

医工連携二一ズ発掘セミナー 第2回

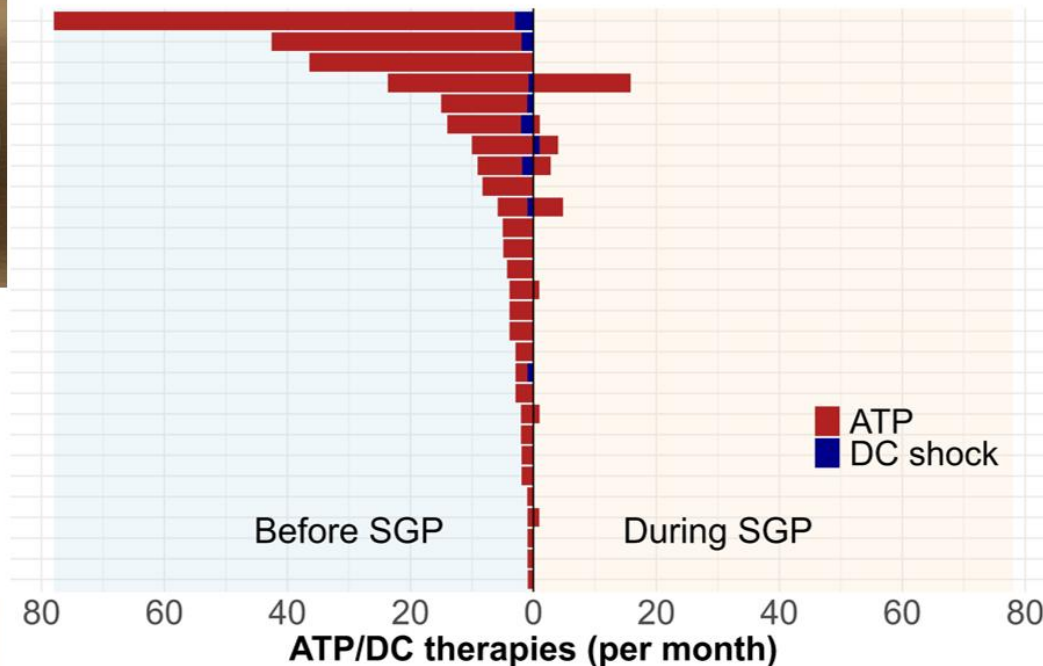
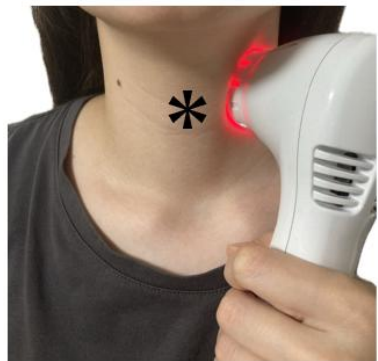
14th October 2026

筑波大学附属病院循環器内科
クリニカルフェロー
原野 義大

自己紹介



- 医師9年目
- 横浜労災病院→都立広尾病院→岐阜ハートセンター→筑波大学附属病院…
- 不整脈疾患を中心に診療
 - 手技：カテーテルアブレーション、心臓デバイス、経皮的左心耳閉鎖術
 - 研究：致死性不整脈（心室頻拍/心室細動）に関連する研究（病態/治療法）



最近のテーマ：星状神経節光照射

Circulation

RESEARCH LETTER

Daily Stellate Ganglion Phototherapy for Ventricular Arrhythmias: A Noninvasive Neuromodulation Approach for Outpatient Care

Yoshihiro Harano¹, MD; Yasutoshi Shinoda², MD, PhD; Yuto Iioka, MD; Yuka Oda³, MD, PhD; Yuichi Hanaki, MD, PhD; Hiro Yamasaki, MD, PhD; Miyako Igarashi⁴, MD, PhD; Tomoko Ishizu⁵, MD, PhD; Akihiko Nogami⁶, MD, PhD; Yuki Komatsu⁷, MD, PhD

