


AO

**AO Trauma Webinar**  
—Basics of open fracture treatment



Yoshihiko Tsuchida  
Shonan Kamakura General Hospital  
Japan

1

**開放骨折治療のゴールとは？**

- 感染の回避
- 骨癒合の獲得
- 機能の再獲得

これらは相互に関係

AO

2

**分類について**

- Gustillo and Anderson
- AO分類
- Ganga Hospital Score

AO

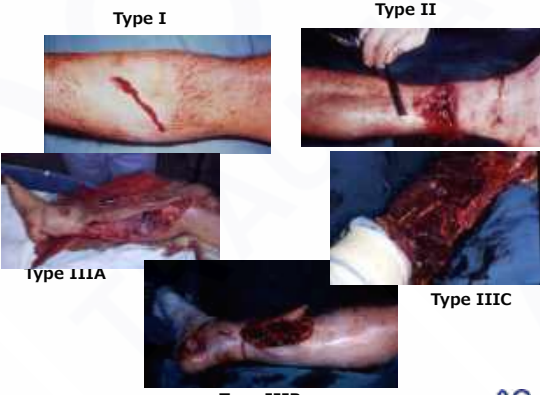
3

**Gustillo and Anderson**

Type	Wound	Contamination	Soft tissue damage	Bone injury
1	1 cm -	Clean	Minimal	Simple, minimal comminution
2	1 cm +	Moderate	Moderate, some muscle	Moderate comminution
3A.	10 cm +	High	Severe with crushing	Soft tissue cover possible
3B.	10 cm +	High	Severe loss of cover	Requires reconstructive surgery
3C.	10 cm +	High	Vascular injury requires repair	Requires reconstructive surgery

AO

4



Type I

Type II

Type IIIA

Type IIIB

Type IIIC

AO

5

**開放骨折の感染率**

Gustilo et al, 1984 J Trauma

	Infection	amputation
IIIA	4%	0%
IIIB	52%	16%
IIIC	42%	42%

AO

6

### 全身状態により感染率増悪

- 174例の下腿開放骨折
- 14のHost要因による影響

Age>80, current nicotine use, DM, malignancy, pulmonary insufficiency, systemic immunodeficiency, etc

Rowen TR CORR. 2005

AO

7

Class	Compromising factors	Infection rates
A	0	4%
B	1-2	15%
C	3 or more	31%

AO

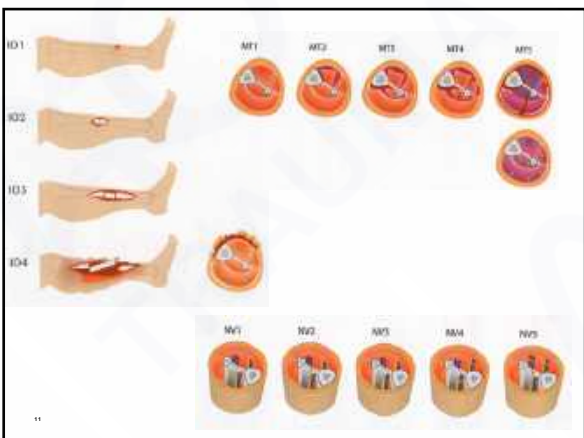
8



9

- ### Old AO classification
1. Skin (**I**ntegument) lesion : **IO** 1- 4
  2. **M**uscle / **T**endon injury : **MT** 1- 5
  3. **N**euro**v**ascular injury : **NV** 1- 5
  4. Fracture type (AO)
- AO

10



11

### OTA Open Fracture Classification (OTA-OFC)

<b>Skin</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Laceration with edges that approximate.</li> <li>2. Laceration with edges that do not approximate.</li> <li>3. Laceration associated with extensive degloving.</li> </ol>
<b>Muscle</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. No appreciable muscle necrosis; some muscle injury with intact muscle function.</li> <li>2. Loss of muscle but the muscle remains functional; some localized necrosis at the zone of injury but requires debridement; intact muscle-tendon unit.</li> <li>3. Dead muscle; loss of muscle function; partial or complete compartment syndrome; complete disruption of a muscle-tendon unit; muscle defect does not approximate.</li> </ol>
<b>Arterial</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. No major vessel disruption.</li> <li>2. Vessel injury without distal ischemia.</li> <li>3. Vessel injury with distal ischemia.</li> </ol>
<b>Contamination</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. None or minimal contamination.</li> <li>2. Surface contamination (not grossed by).</li> <li>3. Contamination associated in zone or deep soft tissues or high-risk environmental conditions (eg, seawater, fecal, dirty water).</li> </ol>
<b>Bone loss</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. None.</li> <li>2. Bone healing or displaced but bone fragments, but still some contact between proximal and distal fragments.</li> <li>3. Segmental bone loss.</li> </ol>

