



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Facultat d'Infermeria

Treball final de grau

GRAU D'INFERMERIA

Facultat d'Infermeria
Universitat de Barcelona

"Reanimació amb Control de Danys (DCR) en el Xoc Hemorràgic per Trauma: Revisió Bibliogràfica de l'Evidència Actual i Aplicació Clínica."

Emma Sánchez Romero



Tutor: Xavier Bernárdez Gómez
Àmbit docent: Infermeria Clínica.

Emergències salut i Catàstrofes

Curs acadèmic 2025-2026

RESUM

Introducció: L'hemorràgia és la principal causa de mort en el trauma. Actualment, es reconeix que la resposta a la reanimació no depèn del volum de sang perduda, sinó de la persistència d'una hemorràgia activa. En aquest escenari, l'administració excessiva de cristal·loides augmenta la morbiditat, fet que ha impulsat la Reanimació amb Control de Danys (DCR) com l'estratègia òptima pel tractament del trauma crític.

Objectius: Analitzar l'evidència científica sobre l'aplicació clínica de la DCR, identificar l'evolució de la "Tríada de la Mort" cap al "Diamant de la Mort" i concretar les intervencions infermeres clau per garantir una reanimació segura i eficaç.

Materials i mètodes: S'ha realitzat una revisió bibliogràfica en diverses bases de dades. Mitjançant l'aplicació de criteris d'inclusió i exclusió, s'han seleccionat 18 articles, i s'han afegit 2 articles de referència internacional com a documentació complementària de suport.

Resultats i discussió: La DCR es fonamenta en el control precoç del sagnat, la hipotensió permissiva i la reanimació hemostàtica (ràtios 1:1:1). L'evidència subratlla que l'excés de cristal·loides augmenta la mortalitat per dilució i acidosi. Així mateix, s'identifica la hipocalcèmia com l'element que transforma la tríada clàssica en el "Diamant de la Mort".

Conclusions: El pacient amb xoc hemorràgic és extremadament dinàmic i la seva situació canvia minut a minut. És imprescindible que la infermeria conegui quan, com i per què actuar, aplicant protocols que permetin una detecció i tractament precoços.

Paraules clau: xoc hemorràgic, ressuscitació, hipocalcèmia, trastorns de la coagulació sanguínia, acidosi, infermeria.

ABSTRACT

Introduction: Hemorrhage is the leading cause of death in trauma. Currently, it is recognized that the response to resuscitation does not depend on the total volume of blood lost, but rather on the persistence of active bleeding. In this scenario, excessive administration of crystalloids increases morbidity, which has driven Damage Control Resuscitation (DCR) as the optimal strategy for the treatment of critical trauma.

Objectives: To analyze the scientific evidence on the clinical application of DCR, identify the evolution from the "Lethal Triad" to the "Diamond of Death," and specify key nursing interventions to ensure safe and effective resuscitation.

Materials and methods: A literature review was conducted across several databases. By applying inclusion and exclusion criteria, 18 articles were selected, and 2 international reference articles were added as supplementary supporting documentation.

Results and discussion: DCR is based on early bleeding control, permissive hypotension, and hemostatic resuscitation (1:1:1 ratios). Evidence underlines that excess crystalloids increase mortality due to dilution and acidosis. Likewise, hypocalcemia is identified as the element that transforms the classical triad into the "Diamond of Death."

Conclusions: The patients with hemorrhagic shock are extremely dynamic, and their situation changes minute by minute. It is essential for nursing professionals to know when, how, and why to act, applying protocols that allow for early detection and treatment.

Keywords: shock, hemorrhagic, resuscitation, hypocalcemia, blood coagulation disorders, acidosis, nursing.

OBJECTIUS DE DESENVOLUPAMENT SOSTENIBLE (ODS)

El present treball, s'emmarca dins de l'Agenda 2030, una iniciativa global que busca resoldre els reptes socials, mediambientals i econòmics més urgents. Després d'analitzar els cinc àmbits clau, coneguts com les 5 P (Persones, Pau, Planeta, Prosperitat, Aliances), es determina que aquest projecte impacta principalment en l'àmbit de les Persones. Aquest, té com a prioritat assegurar la dignitat, la igualtat i una vida sana per a tothom.

El TFG s'alinea amb els següents objectius: ODS 3 (Salut i benestar), concretament amb la fita 3.8 ("Assolir la cobertura sanitària universal, inclosa la protecció contra els riscos financers, l'accés a serveis de salut essencials de qualitat i l'accés a medicaments i vacunes segurs, eficaços, de qualitat i assequibles per a tothom"), ja que el treball advoca per una cobertura sanitària universal i l'accés a serveis de salut essencials que siguin, sobretot, de qualitat. En sintetitzar les guies de pràctica clínica més recents, es proporciona una base científica sòlida perquè els professionals puguin actuar amb seguretat i eficàcia. Això impacta en l'indicador 3.8.1 ("Cobertura dels serveis de salut essencials"), entenent que l'atenció al trauma greu és un servei essencial que requereix protocols que determinen la supervivència d'aquests pacients crítics.

Més enllà de la pràctica clínica, el treball té un fort component educatiu per a la pràctica diària de professionals i estudiants de ciències de la salut. Per aquest motiu, el treball impacta en l'ODS 4 (Educació de qualitat), concretament en la fita 4.3 ("D'aquí a 2030, assegurar l'accés en condicions d'igualtat per a tots els homes i dones a una formació tècnica, professional i superior de qualitat, inclosa l'ensenyament universitari"), orientada a garantir una formació tècnica i professional de qualitat. D'aquesta manera, el projecte s'alinea amb l'indicador 4.3.1 ("Taxa de participació dels joves i adults en l'ensenyament i la formació acadèmica i no acadèmica en els darrers 12 mesos"), en promoure la participació en la formació continuada i la millora de les competències professionals basada en el coneixement científic.

Aquest treball també s'alinea amb l'ODS 5 en reconèixer la necessitat d'eliminar el biaix de gènere en la investigació biomèdica. Tot i que la majoria d'estudis seleccionats s'han basat en models masculins per la seva major incidència epidemiològica, aquest TFG subratlla la importància d'incloure el sexe com a variable biològica fonamental. D'aquesta manera, es contribuiria a una ciència mèdica amb perspectiva de gènere i més inclusiva, complint així amb l'ODS 5.

En conclusió, aquest TFG contribueix als ODS no només perquè coincideix a nivell teòric amb l'Agenda 2030, sinó també per la seva capacitat de generar un impacte real sobre la pràctica assistencial. L'abordatge del xoc hemorràgic com una emergència temps-dependent, mitjançant protocols basats en l'evidència, contribueix a reduir desigualtats en l'atenció, a millorar la seguretat del pacient i a optimitzar l'ús dels recursos sanitaris. D'aquesta manera, el treball reforça el paper de la infermeria com a peça clau en la promoció d'una atenció sanitària més eficient, equitativa i sostenible, en coherència amb els principis fonamentals de salut global que promou l'Agenda 2030.

ÍNDEX

1.	INTRODUCCIÓ	1
1.	OBJECTIUS.....	4
2.	METODOLOGIA.....	4
2.1	Estratègia de cerca.....	4
2.2	Cerca manual i fonts complementàries.....	7
2.3	Gestió de la documentació	8
2.4	Diagrama de flux	8
3.	RESULTATS.....	9
4.	DISCUSSIÓ	15
4.1	Identificació precoç: diagnòstic del xoc.....	15
4.2	Pilars de la Reanimació de Control de Danys (DCR)	18
4.2.1	Control de l'hemorràgia	18
4.2.2	Cirurgia de control de danys (DCS).....	20
4.2.3	Restauració del volum vascular.....	21
4.2.4	Teràpia coadjuvant i farmacològica.....	28
4.3	El Diamant de la Mort: Més enllà de la Tríada Clàssica	31
4.3.1	Hipocalcèmia	31
4.3.2	Hipotèrmia	33
4.3.3	Acidosi.....	35
4.4	Limitacions de l'estudi i de la pràctica clínica	36
5.	CONCLUSIONS	37
6.	PLA DE DIFUSIÓ	39
7.	BIBLIOGRAFIA.....	40
8.	ANNEXOS	42

1. INTRODUCCIÓ

L'hemorràgia és la principal causa de mort prevenible en pacients lesionats, amb un impacte global d'aproximadament 1,5 milions de morts anuals a tot el món^{1,2}. Des d'un punt de vista fisiològic, l'hemorràgia es defineix com una pèrdua aguda del volum circulant. En un adult, aquest volum representa aproximadament el 7% del seu pes corporal; per exemple, en un pacient de 70 kg, el volum sanguini circulant és d'uns 5 litres³.

Per tal d'estratificar la gravetat del xoc, identificar precoçment els signes clínics i guiar el tractament, el manual Advanced Trauma Life Support (ATLS) s'ha consolidat com l'estàndard d'or. No obstant això, la recent 11a edició del manual (2025) introdueix un canvi de paradigma: en lloc de classificar el xoc en quatre graus estàtics segons la pèrdua sanguínia, descriu com els paràmetres clínics s'alteren de forma progressiva i dinàmica a mesura que augmenta la gravetat de l'hemorràgia, categoritzant-la en tres estadis: *Minor*, *Moderate* i *Major*. Aquests dos últims representen situacions de risc vital on la pèrdua de volum és crítica, la pressió arterial disminueix i es fa imprescindible l'activació de protocols de transfusió de productes sanguinis per a un abordatge adequat (Taula 1)³.

(Taula 1): Classificació de la Gravitat de l'Hemorràgia: canvis en els paràmetres clínics relacionats amb la gravetat de l'hemorràgia. Font pròpia: traducció de l'11a edició del manual de Suport Vital Avançat en Trauma (ATLS)³.

PARÀMETRE	LLEU		MODERADA	GREU
Freqüència Cardíaca	Sense canvis	Sense canvis o augmentada	Augmentada (>100)	Marcadament augmentada (>120)
Pressió Sistòlica	Sense canvis	Sense canvis	Sense canvis o disminuïda	Marcadament disminuïda (<90)
Pressió de Pols	Sense canvis	Disminuïda	Disminuïda	Disminuïda
Freqüència Respiratòria	Sense canvis	Sense canvis o augmentada	Augmentada	Augmentada
Nivell de Consciència	Sense canvis	Sense canvis	Disminuïda	Marcadament disminuïda
Dèficit de Base	0 a -2	-2 a -6	-6 a -10	-10 i menys
Productes Sanguinis	Improbable	Possiblement	Probable	Protocol de Transfusió Massiva
Resposta a la Reanimació	Ràpida i Sostinguda	Força Ràpida i Sostinguda	Transitòria	Mínima a Nul·la
Control Quirúrgic de l'Hemorràgia	Improbable	Possiblement	Probable	Extremadament Probable

Per tant, el cos no transita per "estadis" o graus de xoc de manera sobtada, sinó que activa mecanismes compensatoris de forma gradual, que poden emmascarar la gravetat real. En aquest sentit, la taquicàrdia és el signe mesurable més precoç per preservar la despesa cardíaca, seguida d'una disminució de la pressió de pols (la diferència numèrica entre la pressió arterial sistòlica i la diastòlica) degut a la vasoconstricció perifèrica. Clínicament, aquesta progressió de la gravetat es reflecteix en la perfusió tissular: la pell es torna freda i pàl·lida, i l'estat mental es deteriora des d'una ansietat inicial fins a la letargia³.

D'acord amb la nova visió proposada per l'ATLS, no s'ha d'esperar a l'aparició de la hipotensió (pressió sistòlica < 90 mmHg) per intervenir, atès que aquest signe es manifesta únicament quan l'hemorràgia ja es troba en un estadi *Major* i els mecanismes de compensació han fracassat. Finalment, quan el fracàs energètic cel·lular és gairebé total i el col·lapse circulatori és imminent, es produeix una bradicàrdia que precedeix l'aturada cardiorespiratòria³. El fet que una tensió arterial aparentment normal pugui emmascarar la gravetat real en les fases inicials justifica la necessitat d'un monitoratge exhaustiu per no arribar tard a la instauració del tractament. Així mateix, l'aplicació precoç de la Reanimació amb Control de Danys (DCR), és un factor determinant per evitar retards terapèutics que comprometin la supervivència.

Un altre dels conceptes més rellevants del nou manual és que la resposta a la reanimació no ve determinada pel volum total de sang perduda, sinó per la persistència o no d'una hemorràgia activa. Sota aquesta premissa, si la resposta hemodinàmica depèn de si el sagnat continua, resulta ineficaç continuar la infusió de líquids o hemoderivats sense haver realitzat un control previ del focus de sagnat (mitjançant cirurgia o maniobres de control de danys). En aquest sentit, la reanimació inicial amb fluids és ara molt més limitada, ja que s'ha comprovat que l'administració excessiva de cristal·loides, lluny de ser beneficiosa, augmenta significativament la morbiditat i la mortalitat del pacient traumàtic³.

Aquesta pèrdua de benefici es deu, fonamentalment, a la producció d'una coagulopatia per dilució, atès que els cristal·loides no transporten oxigen ni ajuden a coagular, simplement dilueixen els factors de coagulació i plaquetes essencials pel pacient; a l'aparició d'acidosis metabòlica hiperclorèmica, la qual redueix la contractilitat cardíaca i l'exacerbació de la hipotèrmia en infondre grans volums de solucions que solen estar a baixa

temperatura⁴. Així mateix, insistir en l'aportació de líquids en un sistema amb una "fuga activa" només serveix per augmentar la pressió hidroestàtica, fet que també pot trencar els coàguls que s'estan formant. Tots aquests factors es potencien entre si, empitjorant així la tríada mortal (acidosi, coagulopatia i hipotèrmia)^{3,4}. Per tant, l'objectiu actual de la reanimació no és restaurar la normotensió a qualsevol preu mitjançant l'ús de líquids, sinó avaluar la tolerància del pacient i detectar la presència d'un sagnat continu. Aquests fets justifiquen la transició cap a una reanimació balancejada amb hemoderivats i una estabilització hemostàtica prioritària.

En aquest escenari, la DCR, derivada originalment de protocols militars, s'ha consolidat com l'estratègia integral més avançada pel maneig del trauma crític. El seu objectiu principal és minimitzar la pèrdua hemàtica fins a assolir l'hemostàsia definitiva, tractant les lesions potencialment mortals mitjançant una intervenció precoç. Cosa que permet prevenir i tractar el cicle letal que tradicionalment s'havia definit com la "Tríada de la Mort" (acidosi, coagulopatia i hipotèrmia), però que l'evidència més recent ha expandit cap al concepte de "Diamant de la Mort", en incloure la hipocalcèmia com a factor determinant^{3,4,5}.

La implementació de la DCR s'articula mitjançant la combinació estratègica de tres pilars: el control definitiu precoç de l'hemorràgia, la reanimació hipotensiva (o hipotensió permissiva) i l'ús d'hemoderivats de forma equilibrada (reanimació hemostàtica), juntament amb l'administració d'altres agents hemostàtics segons les necessitats del pacient⁵. Aquesta evolució en les guies sobre el maneig de l'hemorràgia és el clar exemple de com els pilars que sustenten la DCR es troben en un procés de constant canvi. Aquesta dinàmica justifica la necessitat d'analitzar l'evidència actual, ja que les recomanacions clau han evolucionat ràpidament en els darrers anys.

