

特 集

災害医療

災害医療における骨折治療

獨協医科大学 整形外科学

助川 卓也 玉井 和哉

はじめに

外傷とは、外的要因による組織または臓器の損傷である。交通事故、転落、重量物による圧挫などの色々な原因で発生する。受傷原因、外力の大きさや方向などによって損傷の程度は様々で、重症度や緊急度は大きく異なる。外傷の種類には軟部組織損傷、骨折、脱臼、捻挫・靭帯損傷、脊椎・脊髄損傷、末梢神経損傷などがある。今回は骨折の初期治療を中心に述べる。

骨折とは、骨の外傷で、外力の作用により骨の連絡が一部または全部絶たれたものをいう。骨折を起こすには、骨が病的に脆弱化している場合を除けば、十分に強い外力（エネルギー）が作用する。骨折を起こす外力には、直達外力と介達外力があるが、後者の場合は筋の異常収縮力が加味される。

I. 総 論

1. 骨折の初期治療

1) 受傷現場での応急処置と医療機関への搬送

受傷現場から骨折の治療は始まる。受傷現場では全身状態、受傷局所の状態を悪化させないように、迅速かつ適切な応急処置を行う。意識が低下したり、呼吸状態が悪い患者には、まず気道を確保する。開放創からの出血がある場合には、基本的に圧迫止血でよい。止血帯を用いると組織の壊死を拡大させる恐れがある。

受傷現場から医療機関へ搬送する際には、骨折部の取り扱いが重要である。外傷応急処置の基本の“RICE”がある。骨折部は長軸方向に牽引して扱い、骨折部を中心に上下の関節を越えるような十分に長い副子などをあてて包帯やタオルなどで固定 rest する。局所を冷却 icing し、圧迫包帯を巻き compression、患部が心臓の位置より高くなるように挙上 elevation して搬送する。骨折部を粗暴に扱くと、骨折端で血管・神経などを含めた軟部組織の損傷を拡大させる。場合によっては、皮下骨折であったが骨折端が皮膚を突き破り開放骨折になることもある。搬送中は全身状態と局所の状態、患肢遠位

部の循環を観察する。

2) 医療機関における救急処置

骨折患者としてではなく外傷患者として、全身の観察を行う。患者が搬入されたら、まず呼吸・循環・意識の評価を行う。呼吸・循環の処置（ABC；Airway, Breathing, Circulation）を行いながら、特に致命的な外傷を見逃さないように注意して短時間で全身状態を観察する。特に高エネルギー外傷（交通事故や高所からの転落など）が疑われる場合には、全身をくまなく観察する。直ちに処置を開始しないと致命的になる病態として、上気道閉塞・緊張性気胸・脳ヘルニア・外傷性ショックがある。

外傷直後に起こるショックは多くが循環血液量の減少による出血性ショックである。典型的なショックの5徴候（5P's）は、蒼白 pallor, 虚脱 prostration, 冷汗 perspiration, 脈拍触知困難 pulselessness, 呼吸不全 pulmonary deficiency である。その他、表在静脈の虚脱、指先の蒼白、不隠・意識混濁・昏睡、乏尿などが出現する。これらの症状と循環動態からショックの重症度を判定して直ちに治療を開始する。低容量性ショックの治療の基本は、止血、輸液・輸血による循環血液量の回復、酸素吸入である。

3) 開放骨折の初期治療の手順

開放骨折では骨折部が外界と交通しているため感染を起こす可能性が高い。軟部組織損傷の程度によって初期治療が異なるので、Gustilo（ガステイロ）分類を用いるのが一般的である（図1, 図2, 図3）。

外界と交通し、空気に触れた骨は汚染され感染を起こすものとして扱う。感染の発生を防止して創の一次的治療を目指すためには創面清掃（デブリドマン debridement）を含めた一定の手順で処置する。