AO

12

### Ganga Hospital Score

3つの領域でスコアリング(1~5)

- covering tissues
- skeletal tissues
- functional tissues

スコアリング	特殊治療	予後
1,2	不要	良
3	要	良
4,5	要	不良

13

### 'Fix and Immediate Flap' protocol

- Skin score 3 or 4
- Bone score 3 or less
- Musclotendinous 3 or less

14

### 'Fix and Immediate Flap' protocol

15

### 'Fix and Delayed Flap' protocol

- Skin score 3 and above
- Bone score 3 and above
- Musclotendinous 3 and above

16

### 'Fix and Delayed Flap' protocol

17

### Stabilise, Wait, Assess and Reconstruct

18

### 開放骨折治療の骨子

1. 急性期の治療
2. 抗生剤投与
3. 血管損傷に対する対処
4. デブリドマン
5. 骨折の安定化と創管理
6. 早期軟部組織閉鎖
7. 重症開放骨折の再建→前川先生へ

AO

19

### 急性期の治療

- ATLS (JATEC)に準拠した全身状態評価と蘇生
- Save Life, Save Limb, Save Function





AO

20

### ERでの損傷肢の評価と処置

- 完全評価  
(創の大きさ、深さ、循環、神経学的機能、筋腱連続性)
- 創被覆、外固定
- plain Xp (2R)
- 抗生剤投与と破傷風予防

**初期術前計画**




AO

21

### 抗生剤投与

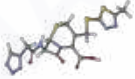
- 予防的抗生剤投与の効果は証明されている
- 感染率の低下 13.9→2.7%
- 開放骨折はすでに汚染されている
- 早期投与が必要
  - 感染率：3時間以内→4.7%
  - 3時間以降→7.4%

Hauser CJ, Surg Infect, Aug 2006  
Patzakis MJ JOT 2000



AO

22



**Type I, II**

- Cephalosporins (1<sup>st</sup> or 2<sup>nd</sup> generation) **24 hours**

**Type III**

- + Aminoglycosides
- Ampicillin sulbactam (ユナシン)
- Tazobactam, Piperacillin Hydrate (ゾシン)

- 受傷(手術)後3~5日まで
- 軟部組織再建後24時間まで

AO

23

### 血管損傷に対する対処

**Hard Signとは？**

- 拍動性出血
- 増大する血腫
- 血管雑音
- 阻血の5徴候  
疼痛、蒼白、知覚異常、運動麻痺、脈拍消失

Hard Signのない血管損傷はない！  
Hard Signがあればすぐに画像検索(造影CT etc)

AO

24

### ドップラーやエコーの有用性について

- 信頼度に疑問（検者の技量に左右）
- 末梢泊動低下（消失）時のドップラー聴取
  - ▶ 逆行性行、側副血行の可能性

25

### 膝窩動脈損傷の初期治療

- 早期の血行再建が必要

3~4時間 → 神経・筋の不可逆的障害

6時間以降 → 再還流障害

- temporary shuntが有用

Glass : J Plast Reconstr Aesthet Surg 2009  
Nanchahal : BAPRAS 2009

26

### TVS (temporally vascular shunt)

Intravascular shunt      Cross limb vascular shunt

27

### デブリドマンのあり方

デブリドマンの6時間ルールは都市伝説か？

- 1898年 Friedrichの豚実験→6hr以内にORへ
- 1973年 Robson : 細菌は5.17時間で $10^6$ へ

28

- デブリドマンの時期は重要ではない
- 如何に早く施行するかよりも、如何に十分に行われたかの質が重要

Khatod et al., Journal of Trauma 2003  
Spencer et al., JRCs-England 2004  
Charalambous et al., 2005  
Skaggs et al., JBJS 2005  
Crowley DJ, Injury 2007

