

# 心臓震盪（しんぞうしんとう）とは

## Commotio cordis

牧野 伸司\* 和井内由充子\*

慶應保健研究, 35(1), 007-011, 2017

**要旨：**心臓震盪とは、スポーツ中の胸部打撲などにより前胸壁に鈍的衝撃が加わったことで、既存の心疾患を有さない場合にも、予期せぬ心肺停止をきたし、突然死となる病態である<sup>1)</sup>。心臓震盪は健常人のスポーツ中の発生が多く、ほとんど救命されずに突然死となることから、近年ではメディアに広く取り上げられ、救命対策の観点から注目されている病態である。心臓震盪の報告例の大多数はアメリカからで<sup>2)</sup>、疾患概念の普及の差が診断率や報告数に関連していると推測される。心臓震盪は、心肺蘇生術と早期除細動により予後良好な病態なので、今後も知識の普及が必要と考えられる。子供やスポーツ選手を含めたさらなる救命講習と体外式自動除細動器（AED）の普及、スポーツの現場における予防をより進めていくことが必要である。

**keywords：**心臓震盪, スポーツ, 突然死  
commotio cordis, sports, AED

### 心臓震盪（しんぞうしんとう）とは？

若年者の突然死の原因として心臓震盪がある。多くはスポーツ中に、健康な若年者の胸部に比較的弱い衝撃が加わることにより起こる。スポーツ中の障害として脳震盪はよく耳にするが、心臓震盪という言葉は日本では聞き慣れない。心臓震盪はラテン語のcommotio cordis（コモーション コーディス）を日本語訳したもので、19世紀には教科書に記載が認められている。心臓震盪は脳震盪の発症頻度に比べると極めてまれであり、以前は自律神経異常あるいは重症の迷走神経反射が原因と推測されていた。1930年代のドイツでは、小動物を用いた基礎的実験が行われ、Schlomka<sup>3)</sup>らは胸部への衝撃が心臓に致死的不整脈を誘発することを証明した。現在では心臓震盪は「心臓に加えられた機械的刺激により誘発された突然死」として認識されて

いる。その後1990年代にアメリカにおいて急死予防の立場からスポーツ医学のトピックとなり、AEDの普及とともに救命例の報告が増え、再び注目されるようになってきている。

### 胸部打撃により心臓が停止する機序

心臓震盪の症例の中で心電図が記録できた症例をみると、心室細動が高率に観察される。心室細動は心臓の筋肉が痙攣している状態で、血液を送り出すことができなくなることから、心肺停止の原因となる。1930年代にドイツのSchlomka<sup>3)</sup>らは麻酔下のウサギ、ネコ、イヌなどを用いて胸部に打撃を与え、心電図、呼吸、血圧、中心静脈圧を測定して詳細な検討を行った。前胸部への打撃が不整脈を誘発する条件には3つの因子、すなわち、(1) 打撃のタイプ（衝撃的で小範囲の領域に加えられること）、

\*慶應義塾大学保健管理センター  
(著者連絡先) 牧野 伸司 〒223-8521 神奈川県横浜市港北区日吉4-1-1

(2) 衝撃部位, (3) 衝撃の強さ, が関係することを明らかにした。さらに徐神経での実験により, 迷走神経反射は不整脈誘発に関与しないことを明らかとした。Link<sup>4)</sup>らは, 8~12kgのブタを麻酔し, 管理呼吸下に, 前胸部に野球のボールと同じ大きさで重量150gの木製ボールを時速48kmで衝突させるモデルを作製して実験を行った。心電図T波に同期してT波の頂点の直前(15~30ミリ秒前)に衝撃を加えると, 10回中9回の実験で心室細動が誘発されたが(図1), 心臓周期の他の時相に刺激を加えても, 心室細動は誘発されなかった(22回中0回)。Linkらの実験は, 大動物を用いて実臨床に近い条件でも致死的不整脈が誘発される現象を示した。