今日のAgenda



- 致死性不整脈と標準的治療法、Electrical Stormについて
→Electrical Stormに対する至適治療戦略の確立
- カテーテルアブレーション治療について
→アブレーション治療の落とし穴/Medical Unmet Needs
- 心室不整脈と交感神経系について
→自律神経活性のモニタリングアプリの開発に関して

今日のAgenda



- 致死性不整脈と標準的治療法、Electrical Stormについて
→Electrical Stormに対する至適治療戦略の確立
- カテーテルアブレーション治療について
→アブレーション治療の落とし穴/Medical Unmet Needs
- 心室不整脈と交感神経系について
→自律神経活性のモニタリングアプリの開発に関して

致死性不整脈とは



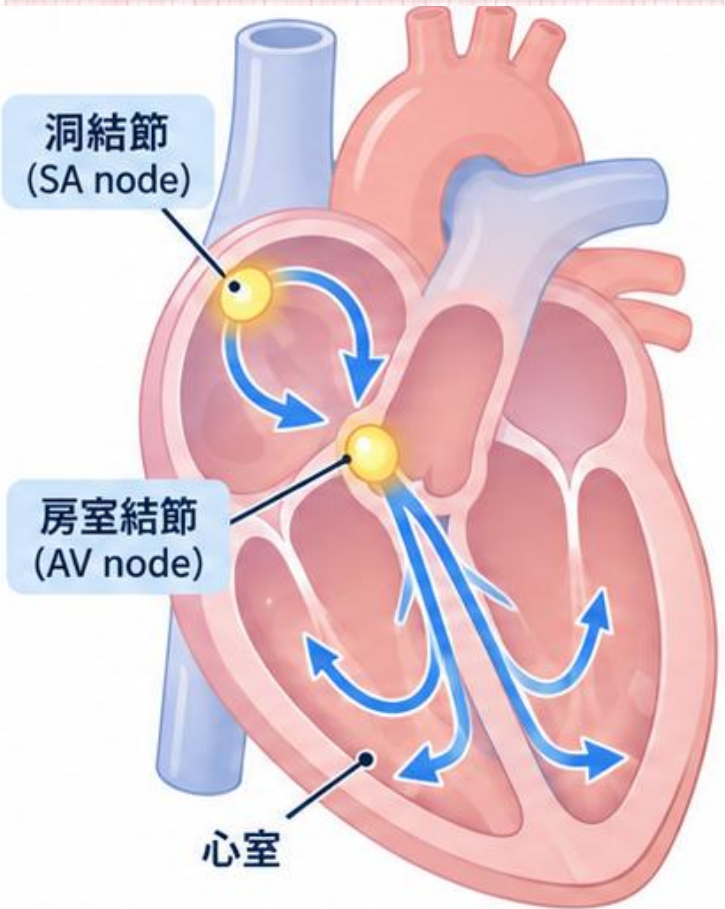
正常



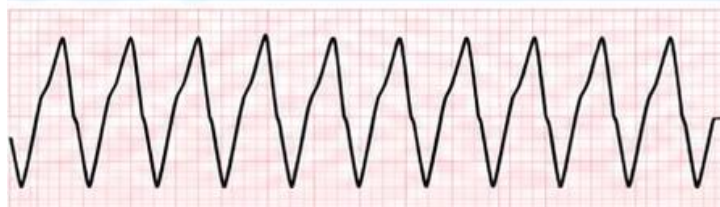
洞結節
(SA node)

房室結節
(AV node)