En aquest context, una revisió bibliogràfica és indispensable per unificar i sintetitzar les millors pràctiques vigents, orientant així l'actuació professional basada en dades actualitzades. Això permetrà definir quin és el paper d'infermeria en l'aplicació d'aquests protocols i assegurar una intervenció precoç que contribueixi a l'objectiu final de zero morts prevenibles en el pacient traumàtic.

Per tot l'exposat, aquesta revisió bibliogràfica es planteja per donar resposta a la següent pregunta de recerca: "Quina és l'evidència científica actual sobre l'efectivitat de la Reanimació amb Control de Danys (DCR) per millorar la

supervivència i reduir les complicacions en pacients adults amb xoc hemorràgic per trauma?"

1. OBJECTIUS

Objectiu General

Analitzar l'evidència científica actual sobre l'aplicació clínica de la Reanimació amb Control de Danys (DCR) en pacients amb xoc hemorràgic traumàtic, per tal d'identificar els avenços i les actualitzacions més recents en el seu maneig.

Objectius Específics

1. Descriure els components principals de la DCR (hipotensió permissiva, reanimació hemostàtica i control precoç del sagnat) i el seu paper crucial en la prevenció del "Diamant de la Mort" (acidosi, hipotèrmia, coagulopatia i hipocalcèmia).
2. Analitzar l'evolució del concepte de la "Tríada de la Mort" cap al "Diamant de la Mort" en el pacient amb xoc hemorràgic, identificant la hipocalcèmia com el quart element determinant en la supervivència.
3. Concretar les intervencions d'infermeria i les cures clau en l'aplicació d'aquests protocols per tal de garantir una detecció precoç del sagnat actiu i una reanimació segura i eficaç.

2. METODOLOGIA

2.1 Estratègia de cerca

Per assolir l'objectiu general d'aquest treball i donar resposta als objectius específics plantejats, s'ha dissenyat una estratègia sistemàtica basada en l'ús de terminologia controlada. Per a la cerca en anglès s'han utilitzat termes del thesaurus MeSH (Medical Subject Headings), mentre que pels seus equivalents en castellà i català s'han usat termes del DeCS (Descriptors en Ciències de la Salut). Aquests termes s'han combinat mitjançant els operadors booleans AND (per assegurar que els resultats incloguin tots els pilars temàtics de la recerca) i OR (per a la unió de sinònims o conceptes relacionats, ampliant els resultats de la cerca). D'altra banda, per a aquells conceptes relativament nous que encara no tenen un descriptor MeSH propi, s'ha emprat l'etiqueta [tiab] (Title/Abstract). Aquesta, permet buscar les paraules directament en el títol i en el resum dels articles,

garantint que es mostrin totes les publicacions d'interès. Abans d'iniciar la recerca bibliogràfica, s'han establert uns criteris d'inclusió i exclusió per a totes les bases de dades consultades. Permetent així filtrar la informació per centrar la revisió en l'evidència més actual i pertinent pels objectius d'aquest treball.

Criteris d'inclusió

- Articles publicats entre 2021 i 2026 (últims 5 anys).
- Estudis realitzats en humans i adults (majors de 18 anys fins als 70 anys).
- Idiomes: Publicacions en català, castellà i anglès.
- Tipus d'articles: Guies de pràctica clínica, articles de revisió, assajos clínics i articles originals.

Criteris d'exclusió

- Estudis centrats exclusivament en població obstètrica o amb patologies de base que distorsionin la resposta al xoc hemorràgic traumàtic.
- Articles que no s'ajusten al títol del treball o referents al xoc no hemorràgic (cardiogènic, neurogènic o sèptic) o trauma no hemorràgic.
- Articles d'opinió o sense rigor científic.

RECERCA BIBLIOGRÀFICA:

La cerca s'ha realitzat a algunes de les bases de dades de major rellevància en ciències de la salut:

PUBMED:

- Estratègia de cerca: S'ha realitzat una cerca avançada a PubMed combinant descriptors MeSH amb llenguatge lliure. Atès que el terme "Damage Control Resuscitation" ni els conceptes com "Diamond of Death" o "Lethal Triad" disposen d'un descriptor MeSH propi, s'ha optat per utilitzar l'etiqueta [tiab] per a aquests termes, per garantir que apareguin al títol o resum. A més, en observar que la cerca combinada de DCR amb el títol del "diamant" no oferia prou resultats específics, s'ha decidit desglossar la cerca, incloent els descriptors MeSH de cada element clau. La cadena de cerca final ha estat: ("Damage Control Resuscitation"[tiab] OR "Resuscitation/methods"[Mesh]) AND ("Death"[Mesh] OR "Hypocalcemia"[Mesh] OR "Acidosis"[Mesh] OR "Blood Coagulation Disorders"[Mesh]). La cerca s'ha realitzat durant el mes de gener de 2026.
- Resultats i Filtres: La cerca inicial ha mostrat un total de 357 articles. Després d'aplicar els filtres específics de la base de dades per limitar la cerca a estudis en

humans, població adulta (>18 anys) i un marc temporal dels darrers cinc anys (2021-2026), la xifra s'ha reduït a 61 articles.

- Selecció final: Dels 61 resultats obtinguts, s'ha realitzat una primera selecció basada en la lectura dels títols. Posteriorment, es llegeixen els resums dels seleccionats per a una segona selecció, quedant-ne finalment un total de 7 articles per a l'anàlisi. L'exclusió de la resta de treballs s'ha degut al fet que no tractaven la temàtica específica del xoc hemorràgic traumàtic o no complien amb els criteris d'inclusió i exclusió establerts prèviament.

SCIELO:

- Estratègia de cerca: Per complementar la cerca realitzada a PubMed i obtenir literatura iberoamericana (que inclou Espanya i tota Amèrica Llatina), s'ha consultat la base de dades SciELO utilitzant descriptors DeCS i llenguatge lliure. S'ha comprovat que, de la mateixa manera que succeeix a PubMed amb els MeSH, no existeix un descriptor únic i específic pel concepte "Control de danys"; per aquest motiu, es va decidir realitzar la cerca utilitzant aquest terme com a llenguatge lliure (paraula clau). En aquesta línia, es va iniciar una cerca amb la combinació següent: "Hipotensión Controlada" AND ("Shock Hemorrágico" OR "Choque Hemorrágico"), la qual no va donar cap resultat (0 articles), fet que va obligar a optar per cercar conceptes més generals. La cerca definitiva s'ha realitzat durant el mes de gener de 2026.
- Resultats i Filtres: Es va realitzar una nova cerca mitjançant la cadena "Resucitación" AND ("Shock Hemorrágico" OR "Hemorragia"), obtenint 34 articles. En aplicar els filtres de la base de dades per limitar la cerca als darrers cinc anys (2021-2026), la xifra es va reduir a 6 articles. Paral·lelament, es va realitzar una cerca per paraules clau amb "Control de daños" AND "Shock hemorrágico", obtenint 11 resultats addicionals, dels quals només 6 eren dels darrers 5 anys.
- Selecció final: Dels resultats obtinguts en ambdues combinacions, s'ha realitzat una primera selecció basada en la lectura de títols i l'eliminació d'articles duplicats entre cerques. Posteriorment, s'han llegit els resums per assegurar que tractaven del tema, seleccionant finalment 6 articles per a l'anàlisi (4 de la primera cadena i 2 de la segona). L'exclusió de la resta de treballs s'ha degut a no complir els criteris d'inclusió definits.

SCIENCEDIRECT:

- Estratègia de cerca: Per tal d'aprofundir en la perspectiva infermera, s'ha consultat la base de dades ScienceDirect. A diferència de PubMed o SciELO, aquesta plataforma no utilitza descriptors controlats (MeSH o DeCS), motiu pel qual s'ha utilitzat exclusivament llenguatge lliure (paraules clau). L'objectiu d'aquesta cerca ha estat plasmar quines són les intervencions d'infermeria en els pilars de la reanimació i el maneig del "Diamant de la Mort", posant el focus en el rol autònom i col·laboratiu de la infermera. La cerca definitiva s'ha realitzat durant el mes de gener de 2026.
- Resultats i Filtres: Es va executar la següent cadena de cerca: "Damage Control Resuscitation" AND "Nursing" AND "Trauma", obtenint 147 resultats. Es va limitar la cerca als darrers cinc anys (2021-2026) i es va seleccionar l'àrea temàtica "Nursing and Health Professions" per descartar literatura purament mèdica o quirúrgica. Després d'aplicar aquests filtres, es van obtenir un total de 51 articles.
- Selecció final: Dels 51 articles resultants, s'ha dut a terme una selecció basada en la lectura dels títols i els resums (abstracts), aplicant els criteris d'inclusió i exclusió definits. S'han prioritzat aquells treballs publicats en revistes especialitzades d'infermeria (com el Journal of Emergency Nursing) que descrivissin detalladament les activitats d'infermeria davant l'acidosi, la coagulopatia, la hipotèrmia i la hipocalcèmia. Finalment, s'han seleccionat 3 articles per a la seva anàlisi detallada.

2.2 Cerca manual i fonts complementàries

A banda dels articles seleccionats, s'ha optat per incorporar dues fonts de referència internacional. S'ha realitzat una cerca manual i, per tant, aquestes guies oficials no formen part del recompte d'articles de la cerca bibliogràfica principal, sinó que són documentació complementària de suport. La decisió d'incloure-les és degut al fet que apareixien citades de manera constant en la gran majoria d'articles seleccionats. Es tracta de l'ATLS 11a edició (2025) i la Guia Europea 6a versió (2023), les actualitzacions més actuals de les dues institucions amb més autoritat en trauma.

1. Manual ATLS (Advanced Trauma Life Support), 11a edició (2025): S'ha seleccionat per ser l'estàndard d'or global en l'atenció inicial al trauma,

actualitzat periòdicament per l'American College of Surgeons (cada 4-5 anys). L'anàlisi s'ha centrat específicament en el capítol 6 (Circulation, Assessment and Volume Resuscitation).

2. The European Guideline on Management of Major Bleeding and Coagulopathy Following Trauma, 6a versió (2023): S'ha inclòs per ser la guia de referència més específica en l'àmbit europeu pel que fa a la reanimació hemostàtica. És un article de consens científic publicat normalment a la revista Critical Care. S'actualitza quan hi ha prou evidència nova, normalment cada 4 o 5 anys.

2.3 Gestió de la documentació

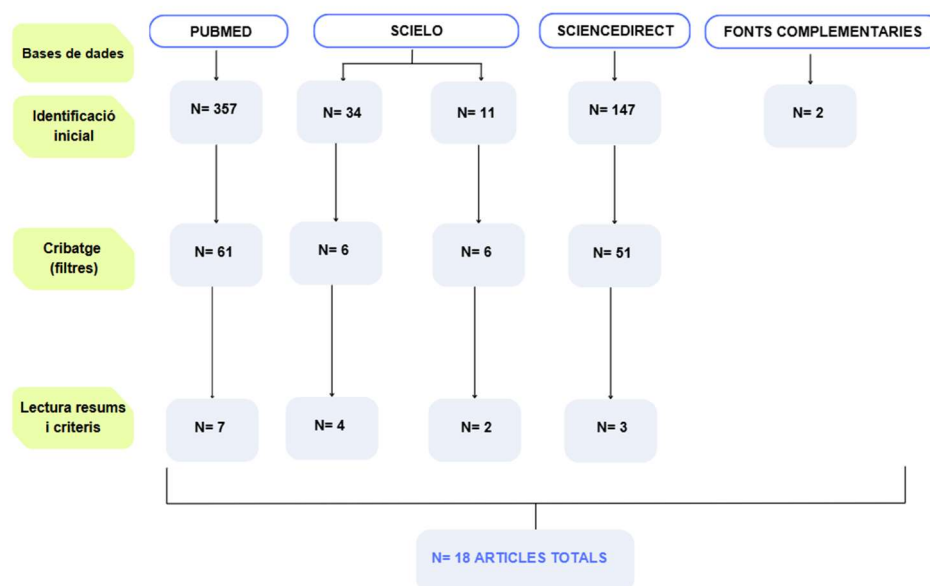
Per a l'organització i l'anàlisi de la literatura seleccionada s'ha utilitzat el gestor Mendeley, una eina que ha facilitat molt el gran flux de treball, ja que permet recollir tota la documentació en un sol lloc. Els articles es van exportar al programa i, per fer la seva localització molt més ràpida i còmoda, es van classificar en dos blocs temàtics que responen als objectius del treball:

- Bloc I: Pilars de la DCR (Damage Control Resuscitation).
- Bloc II: Diamant de la Mort: Concepte i prevenció.

Això ha permès realitzar una anàlisi preliminar mitjançant la lectura crítica dels resums, subratllant la informació clau i utilitzant l'apartat d'anotacions per redactar una síntesi pròpia de cada treball. Aquesta manera de treballar ha estat fonamental per tenir sempre a mà les idees principals de cada autor, permetent una anàlisi profunda i una posterior redacció de l'apartat de resultats de manera molt més eficient, així com per mantenir la bibliografia perfectament ordenada per a la citació final, segons la normativa Vancouver

2.4 Diagrama de flux

Per tal de visualitzar de manera sintètica el procés de selecció de la mostra, es presenta a continuació el diagrama de flux (Figura 1). En aquest esquema es detalla el cribratge realitzat a cada base de dades fins a arribar als 18 articles que constitueixen la base d'aquesta revisió.



(Figura 1): Diagrama de flux del procés de selecció de la mostra bibliogràfica segons els criteris d'inclusió i exclusió. Font: pròpia.

3. RESULTATS

Bloc I: Pilars de la DCR (8 articles):

Taula 2. *Sangre, esfuerzo, sudor y lágrimas: Resucitación de control de daños en shock hemorrágico*⁶.

Autor/Any/País	Krell D, et al. (2024). Xile.
Tipus article/ Disseny	Revisió bibliogràfica. Disseny descriptiu.
Subjectes/ Àmbit	Pacients amb trauma greu i xoc hemorràgic (àmbit hospitalari).
Dimensions/Intervenció	Descripció dels conceptes clau de la Ressuscitació de Control de Danys (DCR). L'anàlisi se centra en la correcció de la hipotèrmia, l'acidosi, la coagulopatia i la hipocalcèmia per disminuir la mortalitat precoç per xoc hemorràgic.
Resultats	L'estratègia de reanimació s'ha d'articular sobre cinc pilars: l'obtenció ràpida d'accessos vasculars, l'ús de la hipotensió permissiva, la reanimació hemostàtica, el maneig precoç de la coagulopatia associada al trauma i la cirurgia de control de danys (DCS).
Conclusions/ Implicacions pràctiques	La implementació de protocols institucionalitzats de control de danys és una necessitat per oferir un tractament integral i actualitzat. El maneig protocol·litzat no només optimitza l'estabilització inicial, sinó que garanteix la seguretat del pacient durant el trasllat i el tractament definitiu.

Taula 3. *Damage Control Resuscitation in the Trauma Patient*⁷.

