Z	Prob> Z
3054	-8,68647	<,0001*

Oneway Analysis of calc.iss By OUTPUT



Missing Rows 9

Means and Std Deviations

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err		
				Mean	Lower 95%	Upper 95%
NO EXITUS	404	15,1262	9,1204	0,4538	14,234	16,018
EXITUS	54	35,7222	16,0017	2,1776	31,355	40,090

Nonparametric Comparisons For Each Pair Using Wilcoxon Method

q*		Alpha						
1,95996		0,05						
		Score Mean			Hodges-Lehmann			
Level	- Level	Difference	Std Err Dif	Z	p-Value	Lehmann	Lower CL	Upper CL
EXITUS	NO EXITUS	185,3330	19,09458	9,706050	<.0001*	17,00000	16,00000	21,00000

Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)

Level	Count	Score Sum	Expected Score	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
NO EXITUS	404	83889,5	92718,0	207,647	-9,706
EXITUS	54	21221,5	12393,0	392,991	9,706

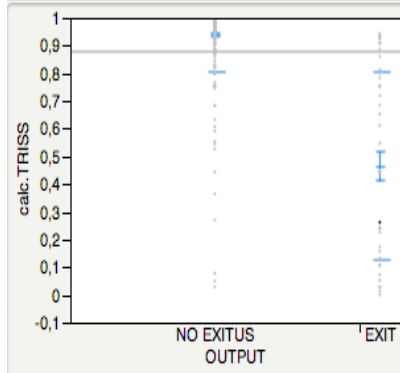
2-Sample Test, Normal Approximation

S	Z	Prob> Z
21221,5	9,70605	<,0001*

XIV. ANÁLISIS ESTADÍSTICO. ANEXO II

Análisis estadístico de las escalas de probabilidad de supervivencia con mortalidad

Oneway Analysis of calc.TRISS By OUTPUT



Missing Rows 124

Means and Std Deviations

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err	Lower 95%	Upper 95%
NO EXITUS	300	0,937539	0,132157	0,00763	0,92252	0,95255
EXITUS	43	0,463461	0,340399	0,05191	0,35870	0,56822

Nonparametric Comparisons For Each Pair Using Wilcoxon Method

q*		Alpha						
1,95996		0,05						
		Score Mean				Hodges-Lehmann	Lower CL	Upper CL
Level	- Level	Difference	Std Err Dif	Z	p-Value			
EXITUS	NO EXITUS	-152.954	16.15962	-9.46520	<.0001*	-0.520733	-0.648897	-0.327315

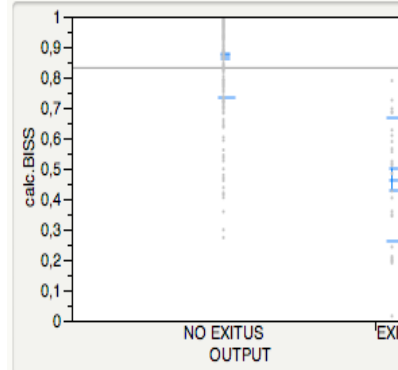
Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)

Level	Count	Score Sum	Expected Score	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
NO EXITUS	300	57353,0	51600,0	191,177	9,465
EXITUS	43	1643,00	7396,00	38,209	-9,465

2-Sample Test, Normal Approximation

S	Z	Prob> Z
1643	-9,46520	<,0001*

Oneway Analysis of calc.BISS By OUTPUT



Missing Rows 146

Means and Std Deviations

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err	Lower 95%	Upper 95%
NO EXITUS	289	0,871854	0,136329	0,00802	0,85607	0,88764
EXITUS	32	0,463758	0,201971	0,03570	0,39094	0,53658

Nonparametric Comparisons For Each Pair Using Wilcoxon Method

q*		Alpha						
1,95996		0,05						
		Score Mean			Hodges-			
Level	- Level	Difference	Std Err Dif	Z	p-Value	Lehmann	Lower CL	Upper CL
EXITUS	NO EXITUS	-146,251	17,29090	-8,45829	<,0001*	-0,397288	-0,461389	-0,335530

Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)

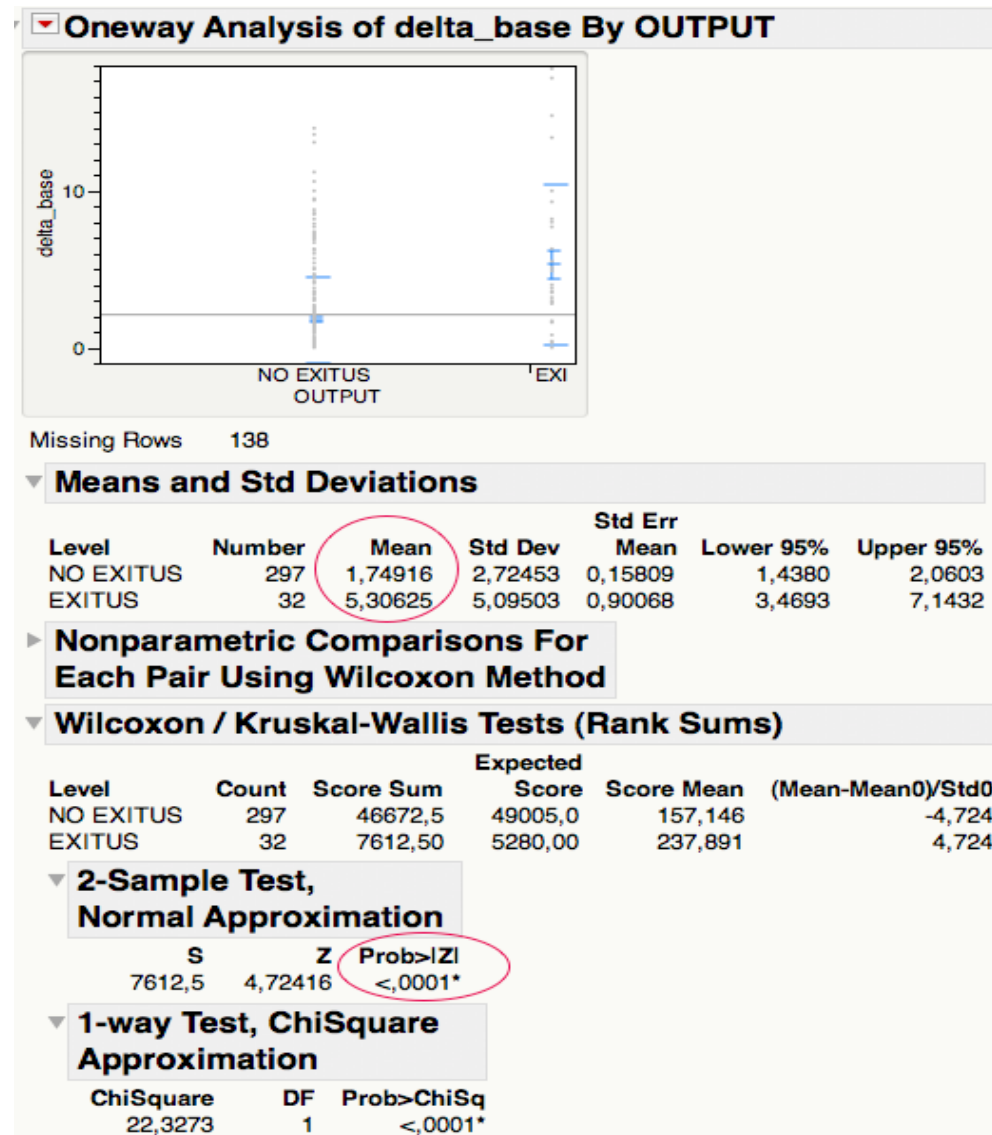
Level	Count	Score Sum	Expected Score	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
NO EXITUS	289	50743,0	46529,0	175,581	8,458
EXITUS	32	938,000	5152,00	29,313	-8,458

