

**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**

**FACULTAD DE MEDICINA HUMANA**



**Indicadores pronósticos del traumatismo  
encéfalo craneano en el Hospital Nacional Hipólito  
Unanue Setiembre 2009 – Diciembre 2009. Evaluación  
del modelo crash.**

Tesis para optar por el título profesional de médico cirujano:

Erick Fernando Barrera Castro

**LIMA - PERÚ**

**2011**

El Doctor Alonso Soto Tarazona, MD, Mg, MSc, Médico Internista Hospital Nacional Hipólito Unanue, docente de la Facultad de Medicina de la Universidad Ricardo Palma.

CERTIFICA: que la tesis titulada *“INDICADORES PRONÓSTICOS DEL TRAUMATISMO ENCÉFALOCRANEANO EN EL HOSPITAL NACIONAL HIPÓLITO UNANUE SETIEMBRE 2009 – DICIEMBRE 2009. EVALUACIÓN DEL MODELO CRASH”* presentada por Erick Fernando Barrera Castro para optar por el grado de Médico Cirujano, ha sido realizado bajo mi asesoramiento. Esta tesis supone una aportación significativa al tema y reúne los meritos suficientes para ser presentada y sustentada ante el Jurado correspondiente.

*A mis padres, origen de todo. Quienes me  
han llamado "doctor" sin serlo, que les  
debía el hacerlo realidad.*

*Un agradecimiento especial al Dr. Alonso Soto Tarazona,  
sin su ayuda esta tesis nunca hubiera visto la luz.*

*A las licenciadas en enfermería del servicio de Emergencia del HNHU,  
cómplices en la búsqueda de datos.*

*A los neurocirujanos de emergencias del HNHU por su ayuda en la  
interpretación de placas tomográficas.*

*Gracias a todos aquellos que se han preocupado por mi, preguntándome:  
"¿y cómo va la tesis?"; obligándome a concluirla.*

## INDICE

MARCO TEÓRICO .....	5
INTRODUCCIÓN .....	8
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	8
JUSTIFICACIÓN .....	9
OBJETIVOS .....	9
ANTECEDENTES .....	11
MATERIALES Y MÉTODOS .....	15
Definiciones operacionales .....	15
Diseño de estudio .....	19
Universo de estudio, selección y tamaño de muestra, unidad de análisis. ....	19
Criterios de inclusión y exclusión .....	19
Procedimiento para recolección de datos .....	20
Aspectos éticos .....	21
Análisis de resultados .....	21
Lugar de ejecución.....	23
Cronograma .....	24
Presupuesto .....	25
RESULTADOS .....	26
CARACTERÍSTICAS GENERALES .....	26
DISCUSIÓN .....	38
CONCLUSIONES .....	42
RECOMENDACIONES .....	43
BIBLIOGRAFÍA .....	44
ANEXOS .....	47

# MARCO TEÓRICO

El traumatismo craneoencefálico se define como un intercambio brusco de energía mecánica que genera deterioro físico y/o funcional del contenido craneal al que se pueden atribuir una o más de las siguientes consecuencias: pérdida o disminución del estado de conciencia, amnesia, fractura del cráneo, anormalidad neurológica o neuropsicológica, lesión intracraneal o muerte. (1).

La definición tiene un impacto de gran magnitud en los reportes de incidencia. Un golpe en la cabeza puede producir heridas del cuero cabelludo, fracturas o lesión cerebral en forma independiente. Existe controversia sobre la definición a emplear (2), pues si se define como “cualquier golpe en la cabeza”, la sensibilidad e incidencia aumentan a costa de la especificidad, pero si se define como “evidencia de lesión cerebral”, aumenta la especificidad y caen la sensibilidad e incidencia. Algunos expertos opinan que sólo se debieran incluir aquellos con pérdida de la conciencia, pero disminuir la sensibilidad genera el temor de que aumenten el número de muertes evitables por diagnósticos equivocados o tardíos de hematomas, sin tener en cuenta otras complicaciones.

De acuerdo a reportes de E.E.U.U. se estima que 5,3 millones de americanos, aproximadamente 2 % de la población (3), viven actualmente con discapacidad relacionada con traumatismos craneoencefálicos. Los hombres superan por más de 2 veces a las mujeres en frecuencia (4).

En el Perú, la magnitud del problema es creciente. De acuerdo a reportes revisados (5), el número de víctimas para el año 2007 ascendieron a 50313 víctimas, de los cuales 3481 fallecieron (6,9%) y 46832 quedaron lesionadas (93.1%) con diversos grados de discapacidad. Muchas de estas víctimas eran el principal sostén de su familia. La muerte o la discapacidad tienen graves consecuencias para las víctimas y sus familias por la disminución de la calidad de vida, sufrimiento y pobreza en la que se sumergen.

Para el año 2006 el trauma representó la tercera causa de muerte en el Perú (6), expresado en su mayoría por lesiones vehiculares. Entre los años 1998 y 2006 fallecieron un total de 28534 personas a consecuencia de lesiones de tránsito. Adicionalmente hubo 299387 heridos y miles de discapacitados, afectando principalmente a la población económicamente activa.

Los traumatismos craneoencefálicos son más frecuentes en adolescentes, adultos jóvenes (15-24 años de edad) y en mayores de 75 años (3). Entre las causas más comunes están: colisión vehicular, incluidas los accidentes en bicicletas o los accidentes peatón-vehículo. Las caídas son la segunda causa mas frecuente en los ancianos y niños pequeños. Los incidentes violentos representan casi un 20%, ya sean con o sin arma de fuego. Si bien las relacionadas a deportes representan aproximadamente un 3%, estos suelen ser moderados o leves, provocando una subvaloración de la incidencia exacta.

La incidencia de los traumatismos craneoencefálicos que requieren hospitalización en países occidentales oscila entre los 175 y los 200 casos por cada 100,000 habitantes/año (5). De todos estos pacientes, se estima que entre el 15- 50% fallecen en la escena del accidente. Aunque los criterios de admisión modifican considerablemente los porcentajes propios de cada centro, aproximadamente el 10 % de los pacientes hospitalizados presentan un traumatismo craneoencefálico grave (puntuación en la escala de Glasgow para coma inferior o igual a 8 puntos).

El traumatismo craneoencefálico es una entidad con alta frecuencia de registro de admisión en los centros de urgencias, en América latina (6), África, Medio oriente, Asia y Oceanía (4), cuya incidencia aumenta en relación directa con la violencia, el crecimiento del parque automotor, el consumo de bebidas alcohólicas y los deportes. Es, con frecuencia, la lesión determinante de la morbilidad y mortalidad del paciente politraumatizado (4,7,8) pues, de los tejidos lesionados, el sistema nervioso tiene las menores probabilidades de recuperación. Esto por la alta complejidad de sus funciones y su poca capacidad de regeneración. Sin embargo, un abordaje pesimista es el primer error en el tratamiento de los pacientes con traumatismo craneoencefálico, pues los resultados, en la mayoría de los casos justifican cualquier esfuerzo inicial.

El traumatismo craneoencefálico, al mismo tiempo que constituye una de las primeras causas de muerte en el mundo sobre todo en personas jóvenes con plena actividad social

y laboral, provoca un elevado costo a la sociedad y un gran impacto emocional sobre el paciente y sus familiares (9).

La mortalidad por trauma craneoencefálico grave es muy elevada, mayor del 50%, sino se emplean métodos de tratamiento intensivo para controlar la elevación postraumática de la presión intracraneal, la hipoxia, la isquemia cerebral y otras complicaciones (10).

Algunos pacientes fallecen por graves lesiones cerebrales primarias. En muchos otros, la muerte es el resultado del politraumatismo (9,10). De aquí la importancia de una primera valoración en la emergencia, ya que de esta dependerán la racionalización de los medios que se tengan a la mano y el pronóstico del paciente.

Fraade-Blanarn et al. (11) en un estudio para América Latina, observaron que el trauma representó la causa más importante de carga de morbilidad en términos de años de vida productiva potencial perdidos y años de vida potencial perdidos, ubicando al trauma por encima de las enfermedades infecciosas, enfermedades del aparato circulatorio y neoplasias. Pese a ello se encontró una clara discrepancia entre los fondos asignados por los sistemas de salud para ésta área y la magnitud de la carga de enfermedad por traumatismo (11), De hecho según la Organización Panamericana de la Salud, el presupuesto asignado a enfermedades infecciosas para el periodo 2006-2007 es de alrededor de 50 veces el monto asignado a lesiones, violencia y discapacidad (12).

Más aun, excepto por iniciativas como la del Instituto de Investigaciones y Desarrollo en Prevención de Violencia y Promoción de la Convivencia Social, CISALVA con sede en Cali, Colombia, son pocas las instituciones latinoamericanas dedicadas a la investigación en trauma.

El traumatismo craneoencefálico es un problema de salud pública en el Perú y en otras latitudes del mundo. Según el Instituto Nacional de Salud del Perú las muertes por causa violenta representan el mayor porcentaje de la mortalidad nacional; dentro del grupo de muerte violenta, los accidentes en sus diversas formas constituyen el mayor numero, siendo los traumatismos craneoencefálicos quienes se hallan implicados en un porcentaje mayor, atribuyéndoles responsabilidad de la tercera parte de la mortalidad por trauma (13).

