

骨折後の脳梗塞？

脂肪塞栓症(FES)と starfield pattern を見逃さない

長管骨骨折後 12～72 時間の意識変容を見逃さない

医知創造ラボ 今村久司

脳神経内科専門医

本日のテーマ — 3 つのテイクホームメッセージ

1

長管骨骨折後 12～72 時間の意識変容

CFE(脳脂肪塞栓)を必ず鑑別に
最大 10 日後の遅発例もある

2

MRI DWI の "starfield pattern" が鍵

CT が正常でも MRI を優先する
早期診断で予後改善の可能性

3

治療の主軸は早期骨折固定と支持療法

ステロイドはエビデンス不十分
(議論継続中)

ケース提示 — 何が起きているのか？

症例: 28 歳 男性

交通外傷にて大腿骨骨幹部骨折。整形外科入院、髄内釘手術を予定。
受傷 48 時間後、突然の意識変容(GCS 9)と SpO2 低下(88%)が出現。
頭部 CT:明らかな出血・梗塞なし。

あなたならどう考え、次に何をする？

キーワード

大腿骨骨折 / 術後 48 時間 / 意識変容 / CT 正常

視聴者の 5 つの疑問

1 脂肪塞栓症(FES)はいつ・誰に起きる？

2 「脳脂肪塞栓(CFE)」の臨床像は脳梗塞とどう違う？

3 Gurd 基準 / Schonfeld 基準とは？どう使う？

4 MRI の "starfield pattern" はどう見える？

5 治療は何ができる？ステロイドは効くのか？

脂肪塞栓症(FES)とは

定義

長管骨骨折や体型形成術(body contour plastic surgery)後に、
骨髓から遊離した脂肪粒子が血流に入り肺・脳・皮膚を障害する臨床症候群

サブクリニカル

長管骨骨折の大多数で
脂肪塞栓は起きている

Talbot 2006 (Ref 1)

臨床的 FES

症状を呈する割合

1~10%

Talbot 2006 (Ref 1)

長管骨骨折と FES の関係

Gurd 基準は最も広く使われるが、「gold standard 不在のため
臨床基準の妥当性検証は困難」
(Talbot 2006)



若年男性に好発

70 歳以上を除き全例 35 歳未満
の報告も
(Tsai 2010、n=13)



大腿骨・長管骨骨折で頻度高

脛骨 0.15%、大腿骨 0.78%
多発骨折で 2.4%(Tsai 2010)



体型形成術でも発生

body contour surgery は
過少診断・過少報告(Shaikh
2025)

疫学 — 骨折部位別 FES 発生率

Tsai IT, et al. J Chin Med Assoc. 2010

骨折部位	FES 発生率
脛骨骨折	0.15%
大腿骨骨折	0.78%
多発骨折	2.4%

平均発症時間

48.5 時間

死亡率

5~15%

FES リスク因子 — Lowery 2021

Lowery A, et al. Indian J Orthop. 2021 (マッチドケースコントロール)

低 Mg 血症

OR 7.43

独立リスク因子

鈍的外傷機転

OR 7.16

独立リスク因子

高 P 血症

OR 6.24

独立リスク因子

低 Alb 血症

OR 3.78

独立リスク因子

骨折本数増加

平均 2.89 本

独立リスク因子

病態 — 2つの仮説

① 機械的閉塞説

- 骨折部から脂肪粒子が静脈内へ
- 肺毛細血管を閉塞 → 低酸素
- 脳血管閉塞 → 意識変容
- PFO(卵円孔開存)経路で動脈系へ奇異性塞栓も

② 生化学説

- リパーゼが脂肪を遊離脂肪酸に分解
- 炎症メディエーター放出
- 血管内皮傷害・透過性亢進
- 肺・脳・皮膚の炎症性障害

FES の古典三徴

呼吸不全

80～98%

低酸素血症
びまん性肺泡出血 11%
(Shaikh 2018、Koul 2013)

神経症状

69～70%

意識変容・昏睡・痙攣
局所神経脱落(失語など)
(Koul 2013、Shaikh 2018)