2-Sample Test, Normal Approximation

S	Z	Prob> Z
938	-8,45829	<,0001*

XIV. ANÁLISIS ESTADÍSTICO. ANEXO III

Análisis estadístico del delta base déficit con mortalidad



XIV. ANÁLISIS ESTADÍSTICO. ANEXO IV

Nuevos coeficientes calculados para nuestra muestra

Nominal Logistic Fit for OUTPUT

Converged in Gradient, 7 iterations

Whole Model Test

Model	-LogLikelihood	DF	ChiSquare	Prob>ChiSq
Difference	36,839717	3	73,67943	<,0001*
Full	40,968544			
Reduced	77,808261			

RSquare (U)	0,4735
AICc	90,1088
BIC	103,826
Observations (or Sum Wgts)	238

Measure	Training	Definition
Entropy RSquare	0,4735	$1 - \text{Loglike}(\text{model}) / \text{Loglike}(0)$
Generalized R-Square	0,5547	$(1 - (L(0)/L(\text{model}))^{2/n}) / (1 - L(0)^{2/n})$
Mean -Log p	0,1721	$\sum -\text{Log}(p_{ij})/n$
RMSE	0,2366	$\sqrt{\sum (y_{ij} - p_{ij})^2/n}$
Mean Abs Dev	0,1072	$\sum y_{ij} - p_{ij} /n$
Misclassification Rate	0,0924	$\sum (p_{ij} \neq p_{\text{Max}})/n$
N	238	n

Lack Of Fit

Source	DF	-LogLikelihood	ChiSquare
Lack Of Fit	225	40,968544	81,93709
Saturated	228	0,000000	Prob>ChiSq
Fitted	3	40,968544	1,0000

Nominal Logistic Fit for OUTPUT

Parameter Estimates

Term	Estimate	Std Error	ChiSquare	Prob>ChiSq
Intercept	11,2065861	1,9176429	34,15	<,0001*
Edad	-0,091532	0,0205184	19,90	<,0001*
delta_base	-0,2262682	0,0898551	6,34	0,0118*
calc.iss	-0,1428081	0,0306171	21,76	<,0001*

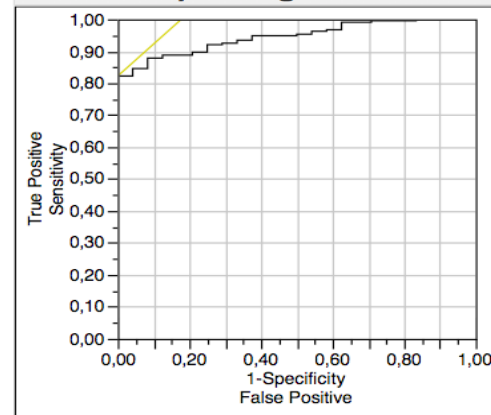
For log odds of NO EXITUS/EXITUS

Effect Likelihood Ratio Tests

Source	Nparm	DF	ChiSquare	Prob>ChiSq
Edad	1	1	35,2529468	<,0001*
delta_base	1	1	6,20993916	0,0127*
calc.iss	1	1	31,4076754	<,0001*

