

MODERN EVOLUTIONS IN INTERVENTIONAL RADIOLOGY

Evoluții moderne în radiologia intervențională

Dr. D.P. Venter¹, Prof. Dr. Mircea Beuran², Dr. C. Oprescu³, Dr. Mircea Venter³,
Dr. Alexandru Chiotoroiu³

¹ Secția a 2-a Chirurgie, Spitalul Clinic de Urgență pentru Copii „Grigore Alexandrescu”, București, România

² Departamentul X Chirurgie Generală, UMF „Carol Davila”, București, România

³ Clinica Chirurgie III, Spitalul Clinic de Urgență, București, România

ABSTRACT

The spleen is one of the most vulnerable organs in abdominal injuries by contusive mechanism. The treatment of post-traumatic splenic lesions has constantly evolved from surgery to nonoperative treatment in order to preserve the functions of this organ and especially the immunological one. The development of modern technology has supported the nonoperative approach to spleen trauma with main reference to interventional radiology and its role in the patient with transient hemodynamic instability. The article presents the modern, innovative concepts in traumatology, concepts that allow the ideal treatment of the polytraumatized.

Keywords: polytrauma, interventional radiology, hybrid room, spleen

REZUMAT

Splina este unul dintre cele mai vulnerabile organe în cadrul traumatismelor abdominale prin mecanism contuziv. Tratamentul leziunilor splenice posttraumatice a evoluat constant de la chirurgie la tratament nonoperator, cu scopul păstrării funcțiilor acestui organ și, în special, a celei imunologice. Dezvoltarea tehnologiei moderne a susținut abordul nonoperator al traumatismelor splinei, cu referire principală la radiologia intervențională (RI) și rolul acesteia la pacientul cu instabilitate hemodinamică tranzitorie. Articolul prezintă concepțiile moderne, inovatoare în traumatologie, concepții care permit tratamentul ideal al politraumatizatului.

Cuvinte cheie: politraumatism, radiologie intervențională, sală hibrid, splină

INTRODUCERE

„Toate schimbările majore sunt precedate de haos” – Deepak Chopra (1). Hemoragia arterială abdominală posttraumatică nediagnosticată/diagnosticată tardiv reprezintă cauza principală a evoluției nefavorabile a pacienților, iar sângerarea continuă/persistentă rămâne principala cauză de deces la pacienții traumatizați în primele 24 de ore de la internare (2). Soluția este reprezentată de diagnosticul și terapia precoce prin tehnici endovasculare, laparotomie sau combinația acestora (3). Decizia trebuie luată rapid și este bazată pe experiența/perspiciacitatea clinică și recunoașterea pattern-ului lezional.

Conform opiniei lui Salsamendi (3), există centre importante de traumatisme care consideră embolizarea arterială o componentă a resuscitării primare, radiologia intervențională (RI) necesitând un abord multidisciplinar, în care chirurgul traumatolog și radiologul trebuie să înțeleagă indicațiile și limitele procedurii. Prin embolizare se realizează o obliterare vasculară intenționată și controlată cu scopul opririi unei hemoragii arteriale (4).

Conceptul de „hemostază angiografică” a fost introdus pentru prima oară de către Salvatore Scalfani (5) în 1981.

În prezent, se consideră că angiografia (diagnostică și terapeutică) face parte din tratamentul nonoperator (TNO) al traumei splenice (6-9).

Procedurile angiografice sunt diagnostice și terapeutice, ultimele fiind efectuate cu intenția embolizării vasculare și a stopării hemoragiei. Angiografia cu substracție digitală permite un diagnostic rapid și de acuratețe, reprezentând standardul în traumatisme (10), metoda determinând reducerea timpului necesar examinării, scăderea cantității utilizate de substanță de contrast (SC) și a dozei de iradiere.

Angioembolizarea splenică (AES) a determinat creșterea succesului TNO prin oprirea hemoragiei și prevenirea unei rupturi întârziate splenice (11,12) și a determinat reducerea riscului unei splenectomii cu peste 18% (13,14), fapt confirmat recent de Frandon (15). Procedura este utilizată la pacienții stabili hemodinamic/ușor stabilizabili sub supraveghere chirurgicală atentă și cu posibilitatea efectuării intervenției chirurgicale în orice moment. Un avantaj deosebit al angiografiei este reprezentat de posibilitatea tratării altor leziuni vasculare concomitente (inclusiv implantării de endoproteze). Trebuie înțeles de la început că angioembolizarea (AE) este o procedură care necesită timp și un volum crescut de substanță de contrast (SC).

Utilizarea selectivă a AES la pacienții tratați nonoperator a determinat scăderea eșecului acestei metode la valori de 2-4% (16-19). AES a determinat reducerea numărului de splenectomii, fiind un factor predictiv independent pentru prezervarea splenică la pacienții selecționați pentru TNO (20).

