

# Moderne behandling av traumatiske sår - hva baserer vi rutinene på?

Denne gjennomgangen vil omhandle behandlingen av sår og bløtdelsskader som er påført ved høy energi. Slike skader klassifiseres som grad III-skader dersom de beskrives i forbindelse med ledsagende bruddskader (1). Disse bløtdelsskadene er store og kompliserte. Behandling av skadene vil ofte inkludere kar-kirurgiske og plastikk-kirurgiske inngrep. Indikasjon for og gjennomføring av kar- og plastikk-kirurgisk behandling av sårskadene er ikke et tema for denne artikkelen.

**Petter Iversen<sup>1,2</sup>, Geir Bjerkan<sup>1,3</sup>**

peiverse@me.com

<sup>1</sup>Forsvarets Sanitet

<sup>2</sup>Ortopedisk avdeling, Oslo Universitetssykehus Ullevål

<sup>3</sup>Ortopedisk avdeling, St. Olavs Hospital

## Hva er problemet?

Det er først og fremst to forhold som karakteriserer sårskader forårsaket av høy energi (2, 3):

### Kontaminering

Alle høyenergetiske sår er forurenset med bakterier eller andre mikrober fordi skadene aldri påføres i et aseptisk miljø.

### Nekrose

Celledøden er enten forårsaket av eksponering for direkte trykk- eller skjærekrefter mot vevet eller sekundært til redusert sirkulasjon og oksygentransport til vevet.

Kontaminerte nekroser håndteres dårlig av vårt naturlige immunforsvar og resulterer i at sår og brudd ikke tilheler. For pasienten medfører dette tapt funksjon av skadet kroppsdel. I tillegg vil det være en stor risiko for at pasienten utvikler en alvorlig eller til og med dødelig infeksjon dersom den kontaminerte nekrosen ikke behandles adekvat og raskt.

## Historisk tilbakeblikk

Det er naturligvis i krig at forekomsten av slike alvorlige skader er størst. Medisinsk kunnskap om traumatiske sår er derfor gjerne kommet som et resultat av erfaringer gjort i krig. Denne erkjennelsen er ikke ny, og i et kjent sitat fra Hippokrates i «On the Surgery» heter det: «He who desires to practice medicine, must go to war» (4).

Feltskjærerenes amputasjoner som løsning på komplekse bløtdelsskader under Napoleonskrigene er godt beskrevet i kildematerialer. Disse amputasjonene kan sees på som en ekstrem variant av revisjon for bløtdels-

skade. Dog var resultatene elendige, over 1/3 av pasienten som ble primæramputert over kne-nivå døde (5). Kirurgene kan godt ha vært dyktige operatører, men mangel på anestesi, antiseptisk teknikk og adekvat postoperativ pleie, samt generelt dårlig ernæring bidro til høye mortalitetstall.

Debridement er det fagterminologiske som brukes om kirurgisk revisjon om sårskader, i krigskirurgisk sammenheng betydde dette på slutten av 1800-tallet incisjon av hud og fascie for å avlaste en hevelse etter ballistisk skade (6). Under Boer-krigene er dette beskrevet som behandlingsmetode, men fremdeles var store bløtdelsskader på ekstremitetene vanligvis behandlet med amputasjon. Under første verdenskrig ble debridement-teknikken utviklet til å inkludere fjerning av nekrotiske områder og fremmedlegemer (6). Det rådet et betydelig fokus på sterilisering av sårene. Repeterte skylringer med ulike antiseptiske væsker var anbefalt. Mest kjent er kanskje Carrel-Dakin metoden som innebar skyl med en spesiell antiseptisk væske (Dakin's solution) hver 3.-5. time med bruk av et innfløkt apparat (Carrel-apparatet). Mot slutten av krigen ble metoden evaluert, og det ble påvist skuffende resultater med manglende tilheling av sår og brudd, høy amputasjonsrate og høy dødelighet ved behandlingen.

Det største paradigmeskiftet for behandling av omfattende ekstremitetskader med traumatiske sår kom etter publikasjonene til Josep Trueta basert på hans erfaringer fra den spanske borgerkrigen (7, 8). Truetas metode fikk gjennomslag som gjeldende og beste metode for all sårbehandling under andre verdenskrig. Den ble etter hvert benyttet av både allierte, russiske og tyske militærkirurger.