Autor/Any/País	Makic M, et al. (2022). EUA.
Tipus article/ Disseny	Revisió bibliogràfica. Disseny descriptiu.
Subjectes/ Àmbit	Pacients amb trauma greu i xoc hemorràgic sotmesos a DCS (àmbit hospitalari: unitats de cures postanestèsiques (URPA) i cures intensives (UCI)).
Dimensions/Intervenció	Anàlisi del rol de la infermera en la fase de DCR durant el postoperatori inicial. L'estudi se centra en les intervencions infermeres per revertir la

	tríada letal, gestionar la reanimació hemodinàmica equilibrada i monitorar les complicacions metabòliques.
Resultats	S'identifica el període postoperatori inicial com una fase crítica per a l'estabilització del pacient abans de la cirurgia definitiva. Es defineixen els tres pilars de la DCR: hipotensió permissiva, restricció de fluids i transfusió de ràtio fixa (1:1:1). Les intervencions s'enfoquen a revertir la tríada letal i evitar la sobre-reanimació amb cristal·loides, la qual augmenta el risc de fallida renal aguda.
Conclusions/ Implicacions pràctiques	La vigilància infermera és determinant per a la supervivència. La infermera ha de monitorar paràmetres clau com el lactat, la diuresi, l'hemoglobina i els nivells de calci. El maneig d'infermeria no només se centra en l'estabilitat hemodinàmica, sinó en prevenir complicacions secundàries abans de la cirurgia definitiva.

Taula 4. Control de daños en la sala de emergencias: un puente hacia la vida⁸.

Autor/Any/País	Laureano Q, et al. (2021). Colòmbia
Tipus article/ Disseny	Revisió bibliogràfica. Disseny descriptiu.
Subjectes/ Àmbit	Pacients politraumatitzats hemodinàmicament inestables (TAS ≤ 90 mmHg, FC ≥ 120 bpm, alteració de la consciència/ventilació). (Àmbit hospitalari: urgències).
Dimensions/Intervenció	Descriure el maneig d'aquests pacients a urgències segons els principis de control de danys. Es proposa evolucionar de la seqüència tradicional (A-B-C-D-E) a la seqüència A-A-B-C-D-E.
Resultats	L'estudi destaca que el primer pas (A-A) ha de ser l'obtenció d'accessos vasculars (arterial i venós) en l'artèria i vena femoral comuna, seguit del control de la via aèria. Aquesta estratègia garanteix una transfusió massiva immediata, monitoratge invasiu i l'ús del REBOA quan la pressió arterial baixa de 70 mmHg i el pacient no respon a les mesures inicials. Aquest dispositiu consisteix en un baló que s'infla dins l'aorta per aturar l'hemorràgia interna, permetent guanyar uns minuts vitals abans d'arribar al quiròfan per a la cirurgia definitiva.
Conclusions/ Implicacions pràctiques	El maneig del trauma és una estratègia dinàmica i multidisciplinària que ha d'incorporar aquestes noves eines endovasculares. El seu ús permet minimitzar la repercussió hemodinàmica en el pacient, facilitant una estabilització més ràpida i efectiva, incrementant així les taxes de supervivència.

Taula 5. What would mother say? whole blood and rhd alloimmunization in trauma resuscitation⁹.

Autor/Any/País	Ramos J, et al. (2026). EUA.
Tipus article/ Disseny	Revisió bibliogràfica. Disseny descriptiu.
Subjectes/ Àmbit	Pacients politraumatitzats amb xoc hemorràgic sever, especialment dones en edat fèrtil (àmbit hospitalari).
Dimensions/Intervenció	Anàlisi dels beneficis de la sang total en la reanimació del xoc hemorràgic en dones en edat fèrtil.
Resultats	La sang total de tipus O millora la supervivència en comparació amb la teràpia per components. En situacions d'urgència vital i davant l'escassetat de donants O-, l'administració de sang total O+ és una opció segura i justificada. Els resultats indiquen que el risc d'alloimmunització en dones Rh- (creació d'anticossos contra la sang quan una persona amb Rh- rep sang Rh+) és baix en comparació amb l'alt risc de mortalitat per hemorràgia.
Conclusions/ Implicacions pràctiques	L'ús de la sang total es consolida com l'estratègia d'elecció pel xoc hemorràgic en trauma, fins i tot en dones Rh negatiu. Es conclou que no hauria de ser una barrera per a la seva administració en situacions de risc vital, ja que les complicacions del Rh són gestionables amb profilaxi postexposició.

Taula 6. *Puesta al dia sobre transfusión masiva*¹⁰.

Autor/Any/País	Berro M. (2023). Uruguai.
Tipus article/ Disseny	Revisió bibliogràfica. Disseny descriptiu.
Subjectes/ Àmbit	Pacients amb hemorràgies greus que requereixen una transfusió massiva (àmbit hospitalari).
Dimensions/Intervenció	Anàlisi de les estratègies de DCR i la implementació de Protocols de Transfusió Massiva (PTM). S'avalua el pas d'un enfocament protocol·litzat inicial (1:1:1 o sang total) cap a un tractament personalitzat guiat per proves viscoelàstiques.
Resultats	La implementació de PTM ha demostrat una disminució de la mortalitat en trauma. L'estratègia més recomanada combina l'administració de components balancejats (ràtio 1:1:1) o sang total amb una administració limitada de cristal·loides i col·loides per evitar la coagulopatia dilucional. Un cop superada la fase crítica inicial, es destaca la importància del monitoratge en temps real mitjançant estudis viscoelàstics (ROTEM) per ajustar la teràpia a les necessitats específiques de cada pacient.
Conclusions/ Implicacions pràctiques	Tot hospital ha de disposar d'un PTM adaptat als seus recursos per garantir una resposta coordinada i multidisciplinària en situacions temps-dependents. La funció de la infermera és vital en l'execució del protocol i en el monitoratge per aconseguir el control definitiu de l'hemorràgia.

Taula 7. *Hipotensión permisiva en trauma*¹¹.

Autor/Any/País	Estrada Berrio, et al. (2021). Colòmbia.
Tipus article/ Disseny	Revisió bibliogràfica. Disseny descriptiu.
Subjectes/ Àmbit	Pacients amb trauma i xoc hemorràgic. Excloent aquells amb trauma cranioencefàlic (TCE), lesió medul·lar o població anciana. (Àmbit hospitalari i prehospitalari).
Dimensions/Intervenció	Anàlisi de la hipotensió permissiva com a part de la DCR. L'estratègia consisteix en l'aportació restringida de líquids (cristal·loides) per mantenir una pressió arterial sistòlica (TAS) mínima que garanteixi la perfusió sense desplaçar els coàguls formats.
Resultats	L'evidència actual mostra que la reanimació hipotensiva presenta una menor taxa de mortalitat que la reanimació agressiva estàndard, utilitzant una pressió arterial sistòlica (TAS) d'entre 80-90 mmHg com a límit. L'administració excessiva de cristal·loides s'associa amb l'aparició de coagulopatia dilucional, hipertensió intraabdominal i síndrome compartimental, motiu pel qual només es recomana l'ús de volums baixos (250-500 mL) en l'àmbit prehospitalari quan no es disposa de productes sanguinis i el temps de trasllat és prolongat. Una vegada a l'hospital, la prioritat és la reposició amb sang total o components (1:1:1), mantenint la restricció de líquids.
Conclusions/ Implicacions pràctiques	Es conclou que la hipotensió permissiva és un pilar fonamental per evitar la tríada mortal (acidosi, hipotèrmia i coagulopatia), sota un monitoratge estricte i fins al control quirúrgic definitiu. No obstant això, calen assajos controlats aleatoris en humans per definir el moment idoni i les condicions d'aplicació per poder establir protocols universals.

Taula 8. *Critical Care Considerations for Damage Control in a Trauma Patient*¹².

Autor/Any/País	Gaasch, S. (2021). EUA.
Tipus article/ Disseny	Revisió bibliogràfica. Disseny descriptiu.
Subjectes/ Àmbit	Pacients amb trauma greu i hemorràgia exsanguinant amb risc de desenvolupar la tríada mortal (àmbit hospitalari: urgències, UCI i quiròfan).

Dimensions/Intervenció	Revisió dels principis de la DCS i la DCR. L'estratègia es basa en tres pilars clau: restricció de líquids, hipotensió permissiva i transfusió d'una ràtio fixa.
Resultats	L'estudi confirma que l'aplicació conjunta de DCS i DCR millora significativament les taxes de morbimortalitat. El focus ha de ser la restauració de la fisiologia normal del pacient mitjançant l'abordatge de la tríada mortal (hipotèrmia, acidosi i coagulopatia). S'emfatitza que la reanimació ha de minimitzar l'ús de cristal·loides i prioritzar la transfusió precoç d'hemoderivats per aturar la coagulopatia induïda pel trauma (TIC), assegurant un control quirúrgic temporal de l'hemorràgia i la contaminació abans d'una intervenció definitiva planificada.
Conclusions/ Implicacions pràctiques	L'èxit del control de danys depèn d'una col·laboració multidisciplinària ràpida per reconèixer els signes de fracàs fisiològic. La intervenció d'infermeria és fonamental en la fase de reanimació a l'UCI i a Urgències per aturar el cercle viciós de l'hemorràgia i les seves seqüeles, garantint que les estratègies de DCR s'iniciïn de forma immediata i coordinada.

Taula 9. American Association for the Surgery of Trauma/American College of Surgeons Committee on Trauma: Clinical protocol for damage-control resuscitation for the adult trauma patient⁵.

Autor/Any/País	Lacey N, et al. (2024). EUA.
Tipus article/ Disseny	Guia de Pràctica Clínica.
Subjectes/ Àmbit	Pacients traumàtics amb hemorràgia crítica (àmbit hospitalari: tots els nivells d'atenció al trauma).
Dimensions/Intervenció	Recomanacions d'un protocol clínic per a l'optimització de la DCR. Centrat en la prevenció de la "tètrada mortal" (hipotèrmia, acidosi, coagulopatia i hipocalcèmia). S'inclouen eines de cribatge ràpid com l'Índex de Xoc (SI > 1) i el monitoratge de l'EtCO ₂ (capnografia) com a predictors de mortalitat i criteris d'activació precoç del protocol de transfusió massiva (PTM).
Resultats	L'estudi confirma que cada minut de retard en l'activació del PTM augmenta la mortalitat un 5%, recomanant una ràtio 1:1:1 o l'ús de sang total per sobre dels cristal·loides, ja que cada 500 mL addicionals d'aquests últims incrementen un 9% el risc de SDRA (Síndrome del Destrès Respiratori Agut). Pel que fa a la correcció de la hipocalcèmia, l'objectiu és mantenir el calci iònic > 1 - 1,2 mmol/L, recomanant l'administració de 1g de calci amb la primera unitat d'hemoderivats. També es destaca la utilitat del lactat (> 2,5 mmol/L) i l'EtCO ₂ (< 26-28 mmHg) com a millors predictors de mortalitat que la pressió arterial sistòlica aïllada.
Conclusions/ Implicacions pràctiques	Els pilars de la DCR s'afirmen com l'estratègia definitiva per reduir significativament la mortalitat. La implicació per a la pràctica és la necessitat d'implementar protocols institucionals estandarditzats que permetin una resposta ràpida i basada en l'evidència. Cada centre de trauma ha de personalitzar i adaptar aquests protocols segons els seus recursos i context per augmentar-ne l'aplicabilitat.

Bloc II: Diamant de la Mort (8 articles):

Taula 10. Correction of Trauma-induced Coagulopathy by Goal-directed Therapy: A Secondary Analysis of the ITACTIC Trial¹³.

Autor/Any/País	Lindsay C, et al. (2024).
Tipus article/ Disseny	Anàlisi secundària de l'article original ITACTIC. Disseny quantitatiu, observacional, analític (busca una associació causal).
Subjectes/ Àmbit	133 pacients amb trauma greu i hemorràgia activa (àmbit hospitalari de 3r nivell).

Dimensions/Intervenció	Anàlisi comparativa entre l'ús de proves convencionals de laboratori i l'ús de proves viscoelàstiques (ROTEM).
Resultats	El 71% dels pacients presenten coagulopatia ja en el moment de l'ingrés. Tot i que el grup guiat per ROTEM (Tromboelastometria Rotacional) aconsegueix iniciar el tractament molt més ràpid que el mètode convencional (68 minuts vs. 110 minuts), aquesta demora encara resulta excessiva: només el 20% dels pacients assoleix una correcció efectiva de la coagulopatia abans de rebre la 12a unitat de sang.
Conclusions/ Implicacions pràctiques	L'ús de ROTEM permet un tractament més ràpid, però no és suficient si la logística de l'hospital retarda l'administració del tractament. Cal millorar perquè els medicaments hemostàtics arribin al pacient tan ràpid com els resultats de la màquina (idealment per sota dels 60 minuts).

Taula 11. Evaluation of trauma-induced coagulopathy in the fibrinogen in the initial resuscitation of severe trauma trial¹⁴.

Autor/Any/País	Peng H, et al. (2021). Canadà.
Tipus article/ Disseny	Anàlisi secundària de l'article original FiiRST. Disseny quantitatiu, observacional, analític (busca una associació causal).
Subjectes/ Àmbit	45 pacients amb trauma greu de l'estudi FiiRST (àmbit hospitalari).
Dimensions/Intervenció	Avaluació de la TIC per identificar: la incidència de la coagulopatia segons diferents criteris (INR vs. ROTEM) i la resposta a l'administració de fibrinogen.
Resultats	Entre el 19% (ROTEM) i el 30% (INR) dels pacients ja arriben amb coagulopatia. El tractament amb fibrinogen va reduir la falta d'aquest i va augmentar els nivells del Factor XIII. Tot i això, la majoria de biomarcadors (com el dímer D o la Proteïna C) es mantenen en nivells anormals fins i tot 48 hores després de l'ingrés.
Conclusions/ Implicacions pràctiques	L'administració precoç de fibrinogen és efectiva, però per si sola no corregeix tota la complexitat de la coagulopatia. El trauma genera un desequilibri tan profund que la sang no torna a la normalitat en 48 hores, pel que cal un seguiment analític continuat (no només a l'inici).

Taula 12. Hypocalcemia in Trauma is Determined by the Number of Units Transfused, Not Whole Blood Versus Component Therapy¹⁵.

Autor/Any/País	Chad Hall, et al. (2023). EUA.
Tipus article/ Disseny	Article original retrospectiu. Disseny quantitatiu, observacional, analític (busca una associació causal).
Subjectes/ Àmbit	223 pacients adults de trauma que van rebre sang sencera (àmbit hospitalari). D'aquests, 107 reben sang sencera i 116 pacients reben sang sencera amb altres components sanguinis.
Dimensions/Intervenció	Determinar si la sang sencera (que té menys citrat) protegeix de la hipocalcèmia. Per comprovar-ho, es compara els que només rebien sang sencera amb els que rebien la barreja habitual.
Resultats	El risc d'hipocalcèmia (<0,9 mmol/L) augmenta dràsticament un cop es transfonen més de 5 unitats de qualsevol producte sanguini. Els pacients que només van rebre sang sencera van necessitar menys suplementes de calci (250 mg vs. 2000 mg), però, tot i això, van presentar risc d'hipocalcèmia.
Conclusions/ Implicacions pràctiques	La sang sencera no protegeix contra la hipocalcèmia, tot i que tingui menys citrat. El factor determinant és el volum total de sang transfosa, no el tipus de producte. La reposició d'aquest electròlit ha de ser una prioritat en la reanimació hemostàtica per reduir la mortalitat.