# INTRODUCCIÓN

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los Traumatismos Craneoencefálicos son la principal causa de discapacidad en niños, adolescentes y adultos menores de 40 años (14)

La severidad del daño puede variar enormemente, dependiendo de la zona del cerebro afectado y su extensión, así como la presencia de hipertensión endocraneana, edema cerebral difuso o el efecto de masa resultante de posible sangrado. Tradicionalmente en emergencias se utiliza la Escala de Glasgow para lograr determinar la severidad del traumatismo craneoencefálico (15). Sin embargo con el uso de la Tomografía Axial Computarizada se hace indispensable incorporar este estudio dentro de la evaluación del Traumatismo craneoencefálico (16).

El daño cerebral traumático es, usualmente, el resultado de un violento y repentino golpe a la cabeza, el cual lanza al cerebro a una colisión directa con el interior del cráneo. Esta colisión puede provocar contusiones, ruptura de fibras nerviosas y sangrado. Puede también ser causado por objetos, como balas o partes de cráneo que ingresan al tejido cerebral.

La aparición de lesiones focales en las imágenes médicas tradicionales – tomografía axilar computarizada (TAC) y resonancia magnética (RM) – no supone más que la ‘punta del iceberg’, ya que gran parte del daño se produce a nivel de micro estructuras y cambios neuroquímicos, y por lo tanto no necesariamente va a haber una correlación entre las imágenes tomografías y la severidad de la lesión.

El beneficio de las intervenciones diagnosticas y terapéuticas, así como el uso racional de recursos dependerá de un diagnóstico adecuado y de estimar de la manera más precisa posible el pronóstico del paciente con diagnóstico de traumatismo craneoencefálico.

Es por ello que es importante desarrollar nuevos métodos que nos permitan determinar un pronóstico lo más certero posible en las primeras horas del accidente, y esto

mediante la combinación del examen clínico y de herramientas imagenológicas, de poder contar con ellas, con las que podamos hacer sinergia con el fin de obtener dicho pronóstico.

## **JUSTIFICACIÓN**

El traumatismo craneoencefálico es un tema de interés prioritario para la salud pública. Las estimaciones sobre su incidencia, prevalencia, severidad, secuelas y el grado en que pueden ser prevenibles, indican que causa enormes pérdidas para los individuos y la sociedad. Consume una proporción importante de recursos, con costos elevados y sus consecuentes repercusiones para el crecimiento económico, todo lo cual justifica de sobra impulsar esfuerzos preventivos (15).

El traumatismo craneoencefálico sigue siendo altamente frecuente en el Perú (5), Latinoamérica y a nivel mundial (12), y a su vez en causante directa e indirectamente de muerte y secuelas severas. Un manejo rápido y efectivo en emergencias de cualquier hospital es de suma importancia para iniciar medidas que salven la vida de los pacientes y también permitan una rápida valoración del pronóstico.

Es por ello que es necesario contar con herramientas de predicción clínica que complementadas, de ser posible, con los principales hallazgos tomográficos, permitan determinar la severidad y el pronóstico del traumatismo craneoencefálico, a fin de facilitar las decisiones clínicas pertinentes.

Dentro de dichas herramientas, el modelo pronóstico CRASH (17) ha sido diseñado para su uso rutinario en países en vías de desarrollo, por lo que es importante su validación antes de su utilización en nuestro país.

## **OBJETIVOS**

A) PRINCIPAL.

Evaluar el desempeño diagnóstico del modelo pronóstico del CRASH aplicado a pacientes con traumatismo craneoencefálico en el servicio de emergencia del Hospital Nacional Hipólito Unanue.

**B) SECUNDARIOS.**

Determinar los predictores de mortalidad independientes clínicos y tomográficos en la población estudiada.

Comparar el desempeño diagnóstico del modelo pronóstico de traumatismo craneoencefálico del CRASH con respecto a la escala de Glasgow.

# ANTECEDENTES

Aproximadamente la mitad de los pacientes con daño cerebral severo necesitarán cirugía para remover o reparar hematomas o contusiones. Las secuelas resultantes dependen de la severidad, la localización, y la edad y el estado de salud del paciente.

CUADRO N° 1

<u>ESCALA DE COMA GLASGOW</u>					
APERTURA		RESPUESTA MOTORA		RESPUESTA VERBAL	
OCULAR		Obedece Ordenes	6	Orientada	5
Espontaneo	4	Localiza el estímulo		Confuso	4
Al llamado	3	doloroso	5	Palabras	
Al dolor	2	Retira ante estímulo		inapropiadas	3
Ninguna	1	doloroso	4	Sonidos	
		Respuesta en flexión	3	incomprensibles	2
		Respuesta en extensión	2	Ninguna	1
		Ninguna	1		

Las complicaciones de salud ocurren inmediatamente después del trauma, es por ello que normalmente se evalúa al paciente en cuanto ingrese a emergencia por medio de la escala de Glasgow (Cuadro N°1). Un resultado de 3 a 8 indica un Traumatismo craneoencefálico severo, 9 a 12 moderado y 13 a 15 indica un Traumatismo craneoencefálico leve.

Posteriormente se ha establecido una clasificación del traumatismo craneoencefálico (Traumatic Coma Data Bank. Cuadro N° 2). (17) basada en los hallazgos tomográficos y que agrupa a pacientes que tienen un cuadro clínico común, la incidencia de la hipertensión endocraneal, el pronóstico y los esfuerzos terapéuticos requeridos (18).

## CUADRO N°2

### Clasificación del Traumatismo Craneoencefálico

(Traumatic Coma Data Bank)

Lesión encefálica difusa I: sin lesiones visibles en TAC

Lesión encefálica difusa II: cisternas visibles

Desplazamiento línea media < 5.mm.

Lesiones hipertensas o mixtas < 25ml.

Lesiones encefálicas difusa III: cisternas comprimidas o ausentes

Lesiones hipertensas o mixtas <25ml.

Lesión encefálica difusa IV: desplazamiento línea media > 5 mm.

Lesiones hipertensas o mixtas < 25ml.

Lesión evacuada: cualquier lesión evacuada

Lesión no evacuada; lesiones hiperdensas o mixtas

Luego se estableció también la “Escala Evolutiva de Glasgow” para los traumas craneoencefálicos (Cuadro N° 3) (19), la cual fue desarrollada para establecer un pronóstico post-alta de los pacientes que sufrieron de traumatismos craneoencefálicos.

## CUADRO N°3

### ESCALA EVOLUTIVA DE GLASGOW

MUERTE (M)

ESTADO VEGETATIVO (EV) : RITMO SUEÑO-VIGILIA  
PERO INCONSCIENTE

DISCAPACIDAD SEVERA (DS): CONSCIENTE PERO  
DEPENDIENTE

DISCAPACIDAD MODERARA (DM): INDEPENDIENTE PERO

## INCAPACITADO

BUENA RECUPERACIÓN (BR) : REINTEGRADO (PUEDE  
HABER SECUELAS MENORES)

Finalmente cada médico también utiliza su experiencia personal para poder tener un pronóstico sobre cada paciente con Traumatismo craneoencefálico, ya sea moderado o severo.

En un trabajo ya clásico, con un grupo de 57 pacientes entrevistados dos años después de sufrir un Traumatismo craneoencefálico, el 33% se quejaba de una llamada "lentificación mental", el 33% de problemas de concentración y el 21% de incapacidad para realizar dos cosas simultáneamente (20)

Otro estudio posterior realizado con una muestra de 47 personas con Traumatismo craneoencefálico grave, encontró cifras aun superiores, con un 74.5% de pacientes que referían perdidas de velocidad de procesamiento de información y un 67% que se quejaba de dificultades de concentración y de atención dividida (21). A pesar de ello, no está delimitada aun la naturaleza de estas alteraciones de atención, y son diversas las hipótesis que pretenden explicarlas (22, 23, 24). Daños más serios pueden resultar en estupor o coma, estado vegetal o muerte.

Es por ello que para poder tener un consenso para evaluar el pronóstico luego de una lesión cerebral traumática, en el 2008 en el London School of Hygiene and Tropical Medicine, desarrollo el trabajo: "Predicting outcome after traumatic brain injury: practical prognostic models base on a large cohort of international Patients", basado en el modelo CRASH (Randomización con corticoesteroides luego de un significativo daño cerebral) (25). Este dio como resultado un modelo básico de evaluación con 4 predictores: Edad, escala de Glasgow, reactividad pupilar y la presencia de una lesión extracraneal mayor.

Adicionalmente, de poder contar con la posibilidad de una tomografía cerebral, también se añaden las siguientes predictores: presencia de hemorragia petequial, obliteración del 3er ventrículo o cisterna basal, hemorragia subaracnoidea de línea media y hematoma no evacuado. De acuerdo a estas características es que se puede pronosticar la evolución que tendrá el paciente en dos aspectos: 1) riesgo de mortalidad en 14 días y 2) riesgo de secuelas mayores a 6 meses.

La finalidad de este último estudio fue desarrollar un software, que luego de introducir los parámetros señalados anteriormente, de cómo resultado dos diferentes porcentajes: 1) la probabilidad de fallecer dentro de 14 días siguientes y 2) la probabilidad de presentar una secuela dentro de los 6 meses siguientes. Es así que dicho programa se encuentra disponible gratuitamente en internet:<http://www.crash2.lshtm.ac.uk/Risk%20calculator/index.html>).

# MATERIALES Y MÉTODOS

## Definiciones operacionales

- Edad:

Tipo: Cuantitativa, continua, politómica.

Definición conceptual: tiempo de existencia desde el nacimiento

Definición operacional: pregunta directa

Indicador: años

- Sexo

Tipo: cualitativa, nominal, dicotómica.

Definición conceptual: condición orgánica que define al macho de la hembra.

Definición operacional: ectoscopia.

Indicador: género

Categorización: masculino y femenino.