近年, 心臓への機械的刺激が不整脈を誘発する機序は, 心筋細胞の電気的活動性と機械的活

動性との相互作用により細胞レベルで説明されるようになってきた<sup>5)</sup>。単離心筋細胞に伸展刺激を加えた場合に心筋細胞内活動電位が変化して不整脈が発生する現象や, 心臓手術の際に機械的刺激が細胞内電位を変化させ不整脈を発生する状況などから, 心筋細胞膜の伸展, 変形により機械的刺激感受性のイオンチャンネルが活性化され, チャンネルが解放されることで心室細動が誘発されると考えられている。

さらにLinkらは, 前述のブタを用いた実験において $K^+_{ATP}$ チャンネルを抑制するグリベンクラミドを投与することによって, T波直前に加えた衝撃による心室細動を有意に抑制できることを報告し, 心臓震盪には心筋細胞への機械的刺激による $K^+_{ATP}$ チャンネル活性化が関与していることを報告している<sup>6)</sup>。

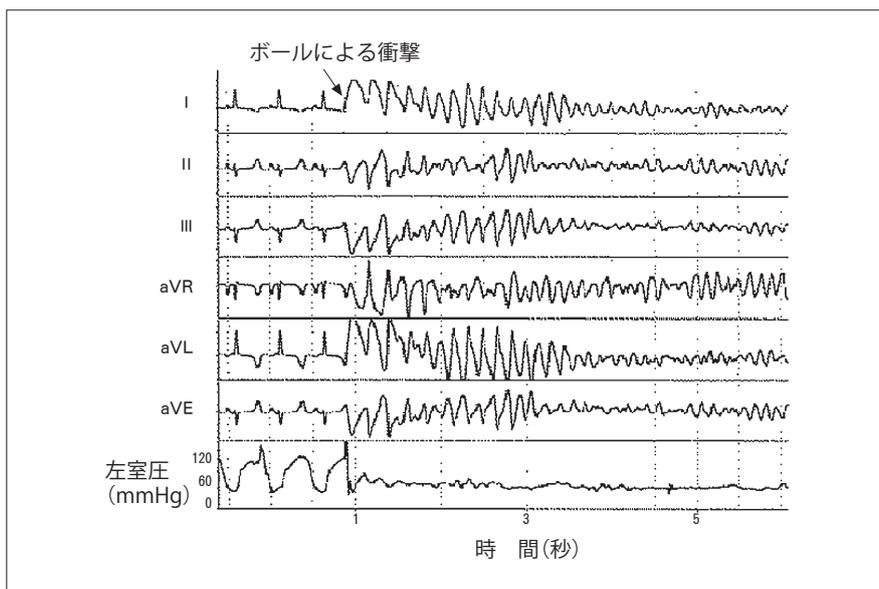


図1 ブタ胸部への衝撃で誘発された心室細動(文献4より改変引用)

### 心臓震盪の診断基準

心臓震盪は肋骨や胸骨が折れるとか, 心臓の筋肉が損傷されるなどの器質的障害によるものではなく, 致死的不整脈という機能的障害である。したがって, 診断は偶然に心電図が記録できたとき以外には, 臨床的な経過から先天性心奇形などを除外することにより診断する。以下がアメリカで心臓震盪のデータを集積したとき

の診断基準である。(1) 心停止の直前に前胸部に非穿通性の衝撃をうけている, (2) 詳細な発生状況が判明している, (3) 胸骨, 肋骨および心臓に構造的損傷がない, (4) 心血管系に奇形が存在しない<sup>7)</sup>, というものである。つまり, レントゲンやCT画像では, 構造的損傷や心奇形などの否定には役立つが, 心臓震盪そのものを診断することはできない。