La început, implementarea AES în traumatisme a fost precaută, procedura fiind considerată o componentă a TNO (21,22). Clements (22) consideră că rezultatele procedurii și structura actuală diagnostic-terapeutică în traumatologie trebuie să reconsidere rolul angiografiei intervenționale prin considerarea AE ca o terapie distinctă în traumatologia splenică.

Cu trecerea anilor, metoda s-a dezvoltat și au apărut noi concepte care au determinat modificări majore în traumatologie. Acestea sunt reprezentate de:

- angioembolizarea de urgență efectuată în sala de operații;
- AES prin acces transradial;
- radiologia intervențională (RI) la pacientul politraumatizat cu instabilitate hemodinamică (IH);
- radiologia intervențională de control lezional (DCIR – Damage Control Interventional Radiology): evaluarea utilizării unei săli de intervenție comune/combinată CT-angiografie cu masă rotativă singulară;

- radiologia intervențională de control lezional (DCIR) în situațiile de necesitate secundare traumatismului (DCIR in PRESTO – “Damage Control Interventional Radiology in Prompt and Rapid Endovascular Strategies in Trauma Occasions);
- sala de operație hibridă pentru pacienții cu traumatisme severe (compartimentul și protocolul RAPTOR).

1. Angioembolizarea de urgență efectuată în sala de operații

Angiografia cu substracție digitală (DSA – digital subtraction angiography) efectuată în blocul operator a avut rezultate remarcabile în hemostaza la pacienții traumatizați, Teo și colaboratorii (23) subliniind importanța acesteia ca o componentă a resuscitării inițiale și a controlului lezional în traumatisme. Succesul angioembolizării prin utilizarea C-Arm DSA mobil în sala de operație și frecvența complicațiilor au fost similare celor efectuate în laboratorul de angiografie. Mai mult autori relatează efectuarea chirurgiei de control lezional „în tandem“ sau la scurt timp (în medie 12 minute) cu radiologia intervențională.

2. AES în traumatisme prin acces transradial (ATR)

Clasic, AES se efectuează pe cale retrogradă femurală. Accesul transfemural (ATF) are o morbiditate de 5% (cel mai frecvent hematoma local, ischemia membrului pelvin homolateral, pseudoanevrism) (24). ATR pentru AES a reprezentat o extensie a procedurilor coronariene.

Accesul transradial a fost realizat inițial la nivelul arterei radiale stângi, dar s-a renunțat (din motive ergonomice – configurația sălii hibride operatorii cu poziția brațului C și aparaturii anestezice), utilizându-se artera radială dreaptă (care a necesitat catetere mai lungi și străbaterea arcului aortic). Accesul la nivelul arterei radiale se face sub control ultrasonografic, embolizarea splenică efectuându-se, în general, proximal. Comparând cele două variante de acces (ATR vs. ATF), s-a constatat că ATF (24,25):

- a necesitat un timp mai mare pentru canularizarea arterei splenice și utilizarea mai multor catetere pentru AE;
- a fost realizabil în 98,4% dintre cazuri (vs. 95,7% ATR);
- orientarea superioară a originii arterelor mezenterice și renale complică intervențiile prin ATF (fapt evitat via ATR).

Avantajele ATR:

- la pacienții cu riscuri majore postprocedurale femurale: obezitate, anticoagulare, patologie severă arterială femurală/iliacă;

- „coapsa complicată“ – prezența unor dispozitive adiționale în vasele femurale (catetere venoase pentru resuscitare, catetere arteriale), plăgi care împiedică accesul arterial, obstacole anatomice (intervenții chirurgicale anterioare locale), obezitate morbidă;
- utilizează în general un singur cateter „radial specific“;
- complicații postprocedurale absente/minime (investigate prin ultrasonografie Doppler).

3. RI la pacientul politraumatizat cu instabilitate hemodinamică (IH)

Deși se consideră că intervenția chirurgicală este considerată un tratament definitiv al hemoragiei posttraumatice, aceasta nu este întotdeauna soluția optimă pentru stabilizarea pacientului politraumatizat (26,27). Stabilirea optimă a destinației inițiale a pacientului traumatizat instabil hemodinamic/cu instabilitate hemodinamică persistentă (sală de operație, laborator de angiografie, terapie intensivă) este dificilă și în permanentă schimbare. Apariția sălii hibride operatorii a eliminat această dilemă (2).

Transportul de la o sală la alta (operație ↔ angiografie) a fost un factor semnificativ care a contribuit, evident, la persistența/agravarea hemoragiei; mai clar, imposibilitatea asigurării unor aborduri concurente și necesare hemostazei (operatorii și angiografice) a scăzut abilitatea echipei de traumatologie pentru salvarea cazului în timp util (2). Transportul pacienților din suita RAPTOR la angiografie a fost mai rapid decât al celor din Departamentul de Urgență (22 minute vs. 49 minute „door-to-needle” time) (2).