- Frecuencia cardiaca

Tipo: cuantitativa, continua, politómica.

Definición conceptual: número de contracciones del **CORAZÓN** o pulsaciones por unidad de tiempo.

Definición operacional: número de contracciones cardiacas auscultadas en un minuto.

Indicador: latidos por minuto.

- Frecuencia respiratoria

Tipo: cuantitativa, continua, politomica.

Definición conceptual: es el número de respiraciones que efectúa un ser vivo en un lapso específico de tiempo.

Definición operacional: numero de respiraciones observadas en un minuto.

Indicador: respiraciones por minuto.

- Presión arterial

Tipo: cuantitativa, intervalo, politomica

Definición conceptual: es la presión que ejerce la sangre contra la pared de las arterias.

Definición operacional: valores máximos y mínimos de milímetros de mercurio observados al utilizar un tensiómetro.

Indicador: milímetros de mercurio (mmHg)

- Reflejos osteotendinosos

Tipo: cualitativa, nominal,

Definición conceptual: respuesta motriz involuntaria originada por un estímulo externo.

Definición operacional: Reflejos obtenidos en la **exploración** neurológica clínica por percusión, con un **martillo** de reflejos, del **tendón** rotuliano y cubital para provocar su **contracción** refleja.

Indicador: contracción muscular.

Categorización: arreflexia, hiporreflexia, normorreflexia, hiperreflexia.

- Escala de Glasgow:

Tipo: cuantitativa, intervalo, politómica.

Definición conceptual: escala neurológica diseñada para evaluar el nivel de conciencia de los pacientes que han sufrido un traumatismo craneoencefálico.

Definición operacional: adecuada respuesta ocular, motora y verbal.

Indicador: suma de valores correspondientes a cada respuesta clínica.

Categorización: 3-15.

- Reacción pupilar:

Tipo: cualitativa, nominal, politómica.

Definición conceptual: respuesta normal de foto acomodación en respuesta a un estímulo luminoso.

Definición operacional: contracción pupilar (miosis) frente a la exposición a la luz de una linterna.

Categorización: ninguno, uno o ambos.

- Daño extra cerebral mayor:

Tipo: cualitativa, nominal, dicotómica.

Definición conceptual: traumatismos de múltiples órganos (hígado, bazo, pulmón, etc.) y sistemas corporales (circulatorio, nervioso, respiratorio, etc.), que compromete la vida del paciente.

Definición operacional: cualquier daño que requiere hospitalización con o sin consentimiento del paciente.

Categorización: presente o ausente.

- Causa del traumatismo craneoencefálico

Tipo: cualitativo, nominal, politómica.

Definición conceptual: motivo directo por el cual se produjo el traumatismo.

Definición operacional: pregunta directa al paciente o acompañante.

Categorización: accidente de tránsito, caída u otros.

- Horas desde el accidente:

Tipo: cuantitativa, de intervalo, politómica.

Definición conceptual: una unidad de tiempo que se corresponde con la veinticuatroava parte de un día solar medio.

Definición operacional: tiempo desde el traumatismo hasta que se atiende al paciente en la emergencia.

Indicador: horas

Categorización: menor de 1, de 1 a 3 y mayor de 3.

## **Diseño de estudio**

El presente es un estudio de tipo Observacional, analítico, prospectivo, longitudinal.

## **Universo de estudio, selección y tamaño de muestra, unidad de análisis.**

Todo paciente con diagnóstico de traumatismo craneoencefálico (único o acompañado con otras lesiones) que ingrese al servicio de emergencias del Hospital Nacional Hipólito Unanue.

## **Criterios de inclusión y exclusión**

- Criterios de Inclusión:

Toda persona adulta (mayor de 18 años).

Atendido por emergencias con diagnóstico de traumatismo craneoencefálico.

Tiempo de evolución menor de 8 horas.

Escala de Glasgow <15.

- Criterios de Exclusión:

Pacientes en estado etílico y bajo efectos de sustancias psicoactivas.

## **Procedimiento para recolección de datos**

La recolección de datos se llevo a cabo mediante instrumento escrito (Ficha – Anexo 1). El formulario fue llenado en el servicio de Emergencias del Hospital Nacional Hipólito Unanue por el investigador evaluando los siguientes datos de cada paciente: sexo, edad, presión arterial sistólica y diastólica, frecuencia cardiaca y respiratoria, causa de del traumatismo, horas desde el accidente, reacción pupilar, escala de Glasgow y daño extra-cerebral mayor y, según sea el caso, tiempo en que inicie alguna cirugía por el servicio de neurocirugía y hallazgos tomográfico cerebrales (hemorragias petequial, obliteración del tercer ventrículo o cisterna basal, hemorragia sub aracnoidea, desviación de línea media, y hematoma no evacuado), las cuales fueron realizadas en base al informe radiológico y/o del neurocirujano de guardia.

Se realizo seguimiento diario de los pacientes para determinar las secuelas (de tenerlas) y el momento del alta o fallecimiento de ser el caso.

Se realizo la recolección de datos de lunes a domingo durante el periodo comprendido desde Septiembre del año 2009 hasta Diciembre del 2009.

Todos los datos fueron introducidos una ficha general en el programa Excel, siendo ordenadas por variables, y se añadieron 3 variables más de resultados: 1) Probabilidad de muerte a 14 días, 2) probabilidad de discapacidad en 6 meses (ambos datos en porcentajes y obtenidos luego de la introducción de los datos de cada paciente en el programa desarrollado por el Modelo CRASH a evaluar) y 3) cantidad de fallecidos en 14 días.

El modelo pronostico CRASH se muestra en el anexo 2. El pronóstico obtenido es proporcional a la probabilidad de muerte del paciente.

## **Aspectos éticos**

Se recopiló la información de las Historias clínicas de los pacientes, sin necesidad de realizar una intervención diagnóstica o terapéutica, por lo cual no se consideró necesaria la toma del consentimiento informado.

La ficha de recolección de datos llevo códigos, en lugar de los nombres de los pacientes. La lista de los pacientes con sus respectivos códigos se mantuvo en hoja aparte.

El protocolo de investigación conto con la aprobación del Comité Institucional de Ética en Investigación del Hospital Nacional Hipólito Unanue.

## **Análisis de resultados**

En el proceso de preparación para el análisis estadístico y en función del tipo de variable del estudio, se realizaron diferentes pasos. En primer lugar los parámetros fueron introducidos por el mismo investigador en la base de datos diseñada para tal fin.

A continuación se llevo a cabo una depuración de los datos para verificar que existieran únicamente los valores comprendidos entre los rangos establecidos para las variables continuas y discretas.

La determinación del puntaje de acuerdo al modelo pronóstico CRASH se obtuvo introduciendo directamente los hallazgos recolectados en el programa disponible en la dirección electrónica: <http://www.crash2.lshtm.ac.uk/Risk%20calculator/index.html> (17).

Métodos y modelos de análisis de datos según tipo de variable.

Estadísticos descriptivos (análisis univariado)

Para las variables descriptivas se realizó un análisis univariado para la población en general, para los que fallecieron a 14 días y de los sobrevivientes. Para todas estas

variables se utilizó la mediana como medida de tendencia central y el rango intercuartil como medida de dispersión.

Como se trata de pocos pacientes, se utilizaron pruebas no paramétricas, al igual que en lugar de utilizar la desviación estándar, se utilizó el rango intercuartil.

#### Análisis bivariado

Para comparar 2 muestras independientes (entre los que fallecieron a 14 días y los que sobrevivieron) se utilizó la prueba de U de Mann-Whitney, con la cual se contrastó si la distribución de las variables fue igual en las poblaciones, o bien si dichas variables tendieron a ser diferentes en alguno de los grupos.

La comparación entre las variables y su asociación con la probabilidad de muerte a 14 días se realizó mediante la prueba de chi cuadrado o mediante la prueba exacta de Fisher cuando haya  $< 5$  pacientes por celda en la tabla tetracórica.

#### Análisis multivariado

Con todos los resultados de las variables, se construyó un modelo de regresión logística múltiple (que es una técnica estadística multivariante que permite estimar la relación existente entre variables dependientes y un conjunto de variables independientes métricas o no-métricas) con la finalidad de determinar cuál o cuáles de todas las variables presentaba asociación independiente. Las variables inicialmente incluidas en el modelo fueron aquellas con un valor de  $p < 0,2$  en el análisis bivariado. A partir de este modelo inicial se fueron eliminando de manera sucesiva aquellas variables con menor significancia estadística hasta lograr un núcleo que incluyó a aquellas variables asociadas de manera independiente y estadísticamente significativas a la variable dependiente binaria (muerte a los 14 días).

La bondad de ajuste del modelo se evaluó mediante el estadístico del pseudo R<sup>2</sup>.

Se presenta el odds ratio (OR) y el intervalo de confianza a 95% para las variables incluidas en el modelo final.

Para determinar si el puntaje resultante del modelo pronóstico CRASH difiere entre los que fallecen dentro de los 14 días y los que sobreviven se utilizó la prueba U de Mann-

Whitney (que es una prueba no paramétrica con la cual se identifican diferencias entre dos poblaciones basadas en el análisis de dos muestras independientes). La representación grafica se realizo mediante un diagrama de caja (Box Plot).

La evaluación de la capacidad discriminativa del modelo CRASH, se evaluó mediante el análisis de la curva ROC: Receiver Operating Characteristic (que es un gráfico que muestra todos los pares sensibilidad/especificidad resultantes de la variación continua de los puntos de corte en todo el rango de resultados observados para una prueba), presentándose el área resultante, así como el intervalo de confianza al 95% para la misma.