### 心臓震盪を発症する状況

Maronらは登録システム (the US Commotio Cordis Registry) を設立して2001年9月までの128例について報告した<sup>7)</sup>。アメリカでの報告における128例の発生状況をみると、62%は競技スポーツ中に起こっていて、他はレクリエーションスポーツや日常生活の中で発生している。詳細を表1に示す。野球のボールが当たったものが最も多く、他にはソフトボールやアイスホッケーのパックなどが多くみられる。報告症例数が多くなるにつれて、野球やホッケーのみならず、小児の遊びなどによる胸部打撃も心臓震盪の原因となることが示された。128人中107人(84%)は死亡したが、21人(16%)は1年以上の観察期間で生存しており、15人は完全社会復帰を果たしている。本邦では堀<sup>8)</sup>が紹介して以来、若年者の突然死の原因の一つとして認識されるようになった。日本国内の報告でも野球のボールやフットサルのボールが原因だった。胸にボールが当たりボールを拾う・歩くなどの動作が数秒間認められ、その後再び倒れ心肺停止に至ってしまうというのが典型例である。スポーツ以外では、子供同士の遊びのな

かで肘や膝などの接触や、躰としての体罰などでも起こっている。つまり、何か特別な状況で起こるのではなく、ごく普通の生活の中で起こっていることに注意しなければならない。また胸部への衝撃は特別に強力であったわけではなく、少なくとも死亡の直接原因となるとは考えられない程度であった。

表1 心臓震盪の前胸部への衝撃手段 (文献7より改変引用)

<b>スポーツ備品</b>	
• 野球ボール	53
• ソフトボール	14
• ホッケーパック	10
• ラクロスボール	5
• その他	5
<b>スポーツ中の身体の衝突</b>	
• 上肢	7
• 下肢	5
• 肩	4
• その他	3
<b>遊び・日常活動</b>	
• ボクシング	6
• 親のしつけ	5
• その他	11

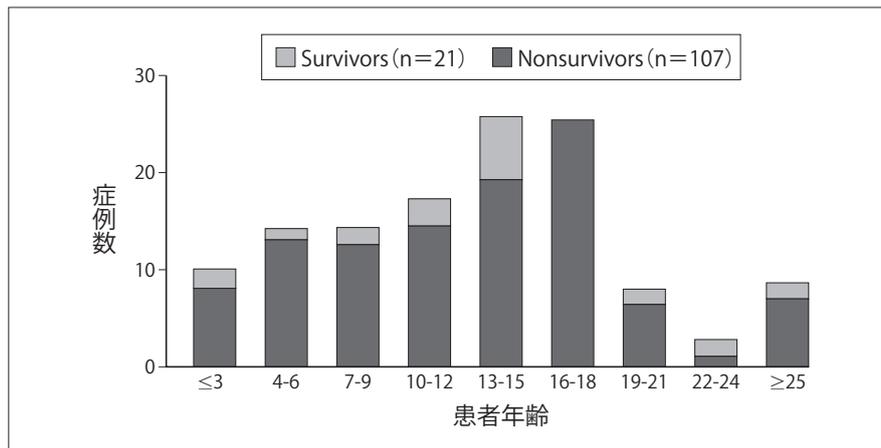


図2 心臓震盪の患者年齢と救命数 (文献7より改変引用)

### どうして若年者に多いのか？

アメリカでの報告では約70%が18歳以下に起こっている (図2)。日本国内での報告も小学生、中・高校生、大学生と若い世代である。

子供は発育過程にあり胸郭がまだ軟らかいので、前胸部へ加わった衝撃が心臓へ伝わりやすいことが若年者に発症が多い原因と考えられている。

### 心臓震盪を起こしやすい衝撃部位

剖検により衝撃部位が特定できた症例では、衝撃部位の多くが左心室の直上に一致していた（図3）。心臓震盪の原因としては迷走神経反射などの仮説もあったが、Linkらのブタの実験では、やはり左心室の直上にボールが当たった場合は高率に心室細動が誘発されている。その他の部位では心室細動発生率は極端に低下することから、左心室への衝撃が直接心肺停止を誘発することが示された。