心室



心室頻拍

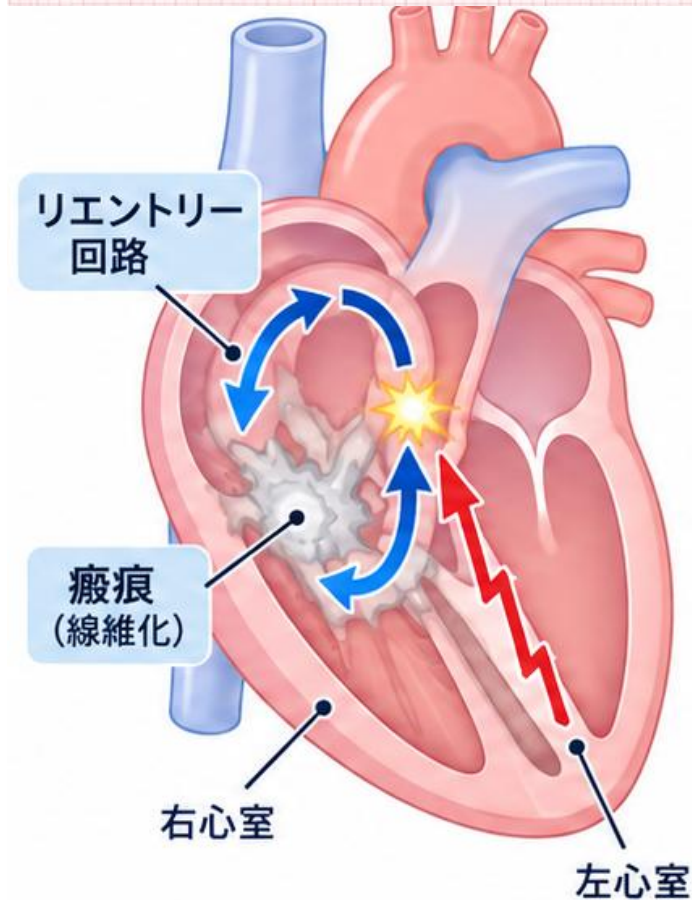


リエントリー
回路

瘢痕
(線維化)

右心室

左心室



- 失神や突然死の原因となりうる不整脈
- 虚血性心疾患や心筋症など重篤な背景心疾患をもつ
- 治療には抗不整脈薬、ICD、カテーテルアブレーションなど
- *Electrical Storm*と呼ばれる心室頻拍が止まらない状態は非常に重篤である。