① 洗浄, デブリドマン

まずガーゼで創を覆い、汚染された創の周囲の正常な

開放骨折 Gustilo分類

Type I

開放創が1cm以内で汚染が少ない

Type II

開放創が1cmを超えるが、広範な軟部組織損傷や弁状創を伴わない

Type III-A

広範な軟部組織損傷や弁状創を伴うが、骨折部を軟部組織で被覆可能

Type III-B

骨膜の剥離を伴う広範な軟部組織損傷有し、高度の創汚染を伴う

Type III-C

修復を必要とする動脈損傷を伴う

図1 Gustilo 分類



図2 開放骨折 Gustilo type III C (上都賀総合病院 整形外科 高畑智嗣先生 提供)

皮膚部分を柔らかいスポンジブラシなどで大量の水道水または生理的食塩水を用い、機械的に洗浄する。場合によっては外科用石鹸を用いて汚れを落とす。次に患肢全体を消毒する。創のガーゼを外し、創内を同様に生理的食塩水とガーゼなどで機械的に洗浄し、汚染物質を除去する。汚染がひどい場合には高压洗浄を行う。この後、術者は通常の手術と同様に手洗いしてガウンと手袋を着用し術野を消毒して、通常の手術と同様にドレーピングする。消毒液による組織損傷を避けるため原則として、消毒液は健常皮膚のみに使用し、創内には用いない。

控滅された軟部組織は細菌増殖の温床になるので、これらを切除し創縁を外科的創に置き換えるのが創縁切除であり、きわめて重要な手段である。デブリドマンは辺縁から中心へ、表層から深部へと系統的に行う。皮膚、皮下組織、筋膜、筋、骨と順序立てて行う。遊離した小骨片は原則として除去する。重要な腱組織や神経血管などを除いて、壊死に陥りそうな血流の悪い組織は徹底して切除する。デブリドマンは受傷後早ければ早いほど感染の防止には有効である。また、組織を最近培養に提出



図3 図2の単純X線像

することで、抗生剤変更を検討する一助となる。

② 骨固定

骨折部が細菌に汚染されているという前提で、原則的に内固定は控える。内固定具が異物として感染を助長してしまう。開放創から離れた部位にピンを刺入して創外固定を行う。Gustilo の type I から III-A までの開放骨折で、汚染部が小範囲で golden period (受傷後6時間以内) に徹底した洗浄・デブリドマンができた場合には、皮下骨折と同様に内固定をしても感染は起こりにくいといわれている。

③ 感染症の予防

洗浄・デブリドマンだけでは汚染物質を除去できない可能性があり、抗菌薬の投与も行う。通常、抗菌薬のターゲットは黄色ブドウ球菌で、第2世代セフェムを選択する。初診時に抗菌薬を静脈内に投与し、手術終了まで3時間ごとに追加投与する。また、Gustilo III のような汚染の強い開放骨折では、グラム陰性桿菌をカバーするためアミノグリコシドを併用する。採取した組織の細菌培養の結果が判明したら、感受性のある適切な抗菌薬に変更する。

開放骨折では常に破傷風が発生しうるものとして、破傷風トキソイドの追加免疫に加えて抗破傷風人免疫グロブリンを投与する。開口障害など発病を思わせる症状が現れた場合は、直ちに気管内挿管あるいは気管切開して気道を確保するとともに、抗破傷風人免疫グロブリンを投与する。

ガス壊疽はガス発生を伴う嫌気性菌感染症の総称で、挫滅・汚染の高度な開放骨折の急性期合併症の1つとして重要である。クロストリジウム性と非クロストリジウム性がある。発症すると激しい疼痛と発赤、腫脹、創の悪臭を伴い、ガス発生により局所の握雪感や捻髪音を認める。重症例では敗血症から多臓器不全へと進行し死亡率が高い。単純X線像やCT像で皮下に異常なガス像を認める。