### 心臓震盪の予防

心臓震盪はそれまで元気で、何の病気もなく、学校の健康診断（心電図検査やレントゲン検査）でも異常がない若年者に起こる可能性がある。また、競技スポーツではない、日常の遊びのなかでも起こる。すなわち、健康診断などで発生の危険を予測することはできない。しかし、発症しやすいスポーツや状況が判っているので、注意することによって発生を減らすことは可能と考えられる。ブタの実験によれば、当たるボールは硬い方が心室細動を誘発しやすいという結果である。すなわち、少なくとも小中学生では大人と同じ硬式野球ボールは使用しないほうが安全である。前胸部を守る防具の使用も考慮されるべきだが、野球ではまだ実用的な

ものがない。ユニフォームの左前胸部にパッドを入れるなどの工夫が良いかもしれない。スポーツや遊びのなかで「頭部を危険から守る」と同じように、「前胸部も守る」という意識を持つことが大切であろう。

### 心臓震盪からの救命

心臓震盪は心室細動による心停止であるから、治療方法は電気ショックによる除細動が唯一の治療方法となる。一般的に心室細動が発生してから1分経過するごとに約10%ずつ除細動の成功率が低下する。つまり、心室細動から10分経過するとほぼ助からないことになってしまう。日本では119番通報してから救急車が現場に到着するのに約6分かかる。つまり、心臓震盪が発生してから救急車が到着するまでには、通報に要する時間などを考慮すると最短でも7-8分はかかると考えなければならない。スポーツ施設は市街地から離れていることも多く、さらに時間を要する。したがって、心臓震盪から若者を救おうと思ったら、現場で除細動処置を実施しなければならない。アメリカでは以前から、一般市民による一次救命処置にAEDを使用した除細動処置も含まれており、救命率向上に役だっている。実際、アメリカにおける心臓震盪の症例でも、除細動処置が実施