⇒ 24時間以内、urgent

29

- 重症度が増すほど、I&Dまでの時間と共に感染率が上がる
- 軽症開放骨折は緊急性ない

P.D.Hull The Bone & Joint Journal 2014

### デブリドマン議論の中心は重症開放骨折

30

**デブリドマンの意味は  
外傷創を外科創にすること**

AO

31

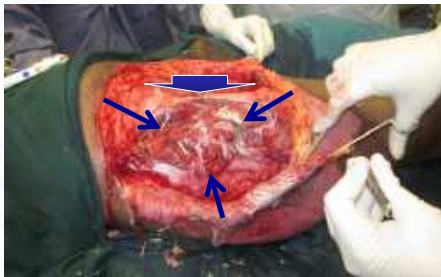
**デブリドマン時のタニケットの使用**

- 皮膚では非使用
- 皮下の軟部では使用
- 骨では非使用

AO

32

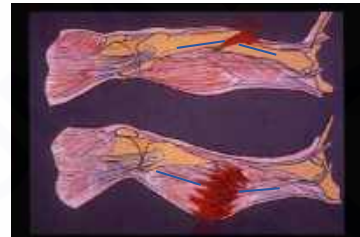
**デブリドマンの体系的手法  
Step by Step**



AO

33

- 創延長によるZone of Injury開放
- 損傷されている部位は全て検索



AO

34

**洗浄について**

- 生食 (+/- soap)  
Gustilo type 1→3L  
2→6L  
3→9L
- 高圧洗浄は避ける

*Bhandari M JOT 1999  
Boyd JJ CORR 2004*



22

35

**抗生剤洗浄、洗剤洗浄**

- 抗生剤洗浄効果不明
- 洗剤洗浄は異物除去、汚染除去効果あり→感染率低下は不明

*Anglen JO, JAAOS 2001*

AO

36

### 一つの方法

- 初期洗浄・高度汚染創 →石鹼洗浄
- 仕上げ洗浄 →生食洗浄
- 感染創 →石鹼洗浄・抗生剤洗浄

*Anglen JO, JAAOS 2001*

37

AO

37

### The three D'sの駆逐

- Dead bone (死んだ骨)
- Dead tissue (死んだ軟部組織)
- Dead space (死腔)



38

AO

38

### 組織の viability の評価

#### The four C's

- Colour (色調)
- Consistency (質感)
- Contractility (収縮性)
- Capacity to bleed (出血)

39

AO

39

### 大きな骨片の除去について

- 温存 : 感染率 21%
- 除去 : 感染率 9%

*Edwards CC CORR. 1998*

骨アライメント保持には有効

40

AO

40

### 組織の活性判断は難しい

24-48時間後に  
2<sup>nd</sup> debridement  
以後、外科創になるまで繰り返す

41

AO

41

### 骨折の安定化

- Primary内固定 (髄内釘/プレート固定)  
→type I に良い適応
- Type II・III多くは創外固定  
alignmentの獲得  
軟部組織保護、dead space管理

42

AO

42

### 開放骨折における髓内釘

- 長管骨骨幹部には良い適応
- 軟部組織に低侵襲
- Ream or Non-ream  
→outcome, complicationに差なし  
Finkemeier CG JOT 2000



43

### 汎用される創外固定


**利点**

- 装着容易、DCO

**欠点**

- Pin感染
- 固定性? →変形
- コンプライアンス不良

神経血管束を避けて刺入



44

### 創外固定から髓内釘への変換

早期（2週間以内）のconversionで  
低い感染、高い骨癒合率

Bhandari M, JOT 2005

45

### 創管理における発達


「抗生剤セメントビーズ」 から  
「持続陰圧吸引療法」へ



46

### NPWT (Negative Pressure Wound Therapy)

- 閉鎖システム
- 持続的なデブリドマン作用
- 組織浮腫軽減
- 組織血行改善
- 肉芽組織増生
- 段階的治療に適している



47

### NPWT (Negative Pressure Wound Therapy)

- 皮弁必要率を下げる  
Dedmond BT JOT 2007
- GustiloⅢBの感染率は改善しない
- 1週間以上は使用しない  
Bhattacharyya T PRS 2008

48



### 軟部組織閉鎖

- 基本的に1週間以内に閉創
- Gustilo
  - I : 一次閉創
  - II, IIIA : 二次閉創

AO


49

### 早期皮弁形成術の有用性

Godina, M: Early microsurgical reconstruction of complex trauma of the extremities. *Plast Reconstr Surg*

<b>72時間&gt;の組織再建</b>	
皮弁失敗	1 / 134
感染	2 / 134 (1.5%)

<b>72時間~90日の組織再建</b>	
皮弁失敗	20 / 167
感染	29 / 167 (17%)

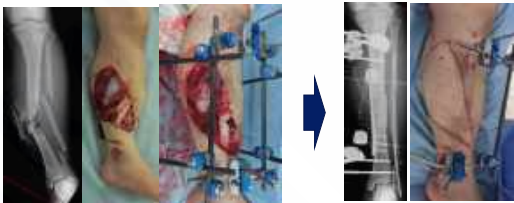


AO

50

### 早期創閉鎖/FIX and FLAP

5-7日以内の被覆が目標  
(7-10日以上では感染率増加)



Ostermann PA JBJS 1995  
Gopal S JBJS 2002

AO

51

### Gustilo III Bに対する 骨再建、軟部再建のあり方



### 前川先生のlecture

AO

52

### まとめ:開放骨折治療のポイント

- 速やかな外傷蘇生
- 適切な抗生剤投与と被覆
- 十分なデブリドマン
- 熟練者による損傷評価
- 骨と軟部組織の安定化
- 7日の創閉鎖

AO

53