ガス壊疽の予防は、デブリドマンが重要である。また嫌気性菌感染であるので、開放創の処置が十分にできなかった場合には、創は一次的閉鎖せずに開放とする。発症した場合は、創を開放にしてデブリドマンを行う。また、高圧酸素療法を開始する。重症の四肢ガス壊疽では、救命のための患肢切断も考慮する。

④ 創の閉鎖

golden period (受傷後6時間以内)に徹底した洗浄・デブリドマンができた場合は、一次的に創を閉鎖してもよい。閉鎖後に血腫が予想される場合はドレーンを留置する。Golden periodを超過した創、挫滅・汚染が高度な創などは創を開放とし、数日後再び観察し必要に応じて再びデブリドマンを繰り返し、壊死組織や感染がないことを確認して創を閉鎖する。

⑤ 皮膚欠損部の処置

開放骨折に伴い皮膚が欠損したり、皮膚が壊死に陥った場合、骨折部や重要組織を被覆する必要がある。植皮は骨折部を覆うに十分な筋肉などの軟部組織がある場合に行われる。皮弁は深部組織(骨、関節、腱、血管、神経)が露出した創に適応となる。腫脹のため創が寄らず縫合できない場合は、皮膚減張切開を加えることもある。下腿開放骨折では皮下組織が少なく広範囲の皮膚欠損を伴うことが多いため、これらの修復法を用いる機会が多い。

2. 骨折治療の基本

解剖学的な位置で骨癒合させ、機能障害を残さないようにするのが目標である。そのための治療の基本は整復、固定、リハビリテーションである。

1) 整復

転位がある骨折の場合は骨癒合を得るために、骨片同士を解剖学的な位置に整復する。

① 徒手整復

腫脹が増大すると整復が困難になるため、受傷から早期に整復することが望ましい。適切な麻酔(上肢は静脈



図4 介達牽引

麻酔・伝達麻酔、下肢は腰椎麻酔・硬膜外麻酔等)を行い、X線透視を用いる。粗暴な整復操作は神経や血管の損傷を起こす可能性があるため注意する必要がある。

小児の骨幹部骨折では、骨癒合が早く自家矯正能が優れているため、ある程度の屈曲や短縮は正常な形態に回復するので、完全な整復にこだわる必要はない。しかし回旋変形はほとんど矯正されないため、なるべく回旋転位を残さないように注意する。

② 牽引による整復(図4)

牽引療法は、①整復困難な骨折に持続的牽引力を掛け整復し、解剖学的位置を保持するため、②手術療法の前段階として整復・短縮予防・除痛・安静のため、③小児で徒手整復後に整復位を保持するため、などの目的で行われる。

牽引法には、皮膚を介して牽引する介達牽引法と直接骨にKirschner鋼線などを刺入し牽引する直達牽引法とがある。直達牽引ではより強力な牽引が可能となる。一般に乳幼児では介達牽引法が適応となる。仮骨が形成されたらギプス固定などの外固定に変更する。

③ 観血的整復

保存的には整復や整復位の保持が困難な場合には手術的に骨折部を整復する。整復位を保持するための内固定を行うことを前提とする。

2) 固定

① 外固定

体外から骨折部を固定する方法である。包帯固定法、副子固定法、ギプス(プラスチック)包帯固定法、装具療法など様々な方法がある。最近では、合成樹脂性の外固定材(プラスチックキャスト)を用いることが多い。外固定は、骨折部の遠位と近位の上下の2関節を含めることが原則である。



図5 創外固定

② 内固定

手術で体内に固定材を入れて骨折部を固定する方法である。骨癒合に大切な骨膜や軟部組織を可能な限り温存し、転位した骨片を解剖学的に整復し整復位を保持することが重要である。現在は内固定材の改良でより強固な固定が可能になった。そのため早期関節運動・早期筋力訓練・早期離床・早期社会復帰のために内固定を適応とすることが多くなった。しかし感染の危険性があることや、骨癒合後に抜去する手術の必要があることなどに留意しなくてはならない。金属生体内固定材は主に、ステンレス鋼、チタン（チタン合金）、コバルト・クロム合金などが多い。鋼線、軟鋼線、スクリュー、プレート、髄内釘などの形状がある。