Studiul retrospectiv al lui Guinto (28) la pacienții hipotensivi cu leziuni splenice severe (grad IV, V) a evidențiat că, în centrele de traumatisme americane, s-a practicat splenectomia în 94,7% dintre cazuri și AES în 5,3%. Pacienții la care s-a efectuat AES au prezentat o incidență crescută a infecțiilor locale splenice, restul complicațiilor neprezentând diferențe semnificative. Mai mult, nu s-au considerat diferențe semnificative statistic referitoare la mortalitatea din cele două grupuri. În concluzie, AES poate fi utilizată ca primă opțiune terapeutică (dacă RI este accesibilă imediat) în aceste cazuri, fără creșterea riscului de deces.

Liao și colab. (29) au analizat dacă instabilitatea hemodinamică mai reprezintă o contraindicație absolută pentru TNO în condițiile posibilității utilizării rapide a AES.

Autorii au definit instabilitatea hemodinamică pe baza unuia dintre criteriile constatate inițial în Departamentul de Urgență (DU): puls > 120/min

sau TAS < 90 mmHg. Semnele vitale pot fi afectate de numeroși factori: vârstă, medicație utilizată anterior, patologie preexistentă și calitatea resuscitării (29). Strategia și tehnologia avansată a radiologiei intervenționale (RI) pot contribui la intervenția rapidă pentru realizarea hemostazei prin AES astfel încât, conform opiniei autorilor, instabilitatea hemodinamică nu este echivalentă unei contraindicații absolute a TNO.

Studiul a inclus 73 de pacienți, resuscitarea primară fiind reprezentată de protecția căilor aeriene și administrarea unei cantități de 2000 ml ser fiziologic încălzit în primele 15-20 de minute. Criteriile de excludere au fost: vârsta sub 16 ani sau peste 80 ani, leziuni severe la nivelul altor regiuni (abbreviated injury scale, AIS > 2), leziuni abdominale care impun laparotomia de urgență și cazurile decedate în DU fără posibilitatea altor măsuri terapeutice. Centrul de traumatisme de nivel I menționat (Chang Gung Memorial Hospital, Taiwan) are următoarele posibilități: bloc operator/RI permanente, procedurile hemostatice putând fi efectuate în 30 de minute; scan MDCT (multidetectorCT), laborator angiografie și unitate de resuscitare integrate în DU, transportul pacientului între camera de resuscitare și RI fiind sub 3 minute, iar resuscitarea fiind permanentă (realizându-se, practic, o echivalență între laboratorul de RI și blocul operator referitoare la siguranța pacientului), echipa chirurgicală fiind în alertă pe perioada efectuării AES; timpul de transport dintre laboratorul de RI și blocul operator este sub 3 minute. Decizia TNO impune prezența echipei de traumatisme (chirurg, medicină de urgență, radiolog intervenționist) și disponibilitatea transfuziilor sanguine și a echipamentelor medicale necesare. AES a utilizat Gelfoam®, spirale metalice sau ambele; pentru leziuni vasculare focale, s-a efectuat AESD (AES distală), iar pentru leziuni multiple – AESP (AES proximală). La 68,5% dintre cazuri, s-a efectuat AES, iar la 31,5% – intervenție chirurgicală. Mortalitatea la pacienții cu AES a fost de 4%, iar la splenectomiizați – 17,4%. Conform opiniei autorilor, cheia succesului la pacienții cu instabilitate hemodinamică este reprezentată de selecția corectă (în practică, pacienții prezintă semne vitale instabile o dată/repetat, dar nu permanent!) și scurtaarea timpului necesar pentru pregătirea efectuării AES.

În Europa, pentru leziunile splenice de grad IV-V, Nijdam este mai rezervat și recomandă AES la pacienții stabili hemodinamic/stabilizabili doar dacă prezintă blush radiologic (30).

Otsuka (31) consideră că, în prezent, radiologia intervențională (RI) poate fi utilizată ca metodă de

resuscitare, prin hemostaza obținută realizând îmbunătățirea evoluției pacienților traumatizați cu instabilitate hemodinamică din departamentul de urgență; explică această conduită prin aparatura CT performantă, posibilitatea angiografiei mobile și a sălilor de operație hibride din centrele de traumatisme. La cazurile prezentate, autorul a utilizat transfuzii importante și hipotensiunea permisivă pre-RI în acord cu principiile “damage control”, mediana timpului petrecut în laboratorul de angiografie fiind de 50 de minute.

Sala de operație hibridă este echipată pentru resuscitarea pacientului, imagistică (MDCT), angiografie și intervenție chirurgicală, evitându-se riscurile și întârzierile secundare transportului (32).