Nominal Logistic Fit for OUTPUT

Receiver Operating Characteristic



Using OUTPUT='NO EXITUS' to be the positive level
Area Under Curve = 0,94568

Nuevos coeficientes calculados para el BISS

XV. BIBLIOGRAFIA

- 1) World Health Organization: *Global status report on road safety: time for action*. Geneva: WHO; 2009.
- 2) Lyons RA, Finch CF, McClure R, van Beeck E, Macey S: *The injury list of all deficits (LOAD) framework - conceptualising the full range of deficits and adverse outcomes following injury and violence*. Int J Inj Control Saf Promot 2010, 17(3):145-159.
- 3) Peden M, McGee K, et al: *Injury: a leading cause of the global burden of disease*, 2000. Geneva: World Health Organization; 2002.
- 4) *Información de accidentes*. Dirección General de Tráfico, 2012 (Observatorio Nacional de Seguridad Vial).
- 5) *Anàlisi de la mortalitat a Catalunya, 2012. Avanç de resultats*. (Departament de Salut).
- 6) *Al volant evita el risc*. Generalitat de Catalunya, 2006 (Departament de Salut).
- 7) Lynsey Willenberg, Kate Curtis, Colman Tailor, Stephen Jan, Parisa Glass and John Myburgh. *The variation of acute treatment cost of trauma in high-income countries*. BMC Health Services Research 2012, 12:267. <http://www.biomedcentral.com/1472-6963/12/267>.
- 8) Champion HR, Sacco WJ, Copes WS. *Trauma scoring*. Trauma. 3^a ed. Stanford. Connecticut. Appleton & Lange 1998; 53-66.
- 9) Senkowsky CK, McKenney MG. *Trauma scoring Systems: a review*. J Am Coll Surg. 1999; 5: 491-503.
- 10) Osler T, Baker SP, Long W. *A modification of the injury severity score that both improve accuracy and simplifies scoring*. J Trauma 1997; 43: 922-926.
- 11) Astrup P, Severinghaus JW. *The History of Blood Gases, Acids, and Bases*. Copenhagen, Denmark: Munksgaard; 1986.
- 12) Siggaard-Andersen O. *An acid-base chart for arterial blood with normal and pathophysiological reference areas*. Scan J Clin Lab Invest. 1971;27: 239-245.
- 13) Astrup P, Andersen OS, Jorgensen K, et al. *The acid-base metabolism: a new approach*. Lancet. 1960;1:1035-1039.
- 14) Juern J, MD, Khatri V, MBBS, and Weigelt, MD. *Base excess: A review*. J. Trauma Acute Care Surg. 2012; 73: 27-32.
- 15) Schlichtig R, Grogono AW, Severinghaus JW. *Human PaCO₂ and standard base excess compensation for acid-base imbalance*. Crit Care Med. 1998; 26:1173-1179.
- 16) Davis JW, Kaups KL, Parks SN. *Base deficit is superior to pH in evaluating clearance of acidosis after traumatic shock*. J Trauma. 1998;44:114-118.

- 17) Siegel JH, Rivkind AI, Dalal S, Goodarzi S. *Early physiologic predictors of injury severity and death in blunt multiple trauma.* Arch Surg. 1990;125:498-508.
- 18) Rutherford EJ, Morris JA, Reed GW, Hall KS. *Base deficit stratifies mortality and determines therapy.* J Trauma. 1992;33:417-423.
- 19) Davis JW, Mackersie RC, Holbrook TL, et al. *Base deficit as an indicator of significant abdominal injury.* Ann Emerg Med. 1991;20:842-844.
- 20) Mackersie RC, Tiwary AD, Shackford SR, et al. *Intra-abdominal injury following blunt trauma.* Arch Surg. 1989;124:809-813.
- 21) Davis JW, Parks SN, Kaups KL, Gladen HD, O'Donnell-Nicol S. *Admission base deficit predicts transfusion requirements and risk of complications.* J Trauma. 1996; 41:769-774.
- 22) Davis JW, Shackford SR, Mackersie RC, et al. *Base deficit as a guide to volume resuscitation.* J Trauma. 1988;28:1464-1467.
- 23) Callaway DW, Shapiro NI, Donnino MW, et al. *Serum lactate and base deficit as a predictor of mortality in normotensive elderly blunt trauma patients.* J Trauma. 2009;66:1040-1044.
- 24) Davis JW, Kaups KL. *Base deficit in the elderly: a marker of severe injury and death.* J Trauma. 1998;45:873-877.
- 25) Kincaid EH, Chang MC, Letton RW, et al. *Admission base deficit in Pediatric trauma: a study using the National trauma data bank.* J Trauma. 2001;51:332-335.
- 26) Randolph L, Takacs M, Davis KM. *Resuscitation in the Pediatric trauma population: admission base deficit remains an important prognostic indicator.* J Trauma. 2002;53:838-842.
- 27) Kaups KL, Davis JW, Dominic WJ. *Base deficit as an indicator of resuscitation needs in patients with burn injuries.* J Burn Care Rehabil. 1998;19:346-348.
- 28) Cancio LC, Galvez E Jr, Turner CE, et al. *Base deficit and alveolar-arterial gradient during resuscitation contribute independently but modestly to the prediction of mortality after burn injury.* J Burn Care Res. 2006;27:289-297.
- 29) Choi J, Cooper A, Gomez M, et al. *The relevance of base deficit after burn injuries.* J Burn Care Rehabil. 2000;21:499-505.
- 30) Cartotto R, Choi J, Gomez M, et al. *A prospective study on the implications of a base deficit during fluid resuscitation.* J Burn Care Rehabil. 2003;24:75-84.
- 31) Andel D, Kamolz LP, Roka J, et al. *Base deficit and lactate: early predictors of morbidity and mortality in patients with burns.* Burns. 2007;33:973-978.
- 32) Mikulaschek A, Henry SM, Donovan R, et al. *Serum lactate is not predicted by anion gap or base excess after trauma resuscitation.* J Trauma. 1996;40:218-222.