Electrical Stormの従来の治療戦略

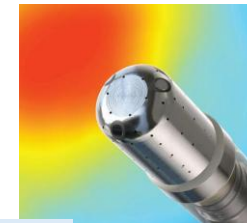


✓ Electrical Storm (ES) = VT/VF x 3 events /24hr, Life threatening status

Multidisciplinary
Therapy

- ✓ 電解質補正
- ✓ 抗不整脈薬 (AADs)
- ✓ 鎮静薬の投与 (気管挿管)
- ✓ 補助循環装置の使用
- ✓ カテーテルアブレーション

早期からの治療介入が
生命予後を改善する



等…

→これらの集学的治療にもかかわらず、再発/難治例は存在

*Electrical Storm*の治療戦略の改良を目指して



これらの治療一つ一つの改良が望まれる。

- ✓抗不整脈薬 (AADs) : 心室不整脈に対する新規抗不整脈薬の作成/開発がない。
→アミオダロンは半減期が長く、副作用も多いことが懸念される。

半減期が短く、副作用が少ない薬剤の開発を期待

- ✓鎮静薬の投与 (気管挿管) : 最も速やかな効果を発現するが、挿管管理が必要。
→どこでも挿管手技/人工呼吸器管理が可能ではないのが問題。

挿管管理を必要としない鎮静薬使用の確立

今日のAgenda



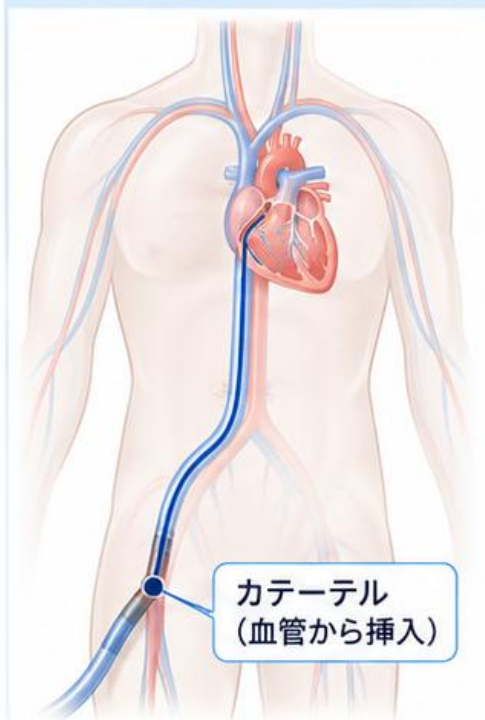
- 致死性不整脈と標準的治療法、Electrical Stormについて
→Electrical Stormに対する至適治療戦略の確立
- カテーテルアブレーション治療について
→アブレーション治療の落とし穴/Medical Unmet Needs
- 心室不整脈と交感神経系について
→自律神経活性のモニタリングシステムの開発に関して

カテーテルアブレーション治療とは



不整脈の原因部位を“見つけて、焼く”治療

1 血管からカテーテルを心臓内へ挿入



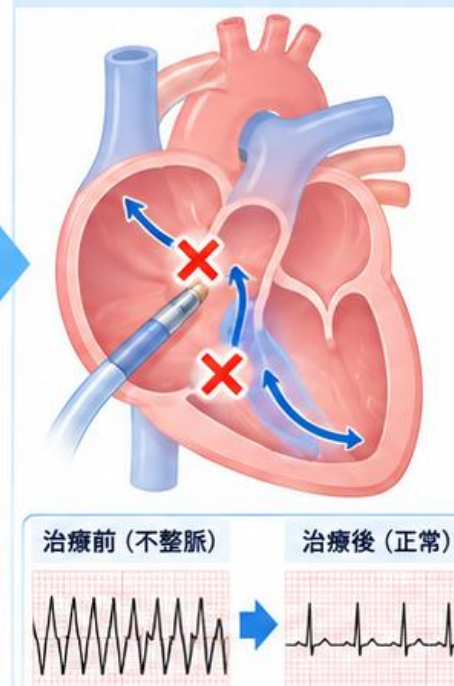
2 マッピングで異常興奮や回路を同定



3 高周波や冷凍で病変を作成



4 不整脈の停止・再発予防を目指す



👍 利点

- 根治が期待できる
- 薬剤依存を減らせる可能性

⚠️ 課題

- 長時間手技
- 合併症リスク
- 周辺臓器への配慮



ポイント：精密な“可視化”と“安全管理”が成功の鍵

アブレーション治療で今欲しいこと①



➤ バイタルサインの低下に対する早急な検知システム



現在の課題

- 鎮静、迷走神経反射、タンポナーデ、VT誘発などで急変しうる
- 術者は透視・マッピング・焼灼操作に集中しており、異常変化を見逃すことがある



こういうものがあると良い

- 血圧、心拍、SpO2、呼吸、波形変化を統合した早期警告システム
- 閾値超えだけでなく、“悪化トレンド”を知らせるアラート機能
- 術野やモニター上で直感的に分かる表示