Taula 13. *Ionised calcium levels during trauma resuscitation in predicting outcomes a prospective cohort study*¹⁶.

Autor/Any/País	Ramesh Vaidyanathan, et al. (2025). Índia.
Tipus article/ Disseny	Article original. Disseny quantitatiu, observacional, cohorts (busca una associació causal).
Subjectes/ Àmbit	200 pacients amb trauma agut i hemorràgia (àmbit: centre de trauma nivell 1).
Dimensions/Intervenció	Determinar la prevalença de la hipocalcèmia en el moment de l'arribada a l'hospital i analitzar la seva relació amb les necessitats transfusionals i la mortalitat en el pacient traumàtic.
Resultats	El 72,5% dels pacients ja presenten hipocalcèmia en el mateix moment de l'arribada a urgències (abans de rebre grans transfusions). Aquesta està associada significativament amb una major necessitat de transfusions de sang i es confirma que és un predictor independent de mortalitat.
Conclusions/ Implicacions pràctiques	La hipocalcèmia no només la causa el citrat, sinó el propi trauma. Cal mesurar el calci iònic immediatament a l'arribada, ja que la majoria dels pacients ja venen hipocalcèmics.

Taula 14. *The simplest solution may be good, but is it good enough? Evaluating the effect of a nudge to administer calcium during blood product resuscitation for traumatic injuries*¹⁷.

Autor/Any/País	Daniela Schmulevich, et al. (2025). EUA.
Tipus article/ Disseny	Article original. Dissenys quantitatiu, quasiexperimental, longitudinal (pre-post).
Subjectes/ Àmbit	41 membres de l'equip de trauma i 25 pacients amb trauma greu, els quals complien els criteris d'inclusió (reanimació amb productes sanguinis). (Àmbit: centre de trauma, nivell 1).
Dimensions/Intervenció	Comprovar l'impacte en el compliment del protocol (donar ≥ 1 dosi de calci cada 4 unitats de sang) i en els nivells de calci iònic dels pacients mitjançant l'ús de cartells informatius.
Resultats	El 83% dels membres de l'equip de trauma no coneixien o no estaven segurs de les recomanacions actuals sobre el calci abans de l'estudi. L'ús de cartells va augmentar l'adherència a les guies en un 6,5%, tot i que no va ser estadísticament significatiu (per la mostra petita). Hi va haver menys casos d'hipocalcèmia extrema en el grup on hi havia els cartells.
Conclusions/ Implicacions pràctiques	Això suggereix que la solució no és només saber que el calci és important, sinó crear sistemes (com cartells, recordatoris o alertes en la història clínica) per garantir que el calci, el quart vèrtex del "Diamant de la Mort", no s'oblidi durant la transfusió massiva.

Taula 15. *Trauma Diamond of Death: Adding Calcium to the Lethal Triad*¹⁸.

Autor/Any/País	Mills J, et al. (2024). EUA.
Tipus article/ Disseny	Revisió bibliogràfica. Disseny descriptiu.
Subjectes/ Àmbit	Pacients traumàtics (àmbit hospitalari).
Dimensions/Intervenció	Anàlisi del model del "Diamant de la Mort" i del paper de la infermera d'emergències en la vigilància de la hipocalcèmia.
Resultats	El 50% dels pacients ja presenten hipocalcèmia a l'arribada a urgències, i aquesta xifra s'eleva fins al 97% en aquells que requereixen transfusió massiva a les 24 hores. Aquest dèficit de calci afecta la contractilitat miocàrdica, el to vascular i la força del coàgul, bloquejant així la cascada de coagulació.

Conclusions/ Implicacions pràctiques	La hipocalcèmia agreuja cada element de la tríada letal, pel que evolucionar del model de la tríada al del diamant, és una necessitat clínica. Com que molts protocols de transfusió encara no inclouen l'administració de calci, la infermera ha d'anticipar-se amb l'objectiu de reduir el sagnat i la mortalitat.
--------------------------------------	--

Taula 16. *Damage control in the intensive care unit: What should the intensive care physician know and do*¹⁹?

Autor/Any/País	Vargas, et al. (2021). Colòmbia.
Tipus article/ Disseny	Revisió bibliogràfica. Disseny descriptiu.
Subjectes/ Àmbit	Pacients amb trauma greu sotmesos a DCS (àmbit hospitalari: Unitat de Cures Intensives).
Dimensions/Intervenció	Anàlisi de les estratègies de DCR en l'àmbit de l'UCI. Es descriuen les alteracions fisiopatològiques del pacient crític i les consideracions terapèutiques pel seu abordatge integral postquirúrgic.
Resultats	El pacient que arriba a l'UCI després d'una DCS encara presenta hemorràgia i hipoperfusió.
Conclusions/ Implicacions pràctiques	La DCR no finalitza al quiròfan. El trasllat a l'UCI representa una fase crítica on la prioritat absoluta continua sent la reversió de l'acidosi, la hipotèrmia i la coagulopatia iniciades durant l'hemorràgia massiva. El maneig en aquesta unitat ha de ser una extensió del control de danys iniciat a Urgències, garantint així la continuïtat assistencial i l'estabilització del pacient.

Taula 17. *Lactate and base excess (BE) as markers of hypoperfusion and mortality in traumatic hemorrhagic shock in patients undergoing Damage Control: a historical cohort*²⁰.

Autor/Any/País	Reese F, et al. (2024). Brasil.
Tipus article/ Disseny	Article original. Disseny quantitatiu, observacional, cohort històrica (retrospectiu).
Subjectes/ Àmbit	Pacients adults amb xoc hemorràgic traumàtic des de l'ingrés fins a les 24 hores d'estada (àmbit hospitalari: Unitat de Cures Intensives).
Dimensions/Intervenció	Avaluació del lactat i l'excés de bases (BE) com a marcadors d'hipoperfusió tissular i predictors de mortalitat.
Resultats	L'estudi confirma que un BE < -6 mmol/L és un indicador precoç més específic que el lactat per predir la mortalitat. Aquest marcador reflecteix com l'organisme consumeix les seves reserves per mantenir el pH en un context d'acidosi per xoc, permetent detectar l'afectació hemodinàmica abans que el metabolisme anaeròbic elevi significativament els nivells de lactat.
Conclusions/ Implicacions pràctiques	El BE és un indicador ràpid i accessible que permet identificar la hipoperfusió oculta. El seu monitoratge durant les primeres 24 hores a l'UCI és fonamental per guiar la reanimació i predir amb precisió el pronòstic del pacient traumàtic greu.

4. DISCUSSIÓ

4.1 Identificació precoç: diagnòstic del xoc

L'evidència actual subratlla que el pronòstic del pacient traumàtic depèn críticament de la rapidesa en la identificació del xoc. Existeix un consens general que el monitoratge continu de la pressió arterial i la freqüència cardíaca és essencial, no obstant això, confiar exclusivament en la pressió arterial sistòlica (PAS) pot retardar el diagnòstic de forma perillosa. Els mecanismes compensatoris

poden emmascarar una pèrdua volèmica significativa, mantenint una PAS normal fins a estadis avançats. Per aquest motiu, la hipotensió (PAS < 90 mmHg) s'ha de considerar un signe tardà de col·lapse circulatori^{3,5,21}. Davant d'aquesta limitació, els experts prioritzen l'ús de l'Índex de Xoc (IS) com a eina de detecció precoç. Aquest índex es calcula dividint la freqüència cardíaca per la pressió arterial sistòlica. En condicions normals, el resultat és igual o inferior a 0,7. En canvi, segons les directrius de l'ATLS, un valor igual o superior a 1 es relaciona amb una mortalitat més alta, mentre que un valor a partir de 0,8 ja es relaciona amb la necessitat de transfusions de sang, cirurgia urgent i estades hospitalàries més llargues³. Existeixen altres indicadors clau de xoc com l'ETCO₂ (el diòxid de carboni que s'expulsa al final de l'expiració). Aquest valor és un reflex directe de la perfusió pulmonar, pel que, una lectura baixa (< 26–28,5 mmHg en adults) ens indica que el cor no està enviant prou sang cap als pulmons (baixa la despesa cardíaca). Com a conseqüència, l'intercanvi de gasos és pobre i el capnògraf detecta poc diòxid de carboni, ja que aquest no arriba a ser expulsat^{3,5}. Com a complement, la Guia Europea posa el focus en la pressió pols (PP), la diferència entre la pressió màxima i la mínima (PAS - PAD). Quan el cos detecta una pèrdua de sang, activa una vasoconstricció generalitzada per intentar mantenir la perfusió en els òrgans vitals. Aquest mecanisme fa que la pressió mínima (PAD) es mantingui estable o fins i tot pugui pujar, mentre que la màxima (PAS) va caient progressivament a causa de la manca de volum sanguini per expulsar. Si aquesta diferència es torna molt petita (< 40 o < 30 mmHg), ens trobem davant d'un senyal d'alerta d'hemorràgia greu que s'associa directament amb la necessitat de transfusió massiva i cirurgia d'emergència²¹. Més enllà del monitoratge d'aquests paràmetres, l'exploració física és fonamental: signes clínics com el retard en el temps d'ompliment capil·lar, la disminució de la diüresi (oligúria), el debilitament dels polsos perifèrics i l'alteració de l'estat mental (des de l'agitació fins a l'estupor), són manifestacions directes d'una perfusió tissular compromesa que obliguen a una actuació immediata³.

Davant la sospita de xoc, especialment quan l'hemorràgia és oculta i difícil d'identificar, les proves d'imatge ràpides són determinants. L'eina estrella a peu de llit és l'eFAST (*Extended focused assessment with sonography in trauma*), extremadament útil per detectar de forma immediata fluid lliure a l'abdomen (principalment a les zones del fetge, ronyó i pelvis), al voltant del cor (tamponament

pericàrdic) i, a diferència del FAST convencional (*Focused assessment with sonography in trauma*), també inclou l'avaluació de la zona de la cavitat pleural per descartar la presència de pneumotòrax o hemotòrax^{3,21}. Cada regió positiva en l'examen FAST s'associa directament amb un augment del risc de necessitar una transfusió massiva⁵. L'ús d'aquesta tècnica destaca per la seva alta especificitat: si el resultat és positiu, és pràcticament segur que hi ha sagnat. Per contra, el seu punt feble és una baixa sensibilitat: un FAST negatiu no exclou que el pacient tingui una lesió interna greu. En aquests casos, existeixen maniobres com girar el pacient cap a la dreta o realitzar el protocol "FAST-PLUS" (on s'inclou l'exploració de la sínfisi pubiana) per reduir el nombre de falsos negatius. Finalment, quan cal localitzar amb precisió la font del sagnat i prioritzar les intervencions, el TC de cos sencer és l'eina més eficaç. L'evidència confirma que la realització d'un TC en els primers 19 minuts des de l'arribada està directament relacionada amb una disminució de la mortalitat per exsanguinació²¹.

Pel que fa a les proves de laboratori, l'hemograma, el perfil de coagulació (INR, TP, plaquetes, fibrinogen) i l'analítica de gasos arterials (GSA) proporcionen informació crucial sobre l'estat hemodinàmic³. El xoc persistent condueix a una mala perfusió tissular amb un augment del metabolisme anaeròbic. Aquest procés genera un augment del lactat i, com a conseqüència, una caiguda del pH que condueix a l'acidosi metabòlica. Per aquest motiu, és fonamental determinar el lactat sèric i el dèficit de bases (BE) per facilitar la identificació del xoc i guiar el tractament^{3,5,21}. Tot i que el lactat reflecteix de manera més específica el grau d'hipoperfusió tissular, l'evidència suggereix que un BE inferior a -6 mmol/L és un indicador més precoç per predir la mortalitat. Mentre que el lactat requereix que el metabolisme anaeròbic estigui més instaurat per elevar-se, el BE reflecteix de forma gairebé instantània l'esgotament dels sistemes amortidors (com el bicarbonat) per mantenir el pH, permetent detectar abans l'afectació hemodinàmica i la hipoperfusió oculta²⁰. En conjunt, la síntesi d'aquests indicadors dinàmics permet a l'equip d'infermeria liderar una identificació precoç i iniciar el PTM de manera immediata.

4.2 Pilars de la Reanimació de Control de Danys (DCR)

4.2.1 Control de l'hemorràgia

Un cop identificat l'estat de xoc, el consens en la literatura estableix que la prioritat absoluta de la DCR és aturar l'hemorràgia i, simultàniament, restaurar el volum vascular per garantir la perfusió orgànica. És fonamental subratllar que la reposició de volum només serà eficaç per revertir el xoc quan el punt de sagnat s'hagi controlat; d'una altra manera, l'aportació de fluids sense hemostàsia només agreuja aquest sagnat i la coagulopatia. Per aquest motiu, seguint l'algoritme xABCDE, el control de l'hemorràgia exsanguinant precedeix qualsevol altra maniobra³. En el cas de les hemorràgies internes, per tant, no compressibles, es tractaran a la "C" (Circulació).

No obstant això, sorgeix un debat crític: evidència emergent i estudis recents, com el de Ferrada (2018), proposen que, en el cas d'hemorràgies internes, s'ha de prioritzar la circulació primer (seguint la seqüència CAB). Aquesta estratègia defensa que el maneig de la via aèria previ a l'estabilització hemodinàmica, pot precipitar al col·lapse circulatori. En l'estudi de Ferrada, es va comparar pacients sotmesos a la reanimació clàssica ABC versus aquells que van rebre una transfusió d'hemoderivats abans de qualsevol manipulació de la via aèria. Els resultats van demostrar que el canvi en la seqüència no generava un augment en la mortalitat, confirmant que realitzar un maneig hemostàtic i hemodinàmic precoç és una pràctica segura⁹.

Hemorràgia compressible

L'ús del torniquet és una mesura salvavides que redueix dràsticament la mortalitat en traumatismes greus a les extremitats. Tot i la por històrica a les seqüeles, l'evidència actual confirma que les complicacions són poc freqüents, sent la paràlisi nerviosa transitòria la més comuna. En zones on un torniquet normal no arriba (com l'engonal o l'axil·la), els torniquets juncionals s'han demostrat segurs per comprimir vasos vitals, malgrat la seva utilitat clínica i l'impacte en el pronòstic estan poc estudiats⁵.