- 33) Chawla LS, Jagasia D, Abell LM, et al. *Anion gap, anion gap corrected for albumin, and base deficit fail to accurately diagnose clinically significant hyperlactatemia in critically ill patients.* J Intensive Care Med. 2008;23: 122Y127.
- 34) Chawla LS, Nader A, Nelson T, et al. *Utilization of base deficit and reliability of base deficit as a surrogate for serum lactate in the peri-operative setting.* BMC Anesthesiol. 2010;10:16.
- 35) Chawla LS, Shih S, Davison D, et al. *Anion gap, anion gap corrected for albumin, base deficit and unmeasured anions in critically ill patients: implications on the assessment of metabolic acidosis and the diagnosis of hyperlactatemia.* BMC Emerg Med. 2008;8:18.
- 36) Martin MJ, FitzSullivan E, Salim A, et al. *Discordance between lactate and base deficit in the surgical intensive care unit: which one do you trust?.* Am J Surg. 2006;191:625Y630.
- 37) Moomey CB, Melton SM, Croce MA, et al. *Prognostic value of blood lactate, base deficit, and oxygen-derived variables in an LD50 model of penetrating trauma.* Crit Care Med. 1999;27:154Y161.
- 38) Bannon MP, O'Neill CM. *Central venous oxygen saturation, arterial base deficit, and lactate concentration in trauma patients.* Am Surg. 1995;61:738-746.
- 39) Cohn SM, Nathens AB, Moore FA, et al. *Tissue oxygen saturation predicts the development of organ dysfunction during traumatic shock resuscitation.* J Trauma 2006;62:44-45.
- 40) Boyd O, Mackay CJ. *Comparison of clinical information gained from routine blood-gas analysis and from gastric tonometry for intramural pH.* Lancet 1993;341:142-146.
- 41) Zehtabchi S, Sinert R, Baron BJ, et al. *Does ethanol explain the acidosis commonly seen in ethanol-intoxicated patients?* Clin Toxicol (Phila). 2005;43:161Y166.
- 42) Davis JW, Kaups KL, Parks SN. *Effect of alcohol on the utility of base deficit in trauma.* J Trauma. 1997;43:507Y510.
- 43) Dunham CM, Watson LA, Cooper C. *Base deficit level indicating major trauma injury is increased with ethanol.* J Emerg Med. 2000; 18:165ñ171.
- 44) Dunne JR, Tracy JK, Scalea TM, Napolitano LM. *Lactate and base deficit in trauma: does alcohol or drug use impair their predictive accuracy?*J Trauma. 2005;58:959 ñ966.
- 45) Zehtabchi S, Baron BJ, Sinert R, Yadav K, Lucchesi M. *Ethanol and illicit drugs do not affect the diagnostic utility of base deficit and lactate in differentiating minor from major injury in trauma patients.* Acad Emerg Med. 2004;11:1014Y1020.
- 46) Champion HR, Copes WS, Sacco WJ et al. *The major trauma outcome study: establishing nacional norms for trauma care.* J Trauma 1990;30:1356-1365.