Posteriormente se obtuvo el mejor punto de corte del modelo de predicción CRASH de fallecer a 14 días, siendo el que mejor sensibilidad y especificidad presentaba.

Adicionalmente se calcularon los valores predictivo positivo y negativo, así como los likelihood ratio (razón de verosimilitud) positivo y negativo para el mejor punto de corte obtenido.

Finalmente, se compararon las aéreas bajo la curva ROC del modelo CRASH con el área bajo la curva ROC del puntaje del Glasgow (cuanto más próxima es una curva ROC a la esquina superior izquierda, más alta es la exactitud global de la prueba).

Se considero como estadísticamente significativo un valor de  $p < 0,05$  y altamente significativo un valor de  $p < 0,01$ .

La preparación y análisis de los datos se realizo mediante el programa Excel 2007, SPSS Statistics 17.0 (Copyright 1995 - 2010 SPSS Inc., an IBM Company) y STATA 10.0 (Copyright 1996–2011 StataCorp LP).

## **Lugar de ejecución**

La integridad del trabajo fue llevada a cabo dentro del Hospital Nacional Hipólito Unanue, específicamente en los servicios de Emergencia y Cuidados Críticos.

# Cronograma

ACTIVIDAD	SEMANAS																			
	1-3	4-6	7-9	10-12	13-15	16-18	19-21	22-24	25-27	28-30	31-33	34-36	37-39	40-42	43-45	46-48	49-51	52-54	55-57	
Planteamiento del problema	X																			
Revisión bibliográfica	X	X	X	X	X															
Planteamiento de los objetivos	X																			
Diseño metodológico	X																			
Plan de análisis	X	X																		
Redacción del protocolo		X																		
Aprobación para ejecución			X	X	X	X	X													
Recolección de datos		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						
Manejo de datos													X							
Análisis de datos															X					
Presentación del informe																	X	X		
Publicación																				X

## **Presupuesto**

La integridad del presente trabajo fue autofinanciada.

# RESULTADOS

## CARACTERÍSTICAS GENERALES

Variables socio-demográficas. (TABLA N°1)

De los 108 pacientes incluidos en el estudio, el promedio de la edad fue de 39.5 años, con un rango intercuartil (RI) de 25 – 62.7. De los fallecidos la edad promedio fue de 59 años (RI: 46.7 – 78.7), a comparación de los sobrevivientes que fue de 37 (RI: 24 - 59).

De los resultados, en cuanto al género 75 pacientes (69.44%) correspondió al género masculino. Entre los fallecidos, los 12 (100%) fueron hombres.

Entre la causa del accidente, en primer lugar se presentó accidente de tránsito con 58 pacientes (53.7%), 39 (36.11%) fue por caída y 11 (10.18%) fueron por otras causas, y 15 (13.88%) presentaba daño extracerebral mayor.

De los fallecidos 8 (66.66%) se debió a accidentes de tránsito y 4 (33.33%) a caídas, entre los que sobrevivieron 50 (52.08%) fue por accidente de tránsito, 35 (36.45%) a caídas y 11 (11.45%) se debió a otras causas. Por último la mediana de las horas desde el accidente entre los fallecidos fue de 4 horas (RI: 2-6) y de los sobrevivientes fue de 2 (RI: 1-4)

<b>TABLA N°1. VARIABLES SOCIODEMOGRAFICAS</b>				
<b>VARIABLE</b>	<b>TOTAL (n=108)</b>	<b>FALLECIDOS (n=12)</b>	<b>VIVOS (n=96)</b>	<b>VALOR DE P</b>
<b>EDAD</b>	39.5 (25-62.7)	59 (46.7-78.7)	37 (24-59)	0.02
<b>GENERO: masculino</b>	75 (69.44%)	12 (100%)	63 (65.62%)	0.01
<b>fememino</b>	33 (30.55%)	0 (0%)	33 (34.37%)	
<b>CAUSA DEL ACCIDENTE: accidente transito</b>	58 (53.70%)	8 (66.66%)	50 (52.08%)	0.55
<b>caida</b>	39 (36.11%)	4 (33.33%)	35 (36.45%)	
<b>otros</b>	11 (10.18%)	0 (0%)	11 (11.45%)	
<b>HORAS DESDE ACCIDENTE</b>	2 (1-4)	4 (RI 2-6)	2 (RI 1-4)	0.04

### Variables clínicas.

De la población general, la mediana de la frecuencia cardiaca fue de 81.5 (RI: 79 - 90), de la frecuencia respiratoria fue de 20 (RI: 18 - 22) y de la presión arterial sistólica 120 (RI: 100-130), de la presión arterial diastólica 70 (RI: 60 – 80). En lo referente a la escala de Glasgow, 76 pacientes (70.37%) fue diagnosticada como leve, 27 (25%) como moderado y 5 (4.62%) como severa.

En lo que respecta a la reactividad pupilar, 94 pacientes (87.03%) presentaba en ambos ojos, 11 (10.18%) presentaban reactividad de un solo ojo y 3 (2.77%) no presentaban reflejos oculares.

La mediana de la frecuencia cardiaca entre los fallecidos fue de 81 (RI: 78.2-92) y entre los sobrevivientes fue de 81.5 (79-89.7), la frecuencia respiratoria entre los fallecidos fue de 23.5 (RI: 19 – 27.5) y entre los sobrevivientes de 20 (RI: 18 - 22), la presión arterial sistólica fue de 121.5 (RI: 110-137.5) entre los fallecido y entre los sobrevivientes fue de 120 (RI: 100 – 123.7), la presión arterial diastólica entre los fallecidos fue de 75 (RI: 61.2 – 87.5) y de los sobrevivientes fue de 70 (RI: 60-70). Con relación a la escala de Glasgow, entre los fallecidos, 1 paciente (8.3%) presento TEC leve, 8 (66.66%) presento TEC moderado y 3 (25%) un TEC severo.

TABLA N°2. VARIABLES CLINICAS				
VARIABLE	TOTAL (n=108)	FALLECIDOS (n=12)	VIVOS (n=96)	VALOR DE P
FRECUENCIA CARDIACA	81.5(RI 79-90)	81 (RI 78.2-92)	81.5 (RI 79-89.7)	0.55
FRECUENCIA RESPIRATORIA	20(RI 18-22)	23.5 (RI 19-27.5)	20 (RI 18-22)	0.01
PRESION ARTERIAL SISTOLICA	120(RI 100-130)	121.5 (RI 110-137.5)	120 (RI 100-123.7)	0.004
PRESION ARTERIAL DIASTOLICA	70(RI 60-80)	75 (RI 61.2-87.5)	70 (RI 60-70)	0.44
ESCALA DE GLASGOW : leve	76 (70.37%)	1 (8.33%)	75 (78.12%)	<0.001
moderado	27 (25%)	8 (66.66%)	19 (19.79%)	
severo	5 (4.62%)	3 (25%)	2 (2.08%)	
REACCION PUPILAR: ambos	94 (87.03%)	6 (50%)	88 (91.66%)	0.01
uno	11 (10.18%)	4 (33.33%)	7 (7.29%)	
ninguno	3 (2.77%)	2 (16.66%)	1 (1.04%)	

Con respecto a la reactividad pupilar, entre los fallecidos 6 (50%) presentaban reactividad en ambos ojos, 4 (33.33%) presentaban en un solo ojo y 2 (16.66%) presentaba reactividad en ningún ojo, entre los sobrevivientes 88 (91.66%) presentaba reactividad pupilar en ambos ojos, 7 (7.29%) presentaban en un solo ojo y 1 (1.04%) no presentaba reflejos en ningún ojo.

En el caso de daño extracerebral, entre los fallecidos, 3 (25%) la presentaron y de los que sobrevivieron, 12 (12.5%) la presentaron.

Variables tomográficas (TABLA N°3).

De todos los pacientes 85 (78.7%) presentaron una TAC cerebral normal. De los fallecidos ninguno tuvo una TAC cerebral normal. En ninguno de los pacientes se pudo observar hemorragia petequial en las placas tomográficas, 6 pacientes (5.6%) presentaron obliteración del 3er ventrículo, 13 (12%) presento hemorragia subaracnoidea, 21 (19.4%) presento desviación de línea media, 35(32.4%) presento hematoma no evacuado y 18 (16.7%) presento otros hallazgos.

Entre los fallecidos 2 (16.6%) presentaron obliteración del 3er ventrículo, 6 (50%) hemorragia subaracnoidea, 8 (66.6%) desviación de la línea media, 7 (58.3%) hematoma no evacuado y 3 (25%) presento otros hallazgos. Entre los que sobrevivieron, 4 (4.1%) presentaron obliteración del 3er ventrículo, 7 (7.2%) hemorragia subaracnoidea, 13 (13.5%) desviación de línea media, 28 (29.1%) presentaron hematoma no evacuado y 15 (15.6%) presentaron otros hallazgos.