D'altra banda, els apòsits hemostàtics han demostrat ser segurs i superiors a les gases convencionals pel control de l'hemorràgia, associant-se a una disminució dels productes transfosos quan s'utilitzen per a l'empaquetament pèlvic^{5,21}. Aquesta tècnica consisteix en el tamponament mecànic dels focus hemorràgics

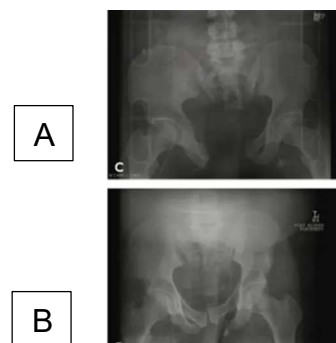
mitjançant l'aplicació a pressió de compreses o gases quirúrgiques directament sobre la font del sagnat, el que permet un control ràpid del sagnat evitant així que el pacient esgoti les seves reserves fisiològiques. Actualment, es disposa d'una àmplia gamma d'agents hemostàtics locals que serveixen de complement a la cirurgia, basats en compostos com el col·lagen o la gelatina (sovint combinats amb procoagulants), la cel·lulosa absorbent o oxidada, productes derivats de la fibrina, coles o adhesius sintètics amb propietats segelladores, substàncies com la poli-N-acetil-glucosamina (derivada de la quitina) o minerals com el caolí i la zeolita. L'elecció d'aquests agents tòpics ha de considerar factors crítics com el tipus i gravetat del sagnat, l'estat de coagulació del pacient i les característiques químiques de cada producte²¹.

Davant la sospita d'una fractura de pelvis, la col·locació immediata d'un cinturó pelvià (o falla) és una intervenció crítica que pot salvar la vida, tant en l'entorn prehospitalari com en la reanimació inicial a urgències^{3,21}. Aquesta maniobra consisteix a aplicar un dispositiu de compressió o un llençol al voltant dels trocànters majors (Figura 2), garantint així el tancament de l'anell pelvià. L'objectiu principal és la prevenció de la rotació externa dels malucs; per aquest motiu, es recomana lligar les extremitats inferiors amb els malucs en rotació interna sempre que sigui possible. Aquesta alineació ajuda a reduir el volum intern de la cavitat, aturant l'acumulació massiva de sang abans de l'abordatge quirúrgic (Figura 3)³.

(Figura 2): Tècnica de col·locació del dispositiu de compressió pelviana, centrat sobre els trocànters majors. Font: l'11a Edició del manual de Suport Vital Avançat en Trauma (ATLS)³.



(Figura 3): Radiografia comparativa d'una fractura en "llibre obert", pre (A) i post (B) aplicació del cinturó pelvià, mostrant la reducció de l'espai intern. Font: l'11a Edició del manual de Suport Vital Avançat en Trauma (ATLS)³.



Hemorràgia no compressible

Pel que fa a les maniobres de control mecànic de l'hemorràgia interna, els autors coincideixen a suggerir l'ús del REBOA (*Resuscitative Endovascular Balloon Occlusion of the Aorta*) com a mètode de control temporal del sagnat^{5,6,8,21}. Aquesta tècnica consisteix en la inserció d'un baló per via femoral fins a l'aorta, la qual cosa permet un clampeig endovascular que actua com a pont temporal cap a la cirurgia. Tot i que a l'Amèrica del Nord el seu ús s'ha centrat històricament en el trauma infradiafragmàtic, s'han descrit resultats clínics favorables, fins i tot en el trauma toràcic⁸. Malgrat la seva utilitat per guanyar temps vital, l'evidència sobre si millora la supervivència a llarg termini continua sent contradictòria, ja que el seu ús s'associa a complicacions isquèmiques potencials greus^{6,21}. L'oclusió aòrtica deté el flux sanguini cap als ronyons, els intestins i les extremitats inferiors, provocant isquèmia, fet que pot derivar en una fallada multiorgànica. Per aquest motiu, l'evidència més recent subratlla la necessitat d'una limitació estricta del temps d'oclusió per minimitzar aquestes seqüeles: es recomana un temps inferior als 15 minuts per a la Zona I (aorta toràcica situada sobre el diafragma i el tronc cel·lac; s'utilitza per aturar hemorràgies abdominals massives i derivar el flux cap al cervell i les coronàries) i inferior als 30 minuts per a la Zona III (aorta infrarenal/pelviana situada sobre la bifurcació de les artèries ilíacques, utilitzada principalment en hemorràgies pèlviques massives)^{5,6}.

A causa d'aquests riscos, el REBOA es considera una mesura d'últim recurs que s'activa exclusivament quan les maniobres de reanimació inicials fallen i la pressió arterial sistòlica (PAS) cau per sota dels 70 mmHg. En definitiva, la versatilitat del REBOA permet aturar l'hemorràgia interna de forma provisional per guanyar el temps necessari fins a la realització de la DCS pel tractament definitiu de les lesions⁸.

4.2.2 Cirurgia de control de danys (DCS)

Un cop a quiròfan, el cirurgià ha de decidir entre una reparació definitiva o una DCS. Tot i que manquen dades d'alta qualitat sobre quan utilitzar-la, se sap que, tot i que aquesta tècnica pot reduir la mortalitat del 89% al 23%, no està exempta de riscos: s'associa a infeccions intraabdominals, fístules enterocutànies i hèrnies ventrals. Per aquest motiu, la DCS es reserva per a pacients inestables (quan la cirurgia definitiva no és factible) sota les següents indicacions: incapacitat per

controlar l'hemorràgia, la necessitat de volums massius de reanimació, un patró de lesió identificat durant l'operació, la necessitat de reconstrucció de la paret abdominal o toràcica per etapes i la presència i severitat de la tríada letal (acidosi, hipotèrmia i coagulopatia)⁵. En aquest sentit, en el trauma toràcic, l'evidència suggereix que un dèbit inicial al drenatge superior a 1500 mL, o una pèrdua sostinguda major a 200 mL/h durant 2-4 hores, són criteris d'activació per a una toracotomia immediata. Paral·lelament, en l'àmbit abdominal, una ecografia FAST positiva (presència de líquid lliure) s'ha consolidat com un predictor de la necessitat de laparotomia terapèutica en les primeres 6 hores des de l'arribada al centre de trauma⁵.

En aquests casos, es prioritza una intervenció ràpida per sobre de la reparació anatòmica completa mitjançant una estratègia dividida en tres etapes. En la primera fase, es realitza el control quirúrgic de l'hemorràgia mitjançant tècniques com l'empaquetament, l'oclusió de l'aorta amb baló o l'estabilització de fractures, així com el control de la contaminació peritoneal.

Una vegada assolit el control precoç de l'hemorràgia, es procedeix al tancament temporal de l'abdomen amb dispositius de segellat al buit o sutures simples de la pell, permetent així, una reintervenció ràpida i el trasllat immediat a la Unitat de Cures Intensives (UCI) per continuar la reanimació^{7,8,11,18}. Idealment, aquesta fase quirúrgica inicial s'ha de realitzar en un temps màxim de 90 minuts per minimitzar les alteracions metabòliques significatives, amb l'objectiu de revertir la "tríada letal" (coagulopatia, hipotèrmia i acidosi)^{11,18,21}. Un cop restaurada la fisiologia normal del pacient, normalment en les 24 hores posteriors a la cirurgia inicial, s'ha de realitzar el retorn a la sala d'operacions pel tractament quirúrgic definitiu¹¹.

4.2.3 Restauració del volum vascular

L'abordatge inicial del pacient traumàtic requereix l'establiment immediat d'un accés vascular per garantir una administració oportuna de líquids, un factor que es considera crític per a la supervivència³. Actualment, alguns autors proposen la seqüència "A-A-B-C-D-E", on la doble "A" inicial prioritza la consecució simultània d'accessos arterials i venosos. Aquesta estratègia defensa que disposar d'una línia arterial des del primer moment, permet combinar tant la reanimació volèmica com la preparació per a procediments d'intervenció avançats, com ara el REBOA⁸. Per contra, l'enfocament clàssic de manuals com l'ATLS, mantenen que la prioritat

absoluta ha de ser la canalització ràpida almenys de dos catèters intravenosos perifèrics de gran calibre (18G o superior, idealment 16G). Aquesta recomanació es fonamenta en la Llei de Poiseuille, segons la qual el radi del catèter és el factor que més influeix en la velocitat del flux de reanimació^{3,5}.

Tanmateix, en cas que el col·lapse vascular dificulti l'accés perifèric, l'accés intraossi és l'alternativa d'elecció. S'ha demostrat que és tan ràpid d'instaurar com la via perifèrica i presenta el doble de probabilitats d'èxit en el primer intent⁵. Els punts d'inserció preferents són el cap de l'húmer i la tibia proximal. No obstant això, cal evitar sempre ossos amb fractures, especialment la inserció en una zona distal, ja que, degut al sistema venós medul·lar (on la circulació és via ascendent), els fluids i els fàrmacs introduïts s'escaparien pel focus de la lesió abans d'arribar a la circulació sistèmica, augmentant el risc de síndrome compartimental per extravasació³.

Finalment, en pacients amb una inestabilitat severa, es pot optar per la cateterització venosa central o femoral d'alt flux (5-7 Fr). Aquesta darrera no només serveix per a l'administració de derivats sanguinis i la presa de mostres, sinó que facilita l'intercanvi amb introductors de major mida si es requereix de maniobres hemostàtiques endovasculares com l'ús del REBOA o el monitoratge invasiu de la pressió arterial^{3,8}.

Hipotensió Permissiva

La restauració del volum vascular fins a una pressió arterial "normal" en casos d'hemorràgia no controlada (ja sigui mitjançant l'administració de productes sanguinis o de cristal·loides) pot ser perjudicial, ja que l'augment de la pressió hidroestàtica pot desplaçar els coàguls que s'estan formant i exacerbar el sagnat³. Per evitar-ho, s'utilitza l'estratègia d'hipotensió permissiva, que consisteix a mantenir una pressió arterial sistòlica (PAS) per sota dels nivells fisiològics o fins a detectar un pols radial palpable mentre el sagnat no estigui controlat^{3,6,11,12}. Un cop s'ha aconseguit el control definitiu del sagnat, s'ha de procedir a obtenir una pressió arterial normal, guiant sempre l'administració de líquids mitjançant una avaluació continuada de la resposta clínica del pacient¹². Tot i les lleugeres variacions entre autors que situen el rang entre els 70-100 mmHg, 80-100mmHg o 80-90mmHg, l'objectiu predominant en el xoc hemorràgic és el manteniment d'una PAS aproximada de 90 mmHg que busca garantir una perfusió mínima dels

òrgans vitals mantenint una vasoconstricció adequada. Una pressió excessiva per un subministrament elevat de líquids no només trenca aquest equilibri, sinó que disminueix la viscositat de la sang, dilueix els factors de coagulació i pot causar hipotèrmia si els fluids no s'han escalfat prèviament, empitjorant així, el pronòstic vital^{6,10,11,12}. De fet, la millora de la mortalitat associada a aquesta tècnica es deu, probablement, a la restricció global de líquids més que a l'objectiu específic de pressió arterial¹².

No obstant això, aquesta tècnica requereix matisos importants segons el perfil del pacient. En aquells amb Traumatisme Cranioencefàlic (TCE) o lesió medul·lar, l'objectiu de PAS ha de ser superior (>100-110 mmHg) per garantir una pressió de perfusió cerebral adequada i evitar danys isquèmics secundaris^{5,3,6,12}. Així mateix, s'ha d'aplicar amb extrema precaució en pacients d'edat avançada o amb antecedents d'hipertensió crònica, on els mecanismes d'autoregulació poden estar alterats^{7,12,21}.

Restricció de Fluids

Actualment, existeix un consens ampli a favor d'abandonar la reanimació agressiva amb cristal·loides. Aquesta restricció, però, no s'ha de confondre amb una demora en el tractament: l'administració de fluids s'ha d'iniciar tan bon punt es sospiti d'una pèrdua de sang evident, sense esperar a la disminució de la pressió arterial o a procediments diagnòstics com l'eFAST o l'escaneig per TC. L'evidència subratlla que els glòbuls vermells i la sang sencera són els líquids de reanimació ideals³. Quan aquests no estan disponibles de manera immediata, o en escenaris prehospitalaris on el temps de trasllat pot ser prolongat, la reanimació s'ha de basar en la restricció de fluids, iniciant-se amb petits volums (250-500 mL) de solucions cristal·loides equilibrades, com el Ringer Lactat o el Plasmalyte^{3,11}. Aquests líquids, amb un pH i una concentració d'electròlits gairebé idèntics als de la sang humana, mantenen millor l'estat àcid-base del pacient. Tot i ser l'opció preferent davant l'absència de sang, cal recordar que no transporten oxigen i que una administració excessiva dilueix la concentració d'hematies restant.

En aquest sentit, és crucial limitar l'ús de cristal·loides a un màxim d'1-1,5 litres, ja que aquests fluids, en no contenir proteïnes ni cèl·lules, disminueixen la pressió oncòtica, afavorint la fuga de líquid cap a l'espai extravascular, un fenomen que es veu agreujat per l'alta permeabilitat capil·lar pròpia del xoc i la resposta

inflamatòria sistèmica^{3,12,21}. L'acumulació de líquid a l'interstici augmenta el risc de patir la Síndrome de Dificultat Respiratòria Aguda (SDRA) en un 9% per cada 500 mL addicionals infundits^{5,12}. Alhora, afavoreix l'aparició de la Síndrome Compartimental Abdominal a causa de l'edema de les vísceres, les quals poden segrestar litres de fluid i arribar a duplicar la seva mida original, fet que augmenta la pressió intraabdominal, compromentent la perfusió d'altres òrgans com el fetge o els ronyons^{6,7,12}.

Respecte a la selecció del fluid, s'ha d'evitar l'administració de Sèrum Salí al 0,9%, especialment en casos d'acidosis greu²¹. Atès que el clor és àcid, la seva administració en un pacient amb acidosis metabòlica pel xoc provoca una acidosis hiperclorèmica que impedeix el funcionament de les proteïnes de la coagulació, augmentant el sagnat i la incidència de lesió renal^{11,12,21}. Pel que fa a l'ús de solucions col·loïdes i hipertòniques, s'ha de restringir, ja que no han demostrat beneficis superiors³. Concretament, en el cas dels col·loïdes sintètics (solucions de midó i gelatina) alteren la coagulació i la funció plaquetària en recobrir la superfície de les plaquetes, dificultant la seva agregació²¹.

Estratègia Transfusional

L'alteració de la coagulació en el pacient de trauma és multifactorial, però es reconeixen dues categories principals: la coagulopatia traumàtica aguda i la coagulopatia dilucional o associada amb la ressuscitació. La primera és ocasionada pel dany tissular i el xoc, i correspon a un 25-35% dels pacients al seu ingrés a l'hospital. Respecte a la coagulopatia associada a la ressuscitació, està relacionada amb la dilució dels factors de coagulació a conseqüència de l'administració de líquids per reemplaçar la pèrdua sanguínia, inclosos els hemocomponents que, pel seu contingut de citrat, poden ocasionar hipocalcèmia i comprometre la coagulació. A aquesta hemodilució se li sumen les alteracions causades per l'acidosis i la hipotèrmia secundàries a la hipoperfusió¹⁹.