- 47) Krozen F, Bijlsma TS, Liem MSL et al. *Base deficit-based predictive modeling of outcome in trauma patients admitted to intensive care units in Dutch trauma centres*. J trauma 2007, 63: 908-913.
- 48) Khun M, Johnson K. *Applied Predictive Modeling. Capt 11; Measuring Performance in Classification Models*. New York 20013. Springer. ISBN: 978-1-4614-6849-3.
- 49) Teasdale G, Jenet B: *Assessment of coma and impaired consciousness. A practical scale*. Lancet 1974; 2: 81-84.
- 50) Ross SE, Leipold C, Terregino C, et al. *Efficacy of the motor component of the Glasgow Coma scale in trauma triage*. J trauma 1998; 45: 42-44.
- 51) Kerby JD, MacLennan PA, Burton JN et al. *Agreement between prehospital and emergency department glasgow coma scores*. J Trauma 2007; 63: 1026-31.
- 52) Champion HR, Sacco WJ, Carnazzo AJ, et al. *The trauma score*. Crit Care Med 1981; 9: 672-676.
- 53) Champion HR, Sacco WJ, Copes WS, et al. *A revision of trauma score*. J Trauma 1989; 29: 623-627.
- 54) Committee on Medical Aspects of Automotive Safety. *Rating the severerity of tissue damage: the abbreviated Injury Scale*. JAMA. 1971;215(2):277-80.
- 55) Baker SP, O'Neill B, Haddon W et al. *The injury severity score: A method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care*. J Trauma 1974; 14: 187-196.
- 56) Harwood PJ, Giannoudis PV, Probst C et al. *AIS based scoring system is the best predictor of outcome in orthopaedic blunt trauma patients?* J Trauma. 2006; 60: 334-340.
- 57) Blow O, Magliore L, Claridge JA, et al. *The golden hour and the silver day: detection and correction of occult hypoperfusion within 24 hours improves outcome from major trauma*. J Trauma 1999; 47: 964-69.
- 58) Claridge JA, Crabtree TD, Pelletier SJ, et al. *Persistent occult hypoperfusion is associated with a significant increase in infection rate and mortality in major trauma patients*. J Trauma 2000; 48:8-15.
- 59) Crowl A, Young J Kahler D et al. *Occult hypoperfusion is associated with increased morbidity in patients undergoing early femur fracture fixation*. J Trauma 2000; 48: 260-267.
- 60) Schulman AM, Claridge JA, Carr G et al. *Predictors of patients who will develop prolonged occult hipoperfusión following blunt trauma*. J trauma 2004; 57: 795-800.
- 61) Shoemaker WC, Appel PL, Kram HB, *Role of oxigen debt in the development of organ failure sepsis, and death in high-risk surgical patients*. Chest 1992; 102:208-215.