Truetas oppskrift for vellykket sårbehandling kan oppsummeres i 5 punkter:

1. Så snart pasienten har fått anestesi skal hele ekstremiteten inkludert såret vaskes med vann, såpe og neglebørste til alt er fullstendig rent og blødning fra

såret er synlig. Alt hår skal barberes. Huden omkring såret skal deretter vaskes med jod-løsning og såret skal ikke berøres med urene instrumenter etter vask.

2. Sårkantene skal eksideres og alt knust vev skal fjernes. Såret skal utvides så mye som nødvendig. Alt vev som ikke er viabelt skal fjernes. Muskulær viabilitet evalueres på bakgrunn av farge, konsistens, kontraktilitet og blødningsevne.
3. Tilstøtende muskulære losjer skal åpnes, alle dype lesjoner og defekter skal inspiseres, hematomer skal evakueres og drenering fra hele såret skal sikres.
4. Alle benfragmenter som ikke er dekket av periost skal fjernes. Alle tilgjengelige fremmedlegemer skal fjernes. Det er ikke nødvendig å fjerne kuler eller kulefragmenter som er vanskelige å lokalisere, men det er viktig å fjerne alt organisk materiale som biter av klær, treverk og liknende.
5. Dersom det foreligger bruddskade, skal bruddet reponeres. Deretter skal såret dekket med steril forbindelse og ekstremiteten immobiliseres i gips og pasienten skal gis tetanus antitoksin.

Punkt 2 til 4 beskriver det som Trueta definerte som adekvat debridement av slike sår. Trueta anbefalte at sårhulen skulle holdes åpen og veldrenert etter revisjon, og at såret skulle sekundærttilhele uten aktiv lukking. Sårskift var kun indisert dersom mye gjennomsviving av sårveske ødela bandasjer eller gips, dersom lukten ble uutholdelig eller at noe ved pasientens tilstand kunne tyde på at komplikasjoner var tilkommet. Trueta tolket vond lukt som et symptom på vevsnekrose og infeksjon, og dette var en indikasjon for ny revisjon av såret. I følge Forsvarets tidligere overlege i kirurgi, traumenestor Johan Pillgram-Larsen, bør en god traume kirurg fremdeles beherske



Figur 1. Grundig revisjon av traumatisk amputasjon innebærer ofte forkortning av amputasjonsnivå. Foto: P. Iversen.

kunsten å skille mellom lukten fra et sår med ufarlig kolonisering av mikrober og lukten av infiserte nekroser (personlig meddelelse sannsynligvis til alle norske kirurger). Truetas prinsipper for kirurgisk debridement gjelder også i dag og kirurgisk revisjon med åpen sårbehandling i initialfasen er hjørnестenen for all behandling av traumatiske sår påført med mye energi. Argentinske kirurger «glemte» Truetas anbefalinger under Falklandskrigen i 1982 og gjennomførte primær lukking av ballistiske skader uten forutgående revisjon med påfølgende alvorlige infeksjoner med anaerobe mikrober (9).

### Behandlingsstrategier for traumatiske sår påført med høy energi

Gullstandard ved behandling av traumatiske sår er adekvat kirurgisk debridement. Truetas metode med radikal eksisjon av alle nekroser med intensjon om å unngå ytterligere kirurgi er trolig kost-effektiv dersom ressursene er sparsomme. Forutsetning for at denne strategien skal være vellykket er at alle nekroser faktisk fjernes. Dilemmaet kirurgen da står ovenfor er at dersom nekrosen ikke er demarkert initialt, blir man nødt til å fjerne for mye vev for å være sikker på at alle nekroser er revidert bort. Dagens anbefaling om å fokusere på rekonstruktive muligheter, også under det



Figur 2. Bilde av VAC-bandasje. Foto: P. Iversen.