点状出血

2.5～14%

胸部・腋窩・結膜
比較的稀な所見
(Koul 2013、Shaikh 2018)

脳脂肪塞栓(CFE)の特徴

Singh A, et al. J Stroke Cerebrovasc Dis. 2022 (n=97 FES、n=39 CFES)

FES 97例中

40%

FES 97例中
CFES 39例

CFES 例で

74%

CFES 例で
昏睡発症

MRI で

74%

MRI で
starfield 確認

その他の特徴(Singh 2022)

- 眼底検査施行 21 例中 19 例(90%)で網膜塞栓を確認
- TCD 微小塞栓信号陽性:15/29 例(52%)— 発熱・右左短絡と関連
- 孤立性局所神経脱落(失語など)でも発症あり(Wu 2025)

CFE の発症時期

術後 1 時間

極早期例

脛骨髓内釘術後に
孤立性失語(Wu 2025)

12~72 時間

典型的発症

平均 48.5 時間
(Tsai 2010)

72 時間~数日

遅延例

36~120 時間の範囲
(Koul 2013)

10 日後

遅発例

単純脛骨高原骨折後の
isolated CFE(Hsu
2021)

時間経過 →

重要: 「72 時間を超えたから CFE ではない」は誤り。最大 10 日後の遅発例も報告あり

Gurd & Wilson 基準

Berdai AM, et al. Pan Afr Med J. 2014 (PMID 25452829)

大項目(Major)

- 呼吸不全(SpO2 低下 / PaO2 < 60 mmHg)
- 神経症状(意識障害・鎮静なし)
- 点状出血(胸部・腋窩・結膜)

小項目(Minor)

- 頻脈(> 110 /min)
- 発熱(> 38.5°C)
- 網膜塞栓
- 脂肪尿・尿中脂肪
- 貧血(急激な Hb 低下)
- 血小板減少
- 頻呼吸(> 30 /min)

診断: 大項目 2 つ、または 大項目 1 + 小項目 4 以上(Gurd & Wilson 1974)

Schonfeld 5 点スコア

Schonfeld SA, et al. Ann Intern Med. 1983 (PMID 6614536)

項目	スコア
点状出血	5 点
胸部 X 線 浸潤影(alveolar infiltrate)	4 点
低酸素血症(PaO ₂ < 70 mmHg)	3 点
発熱(> 38°C)	1 点
頻脈(> 120 /min)	1 点
頻呼吸(> 30 /min)	1 点
意識変容(Confusion)	1 点

診断閾値: 5 点以上で FES と診断(感度は Gurd 基準より高い)

診断のピットフォール



臨床基準は感度・特異度ともに低い

Gurd 基準・Schonfeld 基準は gold standard 不在のため
妥当性検証が困難(Talbot 2006)