- 62) Megarelli A, Oliveira RP, Friedman G. *Occult hipoperfusión is associated with increased mortality in hemodynamically stable, high risk, surgical patients.* Crit Care 2004; 8: R60-R65.
- 63) Eberhard L, Morabito D, Matthay M et al. *Initial severity of metabolic acidosis predicts the development of acute lung injury in severe traumatized patients.* Crit care med 2000; 28: 125-131.
- 64) Pal JD, Victorino GP, Twomey P et al. *Admission serum lactate levels do not predict mortality in the acutely injured patient.* J trauma 2006; 60: 583-589.
- 65) Aslar AK, Kuzu MA, Elhan AH et al. *Admission lactate level and the APACHE II score are the useful predictors of prognosis following torso trauma.* Injury 2004; 35: 746-752.
- 66) Boyd CR, Tolson MA, Copes WS. *Evaluating trauma care: the TRISS method.* J Trauma 1987; 27: 370-378.
- 67) Hannan EL, Mendeloff J, Szypulski Farrell L, Cayten G, Murphy JG. *Validation of TRISS and ASCOT using non-MTOS trauma registry.* J Trauma. 1995; 38:83ñ 88.
- 68) Millham FH, Malone M, Blansfield J, LaMorte WW, Hirsch EF. *Predictive accuracy of the TRISS survival statistic is improved by a modification that includes admission pH.* Arch Surg. 1995;130:307ñ 311.
- 69) McGonigal MD, Cole J, Schwab W, Kauder DR, Rotondo MF, Angood PB. *A new approach to probability of survival scoring for trauma quality assurance.* J Trauma.1993;34:863ñ 870.
- 70) Rutledge R. *Injury severity and probability of survival assessment in trauma patients using a predictive hierarchical network model derived from ICD-9 codes.* J Trauma.1995;38:590
- 71) Champion HR, Copes WS, Sacco WJ, et al. *A new characterization of injury severity.* J Trauma 1990; 30: 539-546.
- 72) Markle J, Cayten CG, Byrne DW, Moy F, Murphy JG. *Comparison between TRISS and ASCOT methods in controlling for injury severity.* J Trauma. 1992; 33:326 ñ332.
- 73) Rutledge R, Osler T, Emery S et al. *The end of injury severity score (ISS) and the trauma and injury severity score (TRISS): ICISS, an International classification of diseases, ninth revision-based prediction tools, outperforms both ISS and TRISS as predictors of trauma patients survival, hospital charges and hospital length of stay.* J Trauma 1998; 44: 41-49.
- 74) Kim Y, Jung KY, Kim CY, et al. *Validation of the international classification of diseases 10th edition-based injury severity score (ICISS).* J Trauma 2000; 48: 280-285.
- 75) Tremblay LN, Feliciano DV, Rozycki GS. *Assessment of initial base deficit as a predictor of outcome: mechanism of injury does make a difference.* Am Surg. 2002;68:689ñ693.

- 76) Davis JW, Shackford SR, Holbrook TL. *Base deficit as a sensitive indicator of compensated shock and tissue oxygen utilization*. Surg Gyneacol Obstet. 1991;173:473-476.
- 77) Falcone RE, Santanello SA, Schulz MA, Monk J, Satiani B, Carey LC. *Correlation of metabolic acidosis with outcome following injury and its value as a scoring tool*. World J Surg. 1993;17:575-579.
- 78) Kuhls DA, Malone DL, McCarter RJ, Napolitano LM. *Predictors of mortality in adult trauma patients: the physiologic trauma score is equivalent to the trauma and injury severity score*. J Am Coll Surg. 2002;194:695-704.
- 79) Cohn SM, Nathens AB, Moore FA, et al. *Tissue oxygen saturation predicts the development of organ dysfunction during traumatic shock dysfunction*. JTrauma. 2007;62:44 - 55.
- 80) Smith I, Kumar P, Molloy S, et al. *Base excess and lactate as prognostic indicators for patients admitted to intensive care*. Int Care Med. 2001;27:74.
- 81) Steyerberg EW, Eijkmans MJC, Harrell FE Jr, Habbema JDF. *Prognostic modelling with logistic regression analysis: in search of a sensible strategy in small data sets*. Med Decis Making. 2001;21:45-56. 11.
- 82) Robin X, Turck N, Hainard A, Tiberti N, Lisacek F, Sánchez JC, Müller M (2011). pROC: an open-source package for R and S+ to analyze and compare ROC curves. BMC Bioinformatics,12,p.77.DOI:10.1186/1471-2105-12-77 <http://www.biomedcentral.com/1471-2105/12/77/>>
- 83) R Core Team (2012). R: A Language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.
- 84) Jongh MA, Bosma E, Verhofstad MH and Leenen LP. *Prediction models for complications in trauma patients*. Br J Surg 2011 Jun;98(6):790-6.
- 85) Füglistaler-Montali I., Attenberger C., Füglistaler P., Jacob AL., Amsler F., Gross T. *In Search of Benchmarking for Mortality Following Multiple Trauma: A Swiss Trauma Center Experience*. World Journal of Surgery 2009;33(11):2477-2489.
- 86) Jongh MA, Verhofstad MH and Leener LI. *Accuracy of different survival prediction models a trauma population*. Br J Surg 2010;97:1805-1813.
- 87) Nirula R, Brasel K. *Do trauma centers improve functional outcomes: A National trauma databank analysis*. J Trauma 2006 Aug;61(2):268-71.
- 88) Aukema TS, Hietbrink F, Beenen LF, Leenen LP. *Does thoracic injury impair the predictive value of base deficit in trauma patients?*. Injury 2010;26.