Davant d'aquest escenari, el major repte en el control del sagnat és identificar si l'hemorràgia es deu a la lesió anatòmica o a la pròpia TIC^{12,14}. Per revertir aquest procés, s'ha passat de les infusions de gran volum de cristal·loïdes a una estratègia de transfusió equilibrada o de proporció fixa (ràtio 1:1:1). Aquest mètode consisteix a administrar plasma, plaquetes i hematies en quantitats iguals per aproximar-se a la composició de la sang sencera, resolent l'acidosis i prevenint el

dany endotelial en lloc de contribuir a la dilució ^{3,7,12}. Tot i que la ràtio 1:1:1 ha demostrat millorar l'hemostàsia i reduir les morts per exsanguinació, altres estudis suggereixen que l'ús de sang sencera de tipus O podria ser encara més eficaç, qüestionant si la fragmentació de components és realment l'estratègia més eficient^{3,5,9,10,21}. La sang sencera, en no estar processada, manté un hematòcrit superior (35-40%) davant del 29% que s'aconsegueix amb la barreja de components separats, la qual es veu diluïda pels líquids de conservació de cada bossa individual. A més, presenta una millor funció plaquetària amb menys càrrega de conservants i anticoagulants²¹. L'ús de la sang total ressorgeix a partir dels primers conflictes bèl·lics del segle XXI, particularment en les guerres de l'Afganistan i Iraq; no obstant això, aquesta pràctica no és fàcilment aplicable en l'àmbit civil. A Espanya, el sistema de donació està organitzat per fraccionament, fet que suposa un repte logístic i econòmic. Per això, la ràtio 1:1:1 continua sent l'estratègia de referència en l'àmbit hospitalari, ja que permet simular la sang sencera de forma accessible en pocs minuts¹⁰.

Per fer operativa aquesta estratègia, tot hospital ha de disposar d'un PTM adaptat als seus recursos per garantir una resposta coordinada i multidisciplinària en situacions temps-dependents. La funció de la infermera és vital en l'execució del protocol i en el monitoratge per aconseguir el control definitiu de l'hemorràgia. La definició clàssica de Transfusió massiva (TM) es basa en la transfusió de 10 o més unitats d'hematies en 24 hores, però actualment es prefereixen definicions dinàmiques més útils en urgències, com l'administració de 3 unitats d'hematies en 1 hora o 4 components en 30 minuts o segons el sagnat: més de 150 ml/min o pèrdua del 50% de la volèmia en menys de 3 hores¹⁰. Per tant, es recomana l'ús de ràtios balancejades (1:1:1 o 1:1:2) mitjançant l'activació de paquets que solen iniciar-se amb 6 unitats de concentrat d'hematies, juntament amb 6 unitats de plasma i 1 dosi terapèutica de plaquetes (equivalent a un pool de 6 donants), garantint així que el pacient rebi tots els components de la sang de forma proporcional des de l'inici ²¹.

Pels pacients amb hemorràgia activa i aquells en situació de risc vital imminent, el grup O d'hematies i el plasma AB es transfonen ràpidament fins que estiguin disponibles productes de tipus específic i amb prova creuada. Aquesta elecció es basa en el fet que els hematies del grup O actuen com a donants universals en manca d'antígens A i B, mentre que el plasma AB és el donant universal de

plasma en mancar d'anticossos anti-A i anti-B. Pel que fa al factor Rh, s'han de prioritzar els productes Rh negatiu en pacients que puguin tenir fills i Rh positiu en els altres³. Tanmateix, en escenaris d'urgència vital, l'administració de sang O+ en dones Rh negatiu no s'hauria de considerar una barrera, ja que el risc de mortalitat per hemorràgia supera amb diferència el de l'alloimmunització, el qual és gestionable posteriorment⁹.

La gestió de cada component s'ha d'ajustar a objectius clínics més que analítics, ja que en la fase aguda l'hemoglobina pot no reflectir la pèrdua real. L'evidència actual suggereix que no hi ha danys associats a mantenir un llindar restrictiu (70-80 g/L d'hemoglobina) en comparació amb llindars més elevats (> 90-100 g/L). Atès que el xoc hemorràgic evoluciona ràpidament, cal anticipar-se a la caiguda de l'oxigenació, tenint en compte la situació clínica del pacient (nivell de consciència, pols, pressió arterial, lactat i excés de bases) i individualitzant la decisió en el seu conjunt^{10, 21}.

Pel que fa al plasma, es recomana l'administració precoç en el tractament de l'hemorràgia, tot i els inconvenients que presenta, com el temps d'espera pel descongelament i els riscos de reaccions adverses greus, com ara la sobrecàrrega circulatòria (especialment si coexisteix insuficiència cardíaca) o la lesió pulmonar aguda¹⁰.

Quant a les plaquetes, després d'una pèrdua aguda de sang, aquestes són alliberades a la circulació des de la medul·la òssia i la melsa, fet que dona com a resultat un recompte plaquetari relativament normal durant les etapes inicials de l'hemorràgia. Per tant, tot i que el recompte pugui semblar correcte a l'arribada, pot caure dràsticament en les primeres 1-2 hores de reanimació. Existeix un consens general en que el nombre de plaquetes s'ha de mantenir per sobre de 50.000/mm³ en pacients amb sagnat agut^{10,19,21}. Actualment, s'emmagatzemen a temperatura ambient (20-24°C) amb una durada de només 5 dies degut al risc de contaminació bacteriana. Pel que fa a les plaquetes conservades en fred (entre 2 i 6°C) han despertat un gran interès clínic. L'emmagatzematge en fred provoca canvis conformacionals en els seus receptors de superfície que, tot i induir una eliminació hepàtica prematura (en menys de 24 hores), les fan més efectives en presentar una activació més ràpida i una capacitat hemostàtica superior. Així doncs, malgrat que la seva supervivència circulatòria a llarg termini sigui menor,

la seva eficàcia immediata les converteix en una eina potencialment millor pel control de l'hemorràgia crítica¹⁰.

Tests viscoelàstics (ROTEM/TEG)

En el maneig del xoc hemorràgic, un diagnòstic ràpid i exacte de la coagulopatia és determinant per a la supervivència. Tradicionalment, s'han utilitzat les proves de coagulació estàndard, com el temps de protrombina (TP), la ràtio internacional normalitzada (INR de laboratori), el temps de tromboplastina parcial activada (TTPa), la mesura de la concentració de fibrinogen i el recompte de plaquetes. No obstant això, aquestes proves presenten limitacions: tenen una capacitat limitada per reflectir la dinàmica real de l'hemostàsia en el pacient, són pobres predictores del sagnat i requereixen un temps de processament al laboratori massa elevat que no s'ajusta a la urgència del trauma^{19,10}. En aquest sentit, s'ha observat que l'INR de laboratori pot trigar una mitjana de 66 minuts, un retard en pacients amb hemorràgia crítica on cada minut compta. A més, el recompte de plaquetes pot resultar enganyós, ja que un valor normal no garanteix que aquestes siguin funcionals després d'un trauma greu⁹.

Com a alternativa a les proves de laboratori, han sorgit tècniques de monitoratge a peu de llit. Una de les més utilitzades per la seva agilitat és l'INR *Point-of-care*, una versió ràpida i econòmica de l'INR basada en la mateixa tecnologia simplificada que s'utilitza pel control del tractament amb Sintrom. Aquest dispositiu permet identificar en qüestió de segons un INR > 1.5, dada que actua com un predictor precoç i d'alerta, associant-se amb una probabilitat sis vegades superior de requerir una transfusió massiva⁹. No obstant això, mentre l'INR només ofereix una "foto fixa" del temps que triga a iniciar-se la coagulació, els tests viscoelàstics (VEM), com la tromboelastografia (TEG) i la tromboelastometria rotacional (ROTEM) permeten analitzar tot el cicle de vida del coàgul en temps real: des de la formació de la primera xarxa de fibrina fins que el coàgul assoleix la seva màxima força i, finalment, es desfà o es trenca^{10,6}. Aquesta anàlisi permet anar més enllà i identificar amb precisió la causa exacta de la fallida hemostàtica. Mitjançant el mesurament objectiu de la força i l'elasticitat del coàgul, el VEM permet diferenciar si el sagnat es deu a un dèficit de factors de coagulació, a una manca de fibrinogen, a una disfunció de les plaquetes, o a una hiperfibrinòlisi (quan el coàgul es destrueix prematurament)^{10,6,21}. Aquesta capacitat de detectar

la fragilitat del coàgul fa que aquests dispositius siguin molt més sensibles i específics que l'INR per guiar una teràpia substitutiva personalitzada, permetent administrar exactament el component sanguini que el pacient necessita en cada fase de l'hemorràgia. Cal destacar, però, que cap d'aquestes proves (ni les estàndard ni les viscoelàstiques) reflecteix l'efecte real de la hipotèrmia en la coagulació, ja que ambdues es realitzen a una temperatura estandarditzada de 37°C¹⁹.

L'evidència recomana una estratègia de ressuscitació dirigida per objectius guiada pel monitoratge viscoelàstic. Aquest enfocament, conegut com a "concepte de Copenhague" o enfocament híbrid, proposa iniciar la reanimació amb proporcions fixes de components sanguinis (o sigui, iniciar el PTM) per, tan aviat com es tinguin els resultats del VEM, realitzar la transició cap a una teràpia personalitzada. Aquesta precisió permet una presa de decisions més ràpida, millora la supervivència, redueix el malbaratament d'hemoderivats i evita transfusions innecessàries, protegint així la funció renal del pacient^{21,10}.

No obstant això, l'assaig ITACTIC (2024), introdueix una visió crítica: tot i que els pacients monitorats amb VEM reben tractaments més dirigits i precoços, l'estudi no va mostrar una reducció global de la mortalitat en comparació amb les proves convencionals. L'avantatge d'un diagnòstic ràpid es veu limitat per retards logístics en l'entrega del tractament (com el temps de descongelació del plasma o el transport des del banc de sang). Per tant, el benefici real del ROTEM o el TEG només s'assoleix si s'acompanya d'una logística eficient. La correcció de la TIC no depèn exclusivament de millors eines diagnòstiques, sinó de la capacitat del sistema hospitalari per subministrar les teràpies hemostàtiques eficaces de forma gairebé instantània¹³.

4.2.4 Teràpia coadjuvant i farmacològica

Fibrinogen

El fibrinogen és el primer factor a esgotar-se en el trauma greu, i la seva correcció és una prioritat absoluta per garantir la fermesa del coàgul. Atès que la síntesi hepàtica és lenta i el cos no disposa de magatzems de reserva, la reposició externa és crítica. La literatura actual adverteix que és pràcticament impossible assolir nivells segurs (> 1,5 g/L) utilitzant exclusivament plasma fresc congelat, ja que la seva baixa concentració de fibrinogen requeriria un volum excessiu que

podria sobrecarregar el pacient i acabar diluint encara més els seus nivells^{10,14}. Per tant, davant criteris de gravetat (lactat > 5 mmol/L o PAS < 100 mmHg), es recomana l'ús de concentrat de fibrinogen comercial o crioprecipitats (concentrat de factors de coagulació derivat del plasma), administrant una suplementació precoç d'uns 3-4 g inicials. Les dosis posteriors s'han de guiar pel monitoratge viscoelàstic i l'avaluació de laboratori²¹.

S'ha observat que el tractament precoç amb fibrinogen no només corregeix la hipofibrinogèmia, sinó que també augmenta i afavoreix la preservació dels nivells del Factor XIII, element essencial per estabilitzar el coàgul i fer-lo resistent a la fibrinòlisi^{14,21}. Tot i aquesta efectivitat, l'administració de fibrinogen per si sola no corregeix tota la complexitat de la TIC, la qual es defineix com un trastorn dinàmic. En la fase inicial de xoc i hipoperfusió tissular, l'endoteli activa de forma sistèmica la Proteïna C, la qual actua com un potent anticoagulant que inhibeix els factors V i VIII. Aquest mecanisme provoca que el pacient perdi la capacitat de generar nova trombina i, simultàniament, bloqueja els inhibidors naturals de la fibrinòlisi, facilitant la destrucció dels coàguls ja formats.

No obstant això, un cop superada aquesta fase aguda de consum i lisi, el procés evoluciona sovint cap a un estat d'hipercoagulabilitat inflamatori. Aquest canvi de paradigma es reflecteix en l'elevació sostinguda de biomarcadors com el Dímer D, que juntament amb l'activitat de la Proteïna C, solen mantenir-se en nivells anormals fins i tot 48 hores després de l'ingrés. El trauma genera un desequilibri tan profund que la sang no torna a la normalitat en 48 hores, per la qual cosa cal un seguiment analític continuat (no només a l'inici) per ajustar el tractament segons l'evolució del pacient¹⁴.

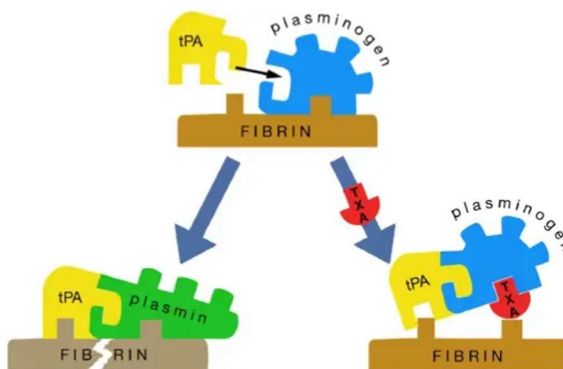
En definitiva, la reanimació no acaba a urgències, la TIC és un problema evolutiu on el pacient transita d'un risc crític de sagnat a un risc elevat de complicacions trombòtiques durant almenys, els primers dos dies d'estada hospitalària.

Àcid Tranexàmic

L'àcid tranexàmic (TXA) s'ha consolidat com un dels pilars fonamentals en la teràpia del pacient traumàtic amb risc de sagnat, actuant com un inhibidor competitiu, sintètic i reversible del receptor de lisina del plasminogen^{3,10,21}. Actua bloquejant la unió del plasminogen sobre la fibrina, impeding que l'activador tissular del plasminogen (tPA) el converteixi en plasmina activada; d'aquesta manera,

s'inhibeix la degradació enzimàtica del coàgul i s'estabilitza la xarxa de fibrina (Figura 4)^{3,10}. Aquesta intervenció és especialment crítica per contrarestar la fibrinòlisi descontrolada mediada per la Proteïna C i el tPA que es desencadena durant el xoc i la hipoperfusió tissular.

(Figura 4): Mecanisme d'acció del TXA. Font: l'11a Edició del manual de Suport Vital Avançat en Trauma (ATLS)³



L'evidència subratlla que l'administració de TXA s'ha de considerar una prioritat absoluta en un pacient traumàtic que sagna o té risc de sagnat significatiu tan aviat com sigui possible (si és factible, durant el trasllat a l'hospital) i dins de les primeres 3 hores posteriors a la lesió (sense esperar els resultats dels tests viscoelàstics), ja que s'ha demostrat una reducció significativa de la mortalitat per hemorràgia^{9,10,21}. En aquest sentit, s'ha comprovat els pacients que reben TXA en l'àmbit prehospitalari o dins de la primera hora després del trauma presenten una probabilitat de mortalitat un 65% menor, així com una menor incidència de fallida multiorgànica i menys necessitats transfusionals²¹.