臨床基準陰性でも CFE は否定できない

点状出血は 2.5~14% のみ。
古典三徴が揃わない症例が大多数



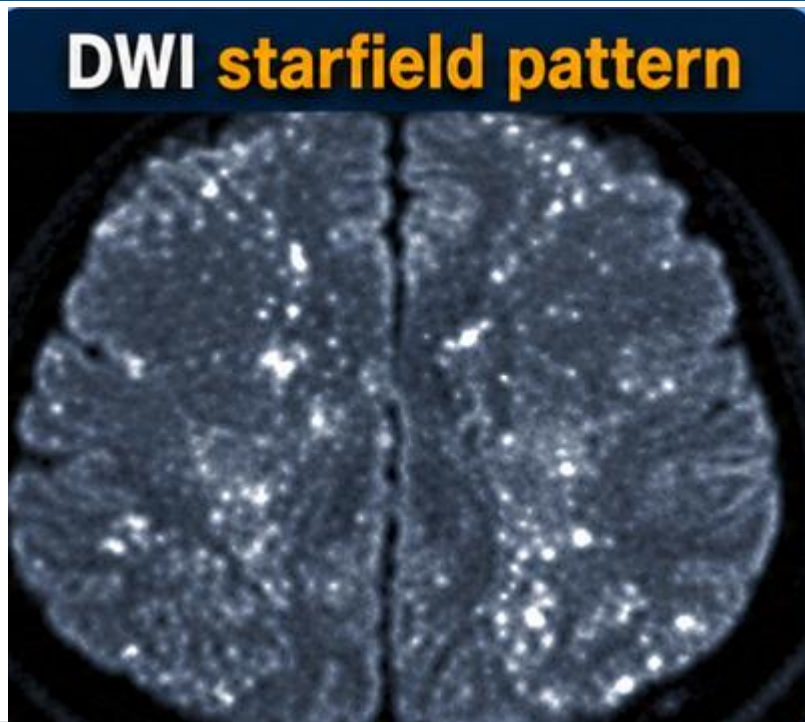
CT 正常でも安心しない

脳 CT は広義の異常(浮腫)を見るが
starfield は見えない。MRI が必須

MRI DWI — starfield pattern

Parizel PM, et al. Stroke. 2001 (seminal paper, PMID 11740000)

MRI DWI イメージ(模式図)



所見の特徴

DWI

暗背景に多発点状高信号
(拡散制限 = 細胞傷害性浮腫)

T2/FLAIR

多発する非融合性高信号
両側白質深部・皮質下

分布

水分含量の多い灰白質
境界に好発

経過

24h 以内は陰性のことも
48~72h で再検

CT の限界 — なぜ MRI が必要か

Shaikh N, et al. *Int J Burns Trauma*. 2018 (n=81)

CT の starfield 検出率

ほぼ 0%

MRI の starfield 検出率

28.4%

CT vs MRI の違い

- CT: 脳浮腫は描出できるが微小塞栓の点状病変は検出不可
- MRI DWI: 拡散制限で微小虚血を鋭敏に検出 → starfield 確認
- 長管骨骨折 + 意識変容 + CT 正常 → 直ちに MRI

MRI 撮像タイミングの落とし穴

注意: 受傷 24 時間以内の MRI は陰性になることがある！

24 時間以内

MRI 陰性でも CFE を疑い続ける

拡散制限が十分成熟していない段階

48～72 時間

MRI 再検を積極的に行う

starfield が最も明瞭になる時期

10 日後まで

遅発例も考慮(Hsu 2021)

臨床的に CFE が疑われれば再検を躊躇しない

補助検査 — MRI 以外の診断ツール

Singh A, et al. J Stroke Cerebrovasc Dis. 2022 / Shaikh N, et al. Cureus. 2025

散瞳眼底検査

網膜塞栓 90%

Singh 2022(21 例中 19 例)
簡便・非侵襲で高収率

経頭蓋ドプラ(TCD)

微小塞栓信号 52%

Singh 2022(15/29 例)
発熱・右左短絡と関連

POCUS(ベッドサイドエコー)

脂肪粒子を可視化

IVC → 右心へ流れる
脂肪粒子を確認可能(Shaikh
2025)

治療の基本 — 支持療法

酸素投与・人工呼吸

低酸素血症の補正
ARDS に進行した場合は
肺保護換気戦略

輸液管理

循環動態の安定化
過剰輸液は肺水腫を悪化
適切な輸液バランス

痙攣管理

抗痙攣薬の投与
CFE による痙攣は
対症療法が中心

全身モニタリング

パルスオキシメトリ
乳酸値の継続モニタリング
(Silva 2013)

早期骨折固定 — 手術タイミングの議論

現時点の推奨

早期 ORIF(観血的整復内固定)が望ましい
(Shaikh 2025)

RIA システム

リーマー灌流吸引(Reamer-Irrigator-Aspirator)
全身性脂肪塞栓が減少(Shaikh 2025)

早期髄内釘 vs 待機

早期(<12h)vs 晩期(≥12h)で
FES・ARDS・死亡に有意差なし(Alobaidi 2016)
→ 適切に選択すれば早期髄内釘は安全

ステロイドの是非 — エビデンスの変遷

Silva 2013

Rev Col Bras Cir

ステロイド予防投与を
推奨できる十分な
エビデンスなし

推奨しない

Shaikh 2025

Cureus (最新メタ解析)