Figur 3a og b. Bilde av traumatisk sår før (a) og etter (b) initialt debridement med kirurgisk eksisjon av alt synlig nekrotisk vev. Foto: P. Iversen.

primære debridementet, kan sees på som en videreutvikling av Truetas metode. I siste utgave av de amerikanske militære kliniske retningslinjer for behandling av sårskader brukes begrepet «Surgical Balance» (10). Dette innebærer at initial kirurgisk revisjon har som målsetting å sikre at alt ikke-viabelt vev fjernes, samtidig som man forsøker å bevare så mye bløtvev som mulig for å legge til rette for rekonstruktiv kirurgi. Problemet er at det traumatiserte vevet omkring såret, kalt «Zone of Injury» kan fremstå skadet og påvirket, men likevel viabelt ved første revisjon. Det er derfor konsensus for anbefale repeterte sårrevisjoner der vevets viabilitet vurderes før såret dekkes endelig, gjerne med en plastikk-kirurgisk prosedyre som transposisjon av lokal eller fri muskellapp (11). I medisinsk litteratur er begrepet «Zone of Injury» ikke klart definert og de ulike behandlingsstrategiene er kun understøttet av observasjons-

studier (11). Det finnes anbefalinger for en rekke forhold omkring den kirurgiske behandlingen av disse skadene: Hvor tidlig etter skade bør første debridement foregå? Hvor hyppig skal repeterte debridement utføres? Hvor mange ganger skal debridement repeteres før såret dekkes lukkes eller dekkes med muskellapp? Felles for alle disse spørsmålene er at det ikke finnes evidens med støtte i kontrollerte studier for å besvare dem.

Anbefalingene sier at er fornuftig å revidere slike kontaminert sår så raskt som mulig etter skadetidspunktet (12). Men den historiske «seks-timers»-regelen om at alle sår må revideres innen seks timer etter skade for å redusere risiko for infeksjon, er sannsynligvis ikke riktig (13). Kirurgen bør ha mye klinisk erfaring for å kunne bedømme om vevet enten er viabelt, ikke-viabelt eller grense-viabelt fordi objektive

målemetoder for å avgjøre dette mangler i dag. I tillegg må kirurgen ha god oversikt over hvilke rekonstruktive muligheter som finnes for den aktuelle skaden. Særlig ved krigsskader vil ulike traumemekanismer kunne gi typiske signaturskader i vevet som kirurgen må kjenne til (14). Revisjoner må kanskje gjentas daglig i initialfasen ved skader med uttalt kontaminering og vevsødeleggelse. Senere kan frekvensen reduseres til hver andre eller tredje dag dersom pasientens systemiske tilstand er stabil. Det kan ta lang tid, noen ganger 10-12 dager, før alle nekroser er demarkerte og makroskopisk synlige i traumatiske sår. Dersom pasientens tilstand forverres i denne perioden, kan det bli nødvendig å revidere såret mer radikalt for å avslutte belastningen som repeterte kirurgiske inngrep innebærer. Noen ganger representerer amputasjon av en skadet ekstremitet en radikal revisjon (Figur 1).

Høyenergiskader mot ekstremiteter medfører ofte svære bløtdelsskader kombinert med åpne frakturer og av og til ledsagende karskader. Karskader med distal iskemi krever rask intervensjon, enten med temporær shunt eller endelig kirurgi, dersom pasientens allmentilstand og øvrige skader tillater dette. Bruddskader håndteres som regel med ekstern fiksasjon med pinneplassing utenfor skadesonen.

## Adjuvant behandling til kirurgisk debridement

Alle andre tiltak rettet mot såret kan ansees som tilleggsbehandling og disse kan aldri alene erstatte kirurgisk debridement. De viktigste er:

### Skylling av sår

Skylling av sår og bløtdelsskader er obligatorisk etter kirurgisk fjerning av ikke-vitalt og kontaminert vev. Antall bakterier i såret faller antagelig logaritmisk med økende volum av skyllevæske, der anbefalte volum er enten 1, 3, 6 eller 9 liter. De alvorligste sårene bør skylles med minst 9 liter (15). Sannsynligvis er type skyllevæske ikke avgjørende for resultatet. Selv vann tappet fra vannkran kan benyttes dersom sterilt saltvann ikke er tilgjengelig (16, 17). Det finnes gode kliniske erfaringer med bruk av steril såpe løst i saltvann. Såpe har en baktericid effekt og kan minske antall sårinfeksjoner (18). Skyllingen bør trolig utføres med lavt væsketrykk mot såret, gjerne tyngdekraft når væskeposen henger i et stativ. Det er en risiko for at høytrykks-spyling med såkalt pulsatil jet lavage kan presse mikrobenes dypere inn i vevet og dermed gi øket infeksjonsrisiko og dårligere sårtilheling (19, 20). Etter en litteraturgjennomgang i 2007 ble følgende anbefalinger gitt for skyll av åpne bruddskader etter høyenergitraume:

- det bør skylles med sterilt saltvann
- additiver som antibiotika og såpe til skyllevannet bør unngås på grunn av lite evidens for positive effekter og uavklart omfang av negative effekter
- bruk lavtrykks skyllesystem
- de som likevel fortsetter med pulserende skyll under høyt trykk bør redusere trykket til under 3.45 bar (21).