③ 創外固定（図5、図6）

骨折した骨の近位と遠位に Kirschner 鋼線やスクリューピンを刺入し、創外で連結器やレジンをを用いて固定する方法である。多発外傷患者で全身管理や合併症の治療が優先される場合や開放骨折、粉碎骨折、小児の骨折などで適応となる。

3) リハビリテーション

骨折した患肢は関節の固定や安静、麻痺などにより可動域が制限され、関節拘縮や筋萎縮が起こる。臥床を余儀なくされる場合は、患肢以外の四肢にも廃用が生じる。リハビリテーションの目標は、早期関節運動・早期筋力訓練・早期離床を行い、運動機能を受傷前の状態に改善させることである。

3. 骨折治療法の選び方

骨折の治療は保存療法と手術療法に大きく分けられ



図6 図5の単純X線像（足関節骨折に対してプレート・スクリュー固定されている）

る。保存療法では、外固定の固定力に限界があり整復位の保持が困難であったり、骨癒合が得られるまで長期間外固定を続ける必要があり関節拘縮や筋萎縮を引き起こす。近年、手術技術の向上や生体内固定材の改良開発などにより強固な固定が可能になった。そのため早期関節運動・早期筋力訓練・早期離床・早期社会復帰のために内固定を適応とすることが多い。しかし、手術に伴うリスクや、感染により骨髓炎・偽関節が生じる可能性がある。

保存療法と手術療法の選択は、骨折の程度や患者背景（年齢、活動性、生活、職業等）によって判断する。小児の骨折では自家矯正力が旺盛で、関節硬縮も起こりにくいので、保存療法を行うことが多い。高齢者は、長期臥床で呼吸器合併症や廃用症候群、認知症の悪化などを起こしやすいため、手術療法によって早期リハビリ、早期離床を目指すことが多い。

1) 多発外傷に合併した長管骨骨折の治療

early total care (ETC) と damage control orthopaedics (DCO) の2つの考え方がある。ETCは受傷後早期に一期的に骨折の内固定術を行う考え方である。骨折部からの出血を減らすこと、脂肪塞栓の予防、体向による呼吸器合併症の予防などが目的である。DOCは受傷後早期に侵襲の少ない創外固定などを行い、全身状態が改善してから二期的に内固定術を行う考え方である。重症患者の急性期において、侵襲を抑え全身状態を悪化させ



図7 恥骨結合離開 (上都賀総合病院 整形外科 高畑智嗣先生 提供)

ないことが目的である。

II. 各 論

多発外傷に合併し特殊な治療を要する骨折として、骨盤骨折・大腿骨骨折・脊椎損傷について述べる。

1. 骨盤骨折

大量出血や骨盤内臓器（泌尿生殖器，消化器）損傷も合併し，致命的になりうる骨折である。治療上，骨盤輪骨折は出血の即時コントロールが重要で，寛骨臼骨折では股関節機能の再建が重要である。

1) 骨盤輪骨折

骨盤輪は仙骨と両側寛骨からなる。後方は仙腸関節，前方は恥骨結合で靭帯性に結合している。骨盤輪骨折は前後方向の圧迫，側方からの圧迫，垂直方向の剪断の3つの外力による。AO分類は骨盤の安定性に基づく分類で，治療方針の決定に有用である。骨盤輪の損傷の程度により，安定型，部分的安定型，完全不安定型に分類される。

① 安定型骨折 (AO分類A型)

基本的に1か所の骨折で，骨盤輪は安定している。筋収縮による裂離骨折，腸骨翼骨折，恥骨・坐骨の単独骨折，仙骨骨折・尾骨骨折などが挙げられる。保存療法が主となる。

② 部分的不安定型 (AO分類B型)