Quant a la posologia, s'han demostrat segurs i eficaços tant el protocol de dosi de càrrega d'1 g (infusionat en 10 minuts) seguit d'una segona infusió d'1 g durant 8 hores, com l'administració d'una dosi única de 2 g. Tanmateix, és vital respectar la finestra temporal, ja que l'administració profilàctica passades les 3 hores de la lesió no es recomana i pot ser contraproduent. En aquest cas, el TXA només s'hauria d'administrar si es confirma una hiperfibrinòlisi en curs mitjançant proves de laboratori, ja que una supressió excessiva del mecanisme de degradació del coàgul (la fibrinòlisi) podria derivar en complicacions greus com la trombosi venosa o la disfunció multiorgànica^{6,10,21}.

Vasopressors

L'administració de vasopressors no es recomana com a maneig primari del xoc hemorràgic, ja que el primer pas ha de ser sempre el control del sagnat i la reposició amb fluids i hemoderivats^{6,9,21}. Aquests medicaments actuen contraient les arterioles per tal d'eleva la pressió arterial, un mecanisme que pot alterar la perfusió si s'utilitza de forma prolongada. Aquesta vasoconstricció excessiva empitjora l'acidosi i la hipòxia tissular, la qual cosa alimenta la TIC en activar-se la Proteïna C (potent anticoagulant) a causa de la falta d'oxigen en els teixits^{3,21}. Seguint les directrius de l'ATLS, el seu ús s'ha de limitar a situacions puntuals, com la reversió de la hipotensió derivada dels medicaments necessaris per a una intubació ràpida o com a suport temporal³.

En aquest sentit, si una estratègia de reposició de volum restringida i hipotensió permissiva, no aconsegueix l'objectiu de pressió arterial (PAS d'entre 80 i 90 mmHg), es recomana l'administració de noradrenalina, a més dels fluids, per mantenir la pressió arterial objectiu. Així mateix, en cas que es detecti una disfunció miocàrdica (ja sigui per una contusió cardíaca, vessament pericàrdic...) es requereix tractament amb agents inotròpics com la dobutamina o l'adrenalina. En absència de monitoratge hemodinàmic avançat, s'ha de sospitar una disfunció cardíaca si el pacient presenta una resposta pobra a l'expansió de volum i a la noradrenalina^{9,21}.

Finalment, estudis recents suggereixen que dosis baixes d'arginina vasopressina podrien reduir els requeriments d'hemoderivats i el volum total de ressuscitació. Aquesta opció es planteja com una alternativa més "fisiològica" que la noradrenalina pura, basant-se en el fet que la vasopressina endògena es troba baixa en pacients amb hemorràgia greu. No obstant això, la literatura actual subratlla que encara calen investigacions més exhaustives per determinar amb precisió la dosificació òptima i confirmar si aquesta estratègia millora realment la morbimortalitat a llarg termini^{9,21}.

4.3 El Diamant de la Mort: Més enllà de la Tríada Clàssica

4.3.1 Hipocalcèmia

Tradicionalment, el maneig del xoc hemorràgic s'ha centrat en la correcció de la tríada clàssica (acidosis, hipotèrmia i coagulopatia). Aquesta combinació letal va ser batejada l'any 1982 per l'American Trauma Society com el "cicle viciós

sagnant", en observar-se que cadascun dels seus components agreujava l'hemorràgia i conduïa inevitablement a la mort¹⁸. Des de llavors, aquesta tríada ha servit com a base conceptual per a les estratègies de DCR en pacients crítics. Mentre que els protocols més conservadors encara se centren en la tríada clàssica, l'evidència científica més recent ha situat la hipocalcèmia com un quart element fonamental que interacciona estretament amb la resta, donant pas al concepte del Diamant de la Mort^{16,18}. El calci iònic Ca^{2+} no és només un component mineral, sinó un cofactor enzimàtic essencial per a l'activació dels factors de coagulació II, VII, IX i X. La seva presència és indispensable per a l'adhesió plaquetària, la conversió de protrombina en trombina i la formació i estabilització de la xarxa de fibrina. Per tant, sense uns nivells adequats de calci, la cascada de coagulació es bloqueja i la formació del trombe s'atura^{18,19,21}.

A més de la seva funció hemostàtica, el calci és vital per a la contractilitat miocàrdica i el manteniment del to vascular sistèmic. Si els nivells baixen de 0,8 mmol/L, apareixen arrítmies i disminueix la resistència vascular sistèmica, provocant una hipotensió que no respon a drogues vasoactives. Aquest quadre, s'associa a una mortalitat del 60%, gairebé el doble que en pacients amb normocalcèmia^{7,12,18}. Aquest fenomen també agreuja l'acidosi: la mala perfusió tissular augmenta la producció de lactat i, l'entorn acidòtic resultant (els ions d'hidrogen) competeix amb el calci pels punts d'unió en les proteïnes de la cascada, anul·lant la seva efectivitat biològica¹⁸.

La prevalença d'aquesta alteració és alarmant, ja que s'estima que el 50% dels pacients ja presenten hipocalcèmia en arribar a urgències, xifra que s'eleva fins al 97% en aquells que requereixen transfusió massiva en les primeres 24 hores¹⁸. L'etiologia d'aquest descens és multifactorial: el propi trauma consumeix les reserves iòniques, però el tractament amb hemoderivats l'agreuja a causa del citrat utilitzat com a conservant en les bosses de sang, plasma i plaquetes^{12,18}. El citrat s'uneix al calci del pacient mitjançant un procés de quelació, deixant-lo inactiu. Tot i que el fetge metabolitza aquest citrat en pocs minuts (5 minuts), en el pacient en xoc, la hipoperfusió hepàtica i la hipotèrmia frenen el metabolisme hepàtic, provocant una acumulació de citrat que fa caure en picat el calci disponible a mesura que s'administra més sang^{15,18,21}. De fet, s'ha observat que aquest risc augmenta dràsticament a partir de la quarta o cinquena unitat de qualsevol producte sanguini, i que la sang completa, tot i tenir menys citrat, no ofereix una

protecció significativa contra aquest fenomen, ja que el factor determinant és el volum total de sang transfosa, no el tipus de producte¹⁵.

Davant d'aquesta evidència, les guies actuals recomanen mantenir el calci iònic entre 1,1 - 1,3 mmol/L (rang normal) durant tota la reanimació, especialment durant la transfusió massiva²¹. El tractament d'elecció és el clorur de calci (concretament 1-2g) per sobre del gluconat, ja que és tres vegades més potent pel que fa a la concentració i no depèn del metabolisme hepàtic per alliberar el calci al torrent sanguini (a diferència del gluconat que necessita passar pel fetge per alliberar-lo)^{15,18,21}. Cal recordar que el clorur càlcic s'hauria de prioritzar per via central; en casos urgents, es pot administrar per via perifèrica de gran calibre amb extrema precaució pel risc de necrosi en cas d'extravasació¹⁸. Un problema afegit és que les proves de laboratori convencionals emmascaren la carència real de calci. Els tubs de laboratori ja contenen citrat per evitar la coagulació de la mostra i, per poder realitzar l'analítica, el laboratori afegeix calci artificial per reactivar la coagulació. Aquest procés altera el resultat final i pot mostrar valors aparentment normals en pacients amb coagulopatia severa. Per aquest motiu, l'única eina fiable de monitoratge és la determinació del calci iònic mitjançant gasometria, que no requereix manipulacions. L'ús de dispositius *Point-of-Care* (a peu de llit) permet obtenir resultats reals en qüestió de segons a peu de llit, evitant les esperes d'entre 45 i 60 minuts del laboratori central²¹.

Finalment, estudis recents han posat de manifest que, malgrat la gravetat d'aquesta condició, fins al 83% dels professionals d'equips de trauma desconeixen o no apliquen correctament aquestes recomanacions¹⁷. S'ha demostrat que la implementació de recordatoris visuals i l'administració empírica de calci cada 4-5 unitats d'hemoderivats són intervencions que poden reduir la mortalitat en més d'un 50% si s'aconsegueix normalitzar el calci en les primeres 6 hores^{15,17,18}. Molts protocols de transfusió encara no inclouen l'administració de calci, per la qual cosa la infermera ha d'anticipar-se, amb l'objectiu de reduir el sagnat i la mortalitat¹⁸.

4.3.2 Hipotèrmia

La hipotèrmia en el pacient traumàtic es defineix com una temperatura corporal central inferior a 35 °C i constitueix un dels vèrtexs més crítics del Diamant de la Mort, amb taxes de mortalitat d'entre el 70% i el 100% en pacients amb hipotèrmia greu^{10,12,18,21}. Tot i que pot derivar de l'exposició ambiental inicial, la hipotèrmia

sovint s'agreuja durant l'assistència sanitària a causa de l'exposició física, la pèrdua del control termoregulator per traumatismes cranioencefàlics (TCE) o l'administració de grans volums de fluids de reanimació freds^{12,18,19,21}. A nivell fisiopatològic, la pèrdua excessiva de sang provoca una vasoconstricció perifèrica que redueix la temperatura corporal, alterant les vies metabòliques i inhibint l'agregació plaquetària al lloc de la lesió^{12,18}. S'estima que per cada grau que disminueix la temperatura corporal, l'activitat dels factors de coagulació es redueix aproximadament un 10%, sent un dels causants principals de la TIC^{12,21}.

De la mateixa manera que succeeix amb la hipocalcèmia, on el laboratori manipula la mostra, les proves de coagulació rutinàries (TP i TTPa) estan estandarditzades per realitzar-se a una temperatura fixa de 37 °C. Per tant, en escalfar la mostra abans de l'anàlisi, s'emascara la realitat d'un pacient que, a temperatures inferiors, pot estar sagnant sense control per una coagulopatia que resulta indetectable pels tests convencionals. Aquesta discrepància entre els resultats de laboratori i l'estat real del pacient implica que els valors poden semblar normals mentre la cascada enzimàtica està realment bloquejada pel fred. L'única alternativa real per evitar aquest emmascarament, és l'ús de sistemes de monitoratge hemostàtic viscoelàstic (com el ROTEM o el TEG) a peu de llit, ja que permeten ajustar la temperatura de l'anàlisi a la real del pacient, oferint un diagnòstic precís de la coagulopatia induïda per la hipotèrmia²¹.

No obstant això, l'impacte sistèmic de la hipotèrmia va més enllà de la coagulació i afecta profundament la funció cardiovascular i el transport d'oxigen. El descens de la temperatura provoca un desplaçament cap a l'esquerra de la corba de dissociació de l'oxigen-hemoglobina, fet que augmenta l'afinitat de l'hemoglobina per l'oxigen i n'impedeix l'alliberament als teixits, provocant la mort cel·lular per hipòxia¹⁸. Aquest deute d'oxigen agreuja l'acidosi, la qual redueix la contractilitat miocàrdica i pot desencadenar arrítmies com bradicàrdia, bloquejos AV de primer grau o prolongació del segment QT¹⁹. Davant d'aquesta gravetat, les guies actuals prioritzen l'aplicació precoç de mesures d'escalfament per mantenir la normotèrmia entre 36 °C i 37 °C^{9,21}. L'escalfament actiu ha de ser agressiu i iniciar-se en qualsevol pacient amb una temperatura inferior a 37 °C, sense esperar que estigui en hipotèrmia clínica. Les mesures principals inclouen: la retirada de roba humida, l'augment de la temperatura ambiental, l'ús de mantes de convecció d'aire forçat, l'administració de fluids escalfats, l'ús de dispositius d'escalfament extracorpori (en

casos extrems)... evitant sempre la sobre-ressuscitació amb volums que podrien refredar més el pacient^{12,19,21}.

Des de l'àmbit d'infermeria, el monitoratge ha de ser continu i preferentment invasiu (mitjançant sonda vesical o esofàgica amb sensors de temperatura) per reflectir fidelment la temperatura central⁹. Finalment, cal tenir una precaució específica amb l'ús de torniquets, on no es recomana escalfar l'extremitat que queda més enllà del dispositiu per evitar complicacions isquèmiques⁹. En conclusió, el control de la temperatura no és només una mesura de confort, sinó una intervenció hemostàtica i de suport vital crítica que determina la viabilitat de la resta de processos terapèutics en el trauma greu²¹.

4.3.3 Acidosi

L'acidosi en el pacient traumàtic és una conseqüència directa de la hipoperfusió tissular i del xoc hemorràgic. La disminució del volum circulant compromet el subministrament d'oxigen a les cèl·lules i obliga l'organisme a desplaçar el seu metabolisme cap a vies anaeròbiques, fet que deriva en una acumulació de metabòlits tòxics i el desenvolupament d'acidosi làctica^{12,18}. Aquesta alteració de l'homeòstasi del pH té un impacte sistèmic important: d'una banda, redueix la contractilitat miocàrdica i el cabal cardíac (en competir els hidrogenions amb el calci), i de l'altra, provoca una vasodilatació que empitjora la hipotensió (els receptors dels vasos sanguinis deixen de respondre a l'adrenalina). Es crea així un cicle viciós que compromet encara més l'arribada d'oxigen als teixits i pot desembocar en el fracàs de la bomba sodi-potassi i la mort cel·lular^{7,12,18}. En l'àmbit de l'hemostàsia, l'acidosi inhibeix l'activitat de les plaquetes, la generació de trombina i la funció dels factors de coagulació, en ser tots estrictament pH-dependents^{18,19}. L'evidència indica que un $\text{pH} \leq 7,10$ o un Excés de Bases (EB) de $-12,5$ o inferior representen punts de tall on la coagulació es compromet de manera notable, augmentant dràsticament tant la mortalitat com la necessitat de transfusions massives¹⁹.

La correcció d'aquesta acidèmia depèn directament de la restauració de la perfusió tissular mitjançant el control de l'hemorràgia i la reanimació hemostàtica amb hemoderivats, ja que aquests són els únics capaços de restablir el transport d'oxigen^{9,12,19}. Per contra, determinades intervencions poden ser iatrogèniques: la reanimació amb grans volums de sèrum fisiològic (Salí 0,9%) en lloc de

cristal·loides balancejats pot exacerbar l'acidosi i augmentar el risc de fracàs renal agut^{7,9}. Així mateix, l'ús de bicarbonat sòdic per corregir el pH no es recomana de manera rutinària (especialment amb valors de pH > 7,2), ja que no ataca la causa base (la manca d'oxigen) i pot resultar contraproduent en generar CO₂ que travessa fàcilment la membrana cel·lular, s'acidifica l'interior de la cèl·lula i s'afebleix encara més la funció miocàrdica. Per tot plegat, el monitoratge del lactat i del dèficit de bases mitjançant la gasometria a peu de llit esdevé l'indicador diagnòstic més fiable la seva correcció progressiva és el millor predictor d'una reanimació exitosa i de la interrupció del cercle viciós del Diamant de la Mort^{9,12}.

4.4 Limitacions de l'estudi i de la pràctica clínica

Malgrat l'evidència exposada, aquest treball presenta certes limitacions que cal considerar per a la seva aplicació clínica. En primer lloc, s'observa una diferència significativa entre l'evidència actual i la realitat dels centres hospitalaris. Un exemple clar és l'ús de la sang sencera, que tot i mostrar resultats prometedors, presenta una aplicabilitat difícil a causa d'un sistema de donació basat en el fraccionament per components. Aquesta limitació s'estén a l'ús de tecnologies de monitoratge a peu de llit com el ROTEM o el TEG. Tot i que aquests dispositius permeten una rapidesa diagnòstica important per identificar la coagulopatia, el benefici real es veu afectat pels retards en el subministrament immediat dels components sanguinis o el temps de descongelació del plasma.