4. Radiologia intervențională de control lezional – evaluarea utilizării unei săli de intervenție comune/combrate CT-angiografie cu masă rotativă singulară

Necesitatea integrării modalităților imagistice pentru optimizarea diagnostic-terapeutică a determinat realizarea unei locații care să cuprindă unitatea CT și angiografică accesibile printr-o masă rotativă unică din fibre de carbon; aceasta poate fi rotită manual în câteva secunde din poziția CT în poziția angiografie printr-o pivotare de 90° (33).

Factorii care au influențat negativ acest concept au fost:

- structură/organizare inadecvată a Departamentului de Urgență și Radiologie;
- lipsa unui radiolog permanent cu experiență în traumatisme;
- costuri crescute (33).

Transportul unui pacient traumatizat de la unitatea CT clasică la laboratorul de angiografie este greoaie și consumatoare de timp, putând fi responsabilă de hipotermie severă, determinarea de leziuni suplimentare sau agravarea leziunilor existente la pacienții cu instabilitate hemodinamică sau cu fracturi pelvine/leziuni spinale.

Recomandarea fermă în aceste cazuri este ca interpretarea și eventuala procedură intervențională să fie efectuate de un radiolog expert în traumatologie (33).

5. Radiologia intervențională de control lezional (DCIR) în situațiile de necesitate secundare traumatismului

DCIR in PRESTO (Damage Control Interventional Radiology in Prompt and Rapid Endovascular Strategies in Trauma Occasions) reprezintă un concept inovator al RI utilizate la pacienții traumatizați instabili hemodinamic; este un algoritm

agresiv și precoce pentru prioritizarea supraviețuirii cazurilor instabile hemodinamic „in extremis“ (exsanguinați traumatic) pe care RI de urgență nu le poate stabiliza eficient (34).

DCIR are ca obiectiv salvarea vieții, în timp ce scopul RI de urgență (CEIR – “Conventional Emergency Interventional Radiology”) este realizarea hemostazei în timp eficient (34).

Conceptul PRESTO controlează și tratează integral pacienții traumatizați de la sosirea în Departamentul de Urgență (DU) până la realizarea hemostazei prin tehnici endovasculare conform principiului „Începe precoce și termină cât mai repede“ (“start soon and finish sooner”).

Tratamentul adecvat aplicat în prima oră de la internare crește șansa de supraviețuire a pacientului, evaluarea diagnostic-terapeutică fiind coordonată și realizată de o echipă de traumatologie experimentată, multidisciplinară. Practic, instabilitatea hemodinamică netratată crește probabilitatea decesului cu 1% la 3 minute (47%/oră întârziere terapeutică) (34).

Protocolul PRESTO este activat precoce (înaintea sosirii pacientului în DU) și se încheie după efectuarea hemostazei și reechilibrarea hemodinamică; necesită o muncă de echipă, un proces multifactorial de elaborare a deciziilor și manevre terapeutice specifice. Conceptul “start soon and finish sooner” implică următoarele trei etape:

- evaluare primară;
- CT pan-scan;
- DCIR efectuată în timp util.

Protocolul PRESTO (34)

- activarea echipei radiologice de traumatologie, care este în “standby” înaintea sosirii pacientului la DU;
- evaluare primară și realizarea unui abord femural pentru REBOA (care menține TA și asigură timpul necesar pentru evaluarea efectuată de echipa de traumatologie/transferul cazului la sala de operație – SO);
- abordul femural permite embolizarea terapeutică/monitorizarea TA/transfuzii;
- CT scanner (FACT – Focused Assessment with CT for trauma) – metodă care permite evaluarea rapidă a imaginilor pan-CT (secvențe cap-torace-abdomen-pelvis) și identifică/exclude leziunile severe preselectate în ≤ 3 minute;
- timpul intrare-ieșire CT nu trebuie să depășească 10 minute, perioadă în care o echipă multidisciplinară de radiologi de traumatologie, radiologi intervenționiști, chirurghi și medici ATI evaluează imagistica, stabilesc diagnosticul și terapia adecvată;

- atunci când timpul este esențial, aceste manevre pot însemna viață sau moarte;
- evaluarea CT nu este obligatorie, fiind dependentă de starea generală a pacientului, care poate fi transferat direct de la sosire la sala de operații/laboratorul de angiografie.

RI în PRESTO

Este utilizată în faza a treia a protocolului PRESTO (supraveghere primară; CT, diagnostic, decizii terapeutice), fiind opțiunea terapeutică primară în hemoragia continuă, severă.

DCIR reprezintă extensia AE clasice la pacienții traumatizați instabili hemodinamic, în tip ce CEIR se adresează traumatizaților stabili hemodinamic; ambele metode necesită aborduri, metode și strategii distincte. Scopul DCIR este controlul hemoragiei prin orice mijloc posibil, rapid, agresiv și miniinvaziv.

Indicațiile DCIR sunt:

- TAS < 80 mmHg sau
- TAS < 90 mmHg, în situațiile când există ≥ 3 surse de sângerare severe/amenințătoare de viață și/sau coagulopatie sau suspiciunea unei coagulopatii.