**TABLA N°3. HALLAZGOS TOMOGRAFICOS**

VARIABLE TOMOGRÁFICA	TOTAL (n=108)	FALLECIDOS (n=12)	VIVOS (n=96)	VALOR DE P
Normal	85 (78.70%)	0 (0.0%)	23 (23.95%)	0.06
Hemorragia petequeial	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	NA
Obliteración de 3er ventrículo	6(5.6%)	2 (16.6%)	4 (4.1%)	0.13
Hemorragia subaracnoidea	13(12.0%)	6 (50%)	7 (7.2%)	<0.001
Desviación de línea media	21(19.4%)	8 (66.6%)	13 (13.5%)	<0.001
Hematoma no evacuado	35(32.4%)	7 (58.3%)	28 (29.1%)	0.04
Otros	18(16.7%)	3 (25%)	15 (15.6%)	0.42

<b>TABLA N°4. Mortalidad de acuerdo a clasificación del TEC según Escala de Glasgow y puntuación promedio del modelo pronóstico CRASH</b>			
<b>Clasificación de TEC según escala de Glasgow</b>	<b>Nº Pacientes</b>	<b>Puntuación promedio del modelo pronóstico CRASH</b>	<b>Fallecidos a 14 días</b>
Leve	76	4.58% (1.9 - 17.10%)	1 (1.31%)
Moderado	27	21.54% (3.9 - 69%)	8 (29.62%)
Severo	5	41.26% (19 - 72%)	3 (60%)

En pacientes con TEC leve, la mortalidad fue de 1.31% y su puntaje promedio de acuerdo al modelo pronóstico CRASH fue de 4.58% (Tabla N°4). Entre los pacientes con TEC moderado la mortalidad fue de 29.62% y el puntaje promedio del modelo CRASH fue de 21.54%, mientras que en los pacientes con TEC severo la mortalidad fue de 60% con una puntuación promedio del modelo CRASH de 41.26%.

#### ANÁLISIS MULTIVARIADO.

Modelo de regresión logística múltiple (tabla n°5)

Para el desarrollo de este modelo se utilizaron las variables que presentaron más significancia en el análisis bivariado con relación a la muerte dentro de 14 días, dichas variables fueron: edad, sexo, frecuencia respiratoria, presión arterial sistólica, escala de Glasgow, horas desde el accidente y reacción pupilar.

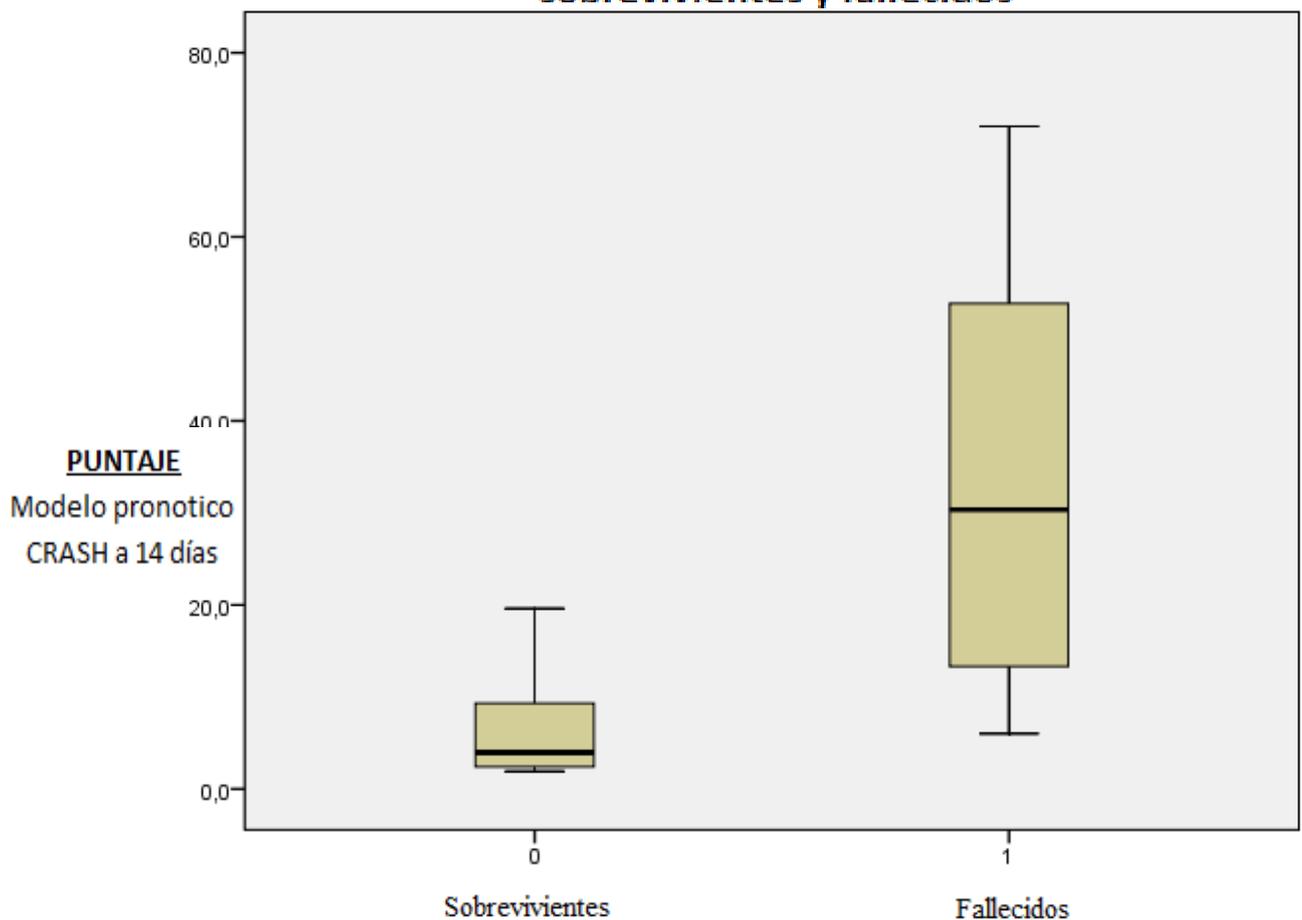
<b>TABLA N°5. MODELO DE REGRESION LOGISTICA</b>			
<b>VARIABLE</b>	<b>OR</b>	<b>IC 95%</b>	<b>VALOR DE P</b>
Edad	1.5	0.99 - 2.29	0,05
Escala de Glasgow	15.09	3.29 - 69.07	<0,001
Sexo	$8.25 \times e^8$	$4,79 \times e^7 - 1,42 \times e^{10}$	<0,001

Como resultado tenemos que las variables con más significancia estadística fueron edad, escala de Glasgow y género. En lo que respecta a edad, tiene un OR de 1,5 con un IC 95% de 0,99- 2,29, con un valor de p: 0.054. Para la escala de Glasgow se tiene un OR de 15,09 con un IC de 3,29 -69,07, con un valor de p: <0.001. En lo que respecta al sexo, según este modelo, el ser mujer predice perfectamente el hecho de sobrevivir.

## EVALUACIÓN DEL MODELO PRONÓSTICO.

1. Comparación de puntos de corte del sistema pronóstico CRASH entre pacientes fallecidos y sobrevivientes.

**GRAFICO N°1. Box Plot para puntaje de muerte a 14 días entre sobrevivientes y fallecidos**



En el Grafico N°1 se muestra un diagrama de caja (Box Plot) de la distribución de los puntajes del modelo pronostico CRASH entre los que fallecieron dentro de 14 días y de los sobrevivientes. Se observa que los sobrevivientes tienen una mediana de 3.95 (RI: 2.40 – 9.35), mientras que los que fallecieron tienen una media 30.35 (RI: 11.90 – 56.72), la diferencia fue altamente significativa ( $p < 0.001$ ).

## 2. Análisis de curva ROC para el modelo pronostico CRASH.

La curva ROC para el modelo pronostico CRASH se muestra en el Grafico N°2, determinando un área bajo la curva de 90.6% (IC 95%: 83-97%).