骨盤輪の前方が不安定である。後方は垂直方向には安定である。恥骨骨折坐骨骨折，両側恥骨・坐骨枝骨折，恥骨結合離解，腸骨垂直骨折などが挙げられる。治療としては前方を安定化させる (図7)。

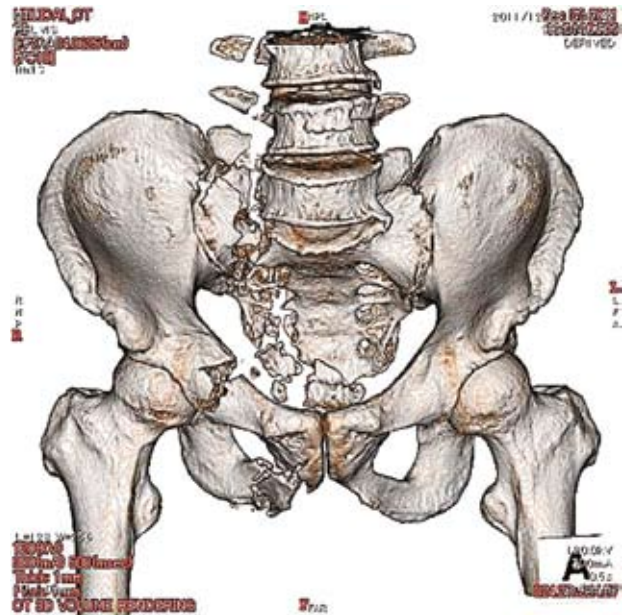


図8 骨盤輪骨折 AO分類C型



図9 右股関節中心性脱臼 (上都賀総合病院 整形外科 高畑智嗣先生 提供)

③ 完全不安定型 (AO分類C型)

前方・後方ともに回旋・垂直方向に不安定である。Malgaigne骨折もここに分類される。骨盤後方部の転位が明らかな場合は骨盤後方部の内固定が必要である。また，骨盤前方部の固定が必要な場合も多い (図8)。

2) 寛骨臼骨折

大腿骨長軸方向の力や，大転子に外力が加わった場合など，大腿骨に伝わってきた介達外力により生じる。寛骨臼は前柱・後柱に分けられ，AO分類では前柱のみもしくは後柱のみの骨折をA型，A型に横方向の骨折が加わったものをB型，両柱の骨折をC型としている。強い外力が加わった場合は，大腿骨頭は寛骨臼底を破つ



図 10 右大腿骨骨幹部骨折



図 11 図 10 の術後単純 X 線像 (髄内釘とワイヤリング固定)

て骨盤内に突出する。これを股関節中心性脱臼という (図 9)。治療は骨折の転位が小さい場合は直達牽引を行う。転位が大きい場合や、臼蓋荷重部にも骨折線があり整復位が得られない場合には観血的に整復を行う。荷重部の転位は変形性関節症を引き起こす。

3) 治療

受傷初期には止血処置が中心で、急性期を脱した後は骨盤輪を安定化することが重要である。主な止血法について挙げる。

① 固定

骨盤輪骨折では下肢が外旋し骨盤内腔容積が増加し出血量が多くなるので、下肢を外旋しないように縛るシート固定や、大転子部で締める骨盤圧迫ベルトがある。また骨折部を整復し安定化させることで、骨折部からの出血を抑える創外固定がある。内固定術は、受傷初期に創外固定で待機した後に二期的に内固定に入れ替える DCO が一般的に行われる。

② 経カテーテル的動脈塞栓術 (TAE: transcatheter angiographic embolization)