Toate procedurile, începând cu cateterizarea vasculară și până la confirmarea embolizării, trebuie efectuate în 10 minute pentru fiecare vas lezat. Pentru pacienții instabili hemodinamic, este preferată embolizarea agresivă nonselectivă, agentul emboligen recomandat fiind NBCA (N-butyl-cyanoacrylate) (35), a cărui acțiune nu este influențată de cascada coagulării și apare în câteva secunde; mai mult, NBCA se dispersează în teritoriile vasculare interesate și realizează ocluzia distală permanentă la aceste niveluri, recanalizarea acestora fiind puțin probabilă (34).

DCIR nu este și nu trebuie considerată principala și singura metodă terapeutică pentru pacienții critici hemoragici. În timpul procedurii, radiologul intervenționist trebuie să reevalueze fiecare manevră la fiecare 5 minute, eșecul sau procedurile cu timp crescut de efectuare (peste 5 minute) trebuind înlocuite cu proceduri alternative. Matsumoto (34) recomandă crearea unei zone de terapie intensivă/sală de operații la nivelul laboratorului de angiografie, pentru îngrijirea și monitorizarea continuă a pacientului.

În final, pentru asigurarea calității, rapidității și siguranței fiecărei proceduri, echipa de traumatisme trebuie să includă cel puțin 3 persoane în forma Conducător – Operator – Ajutor (triada COA). Conducătorul echipei DCIR, împreună cu chirurgul traumatolog, ghidează operatorul în timpul procedurii, fapt care elimină timpul necesar pentru

decizia operatorului, optimizează eficiența procedurii și diminuează eroarea umană posibilă. În unele centre de traumatisme de nivel I, există o stație de lucru care procesează informațiile obținute la examinarea CT, realizând o imagine angiografică virtuală care trasează ruta cateterului operatorului spre zona/zonile hemoragice (se obține în maximum 5 minute).

Pentru viitor, se preconizează realizarea unei zone hibride dedicate pacienților cu traumatisme severe, care să conțină laboratorul de angiografie/sala de operație și CT integrat, astfel încât toate procedurile să poată fi efectuate în același loc (34), DCIR reprezentând o alternativă/parteneră a chirurgiei.

6. Sala de operație hibridă pentru pacienții cu traumatisme severe (compartimentul și protocolul RAPTOR – Resuscitation with Angiography, Percutaneous Techniques and Operative Repair)

La traumatizați, controlul hemoragiei trebuie efectuat simultan cu resuscitarea; resuscitarea cu întârzierea hemostazei poate determina altă patologie reprezentată de tulburările de coagulare/sindromul de compartiment abdominal (1).

Controlul hemoragiei este dependent de timp, întârzierea intervenției chirurgicale la pacienții cu leziuni abdominale severe fiind un factor major al mortalității; riscul decesului crește cu 1% pentru fiecare 3 minute de întârziere (1). Howell (36) subliniază că fiecare oră de întârziere în controlul hemoragiei posttraumatice prin utilizarea RI se asociază cu o creștere cu 47% a mortalității.

În practica zilnică, chirurgul traumatolog trebuie să decidă cât mai rapid (bazat frecvent pe un diagnostic incomplet și pe modificări fiziologice evolutive) care pacient necesită o intervenție invazivă imediată pentru controlul hemostazei și care poate fi investigat/observat în continuare. Realitatea umiltoare este că, inclusiv prin utilizarea unui abord agresiv, există hemoragii posttraumatice care depășesc posibilitățile chirurgiei clasice și pentru care soluția eficientă este reprezentată de RI, tehnică considerată imperativă în traumatologia modernă (1). Deși există multiple excepții, se consideră că, în mod clasic, hemoragia intraperitoneală este controlată eficient chirurgical, iar cea retroperitoneală – în compartimentul de angiografie; dacă acestea sunt situate în locații diferite, chirurgul trebuie să ia „decizia letală“ (1), abandonând una dintre posibilități (și reiterând simbolic legenda despre Scila și Caribda) (1). Astfel, s-a născut ideea realizării unui compartiment (suită, sală hibridă operatorie) unde să poată fi realizate resuscitarea,

intervențiile chirurgicale și RI, sală numită RAPTOR (Resuscitation with Angiography, Percutaneous Techniques and Operative Repair). Ideea i-a aparținut lui Scalea, conform analizei lui Kirkpatrick (1).

Compartimentul RAPTOR este o unitate hibridă desemnată pentru examinare CT, RI (diagnostică, terapeutică) și intervenții chirurgicale urgente la pacienții instabili hemodinamic.