- 89) Paydar S, Fazelzadeh A et al. *Base deficit: a better indicator for diagnosis and treatment of shock in trauma patients*. J Trauma 2011;70(6):1580-1.
- 90) Cheddie S, Muckart DJ, Hardcastle TC. *Base deficit as an early marker of coagulopathy in trauma*. S Afr Surg 2013;51(3):88-90.
- 91) Mutschler M, Nienaber U et al. *Renaissance of base deficit for the initial assessment of trauma patients: a base deficit-based classification for hypovolemic shock developed on data from 16,305 patients derived from the TraumaRegister DGU®*. Crit Care 2013 6;17(2):R42.
- 92) Privette AR, Dicker RA. *Recognition of hypovolemic shock: using base deficit to think outside of the ATLS box*. Crit Care 2013 13;17(2):124.
- 93) Gill M, Windemuth R, Steele R, Green SM. *A comparison of the Glasgow Coma Scale score to simplified alternative scores for the prediction of traumatic brain injury outcomes*. Ann Emerg Med 2005; 45:37-42.
- 94) Gill M, Steele R, Windemuth R, et al. *A comparison of five simplified scales to the out-of-hospital Glasgow coma scale for the prediction of traumatic brain injury outcomes*. Acad Emerg Med 2006;13:968-973.
- 95) Haukoos JS, Gill MR, Rabon RE, et al. *Validation of the simplified motor score for the prediction of brain injury outcomes after trauma*. Ann Emerg Med 2007;50:18-24.
- 96) Thompson D, Hurtado T, Liao M, et al. *Validation of the Simplified Motor Score in the Out-of-Hospital Setting for the Prediction of Outcomes After Traumatic Brain Injury*. Ann Emerg Med 2011;58:417- 425.
- 97) Caterino J, Raubenolt A. *The prehospital simplified motor score is as accurate as the prehospital Glasgow coma scale: analysis of a statewide trauma registry*. Emerg Med J 2012;29:492-496.
- 98) Murad MH, Prokop LJ, et al. *Meta-analysis of Glasgow Coma Scale and Simplified Motor Score in predicting traumatic brain injury outcomes*. Brain Inj 2013;27(3):293-300.
- 99) Zakrisson T, McFarlan A, Wu YY, Keshet I, Nathens A. *Venous and arterial base deficits: do these agree in occult shock and in the elderly? A Bland-Altman analysis*. J Trauma Acute Care Surg. 2013;74(3):936-9.
- 100) Arnold TD, Miller M et al. *Base deficit from the first peripheral venous sample: a surrogate for arterial base deficit in the trauma bay*. J Trauma 2011;71(4):793-7.
- 101) Schluter PJ, Nathens A et al. *Trauma and Injury Severity Score (TRISS) coefficients 2009 revision*. J Trauma 2010;68(4):761-10.
- 102) Rogers FB, Osler T et al. *Has TRISS become an anachronism? A Comparison of mortality between the National Trauma Data Bank and Major Trauma Outcome Study Database*. J Trauma Acute Care Surg 2012;73(2):326-31.

103) Ringdal KG. *Accuracy of diferent survival prediction models in Dutch trauma population*. Br J Surg 2010;97:1805-1813.