社会実装のハードル

- 誤アラートを減らすこと
- 既存モニター／EPシステムとの連携
- 現場のワークフローを妨げない設計



ポイント：急変の兆候を“いち早く・正確に・わかりやすく”知らせる仕組みが求められる

アブレーション治療で今欲しいこと②



➤ アブレーション治療時の鎮静・呼吸補助の改訂

! 現在の課題

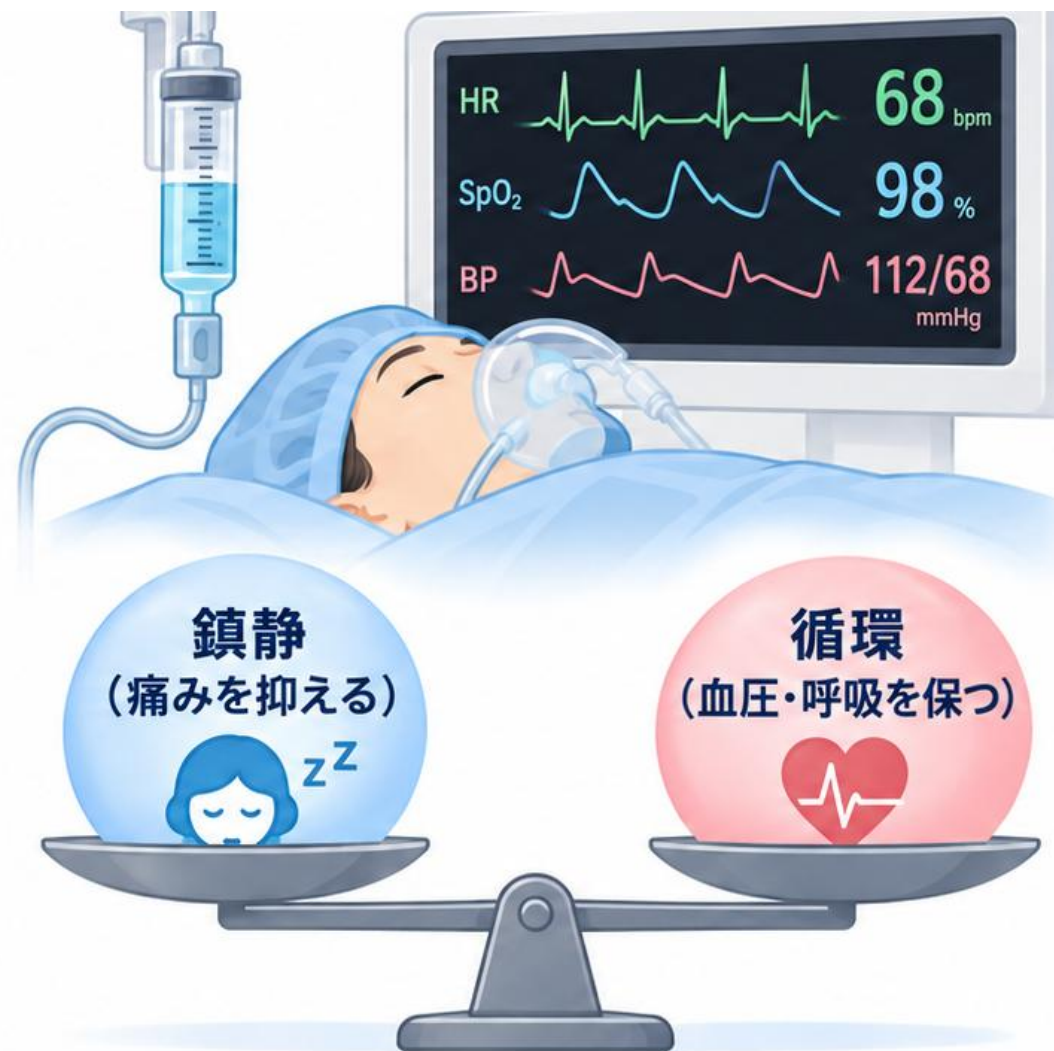
- 十分な鎮静が必要だが、過鎮静は呼吸抑制や血圧低下を招く
- 一方で浅すぎると体動や痛みで手技に支障が出る
- 不整脈誘発性や覚醒のしやすさも重要