### Antibiotika

Alle pasienter som pådrar seg traumatiske sår skal motta adekvat beskyttelse mot tetanus, gjerne i form av immunoglobuliner. Det er sterke anbefalinger understøttet av evidens med såkalt moderat kvalitet for at intravenøs førstegenerasjon cefalosporiner f.eks Keflin i dose 2 gram hver 6. time skal gis i 1 døgn som tillegg til kirurgisk debridement av alvorlige sårskader (22). Videre anbefaling basert på evidens med samme kvalitet sier at ekstra dekning av gram-negative bakterier med enten aminoglykosider eller fluorokinoloner ikke er nødvendig. Tillegg av penicillin for å beskytte mot Clostridium-infeksjon eller Streptokokk-infeksjon er heller ikke anbefalt. Lokal antibiotika i såret i form av gentamycin kuler eller plater kan benyttes.

### Lukking og bandasjering

Forsinket lukking av såret etter debridement gjelder fortsatt i dag, og Truetas fokus på drenering av såret etter debridement er det primære kirurgiske prinsippet. I manualen for krigskirurgi som utgis av Det Internasjonale Røde Kors, anbefales grundig revisjon og forlenget intervall, gjerne i fem dager, før repetert kirurgi/eventuelt lukking av såret utføres (23). Unntaket er åpne ledd som kirurgen skal tilstrebe å få lukket med adekvat viabel bløtdelsslukning helst ved første revisjon.

Negative-pressure wound therapy (NPWT), ofte kjent under produktnavnet V.A.C. (vacuum assisted closure, KCI) er blitt svært populært som temporær lukningsmetode og bandasje de siste tiårene. Ved hjelp av undertrykk, lufttett bandasje og skumplast eller kompresser, skapes det et vakuum i sårflaten samtidig som hele såret uten hud dekkes midlertidig (Figur 2). Det er gode kliniske erfaringer med bruk av NPWT i sår med store åpne flater og bløtdelsdefekter gjerne ledsaget av rikelig eksudatproduksjon: Ødemet i såret reduseres og overflødig væske dreneres. Sårflaten holdes fuktig og sårbunnen dekkes med granulasjonsvev, og antatte effekter som øket angiogenese, og sirkulasjon til sårkantene er gunstige for sårtilheling (24-26). Med NPWT er intensivstell av pasientene lettere, vev rundt såret kan observeres og metoden er i dag foretrukket bandasje også de første dagene hvor man gjør hyppige og repeterte revisjoner. I en oversiktsartikkel fra i år trekkes NPWT frem som en metode som har dramatisk forbedret håndteringen av komplekse traumatiske sår (27).

### Oppsummering

Det vitenskapelige fundamentet for behandling av komplekse traumatiske sår tilkommet etter eksponering for høy energi er tynt og egentlig basert på tradisjonsoverføring. Josep Trueta publiserte en metode som er førende også i dag. Dagens praksis oppsummeres med følgende punkter:

- Bløtdelsskader forårsaket av traume-mekanismer med høy energi skal behandles med kirurgisk debridement så tidlig som mulig etter skade.
- Nekrotisk og kontaminert vev skal fjernes kirurgisk (Figur 3 a og b). Serierevisjoner er som regel påkrevet.
- Planlegging av rekonstruksjonen starter ved første debridement.
- Skylling, antibiotika og bandasje er kun adjuvant behandling til kirurgisk debridement.