新しいメタアナリシスで
ステロイドの有益性が示された

有益示唆

現時点の方針

2025 年時点

ルーチン投与は推奨されない
「議論が続いている」と認識

ルーチン非推奨

予後・転帰

Singh A, et al. J Stroke Cerebrovasc Dis. 2022 / Shaikh N, et al. Cureus. 2025

FES 全体の

5~15%

FES 全体の
死亡率

CFES で

72%

CFES で
退院達成

フォローアップ時

57%

フォローアップ時
mild~moderate 障害

死亡または

28%

死亡または
重篤な転帰

非典型例 — 見逃さないための知識

遅発型(10 日後)

単純脛骨高原骨折後
10 日後に孤立性 CFE
初回 MRI 陰性でも再検を
(Hsu 2021)

孤立性失語

脛骨髓内釘術後 1 時間で
急性失語、昏睡なし
早期 DWI で starfield 確認
(Wu 2025)

顔面脂肪注入後

美容手術(脂肪注入)後に
大血管閉塞型 CFE
血栓回収・減圧開頭で
予後改善の可能性(Huo 2018)

奇異性 CFE(PFO)

卵円孔開存経路で
動脈系へ脂肪塞栓子
整形外科手術後にも発生
(Piuzzi 2014)

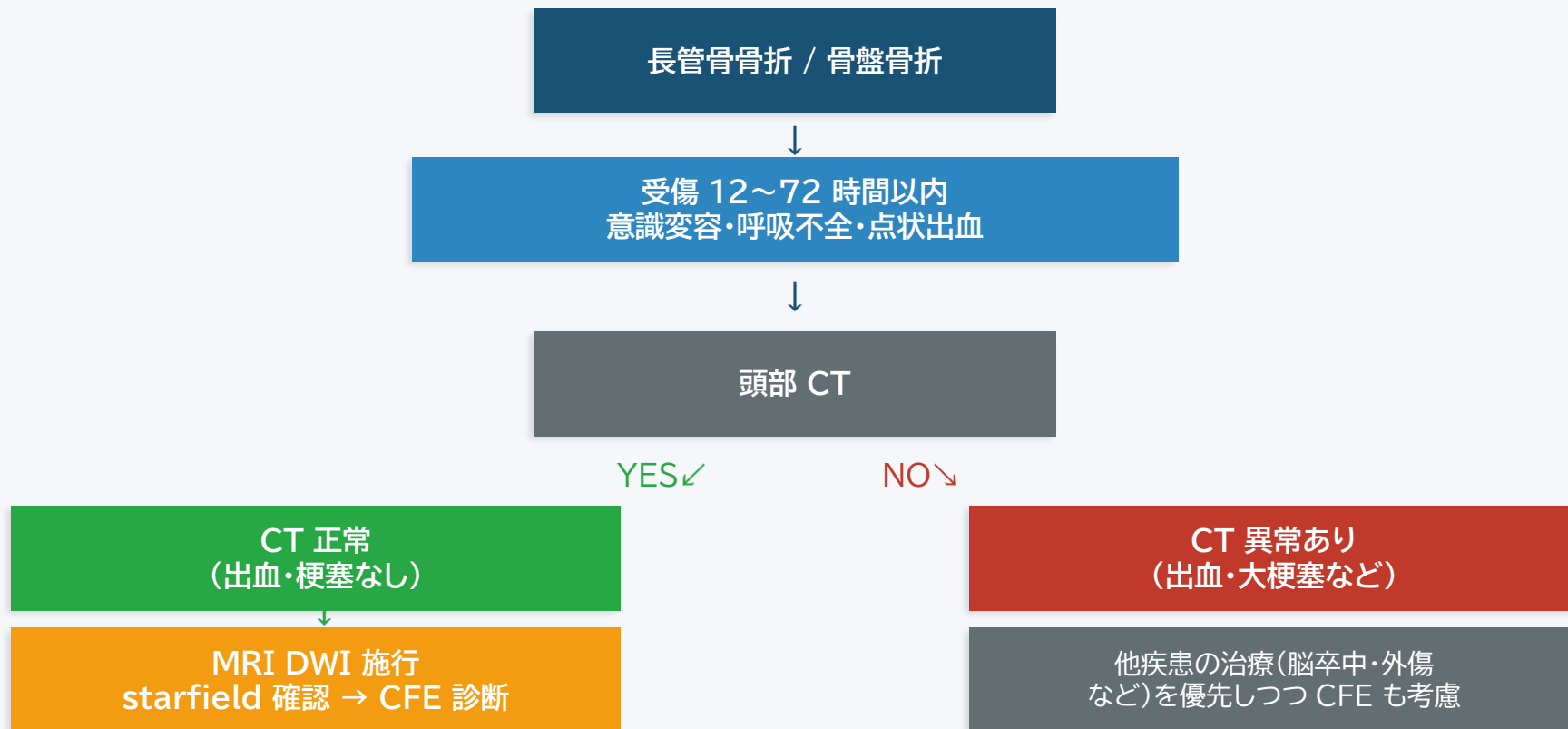
ケース帰結 — その後の経過

症例: 28 歳 男性(再掲)

大腿骨骨折受傷 48 時間後、意識変容・SpO₂ 低下で発症

- 1 頭部 MRI DWI 施行 → 両側白質に多発点状高信号(starfield pattern)確認
- 2 ICU 入室。酸素投与・輸液・けいれん予防で支持療法開始
- 3 眼底検査で網膜塞栓陽性。TCD でも微小塞栓信号検出
- 4 全身状態安定後に早期 ORIF 施行。術後経過良好でリハビリ転院

鑑別フローチャート



Take Home Message

1

意識変容 + 骨折 = CFE を疑う

長管骨骨折後 12～72 時間の意識変容では CFE を必ず鑑別
最大 10 日後の遅発例もある

2

CT 正常でも MRI へ

MRI DWI の "starfield pattern" が早期診断の鍵
24 時間以内は陰性でも 48～72 時間で再検

3

早期骨折固定 + 支持療法が主軸

特異的薬物療法はなし。ステロイドはエビデンス不十分
(議論継続中)

参考文献

- [1] Shaikh N, et al. Fat Embolism Syndrome: Evolving Perspectives on Diagnosis and Care. *Cureus*. 2025;17(11):e96136.