💡 こういうものがあると良い

- 半減期が短く、調節しやすい鎮静薬
- 循環抑制や呼吸抑制が少ない薬剤
- 必要時に速やかに覚醒できる特性

⚙️ 社会実装のハードル

- 安全性と有効性の検証
- 既存薬との位置づけ、コスト、導入教育
- 麻酔科・循環器内科の運用設計



アブレーション治療で今欲しいこと③



➤ 大腿動静脈穿刺部の止血デバイスの改良

- ・特に再アブレーション治療時でも安心して穿刺できるデバイスが欲しい…
- ・2-3本の穿刺毎に使用できるもの

！ 現在の課題

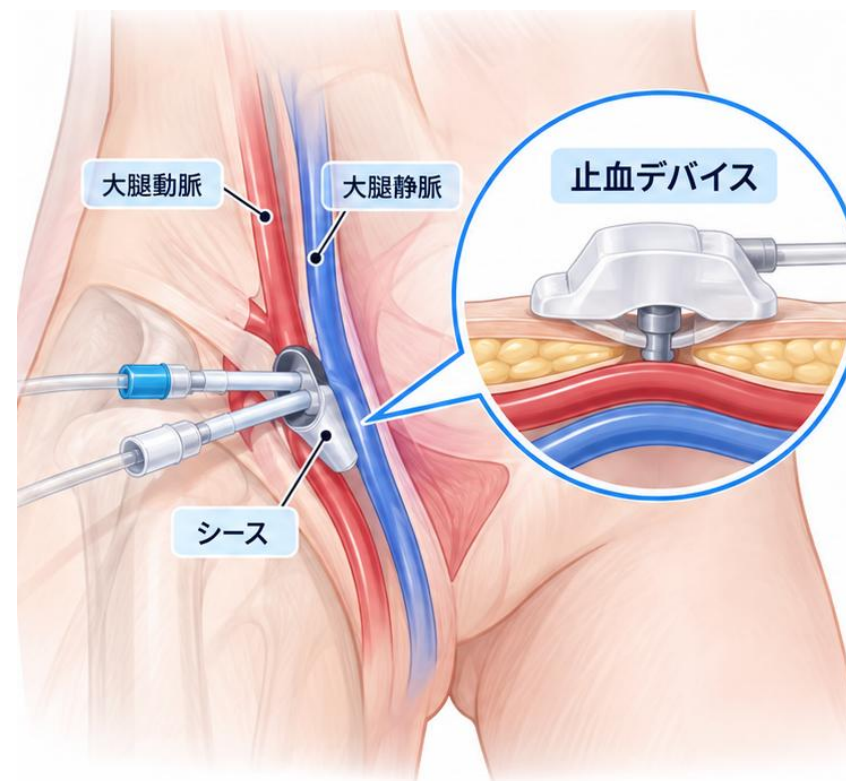
- 複数シース、抗凝固療法、体格差により止血が難しい
- 出血、血腫、仮性動脈瘤のリスクがある
- 安静時間が長く、患者負担やベッド回転にも影響する

💡 こういうものがあると良い

- 短時間で確実に止血できるデバイス
- 抗凝固下でも使いやすく、再現性が高い設計
- 早期離床につながるソリューション

📊 社会実装のハードル

- コストと保険償還
- 血管径や穿刺部位の個体差への対応
- 新たな合併症を増やさないこと



現在は、

- ・ 90日間穿刺 ×
- ・ 糸が残る。

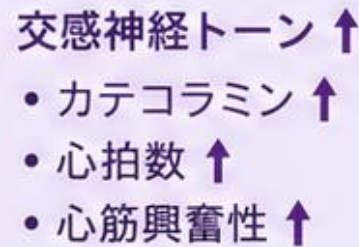
今日のAgenda



- 致死性不整脈と標準的治療法、Electrical Stormについて
→Electrical Stormに対する至適治療戦略の確立
- カテーテルアブレーション治療について
→アブレーション治療の落とし穴/Medical Unmet Needs
- 心室不整脈と交感神経系について
→自律神経活性のモニタリングアプリの開発に関して