### Referanser

1. Gustilo RB, Anderson JT. Prevention of infection in the treatment of one thousand and twenty-five open fractures of long bones: retrospective and prospective analyses. *J Bone Joint Surg Am* 1976; 58: 453-8.
2. Swan KG, Swan RC. Gunshot wounds: pathophysiology and management. *Year Book Medical, Chicago* 1989.
3. Zalavras CG, Patzakis MJ. Open fractures: evaluation and management. *J Am Acad Orthop Surg* 2003; 11: 212-9.
4. Lyons AS, Petrucelli RJ. *Medicine, An Illustrated History*. Revised edition. New York: Harry N. Abrams Publishers 1997.
5. Crumplin MK. The Myles Gibson military lecture: surgery in the Napoleonic Wars. *J R Coll Surg Edinb* 2002; 47: 566-78.
6. Guthrie HC, Clasper JC. Historical origins and current concepts of wound debridement. *J R Army Med Corps* 2011; 157: 130-2.
7. Trueta J. The Treatment of War Fractures by the Closed Method: (Section of Surgery). *Proc R Soc Med* 1939; 33: 65-74.
8. Trueta J. Treatment of War Wounds and Fractures. *Br Med J* 1942 16; 1: 616-7.
9. Watt J. Doctors in the Wars. *J Roy Soc Med* 1984; 77: 265-7.
10. [http://www.usair.amedd.army.mil/clinical\\_practice\\_guidelines.html](http://www.usair.amedd.army.mil/clinical_practice_guidelines.html)
11. Loos MS, Freeman BG, Lorenzetti A. Zone of injury: a critical review of the literature. *Ann Plast Surg* 2010; 65: 573-7.
12. Brown KV, Walker JA, Cortez DS et al. (2010). Earlier debridement and antibiotic administration decrease infection. *J Surg Orthop Adv* 2010; 19: 18-22.
13. Schenker ML, Yannascoli S, Baldwin KD et al. Does timing to operative debridement affect infectious complications in open long-bone fractures? A systematic review. *J Bone Joint Surg Am* 2012; 94: 1057-64.
14. Champion HR, Holcomb JB, Young LA. Injuries from explosions: physics, biophysics, pathology, and required research focus. *J Trauma* 2009; 66: 1468-77.
15. Initial Management of War Wounds: Wound Debridement and Irrigation, Joint Theater Trauma System Clinical Practice Guideline 2010.
16. Svoboda SJ, Owens BD, Gooden HA et al. Irrigation with potable water versus normal saline in a contaminated musculoskeletal wound model. *J Trauma* 2008; 64: 1357-9.
17. Fernandez R, Griffiths R. Water for wound cleansing. *Cochrane Database Syst Rev* 2012.
18. FLOW Investigators, Petrisor B, Sun X, Bhandari M et al. Fluid lavage of open wounds (FLOW): a multicenter, blinded, factorial pilot trial comparing alternative irrigating solutions and pressures in patients with open fractures. *J Trauma* 2011; 71: 596-606.
19. Bandhari M, Schemitsch EH, Adili A et al. High and low pressure pulsatile lavage of contaminated tibial fractures: an in vitro study of bacterial adherence and bone damage. *J Orthop Trauma* 1999; 13:526-33.
20. Owens BD, White DW, Wenke JC. Comparison of irrigation solutions and devices in a contaminated musculoskeletal wound survival model. *J Bone Joint Surg Am* 2009; 91: 92-8.
21. Crowley DJ, Kanakaris NK, Giannoudis PV. Irrigation of open wounds in fractures. *J Bone Joint Surg Br* 2007; 89: 580-5.
22. Hospenthal DR1, Murray CK, Andersen RC et al. Guidelines for the prevention of infections associated with combat-related injuries: 2011 update: endorsed by the Infectious Diseases Society of America and the Surgical Infection Society. *J Trauma*. 2011; 71: S210-34.
23. Giannou C, Baldan M. In War Surgery: Working with Limited Resources in Armed Conflict and Other Situations of Violence. Vol 1, ICRC 2009.
24. Morykwas MJ, Argenta LC, Shelton-Brown EI et al. Vacuum-assisted closure: a new method for wound control and treatment: animal studies and basic foundation. *Ann Plast Surg* 1997; 38: 553-62.
25. Borgquist O, Gustafsson L, Ingemansson R et al. Micro- and macromechanical effects on the wound bed of negative pressure wound therapy using gauze and foam. *Ann Plast Surg* 2010; 64: 789-93.
26. Borgquist O, Ingemansson R, Lindstedt S et al. Negative pressure wound therapy. Knowledge of effect mechanisms and complications yield new possibilities. *Läkartidningen* 2011; 108: 2372-5.
27. Ryan SP, Pugliano V. Controversies in initial management of open fractures. *Scand J Surg*. 2014; 103: 132-7.