DOI: 10.7759/cureus.96136
- [2] Singh A, et al. Cerebral fat embolism syndrome at a single trauma center. *J Stroke Cerebrovasc Dis*. 2022;31(12):106794.
DOI: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2022.106794
- [3] Parizel PM, et al. Early diagnosis of cerebral fat embolism syndrome by diffusion-weighted MRI (starfield pattern). *Stroke*. 2001;32(12):2942-2944.
PMID: 11740000
- [4] Lowery A, et al. Risk Stratification Algorithm for Orthopedic Trauma Patients at Risk for Fat Embolism Syndrome. *Indian J Orthop*. 2021;55(4):879-885.
DOI: 10.1007/s43465-021-00365-x
- [5] Talbot M, Schemitsch EH. Fat embolism syndrome: history, definition, epidemiology. *Injury*. 2006;37 Suppl 4:S3-7.
DOI: 10.1016/j.injury.2006.08.035
- [6] Tsai IT, et al. Fat embolism syndrome in long bone fracture. *J Chin Med Assoc*. 2010;73(8):407-410.
DOI: 10.1016/S1726-4901(10)70088-5
- [7] Hsu TL, et al. Late-onset isolated cerebral fat embolism syndrome after a simple tibial plateau fracture. *J Int Med Res*. 2021;49(7).

ご視聴ありがとうございました

医知創造ラボ

今村久司 / 脳神経内科専門医・指導医

チャンネル登録・高評価・コメントをよろしくお願いします

毎週、神経内科・救急・内科の臨床に役立つ医学解説を配信中

本動画は医療従事者向けの教育コンテンツです。診断・治療は担当医にご相談ください。