Disponibilitatea unei săli/zone/compartiment hibride pentru pacienții cu traumatisme severe reduce timpul de intervenție, durata totală a procedurilor, cantitatea transfuziilor sanguine și permite salvarea unui grup de pacienți care altfel nu ar avea această șansă (37). Tehnologia RAPTOR permite tratamentul pacienților care prezintă o hemoragie continuă și necesită proceduri urgente percutane și operatorii pentru hemostază.

Este însă neclar cât de frecvent această posibilitate (importantă financiar!) este potențial salvatoare de vieți într-un centru de traumatisme de nivel I (2). Fehr (2) a analizat utilitatea transferului pacientului politraumatizat IH din prespital direct la “RAPTOR suite” (excluderea Departamentului de Primiri Urgențe - UPU), constatând că este „neclară”, putând determina un triaj excesiv, cu costuri financiare și resurse crescute. A utilizat termenii „beneficiu evident/clar” și „beneficiu potențial”, definind primul termen ca fiind „pacient care necesită o terapie urgentă simultană prin proceduri percutane și operatorii, fiind într-o situație extremă în absența RAPTOR (mortalitate directă/morbiditate)”, iar al doilea termen ca fiind „necesitatea urgentă a procedurilor percutane și operatorii în absența RAPTOR”.

Transferul direct al pacientului din prespital în suita RAPTOR implică experiență clinică și experiență în tratamentul de urgență al acestor cazuri. Trebuie avute în vedere: excesul triajului, resursele adecvate, eficiența unității și, nu în ultimul rând, valoarea vieții (2). Orice traumatizat cu IH necesită utilizarea unor resurse considerabile, dar, prin utilizarea IH ca “trigger” pentru transportul direct la “RAPTOR suite”, se salvează vieți (chiar în prezența unui triaj excesiv!).

În concluzie, pornind de la definiția radiologiei intervenționale (RI) în traumatisme, care este „o tehnică endovasculară minimum invazivă utilizată pentru oprirea hemoragiei” (38), aceasta ar trebui efectuată, într-un scenariu ideal, în aceeași locație cu intervențiile chirurgicale clasice, resuscitare și terapia pacienților critici (“all-in-one location”) (39).

Referitor la contraindicațiile RI în prezent, instabilitatea hemodinamică a devenit în centrele de traumatisme de excelență o contraindicație relativă

(40). Având în vedere că 70% dintre cazurile de traumatisme cu indicație angiografică urgentă apar în afara orelor de program ale radiologului intervenționist și că mai puțin de 15% dintre acestea se efectuează în primele 90 de minute de la internare, ar fi ideal ca să fie executate și de către chirurghi traumatologi antrenați în tehnici endovasculare percutane disponibili imediat; dobândirea aptitudinilor tehnicilor endovasculare de către chirurgul de gardă pare logică și necesară (40). Unele programe de traumatologie din SUA au început introducerea acestui model în algoritmi de pregătire (1-3 luni de pregătire angiografică) (40). Cu aceste ultime considerații, viitorul chirurgiei traumatismelor apare „interesant și luminos” (40).

CONCLUZII

Din anul 1981, când Sclafani a introdus conceptul de „hemostază angiografică” în cazul traumatismelor, au avut loc schimbări majore.

Diagnosticul și tratamentul modern în traumatisme se bazează pe dezvoltarea posibilităților imagistice și pe factorul timp asociat unei echipe competente și experimentate.

Transportul traumatizatului de la o sală la alta (CT/angiografie/operație) este un factor semnificativ care contribuie, evident, la agravarea hemoragiei și/sau dezvoltării instabilității hemodinamice; mai clar, imposibilitatea asigurării unor aborduri concurente și necesare hemostazei (operatorii și angiografice) scade abilitatea echipei de traumatologie pentru salvarea cazului în timp util.

Dezvoltarea centrelor de traumatisme a determinat un abord specific al traumatizatului pe baza unor protocoale diagnostic-terapeutice în care radiologia intervențională are un rol bine stabilit.

În timp, au apărut concepte noi, reprezentate de angiografia cu substrație digitală efectuată în blocul operator, radiologia intervențională de control lezional, cu utilizarea unei săli de intervenție comune/combrate CT-angiografie, sala de operație hibridă pentru pacienții cu traumatisme severe, iar unele concepte existente s-au modificat, instabilitatea hemodinamică fiind o indicație (în centrele de traumatisme de excelență) pentru angioembolizarea de control lezional.

În prezent, radiologia intervențională în traumatisme trebuie să respecte principiul “all in one location” (locație comună cu intervențiile chirurgicale clasice, resuscitare și terapia pacienților critici) pentru ca pacientul să aibă toate șansele posibile de supraviețuire, factorul esențial care motivează echipa de traumatologie fiind valoarea vieții.