**GRAFICO N°2. Curva ROC del modelo pronostico CRASH para mortalidad a 14 días**

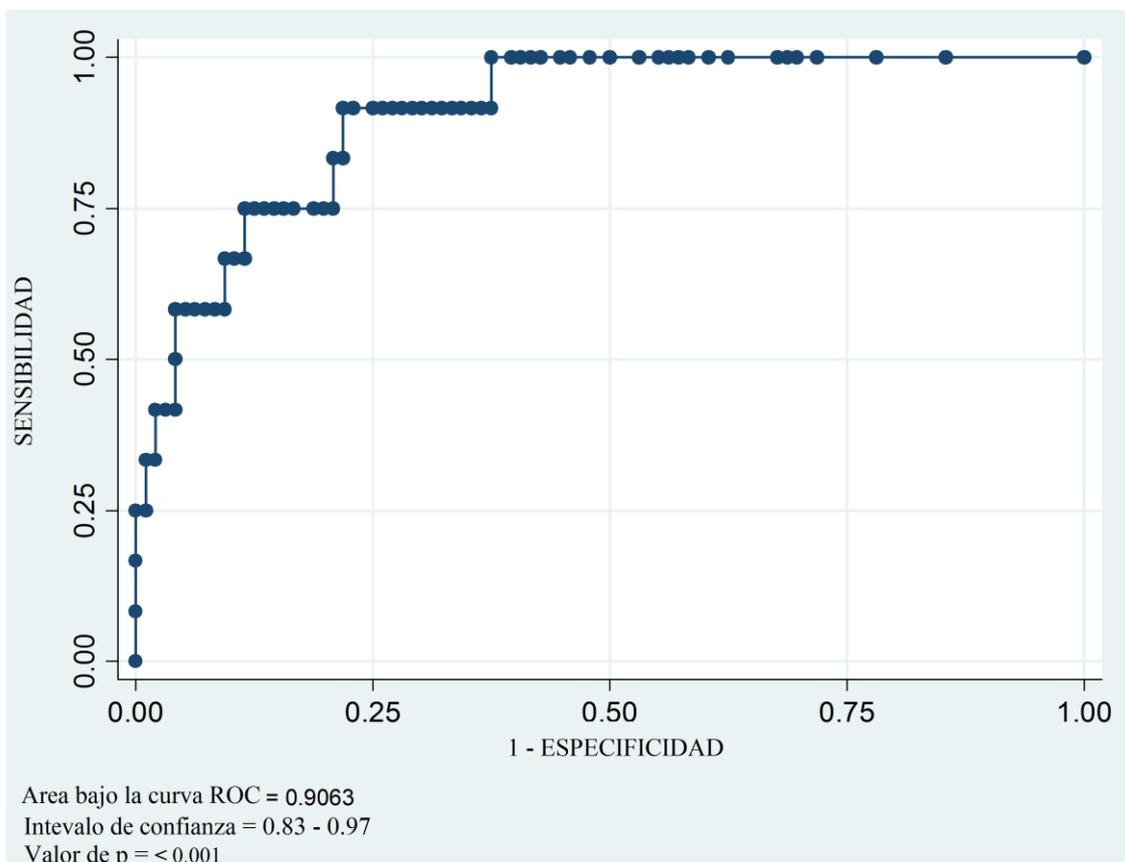


TABLA N°6. Coordenadas de la curva					
Puntaje	Sensibilidad (%)	Especificidad (%)	Puntaje	Sensibilidad (%)	Especificidad (%)
0,90	100	0	9,30	91,7	75
2,00	100	14,6	9,55	91,7	77,1
2,25	100	21,9	9,85	91,7	78,1
2,45	100	28,1	10,15	83,3	78,1
2,60	100	30,2	10,40	83,3	79,2
2,75	100	31,2	10,60	75,0	79,2
2,85	100	32,3	10,75	75,0	80,2
2,95	100	37,5	10,90	75,0	81,2
3,10	100	39,6	11,95	75,0	83,3
3,30	100	41,7	13,15	75,0	84,4
3,45	100	42,7	13,45	75,0	85,4
3,55	100	43,7	14,05	75,0	86,5
3,70	100	44,8	15,15	75,0	87,5
3,85	100	46,9	15,90	75,0	88,5
3,95	100	50	16,60	66,7	88,5
4,15	100	52,1	17,65	66,7	89,6
4,50	100	54,2	18,65	66,7	90,6
4,75	100	55,2	19,25	58,3	90,6
4,85	100	57,3	19,50	58,3	91,7
4,95	100	58,3	20,25	58,3	92,7
5,15	100	59,4	21,80	58,3	93,7
5,40	100	60,4	24,30	58,3	94,8
5,75	100	62,5	26,30	58,3	95,8
6,10	91,7	62,5	30,35	50,0	95,8
6,35	91,7	63,5	34,05	41,7	95,8
6,60	91,7	64,6	34,55	41,7	96,9
6,75	91,7	65,6	36,40	41,7	97,9
6,90	91,7	67	40,45	33,3	97,9
7,15	91,7	67,7	43,95	33,3	99
7,40	91,7	68,7	45,50	25,0	99
7,60	91,7	69,8	53,45	25,0	100
7,85	91,7	70,8	64,85	16,7	100
8,05	91,7	71,9	70,50	8,3	100
8,40	91,7	72,9	73,00	0	100
8,95	91,7	74			

En la tabla N°6 se muestran todos los resultados de los puntajes del modelo pronostico CRASH con su respectiva sensibilidad y especificidad. Se resaltan los de mayor sensibilidad, el de mayor especificidad y el mejor punto de corte.

TABLA N°7. CARACTERISTICAS DE CADA PUNTO DE CORTE DEL SCORE						
PUNTO DE CORTE	SENSIBILIDAD	ESPECIFICIDAD	VPP	VPN	LR +	LR-
≥ 5.75	100%	62.5%	0.25%	100%	2.6	0
≥ 10.4	83.3%	79.2%	33.3%	97.4%	4	0.21
≥ 26.3	58.3%	95.8%	63.6%	94.8%	13.8	0.43

VPP: valor predictivo positivo

LR+: likelihood ratio positivo

VPN: valor predictivo negativo

LR -: likelihood ratio negativo

El mejor punto de corte fue un puntaje  $>10.4$ , con una sensibilidad de 83.3% y una especificidad de 79.2%, con un valor predictivo positivo (VPP) de 33.33% y un valor predictivo negativo (VPN) de 97.4%, además de un likelihood ratio positivo (LR +) de 4 y un likelihood ratio negativo (LR -) de 0.21. La comparación entre el mejor punto de corte, con los puntos de corte más sensibles y más específicos se muestran en la tabla N°7.

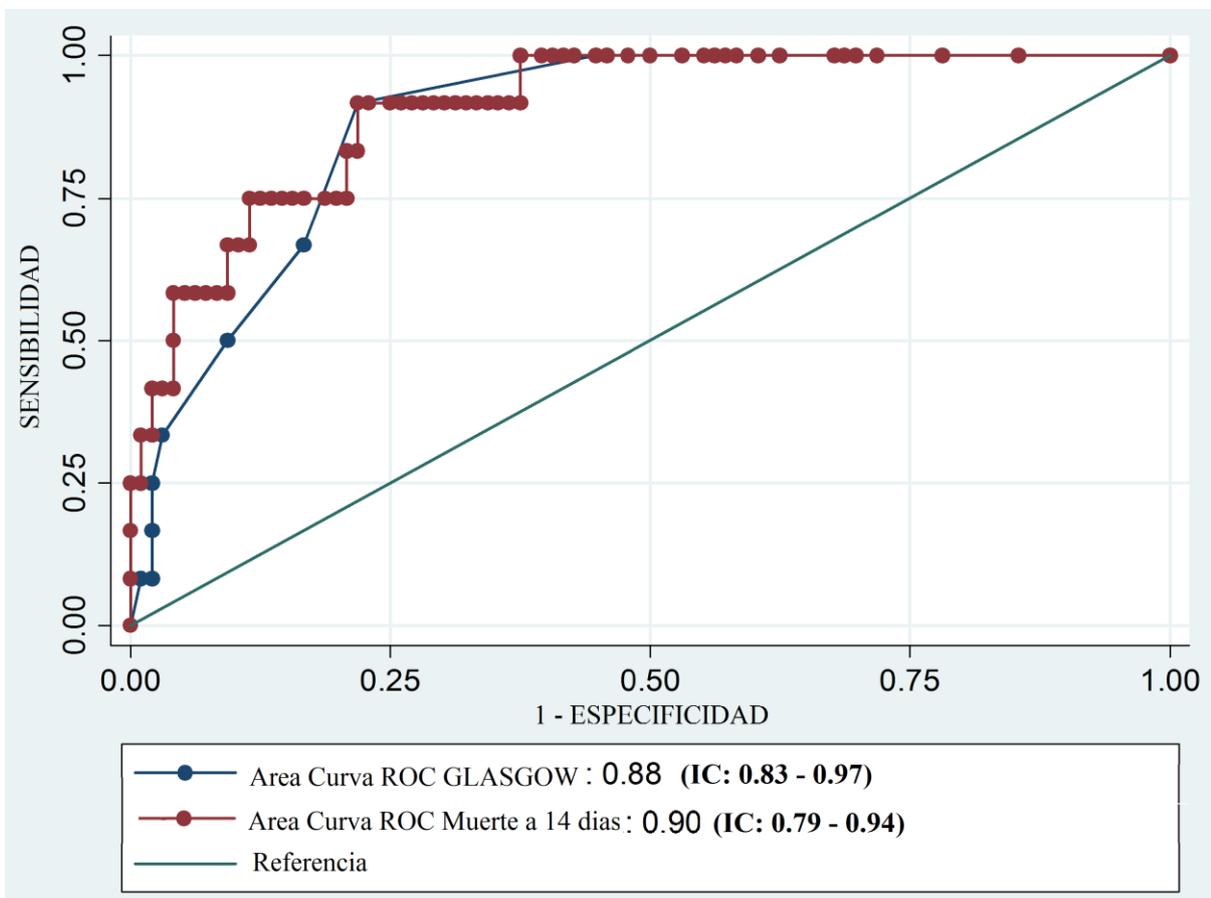
Los pacientes con puntajes  $\geq 5.75$  presentaron una sensibilidad de 100% y una especificidad de 62.5%, con un valor predictivo positivo de 25% y un valor predictivo negativo de 100%; y con un LR+ de 2,6 y un LR- de 0.

Los pacientes con puntajes  $\geq 26.3$  tienen una especificidad de 95%, pero con una sensibilidad de 58.3%, con un valor predictivo positivo de 63.6% y un valor predictivo negativo de 94.8%. Este punto de corte presente un LR+ de 13.8 y un LR- de 0.43.

### 3. Comparación de lo modelo pronostico CRASH con le Escala de Glasgow.

Se compararon las curvas ROC del modelo de predicción CRASH con la de la escala de Glasgow, la cual se observa en la grafica N°3. El area bajo la curva ROC del modelo CRASH fue de 90% y de la escala de Glasgow fue de 88%, no encontrándose diferencia estadísticamente significativa.

## GRAFICO N°3. Comparación de las curvas ROC de la escala de Glasgow y el puntaje del modelo pronóstico CRASH



# DISCUSIÓN

El presente estudio tiene como objetivo principal la evaluación de la efectividad del modelo pronóstico CRASH en pacientes adultos diagnosticados con Traumatismo craneoencefálico ingresados al servicio de emergencia del Hospital Nacional Hipólito Unanue.

El principal hallazgo del estudio fue que el modelo pronóstico CRASH resulta una herramienta útil para la evaluación del pronóstico de pacientes con diagnóstico de traumatismo craneoencefálico atendidos en la emergencia, en lo referente a la posibilidad de fallecer dentro de los 14 días posteriores al accidente.