大量輸血によってもショックが改善しない場合は動脈損傷を疑って、血管造影を行う。動脈損傷部があればカテーテルを損傷部近くまで進め、ゼラチンスポンジや金

属コイルなどで塞栓する。動脈以外の出血には効果が乏しいことや、下殿動脈の塞栓により殿筋壊死が起こるなどのデメリットもある。

2. 大腿骨骨幹部骨折

大腿骨は人体最大の長管骨であり、荷重・歩行などの日常生活の基本動作に重要である。骨幹部骨折は交通事故などきわめて強力な外力により生じることが多い。多発外傷の合併も多く、生命予後・下肢機能の点から重篤な外傷である。

1) 症状

受傷直後より起立・自動運動不能となり、自発痛が著明である。骨折部は異常可動性が明らかで、筋肉の作用により特有の肢位をとる。近位の骨折では、近位骨片が中小殿筋・腸腰筋に引かれ屈曲外転外旋する。遠位骨片は短縮し、内転筋に引かれ内転する。内転筋附着部より遠位の骨折では、近位骨片は内転筋・腸腰筋に引かれ経度屈曲内転し、遠位骨片は腓腹筋に引かれ後方に回転し短縮する。皮下骨折でも 500 ml~1000 ml の出血が起こり、血圧低下、ショックなどの全身症状を呈することがある。

2) 治療

特に多発外傷を合併する場合は、早期に観血的治療し骨折部を安定化させることで脂肪塞栓症候群を予防し、体位変換を十分に行えるため呼吸器合併症も予防でき

る。徒手的に整復し、外固定で整復位を保つことは困難で保存療法はほとんど行われない。牽引は除痛目的や術前短縮予防として施行することもある。早期離床・早期社会復帰のため手術療法の良い適応で、内固定法としては横止め髓内釘を用いることが多い(図10, 図11)。

3. 脊椎損傷

脊柱に外力が加わり脊椎が脱臼・骨折することをいう。脊髓損傷を伴う場合も多い。転倒・転落・落下物の下敷きになるなどの機械的外力が原因となって生ずる。脊椎に作用する外力は軸圧・屈曲・回旋・進展・剪断・伸延などである。

1) 症 状

脊髓損傷を高率に合併する。損傷部位以下の麻痺症状が出現する。頸髄損傷や上位胸髄損傷を合併すれば、呼吸障害が生じ、上位の損傷ほど重篤である。損傷高位に激しい局所痛があり、座位・起立位が困難となる。

2) 診 断

受傷機序や損傷部位・損傷型を推定するため、受傷時の状況の問診や全身の視診触診は重要である。例えば、前額部の創傷は頸椎の伸展圧迫損傷を示唆する。神経学的所見は上位頸椎損傷では脳神経の検査も行う。画像診断では、正確な骨傷の診断や靭帯損傷による脊柱不安定

性の把握、合併損傷をみる。

3) 治 療

受傷現場では、まず患者に呼びかけ応答が無ければ頭部外傷を疑い、応答があるのに四肢を動かさない場合は頸髄損傷を疑う。現場では損傷脊椎の安静保持が重要で、常に脊柱中間位になるように注意し、移送中の追加損傷を避ける。病院へ搬入後は脊柱再建を行い骨折・脱臼を安定化させることが重要である。脊柱再建により脊柱不安定性を無くし、脊髓機能回復を促す。また、早期にリハビリテーションを始めることができ、離床を進めることで褥瘡や尿路感染症を予防できる。手術は脱臼骨折や破裂骨折など脊柱管内に損傷が及んでいる場合や脊柱不安定性がある場合にその程度によって除圧・整復・固定目的に行われる。多発外傷を伴う場合には、生命危機の回避が優先され治療法や治療時期が制限される。

文 献

- 1) 内田淳正(監修): 標準整形外科学, 医学書院, 東京, 2011.
- 2) 富士川恭輔, 鳥巢岳彦(編): 骨折脱臼, 南山堂, 東京, 2005.
- 3) 長野 昭ほか(編): 整形外科専門医テキスト, 南江堂, 東京, 2010.