BIBLIOGRAFIE

- Kirkpatrick AW, Vis C, Dubé M, Biesbroek S, Ball CG, Laberge J, Shultz J, Rea K, Sadler D, Holcomb JB, Kortbeek J. The evolution of a purpose designed hybrid trauma operating room from the trauma service perspective: the RAPTOR (Resuscitation with Angiography Percutaneous Treatments and Operative Resuscitations). *Injury*. 2014 Sep;45(9):1413-21.
- Fehr A, Beveridge J, D'Amours SD, Kirkpatrick AW, Ball CG. The potential benefit of a hybrid operating environment among severely injured patients with persistent hemorrhage: How often could we get it right? *J Trauma Acute Care Surg*. 2016 Mar;80(3):457-60.
- Salsamendi J, Quintana D, Kably I, Narayanan G. Special considerations for embolization in trauma cases. Clinical indicators and arterial embolization techniques. *Endovascular Today*. 2013;12(4):42-49.
- Lopera JE. Embolization in trauma: Principles and Techniques. *Semin Intervent Radiol*. 2010;27:14-28.
- Sclafani SJ. The role of angiographic hemostasis in salvage of the injured spleen. *Radiology*. 1981 Dec;141(3):645-50.
- Pryor JP, Braslow B, Reilly MP, Gullamondegi O, Hedrick JH, Schwab CW. The evolving role of interventional radiology in trauma care. *J Trauma*. 2005;59:102-104.
- Smith HE, Biffi WL, Majercik SD, Jednac J, Lambiase R, Cioffi WG. Splenic artery embolization: Have we gone too far? *J Trauma*. 2006; 61:541-546.
- Wei B, Hemmila MR, Arbabi S, Taheri PA, Wahl WL. Angioembolization reduces operative intervention for blunt splenic injury. *J Trauma*. 2008;64:1472-1477.
- Dehli T, Bågenholm A, Trasti NC, Monsen SA, Bartnes K. The treatment of spleen injuries: a retrospective study. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2015;23:85.
- Bauer JR, Ray CE. Transcatheter arterial embolization in the trauma patient: a review. *Seminars in Interventional Radiology*. 2004;21:11-22.
- van der Vlies CH, van Delden OM, Punt BJ, Ponsen KJ, Reekers JA, Goslings JC. Literature review of the role of ultrasound, computed tomography, and transcatheter arterial embolization for the treatment of traumatic splenic injuries. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2010; 33:1079-1087.
- van der Vlies CH, Hoekstra J, Ponsen KJ, Reekers JA, van Delden OM, Goslings JC. Impact of splenic artery embolization on the success rate of nonoperative management for blunt splenic injury. *Cardiovasc Interv Radiol*. 2012;35:76-81.
- Haan JM, Bochicchio GV, Kramer N, Scalea TM. Nonoperative management of blunt splenic injury: a 5-year experience. *J Trauma*. 2005;58(3):492-498.
- Gaarder C, Dormagen JB, Eken T, Skaga NO, Klow NE, Pillgram-Larsen J, Buanes T, Naess PA. Nonoperative management of splenic injuries: improved results with angioembolization. *J Trauma*. 2006; 61:192-198.
- Frandon J, Rodiere M, Arvieux C, Michoud M, Vendrell A, Broux C, Sengel C, Bricault I, Ferretti G, Thony F. Blunt splenic injury: are early adverse events related to trauma, nonoperative management, or surgery? *Diagn Interv Radiol*. 2015;21(4):327-333.
- Sclafani SJ, Weisberg A, Scalea TM, Phillips TF, Duncan AO. Blunt splenic injuries: nonsurgical treatment with CT, angiography, and transcatheter arterial embolization of the splenic artery. *Radiology*. 1991;181:189-196.
- Sclafani SJA, Shaftan GW, Scalea TM, Patterson LA, Kohl L, Kantor A, Herskowitz MM, Hoffer EK, Henry S, Dresner LS, Wetzel W. Nonoperative salvage of computed tomography-diagnosed splenic injuries: utilization of angiography for triage and embolization for hemostasis. *J Trauma*. 1995;39:818-827.
- Haan J, Scott J, Boyd-Kranis RL, Ho S, Kramer M, Scalea TM. Admission angiography for blunt splenic injury: advantages and pitfalls. *J Trauma*. 2001;51:1161-1165.
- Dent D, Alsabrook G, Erickson BA, Myers J, Wholey M, Stewart R, Root H, Ferral H, Postoak D, Napier D, Pruitt BA Jr. Blunt splenic injuries: high nonoperative management rate can be achieved with selective embolization. *J Trauma*. 2004;56:1063-1067.
- Carlotto JR, Lopes-Filho Gde J, Colleoni-Neto R. Main controversies in the nonoperative management of blunt splenic injuries. *Arq Bras Cir Dig*. 2016 Mar;29(1):60-4.
- Shaftan GW. How interventional radiology changed the practice of a trauma surgeon. *Injury*. 2008 Nov;39(11):1229-31.