De hecho, la probabilidad estimada de muerte del modelo pronóstico CRASH se ajustó de manera apropiada a la proporción real de pacientes fallecidos, como se puede observar en la tabla N°3.

La edad promedio del presente trabajo fue de 39.5 (RI 25-62.7), a comparación de otras series, en el modelo CRASH muestran que fue de 37 años (25), otras mostraron un promedio de entre 15-24 años (27). La edad de nuestra población es adulto joven, concordante con los resultados de trabajos anteriores. Entre los fallecidos la edad fue mayor (59 años) a comparación de los sobrevivientes (37 años), lo que demuestra que a mayor edad mayor la probabilidad de fallecer ( $p: 0.02$ )

En cuanto al género, el sexo masculino presenta un predominio con el 69.44%, que concuerda con todas las series revisadas con predominio de varones sobre mujeres con un rango de 3:1 (25,27,28). Lo resaltante es que de los fallecidos ninguno fue mujer, lo que podría explicarse por varias causas como: que las mujeres son menos temerarias al manejar o que casi la totalidad de choferes son hombres (ya que los accidentes de tránsito son la primera causa (5)). Lo cierto es que la significancia estadística es muy alta, con un  $P: < 0.001$  (29,30), pudiendo considerarse hasta en un factor protector el hecho de pertenecer al sexo femenino. Este hallazgo no fue encontrado en otras series de trabajos revisadas (25).

Entra las causas del accidente, nuestros resultados muestran que en primer lugar están los accidentes de tránsito con 53.7%, la cual es cercana a otras series que presentaban 65% (27), y es concordante con el modelo CRASH (69.9%).

Sobre las horas desde el accidente, la mayoría fue de 2 horas (RI 1-4), mostrando además que los fallecidos demoraron mayor cantidad de horas en recibir atención en emergencias (4 horas RI: 2-6), resultados muy parecidos a otros estudios con 3 horas en promedio (25). Este resultado es un dato bastante relevante, ya que si los pacientes demoran más tiempo en recibir asistencia médica calificada tendrán menos probabilidades de sobrevivir. Ello implica la necesidad de desarrollar estrategias para optimizar la oportuna de pacientes víctimas de traumatismos encéfalo craneanos, particularmente aquellos ocasionados por accidentes.

De las variables clínicas, la frecuencia cardiaca no mostro mayor variación entre la población general (81.5), los fallecidos (81.0) y los sobrevivientes (81.5), no encontrándose datos en la literatura revisada.

De otro lado la frecuencia respiratoria entre los fallecidos fue mayor que entre los sobrevivientes (23.5 y 20 respectivamente), pudiendo atribuirse al estrés del accidente o por haber presentado lesiones cerebrales en la región que controla la respiración (28), no habiendo encontrado datos en la bibliografía revisada.

La presión arterial sistólica también se mostro más alta en los fallecidos (121.5 RI 110-137.5) que en los sobrevivientes (120 RI100-123.7), mostrando a su vez un alto valor estadístico ( $p: 0.004$ ). Por otro lado, la presión arterial diastólica no sufrió mayores variaciones entre los diferentes grupos. Ambos datos, presión arterial sistólica y diastólica, no fueron encontrados en la literatura revisada.

La mayoría de los pacientes presento un TEC moderado, representando el 27%, que difiere de otros estudios en que la mayoría de pacientes presentaba traumatismo severo (25). Estas cifras son diferentes al estudio CRASH en que se mostraba que la mayoría de pacientes presentaron traumatismo severo. La diferencia entre los fallecidos y los sobrevivientes fue clara, demostrando que con una escala de Glasgow menor, hay mayor probabilidad de fallecer. Este hallazgo tuvo una alta significancia estadística, ya que el valor de  $p$  resultado  $<0.001$  (29).

En lo que respecta a la reactividad pupilar, la mayoría de pacientes presento reactividad en ambos ojos (87.03%), lo cual concuerda con los resultados del modelo pronostico CRASH que presentaba un 82.8% (25). Entre los fallecidos, un 50% presento reacción pupilar en ambos ojos y un 33.33% presento anisocoria. Mientras que entre los sobrevivientes, la mayoría (91.66%) presento pupilas isocóricas, siendo estadísticamente significativo ( $p: 0.01$ ), lo que también se halló en el estudio CRASH.

Sobre los hallazgos tomográficos cerebrales la mayoría de pacientes en nuestro estudio presento hematoma no-evacuado (34.2%), difiriendo con el estudio CRASH, en que la mayoría presento hemorragia subaracnoidea (33.5%).

Son 3 las lesiones tomográficas que presentaron mayor significancia estadística en cuanto a su asociación a mortalidad: la hemorragia sub-aracnoidea ( $p: <0.001$ ), la desviación de la línea media ( $p: <0.001$ ) y la presencia del hematoma no evacuado ( $p: 0.042$ ). La presencia de alguna de estas lesiones implicaba que más de la mitad de pacientes que la padecían fallecían. Un dato resaltante es que ningún paciente presento hemorragia petequiral, esto podría explicarse en que esta lesión es muy difícil de diagnosticar (32) y también depende mucho de la calidad del tomógrafo.

Cuando se agruparon todas las variables que presentaban significancia estadística ( $p <0.05$ ) en el modelo de regresión logística, 3 fueron las que destacaron, siendo estos los principales predictores para mortalidad en este estudio. Dichas variables son: edad, escala de Glasgow y el género.

Destaca el género, encontrándose que el género femenino, se comportaba como el más importante factor protector para fallecer dentro de los 14 días posteriores al accidente.

En cuanto a la evaluación del modelo pronostico CRASH para mortalidad a 14 días, cuando se utilizó la prueba U de Mann-Whitney, se mostro que a menor puntaje del modelo pronostico CRASH, mayor cantidad de pacientes sobrevivían. Mientras que pacientes que presentaron puntajes más altos, presentaban mayor posibilidad de fallecer dentro de los 14 días posteriores al accidente.

Adicionalmente cuando se analizó la curva ROC para el modelo pronóstico CRASH, se vio que dicha prueba presentó un área bajo la curva de 90% determinando que su sensibilidad y especificidad se acercaban a una curva óptima (31).

Se determinó también que el mejor punto de corte para dicho modelo de predicción es de 10.4, con una sensibilidad de 80% y especificidad de 79%, esto quiere decir que pacientes con un resultado del modelo pronóstico CRASH tenía la posibilidad de morir con una sensibilidad y especificidad antes descritas, del 80 y 79% respectivamente.

Es importante rescatar que pacientes con puntaje  $< 5.75$ , se puede considerar el alta próxima ya que presenta un valor predictivo negativo de 100% y un likelihood ratio negativo de 0 representando un poder de exclusión de la prueba. Por otro lado, en pacientes con un puntaje  $> 26.3$  se tendría que mantener un monitoreo continuo, implementar medidas preventivas e informar a los familiares del mal pronóstico del paciente ya que presenta un valor predictivo positivo de 63.6% y un likelihood ratio positivo de 13.8, representando un poder confirmatorio de la prueba.

Cuando se comparo las curvas ROC del modelo CRASH y la curva ROC de la escala de Glasgow, no se encontró diferencia estadísticamente significativa, mostrando que el uso en la emergencia de la escala de Glasgow, probablemente es comparable al modelo pronóstico CRASH.

El presente trabajo tuvo como limitación la imposibilidad de seguimiento a los pacientes para poder también evaluar la posibilidad de muerte y el desarrollo de alguna discapacidad severa a 6 meses posteriores al alta. Por este motivo solo se pudo evaluar la mortalidad a 14 días posteriores al accidente.

Por otro lado el tamaño muestral empleado pudiera ser una limitante en cuanto a la potencia estadística, particularmente en el análisis multivariado.

## CONCLUSIONES

El modelo pronóstico CRASH es una herramienta útil para la predicción de mortalidad en traumatismo craneoencefálico dentro de los 14 días post accidente. El mejor punto de corte fue de 10.4 con una sensibilidad de 83.3% y especificidad de 79.2%.

Las variables independientemente asociadas a mortalidad a 14 días en nuestro estudio fueron edad, escala de Glasgow y sexo.

No se encontró diferencia estadísticamente significativa entre el Modelo pronóstico CRASH y la utilización de la Escala de Glasgow en cuanto a predicción de mortalidad.

No fue posible la evaluación de los pacientes a 6 meses para completar el adecuado seguimiento.

## RECOMENDACIONES

Estudios a mayor escala, incluso a nivel nacional, para evaluar el modelo pronóstico CRASH y compararlo con la Escala de Glasgow.

Evaluar el modelo pronóstico CRASH con seguimientos a 6 meses o hasta 1 año para poder evaluar la aparición de secuelas tardías.

Evaluar oportunamente a aquellos pacientes con criterios de mal pronóstico, particularmente ancianos y que presenten una baja escala de Glasgow.

Establecer acuerdos estratégicos entre MINSA, EsSalud y MTC, a fin de optimizar la atención pre hospitalaria de pacientes víctimas de accidentes de tránsito, en particular de aquellos que sufrieron de traumatismos craneoencefálicos.