Red neurons
>>> Sympathetic nerve



心筋の
電気的不安定性
の亢進



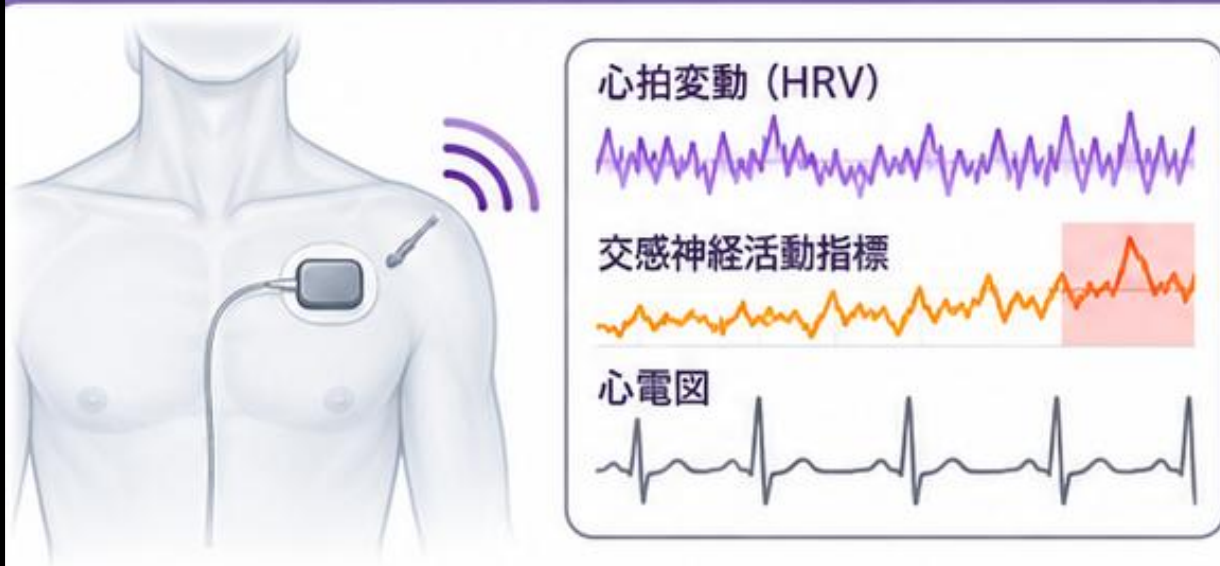
Harano Y, et al. *Circulation*. 2026;153:1439–41.

自律神経修飾は 心室不整脈を抑制

交感神経活性のモニタリング



自律神経モニタリング



自律神経活性の上昇を検出し、
心室不整脈の再発リスクを予測

代表的な指標①：心拍変動

- ・ SDNN (心拍の揺らぎ)
- ・ LF/HF (交感神経/副交感神経)
- ・ 総心拍数

代表的な指標②：交感神経皮膚反応

- ・ 皮膚への電気刺激によって起こる発汗反射（汗腺活動）をとらえる。

代表的な指標③：Neuropeptide Y

交感神経活性と心室不整脈



交感神経活性

星状神経節
(交感神経)

交感神経トーン ↑
• カテコラミン ↑
• 心拍数 ↑
• 心筋興奮性 ↑

心室不整脈

心室頻拍・心室細動

突然死の
予防

心臓デバイス (ICD / CRT-D)

• 致命的不整脈の検出・治療
(ATP・ショック)
• CRTによる心不全の改善

自律神経モニタリング

心拍変動 (HRV)

交感神経活動指標

心電図

自律神経活性の上昇を検出し、
心室不整脈の再発リスクを予測

予測・予防

- ハイリスクの同定
- 早期介入
- デバイス治療の最適化

Neuromodulation (治療)

星状神経節遮断
(薬物・アブレーション)

神経刺激療法
(例：迷走神経刺激 など)

交感神経活性を抑制し、
心室不整脈の再発を予防

- 難治性不整脈は一定数存在。
- CRT-D/ICDは突然死を予防も心室不整脈の再発予防はできない。
- 自律神経活性モニタリング + AI予測モデルにより、心室不整脈再発予測となりうる？
- そして今後心臓デバイスにも応用できる??