

# 競走馬のスポーツサイエンス

## 平賀 敦

### vol.32

## 運動生理学編：心房細動 2

馬の心房細動の心電図が記録されることは珍しいことではないが、運動中に心房細動が発症する瞬間の心電図が記録されることは極めて稀である。JRA競走馬総合研究所では、運動生理学研究の一環として、運動中の心拍数を測定する目的でテープ心電計による心電図記録を頻繁に行っていた。その際に、発作性心房細動の発症の瞬間をとらえる機会があった。

心臓の1拍動ごとの間隔（心電図のR波の間隔：R-R間隔）が1秒であれば、1分間あたりの心臓の拍動数である心拍数は60拍/分になる。R-R間隔が0.5秒であれば、心拍数は120拍/分になる計算だ。サラブレッドの最大心拍数は約230拍/分と考えられるが、1分間（60秒）あたり230回拍動するわけなので、R-R間隔は $60 \div 230 = 0.26$ 秒となる。つまり、サラブレッドの心臓が正常に拍動していれば、拍動の間隔は最も短いときで0.26秒くらいということになる。

### 心房細動発症時の心電図

最初の症例では、サラブレッド6歳馬が秒速12.7mのスピードで走行中に心房細動が発症した。走行中の心拍数は最初181拍/分であったが、走行の最後の10秒間では228拍/分にまで増加した。心電図記録をみると、走行中にR-R間隔が非常に短い異常な早期収縮（R-R間隔0.20～0.22秒）が数回

発生したのち、心房細動が発症した。この例では、心房細動発生後約4分で正常な拍動リズムに復帰していた（図1）。この間、肉眼的にはなんらの異常も認められなかった。

2番目の症例では、サラブレッド2歳馬が秒速13.4mのスピードで走行中に心房細動を発症させた。走行中の心拍数が222拍/分の時、R-R間隔の短い異常な早期収縮が頻発し、R-R間隔が0.16～0.20秒にまで短縮した後、心房細動が発生した。この例では、翌朝には正常に復帰していたが、運動後に特に異常は観察されず、テープに記録された心電図記録を再生したときに、発作性心房細動を発生していたことが初めてわかった。

約4ヶ月後、同じ馬が秒速15.9mのスピードで走行中に再び心房細動を発症させた。このときには、運動後に手入れを行っていた際に、前掻きなど不快感を示すような行動が認められたため、直ちに聴診すると心房細動を確認することができた。数分後に心電図検査を行なったが、すでに心房細動は認められなかった。正常な拍動リズムに復帰した正確な時間はわからないが、運動終了後30分以内には正常に戻ったものと思われる。

正常なサラブレッドの最大心拍数は220～230拍/分、すなわちR-R間隔はおおよそ

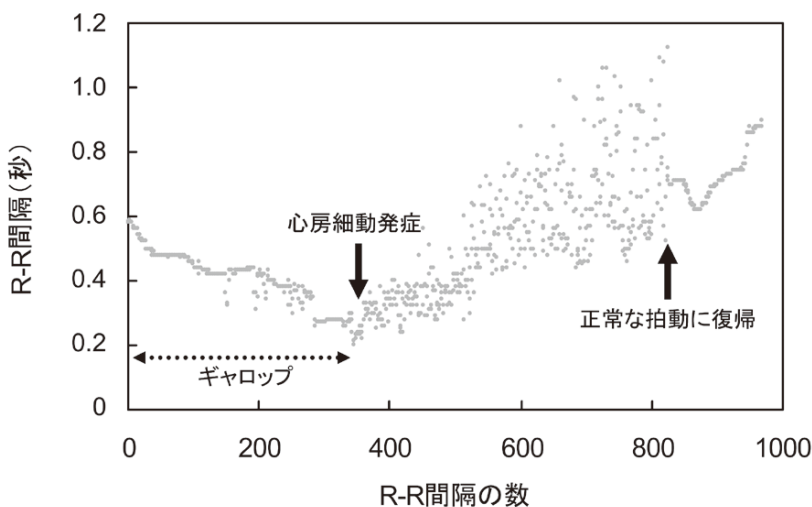


図1：心房細動を発生する直前の心拍数は228拍/分(R-R間隔0.26秒)であった。その直後R-R間隔が0.20～0.22秒の早期収縮が数回おこったのち、心房細動が発生した。心房細動が発症すると、R-R間隔が完全に不規則になり大きくばらついていることがわかる。この例では、心房細動発生後約4分で正常な拍動リズムに復帰している。

**平賀 敦(ひらが あつし)**  
 獣医学博士・獣医師  
 現職：競走馬総合研究所次長  
 1959年生まれ。1985年北里大学大学院獣医学専攻修士課程を修了し、同年JRA美浦トレーニングセンター競走馬診療所に勤務。1988年以降、競走馬総合研究所において、競走馬の運動生理学に関する研究に従事する。専門は、サラブレッドの呼吸循環機構に関する研究で、トレーニング効果に関する研究や運動性肺出血の発生メカニズムに関する研究などを行っている。2006年より国際馬運動生理学学会国際委員を務める。2013年より現職。

0.26～0.27秒である。心房細動を発生させた3症例に共通して認められた所見は、R-R間隔が生理的な値を大きく超えて0.16～0.22秒にまで異常に短縮した後、心房細動が発症したことであった。これらの症例で認められた異常な早期収縮は、心電図上は心房期外収縮であった。なぜ、運動中にこのような期外収縮が発生するのかは不明であるが、興味深い所見である。

### 心房細動の発症実験と心拍出量測定

1970年代前半のJRA競走馬総合研究所においては、馬の心臓機能に関する多くの生理学的な実験が行なわれている。まず、色素希釈法という方法を用いた安静時の心拍出量と1回拍出量の測定が行なわれ、心拍出量は平均で25.3 l / 分、1回拍出量は0.75 l であることが示された。

心房細動については、人工的に心房細動を発症させる条件を検討する研究が行なわれている。電気刺激が可能なカテーテルを右心房内に挿入し、様々な刺激条件を検討した結果、10ボルトで刺激時間0.01秒の電気刺激を1分間あたり200～240回の頻度で7～20秒間続けることで、心房細動をほぼ確実に発生させることに成功した。心房の筋肉が細動をおこしやすい時期に適切な電気刺激をすることで、心房細動が発生しているわけである。

この2つの研究成果を組み合わせ、心房細動になったときの心臓機能がどうなっているのかを評価する研究が行なわれた。心房を電気刺激することによって健康馬に心房細動を発症させ、心房細動を発症させる前と後とで1回拍出量を測定したところ、心房細動を発生させると1回拍出量は平均1.02 l から0.794 l にまで平均22%減少した。しかし、心房細動になると心拍数が増加したため、心拍出量は平均25.3 l / 分から27.8 l / 分まで約12%増加した。

心房細動がおこっているときには、心室への血液の正常な充満はおこらないので、1回拍出量が減少するのは当然であるが、安静時においては、心拍数を増加させることで、心拍出量をほぼ正常に保っていることが明らかになった訳である。しかし、競馬においては、心房細動は最大運動中におこるので、1回拍出量が急激に減少することにより、走能力が著しく低下するのではないかと推測される。

(次回は8月19日発売号、バイオメカニクス編)