# BIBLIOGRAFÍA

1. Ministerio de salud chile. Guía clínica atención de urgencia del traumatismo craneoencefálico, 2007, página: 7
2. Asociación de sociedades científicas-médicas de chile. Pautas diagnóstico – terapéuticas para la práctica clínica: traumatismo encefalocraneano. 2008.
3. Centers of Disease Control and Prevention. Traumatic brain injury in the United States. Emergency department visits, hospitalizations and deaths, 2002–2006. Disponible en: <http://www.cdc.gov/ncipc/tbi/tbi.htm>.
4. Ingebrigtsen T. and Romer B. Routine early CT scan is cost saving after minor head injury. *Acta Neurologica Scandinavia*. 1996; 93:207 -210.
5. Policía nacional del Perú. Accidentes de tránsito 2006. Lima: P.N.P.; 2007. Disponible en: [http://www.pnp.gob.pe/estadistica\\_policial/estadisticas.asp](http://www.pnp.gob.pe/estadistica_policial/estadisticas.asp).
6. Alfaro-Basso, Daniel. Problemática sanitaria y social de la accidentalidad del transporte terrestre. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*. 2008; 25(1):133-37.
7. Benn R Duus, Bjørn Lind, Hanne Christensen, Ole A Nielsen. The role of neuroimaging in the initial management of patients with minor head injury. *Annals of Emergency Medicine* - June 1994 (Vol. 23, Issue 6, Pages 1279-1283)
8. Feuerman, T, Wackym, P., Gade G. Value of skull radiography, head computed tomographic scanning, and admission for observation in cases of minor head injury. *Neurosurgery* 1998, 22; 449-453.
9. Pereira, R. Traumatismos craneoencefalicos. *Boletín revisiones de conjunto*. 1997. vol.10. n:1 Ministerio de salud publica cuba.
10. Pereira, R. Traumatismos del sistema nervioso central.1997. Tesis para optar por el grado de doctor en ciencias, Cuba.

11. Fraade-Blanar, L. Concha-Eastman, A. Baker, T. Injury in the americas: the relative burden and challenge. *Revista panamericana de salud pública*. 2007; 22(4): 254-59.
12. Pan american health organization. Biennial program budget 2006-2007: scope of the areas of work. Washington Dc: PAHO/WHO, 2005. Disponible en: <http://www.paho.org/english/gov/bpb06-07-e.htm>
13. Universidad Nacional Mayor de San Marcos (Lima). Facultad de Medicina. Departamento Académico de Cirugía. Tomo VIII, Neurocirugia, Sayers Calderón, A. Traumatismo Craneoencefálico. 2005.
14. Jennett, B. Epidemiology of head injury. *Journal of neurology, neurosurgery and psychiatry*. 1996; 60:362-9
15. González J, Uribe H, González J, Ramírez G. Trauma encefalocraneano - Guía de prácticas clínicas basadas en la evidencia. Asociación colombiana de facultades de medicina (ascofame). 1998, pag. 13.
16. Levine Z. Mild traumatic brain injury. part 1: determining the need to scan. *Canadian family physician*, vol. 56, April 2010, pag. 346 – 349.
17. Modelo pronóstico CRASH disponible en: <http://www.crash2.lshtm.ac.uk/risk%20calculator/index.html>
18. Jennett B. Craniospinal trauma. New York: Thieme med. pub. 1990.
19. Jennett B. Bond M. Assessment of outcome after severe brain damage. A practical scale. *Lancet* 1:4803 1975.
20. Van Zomeren A, Van den Burg W. Residual complaints of patients two years after severe head injury. *Journal of neurology, neurosurgery and psychiatry*. 1985; 48: 21-8.
21. Muñoz-Céspedes J. Secuelas neuropsicológicas y psicosociales del daño cerebral traumático. Estudio prospectivo con 18 meses de seguimiento. *Mapfre medicina* 1997; 8: 41-50.

22. Schmitter-Edgecombe M. Effects of traumatic brain injury on cognitive performance: An attentional resource hypothesis in search of data. *Journal of head trauma rehabilitation*. 1996; 11: 17-30.
23. Spikman J. Van Zomeren A, Deelman B. Deficits off attention after closed-head injury: slowness only. *Journal of clinic and experimental neuropsychology*. 1996; 18: 755-67.
24. Rios M, Muñoz-Céspedes J. La atención y el control ejecutivo después de un traumatismo craneoencefálico. *Fundación Mapfre, medicina*; 2004.
25. The medical research council crash trial collaborators. Predicting outcome alter traumatic brain injury: practical prognostic models base on large cohorte of international patients. *British medical council*. 2008 dpo:10.1136/bmj.39461.643438.25 2007.
26. López de Ullibarri I. Píta S. Evaluación de pruebas diagnosticas. *Unidad de epidemiología clínica y bioestadística. Cad aten primaria* 998; 5 (4): 229-235.
27. Werner C. Engelhard K. Pathophysiology of traumatic brain injury, *Journal of anesthesiology*. 2007; 99; 4-9.
28. Suleiman G. Trauma craneoencefálico severo: parte 1. *Revista de medicina crítica*. 2005; 2(7):107-148.
29. Manterola C. Pineda V. El valor de p y la significación estadística. Aspectos generales y su valor en la práctica clínica. *Rev. chilena de cirugía*. vol 60 - nº 1, febrero 2008.
30. Fernández S, Vila M, Carpente J. Determinación de factores de riesgo. *Cad aten primaria* 1997; 4: 75-78.
31. Bland J. Altman. The odds ratio. *british medical journal*. 2007. 320, 1468.
32. Zamora M. Correlación clínico radiológica en trauma craneoencefálico moderado y severo en fase aguda. Diciembre 2008. Tesis para optar por el grado de doctor en radiología, Nicaragua.

# ANEXOS

## ANEXO N°1. Ficha de recolección de datos.

FICHA DE ESTUDIO			
nombre			daño extracerebral mayor*
edad			si
sexo			no
fecha ingreso			
fecha de alta			neurocirugia
estancia hospitalaria			si
telefono			no
FC			tiempo de espera
PA			otro tipo de cirugia
FR			
ROT			tomografia si:___ no:
etilismo agudo			hemorragia petequiral
Glasgow			obliteracion del 3er ventriculo o de cisterna basal
ocular			hemorragia subaracnoidea
motor			cambio en linea media
verbal			hematoma no evacuado
total			otro
			ninguno
R. Pupilar			
ambos			evolucion
uno			muerte dentro de 14 dias
ninguno			desfavorable dentro de 6 meses**
			muerte
causa			estado vegetativo persistente
accidente de transito			discapacidad severa
caida			discapacidad moderada
otro			buena recuperacion
horas desde el accidente			*cualquier lesion que requiere admision al hospital
			**muerte, vegetal, daño severo

# ANEXO N°2. Muestra del modelo pronostico CRASH en internet.

**Head injury prognosis** **CRASH**

These prognostic models may be used as an aid to estimate mortality at 14 days and death and severe disability at six months in patients with traumatic brain injury (TBI). The predictions are based on the average outcome in adult patients with Glasgow coma score (GCS) of 14 or less, within 8 hours of injury, and can only support - not replace - clinical judgment. Although individual names of countries can be selected in the models, the estimates are based on two alternative sets of models (high income countries or low & middle income countries).

Country: Choose...  
 Age, years: Choose...  
 Glasgow coma score: Choose...  
 Pupils react to light: Choose...  
 Major extra-cranial injury? Choose...  
 CT scan available?

**Prediction**

Risk of 14 day mortality (95% CI) -  
 Risk of unfavourable outcome at 6 months -

[Restablecer](#)

Reference:  
 The MRC CRASH Trial Collaborators. Predicting outcome after traumatic brain injury: practical prognostic models based on large cohort of international patients. BMJ 2008 doi:10.1136/bmj.39461.643438.25 2007.

Online calculator by: Sealed Envelope Ltd

**Head injury prognosis** **CRASH**

These prognostic models may be used as an aid to estimate mortality at 14 days and death and severe disability at six months in patients with traumatic brain injury (TBI). The predictions are based on the average outcome in adult patients with Glasgow coma score (GCS) of 14 or less, within 8 hours of injury, and can only support - not replace - clinical judgment. Although individual names of countries can be selected in the models, the estimates are based on two alternative sets of models (high income countries or low & middle income countries).

Country: Choose...  
 Age, years: Choose...  
 Glasgow coma score: Choose...  
 Pupils react to light: Choose...  
 Major extra-cranial injury? Choose...  
 CT scan available?

Presence of petechial haemorrhages: Choose...  
 Obliteration of the third ventricle or basal cisterns: Choose...  
 Subarachnoid bleeding: Choose...  
 Midline shift: Choose...  
 Non-evacuated haematoma: Choose...

**Prediction**

Risk of 14 day mortality (95% CI) -  
 Risk of unfavourable outcome at 6 months -

[Restablecer](#)

## Head injury prognosis



These prognostic models may be used as an aid to estimate mortality at 14 days and death and severe disability at six months in patients with traumatic brain injury (TBI). The predictions are based on the average outcome in adult patients with Glasgow coma score (GCS) of 14 or less, within 8 hours of injury, and can only support - not replace - clinical judgment. Although individual names of countries can be selected in the models, the estimates are based on two alternative sets of models (high income countries or low & middle income countries).

Country: Peru

Age, years: 54

Glasgow coma score: 11

Pupils react to light: Both

Major extra-cranial injury? No

CT scan available?

### Prediction

Risk of 14 day mortality (95% CI) 9.6% (8.5 - 10.8)

Risk of unfavourable outcome at 6 months 28.4% (26.3 - 30.7)

Restablecer

Reference:  
The MRC CRASH Trial Collaborators. Predicting outcome after traumatic brain injury: practical prognostic models based on large cohort of international patients. BMJ 2008 doi:10.1136/bmj.39461.643438.25 2007;

Online calculator by: Sealed Envelope Ltd