D'altra banda, existeixen també limitacions en les proves de laboratori convencionals, les quals emmascaren l'estat real del pacient en realitzar-se a temperatures i condicions estàndards (37 °C), no reflectint l'impacte de la hipotèrmia o la hipocalcèmia a peu de llit. Així mateix, l'eficàcia d'intervencions clau com l'administració precoç d'àcid tranexàmic està lligada a una finestra temporal molt estreta, el que suposa un repte en situacions on el rescat o el trasllat es prolonguen.

En aquest context, el coneixement científic per si sol, no garanteix la supervivència del pacient si no es recull en protocols hospitalaris específics i adaptats. Cada centre hospitalari hauria de disposar d'un protocol propi que tingués en compte els seus recursos (disponibilitat de ROTEM, temps de resposta del banc de sang o accessos vasculars preferents). La implementació del quals, no només serveix per organitzar la logística, sinó que actua com una guia de seguretat pel personal

d'infermeria. Un exemple és la gestió de la hipocalcèmia: el fet que el 83% dels professionals desconegui aquesta alteració a partir de la quarta o cinquena unitat de concentrat d'hematies demostra que no es pot confiar en la memòria o en la improvisació durant una situació crítica. Per contra, la inclusió de recordatoris visuals o de directrius clares dins del protocol del centre, permetria una actuació anticipatòria que podria reduir dràsticament la mortalitat.

Pel que fa les limitacions de la recerca, cal considerar que bona part dels protocols actuals provenen de l'àmbit militar i que la seva transferència a la població, sumada a l'alt desconeixement de certes recomanacions per part dels professionals, continua sent una barrera per a la implementació universal d'aquestes estratègies en l'entorn assistencial diari. Finalment, destacar que la majoria de guies i estudis descriuen les intervencions de forma global per a l'equip de trauma (medicina i infermeria), sense delimitar específicament les competències i funcions pròpies d'infermeria. La manca d'aquesta literatura específica, impedeix definir l'àmbit d'actuació propi per valorar l'impacte de les cures infermeres en la supervivència del pacient crític.

En aquest sentit, els estudis revisats no han permès realitzar una anàlisi diferenciada per sexes. La majoria de mostres en les poblacions dels estudis seleccionats tenen una dominància masculina i la presència de la dona és escassa o nul·la. Tot i que els homes tenen més tendència a patir traumes, cal mencionar que factors com el cicle menstrual, l'ús d'anticonceptius o l'etapa postmenopàusica són variables que podrien alterar la resposta fisiopatològica i que no s'han controlat. Les futures línies d'investigació haurien d'incloure el sexe com a variable biològica per determinar si els mecanismes descrits presenten variacions significatives.

5. CONCLUSIONS

Pel que fa a l'objectiu general, s'ha demostrat que la DCR ha consolidat un canvi de paradigma en el maneig del trauma crític, passant d'una reanimació agressiva basada en cristal·loides cap a una estratègia d'estabilització fisiològica. Els avenços més recents subratllen que la prioritat absoluta no és la normalització de les xifres tensionals, sinó el control precoç del focus hemorràgic i la preservació de l'hemostàsia.

En resposta als objectius específics, s'ha determinat que el model tradicional de la Tríada de la Mort ha evolucionat cap al concepte més integrador del Diamant de la Mort, situant la hipocalcèmia com un element determinant en la supervivència. La literatura confirma que el calci iònic és imprescindible per a la funció mecànica del cor i l'activació plaquetària. Per tant, el seu monitoratge i la seva reposició precoç són intervencions essencials en el maneig del xoc (especialment durant la transfusió massiva).

Respecte a la temperatura i l'acidosi, la revisió subratlla que la normotèrmia i la correcció del pH mitjançant la millora de la perfusió (i no mitjançant bicarbonat) són els únics mètodes eficaços, ja que l'objectiu primordial ha de ser revertir la hipòxia tissular i el deute d'oxigen que l'originen. Així mateix, l'evidència demostra que el pronòstic vital està estretament lligat a la rapidesa en la identificació del xoc mitjançant indicadors sensibles com l'Índex de Xoc (IS superior o igual a 0,8), l'ETCO₂ baix o el dèficit de bases (inferior a -6 mmol/L).

En aquest sentit, el control de les hemorràgies compressibles mitjançant torniquets i apòsits hemostàtics, així com l'abordatge de les no compressibles mitjançant el cinturó pelvià o el REBOA, constitueixen maniobres que precedeixen a la DCS, la qual es reserva per a l'estabilització fisiològica ràpida del pacient inestable. Dins d'aquest maneig, s'ha determinat que l'estratègia d'elecció ha de ser la reanimació hemostàtica i restrictiva, prioritzant l'ús de sang sencera o ràtios equilibrades (1:1:1) i limitant estrictament els cristal·loides a un màxim d'1,5 litres per evitar l'exacerbació de la coagulopatia dilucional.

D'altra banda, s'ha demostrat que la correcció de la TIC requereix una estratègia conjunta que va més enllà de la fase aguda. La utilització precoç de l'àcid tranexàmic dins de la finestra de les 3 hores, la reposició de fibrinogen i el manteniment d'uns nivells de calci iònic entre 1,1 i 1,3 mmol/L són intervencions essencials per estabilitzar el coàgul i contrarestar l'activació de la Proteïna C.

L'aplicabilitat a la pràctica infermera d'aquest treball és fonamental, ja que destaca el paper d'infermeria en la vigilància hemostàtica i la seguretat clínica. El pacient amb xoc hemorràgic és extremadament dinàmic i la seva situació canvia minut a minut. En aquest context, la síntesi i unificació de les guies clíniques més recents (com l'ATLS de 2025 i les guies europees de 2023) en un marc accessible i entenedor, amb indicadors clínics concrets (Índex de Xoc, dosis de calci, ràtios de sang...), permet traslladar el coneixement científic a la pràctica clínica diària,

reforçant la capacitat infermera per intervenir de manera precoç, segura i fonamentada.

Finalment, aquesta revisió identifica noves línies de recerca necessàries per optimitzar l'assistència al trauma. Cal aprofundir en la implementació de la sang sencera en sistemes de donació i investigar l'impacte de l'administració empírica de calci en l'àmbit prehospitalari com a mètode per reduir la coagulopatia abans de l'arribada al centre hospitalari. També és necessari desenvolupar estudis que analitzin la persistència de l'estat d'hipercoagulabilitat post-traumàtic per definir millor el maneig antitrombòtic en les 48 hores posteriors a la lesió. En conclusió, és imprescindible que la infermeria conegui la fisiopatologia del Diamant de la Mort per tenir clar quan, com i per què s'ha de fer cada intervenció, ja que en una situació crítica no hi ha lloc per a la improvisació. Per tot plegat, és necessari implementar protocols de reanimació als hospitals que permetin una detecció primerenca del sagnat i un tractament precoç.

6. PLA DE DIFUSIÓ

Aquesta revisió bibliogràfica s'ha realitzat amb l'objectiu que els professionals de la salut tinguin informació actualitzada respecte a les cures i el maneig del pacient traumàtic greu en xoc hemorràgic. Per tant, es pretén que els resultats no es quedin en l'àmbit acadèmic i es puguin transmetre al màxim de professionals possibles mitjançant diverses vies de difusió.

El treball es publicarà al Dipòsit Digital de la Universitat de Barcelona (DDUB). Aquesta plataforma d'accés obert permet que tant estudiants com investigadors d'altres institucions puguin consultar i citar la revisió, garantint la seva visibilitat. Així mateix, es proposa la seva difusió a través de la pàgina web del Col·legi Oficial d'Infermeres i Infermers de Barcelona (COIB), dins dels espais destinats a la recerca, la divulgació científica i la seva revista.

D'altra banda, es valorarà l'adaptació del treball per a la seva publicació en altres revistes científiques, com ara la revista "Enfermería Intensiva" de la SEEIUC (Sociedad Española de Enfermería Intensiva y Unidades Coronarias) o la revista "Emergencias" de la SEMES (Sociedad Española de Medicina de Urgencias y Emergencias). També es valorarà la presentació d'un pòster científic o una presentació oral en esdeveniments destinats a estudiants de ciències de la salut i professionals joves com congressos nacionals d'estudiants o en les jornades de

recerca organitzades per la Facultat d'Infermeria de la UB. Finalment, atesa la importància dels recordatoris visuals que s'ha destacat en la discussió, es proposa la creació d'una infografia o tríptic informatiu que resumeixi el "Diamant de la Mort" i les bases de la DCR, dissenyat per ser utilitzat com a recordatori cognitiu en unitats d'urgències i crítiques, facilitant la memorització de les ràtios de sang i les dosis de calci en moments de màxima pressió assistencial.

7. BIBLIOGRAFIA

1. Giordano V, Giannoudis VP, Giannoudis PV. Current trends in resuscitation for polytrauma patients with traumatic haemorrhagic shock. *Injury*. 2020;51(9):1945–8. doi: 10.1016/j.injury.2020.08.008
2. Ribeiro Junior MAF, Pacheco LS, Duchesne JC, Parreira JG, Mohseni S. Damage control resuscitation: how it's done and where we can improve. A view of the Brazilian reality according to trauma professionals. *Rev Col Bras Cir*. 2024;51:e20243785. doi: 10.1590/0100-6991e-20243785-en
3. American College of Surgeons. *ATLS: Advanced Trauma Life Support*. 11th ed. Chicago, IL: American College of Surgeons; 2025.
4. Cattle PM, Cotton BA. Balanced resuscitation in trauma management. *Surg Clin North Am*. 2017;97(5):999–1014. doi: 10.1016/j.suc.2017.06.002
5. LaGrone LN, Stein D, Cribari C, Kaups K, Harris C, Miller AN, et al. American Association for the Surgery of Trauma/American College of Surgeons Committee on Trauma: Clinical protocol for damage-control resuscitation for the adult trauma patient. *J Trauma Acute Care Surg*. 2024;96(3):510-20.
6. Krell DR, Perkins JPR, Graell PA, Cortez PA. Blood, Toil, Sweat and Tears: Damage Control Resuscitation in Hemorrhagic Shock. *Rev Cir (Mex)*. 2024;76(4):397–404.
7. Makic MBF. Damage Control Resuscitation in the Trauma Patient. *J Perianesth Nurs*. 2022;37(4):563–4.

8. Quintero L, Meléndez-Lugo JJ, Palacios-Rodríguez HE, Padilla N, Pino LF, García A, et al. Damage control in the emergency department, a bridge to life. *Colomb Med.* 2021;52(2):e4004732.
9. Ramos J. What Would Mother Say? Whole Blood and RhD Alloimmunization in Trauma Resuscitation. *J Emerg Nurs.* 2026;52(1):28–33. doi: 10.1016/j.jen.2025.09.005
10. Berro M. Puesta al día sobre transfusión masiva. *Rev Med Urug (Montev)* [Internet]. 2023 [citad el 14 abr 2026];39(2):e39201. Disponible en: http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1688-03902023000201401
11. Estrada Berrío Y, Barco Sánchez A, Ballén Ramírez S, Salazar Bartolo JL, Ocampo Rincón JJ. Hipotensión Permisiva en Trauma. *Rev Méd Risaralda.* 2021;27(1):68-75.
12. Gaasch S. Critical Care Considerations for Damage Control in a Trauma Patient. *AACN Adv Crit Care.* 2021;32(1):64–75.
13. Lindsay C, Davenport R, Baksaas-Aasen K, Kolstadbråten KM, Naess PA, Curry N, et al. Correction of Trauma-induced Coagulopathy by Goal-directed Therapy: A Secondary Analysis of the ITACTIC Trial. *Anesthesiology.* 2024;141(5):904–12.
14. Peng HT, Nascimento B, Rhind SG, da Luz L, Beckett A. Evaluation of trauma-induced coagulopathy in the fibrinogen in the initial resuscitation of severe trauma trial. *Transfusion.* 2021;61(S1):S49–57.
15. Hall C, Colbert C, Rice S, Dewey E, Schreiber M. Hypocalcemia in Trauma is Determined by the Number of Units Transfused, Not Whole Blood Versus Component Therapy. *J Surg Res.* 2023;289:220–8.

16. Vaidyanathan R, Rani P, Manwatkar S, Singh JK, Gora D, Kushwaha P, et al. Ionised calcium levels during trauma resuscitation in predicting outcomes—a prospective cohort study. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2025;51(1):[pàgines si les tens].
17. Schmulevich D, Joergensen SM, Zone AI, Bishop KE, Morlok AP, Colyar TA, et al. The simplest solution may be good, but is it good enough? Evaluating the effect of a nudge to administer calcium during blood product resuscitation for traumatic injuries. *Transfusion.* 2025;65(S1):S113–22.
18. Mills JD. Trauma Diamond of Death: Adding Calcium to the Lethal Triad. *J Emerg Nurs.* 2024;50(3):330–5.
19. Vargas M, García A, Caicedo Y, Parra MW, Ordoñez CA. Damage control in the intensive care unit: What should the intensive care physician know and do? *Colomb Med.* 2021;52(2):e4024733.
20. Reese FB, Hubert FC, Cosentino MB, de Oliveira MC, Neto ÁR, Bernardelli RS, et al. Lactate and base excess (BE) as markers of hypoperfusion and mortality in traumatic hemorrhagic shock in patients undergoing Damage Control: a historical cohort. *Rev Col Bras Cir.* 2024;51:e20243714.
21. Rossaint R, Afshari A, Bouillon B, Cerny V, Cimpoesu D, Curry N, et al. The European guideline on management of major bleeding and coagulopathy following trauma: sixth edition. *Crit Care.* 2023;27(1):80. doi: 10.1186/s13054-023-04327-7

8. ANNEXOS

Declaració de transparència sobre l'ús de la Intel·ligència Artificial (IA):

En compliment de les bones pràctiques acadèmiques i amb l'objectiu de garantir la transparència en el procés d'elaboració d'aquest Treball Final de Grau, es detalla a continuació l'ús que s'ha fet de la Intel·ligència Artificial:

S'ha utilitzat Gemini (Google) com a suport durant la redacció del treball per millorar la cohesió gramatical, evitar repeticions, realitzar correccions ortogràfiques, traduccions a l'anglès i síntesi d'informació. Els conceptes han estat extrets de les fonts originals, proporcionant tota la base científica dels articles seleccionats prèviament. Totes les fonts han estat cercades, interpretades, analitzades i seleccionades per l'autora.

Finalment, s'ha realitzat una revisió crítica de cada text generat per l'eina per evitar errors conceptuals. En cap moment s'han introduït dades personals, privades o sensible, treballant exclusivament amb elements acadèmics per garantir la confidencialitat i la seguretat digital. En conclusió, el contingut, el judici crític i les conclusions d'aquest treball són resultat de la recerca i l'anàlisi pròpia, havent fet servir la IA únicament com un assistent de suport lingüístic i organitzatiu.