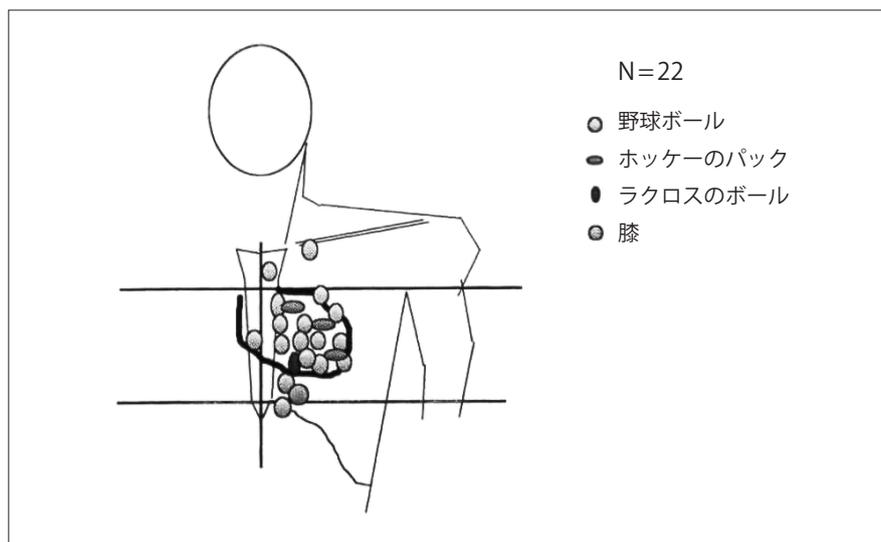


図3 心臓震盪における前胸部への衝撃部位（文献1より改変引用）

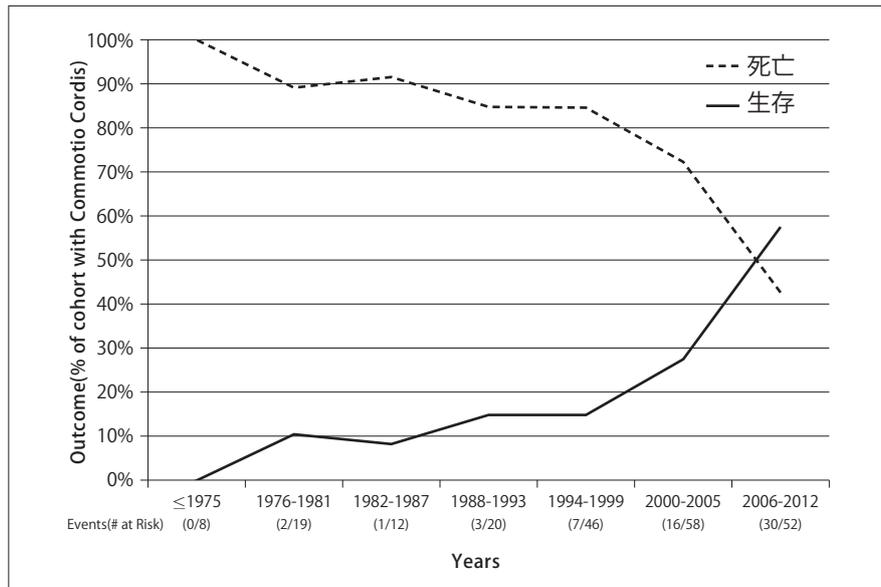


図4 AEDの普及による心臓震盪の救命率の改善 (文献9より改変引用)

されるようになる以前は社会復帰例がなかったが、AED使用も含めて除細動処置が実施されるようになってからは複数例が社会復帰を果たしている (図4)<sup>9)</sup>。幸い日本でも2004年の7月から一般市民のAED使用が認められた。特別な講習を受けなくてもAEDさえあれば必要な救命処置が行える。AEDの取り扱いが極めて簡単で安全に使用できる。是非、スポーツ施設、学校、公園など人が多く集まるところにAEDを設置し、子供たちが安全に遊び、スポーツに熱中できるようにしたいものである。保健管理センターの救護活動もAEDは必需品であると考えられる。

### 結語

突然死は成人にばかり起こるのではなく、健康で元気だった若年者にも起こるという認識が必要である。特にスポーツ中の若年者の突然死の原因の多くは不整脈であり心臓震盪もその原因のひとつである。心臓震盪などの突然死から若年者を救うためには、心臓振盪の疾患概念の普及、適切な予防、AEDを含めた一次救命処置が必要である。

### 文献

- 1) Maron B. J, et al. Clinical profile of commotion cordis : an under appreciated cause of sudden death in the young during sports and other activities. *J Cardiovasc Electrophysiol* 1999 ; 10 : 114-120.
- 2) Alex D. N, et al. Rediscovering commotion cordis. *Lancet* 2001 ; 357 : 1195-1197.
- 3) Schlomka G, et al. Die Einwirkung stumpfer Brustwandtraumen auf das Herz. *Ergebn Inn Med Kinderheilkd* 1934 ; 47 : 1-91.
- 4) Link M. S, et al. An Experimental Model of Sudden Death Due to Low-Energy Chest-Wall Impact (Commotio Cordis). *N Eng J Med* 1998 ; 338 : 1805-1811.
- 5) Kohl P, et al. Sudden cardiac death by commotion cordis. Role of mechano-electric feedback. *Cardiovasc Res* 2001 ; 50 : 280-288.
- 6) Link M. S, et al. Selective Activation of the  $K_{ATP}^+$  Channel Is a Mechanism by Which Sudden Death Is Produced by Low-Energy Chest-Wall Impact (Commotio Cordis). *Circulation* 1999 ; 100 : 413-418.
- 7) Maron B. J, et al. Clinical Profile and Spectrum of Commotio Cordis. *JAMA* 2002 ; 287 : 1142-1146.
- 8) 堀進悟 : Commotio cordis : スポーツ中の胸部打撲による突然死. *臨床スポーツ医学* 2002 ; 19 : 891-897.
- 9) Link M. S, et al. Eligibility and Disqualification Recommendations for Competitive Athletes With Cardiovascular Abnormalities : Task Force 13 : Commotio Cordis. *Circulation* 2015 ; 132 : e339-e342.