- Clements W, Moriarty HK, Koukounaras J. Splenic Artery Embolisation in Trauma: It is Time to Stand Alone as its Own Treatment. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2020 Nov;43(11):1720-1721.
- Teo LT, Punamiya S, Chai CY, Go KT, Yeo YT, Wong D, Appasamy V, Chiu MT. Emergency angio-embolisation in the operating theatre for trauma patients using the C-Arm digital subtraction angiography. *Injury*. 2012 Sep;43(9):1492-6.
- Adnan SM, Romagnoli AN, Madurska MJ, Dubose JJ, Scalea TM, Morrison JJ. Safety and efficacy of radial access in trauma in 65 trauma endovascular cases. *J Vasc Surg*. 2020 May; 71(5):1564-1571.
- Adnan SM, Romagnoli AN, Martinson JR, Madurska MJ, Dubose JJ, Scalea TM, Morrison JJ. A Comparison of Transradial and Transfemoral Access for Splenic Angio-Embolisation in Trauma: A Single Centre Experience. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2020 Mar; 59(3):472-479.
- Ierardi AM, Duka E, Lucchina N, Floridi C, De Martino A, Donat D, Fontana F, Carrafiello G. The role of interventional radiology in abdominopelvic trauma. *Br J Radiol*. 2016;89(1061):20150866.
- Ptohis ND, Charalampopoulos G, Abou Ali AN, Avgerinos ED, Mousogianni I, Filippiadis D, Karydas G, Gravanis M, Pagoni S. Contemporary Role of Embolization of Solid Organ and Pelvic Injuries in Polytrauma Patients. *Front Surg*. 2017;4:43.
- Guinto R, Greenberg P, Ahmed N. Emergency Management of Blunt Splenic Injury in Hypotensive Patients : Total Splenectomy Versus Splenic Angioembolization. *Am Surg*. 2020 Jun;86(6):690-694.
- Liao CA, Kuo LW, Wu YT, Liao CH, Cheng CT, Wang SY, Hsieh CH, Bajani F, Fu CY. Unstable Hemodynamics is not Always Predictive of Failed Nonoperative Management in Blunt Splenic Injury. *World J Surg*. 2020 Sep;44(9):2985-2992.
- Nijdam TMP, Spijkerman R, Hesselink L, Leenen LPH, Hietbrink F. Predictors of surgical management of high grade blunt splenic injuries in adult trauma patients: a 5-year retrospective cohort study from an academic level I trauma center. *Patient Saf Surg*. 2020 Aug 3;14:32.
- Otsuka H, Sato T, Sakurai K, Aoki H, Yamagiwa T, Iizuka S, Inokuchi S. Use of interventional radiology as initial hemorrhage control to improve outcomes for potentially lethal multiple blunt injuries. *Injury*. 2018 Feb;49(2):226-229.
- McCabe S, Maddineni S, Marini C, Rozenblit G. Vascular and interventional radiology in blunt abdominopelvic trauma – Institutional practice and review of the literature. *J Trauma Treat*. 2016;5:324.
- Kos X, Fanchamps JM, Trotteur G, Dondelinger RF. Radiologic damage control: evaluation of a combined CT and angiography suite with a pivoting table. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 1999 Mar-Apr; 22(2):124-9.
- Matsumoto J, Lohman BD, Morimoto K, Ichinose Y, Hattori T, Taira Y. Damage control interventional radiology (DCIR) in prompt and rapid endovascular strategies in trauma occasions (PRESTO): A new paradigm. *Diagn Interv Imaging*. 2015 Jul-Aug;96(7-8):687-91.
- Enokizono M, Sakamoto I, Hayashi H, Sueyoshi E, Uetani M. Use of n-butyl cyanoacrylate in abdominal and pelvic embolotherapy: indications and techniques, complications, and their management. *Jpn J Radiol*. 2012 Jun;30(5):377-85.
- Howell GM, Peitzman AB, Nirula R, Rosengart MR, Alarcon LH, Billiar TR, Sperry JL. Delay to therapeutic interventional radiology postinjury: time is of the essence. *J Trauma*. 2010 Jun; 68(6):1296-300.
- Carver D, Kirkpatrick AW, D'Amours S, Hameed SM, Beveridge J, Ball CG. A Prospective Evaluation of the Utility of a Hybrid Operating Suite for Severely Injured Patients: Overstated or Underutilized? *Ann Surg*. 2020 May;271(5):958-961.

38. Zealley IA, Chakraverty S. The role of interventional radiology in trauma. *BMJ*. 2010 Feb 8;340:c497.
39. Ball CG. The R.A.P.T.O.R. suite: resuscitation with angiography, percutaneous techniques, and operative repair. *J Trauma*. 2011 Jun;70(6):1579-80.
40. Ball CG, Kirkpatrick AW, D'Amours SK. The RAPTOR: Resuscitation with angiography, percutaneous techniques and operative repair. Transforming the discipline of trauma surgery. *Can J Surg*. 2011 Oct;54(5):E3-4.