



Title	鶏胚の発生過程における心拍リズムゆらぎの変化
Author(s)	山内, 芳子; 河原, 剛一
Citation	電子科学研究, 3, 96-98
Issue Date	1996-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/24359
Type	departmental bulletin paper
File Information	3_P96-98.pdf



鶏胚の発生過程における心拍リズムゆらぎの変化

適応制御研究分野 山内 芳子, 河原 剛一

生体内の様々なリズム現象にゆらぎが存在することが明らかになってきたが、その発生起源は未だ明確ではない。本研究では心拍リズムゆらぎの起源を明らかにすることを目的に、鶏胚の発生過程における心拍リズムのスペクトル特性の変化を検討した。その結果、発生の中期には見られなかったスペクトル上の $1/f$ 様のゆらぎが、発生の後期に出現することが明らかになった。中枢性呼吸リズムによる心拍リズムの変調現象が発生の中期から認められ、特に $1/f$ 様のゆらぎが出現する時期に一致して急激に大きくなることが明らかになった。

1. はじめに

生体には、心拍、呼吸といった比較的周期の短いものからホルモンの分泌、睡眠・覚醒といった長い周期のものまで様々なリズム現象が存在している。これらのリズム現象の多くにはゆらぎが存在し^[1-3]、そのゆらぎは単に偶発的なものではなく何らかの機能的意義が存在することが、近年明らかにされてきた。しかしながら、これらのゆらぎの起源は未だ不明確である。本研究では、個体の発生過程に着目し、鶏胚の心拍リズムの発生過程における変化を検討することによりゆらぎの起源を明らかにすることを第一の目的とする。

鶏胚は孵化の約1日前に卵殻内の膜を破り、拡散による呼吸と並行して卵殻内で肺呼吸を開始する。雛が卵殻内で肺呼吸を開始するには、おそらくそれ以前に神経系の内部ですでに呼吸リズムが形成されているものと考えられる。そこで、中枢起源の呼吸リズムによる心拍リズムの変調現象の発生過程における変化を解析することにより、呼吸リズムの形成過程についての検討を行った。

2. 実験方法

実験にはニワトリの有精卵を用い、温度 38°C 、湿度約 80% に保った孵卵器内で孵化させた(孵卵日数: 約 21 日)。孵卵 7 日目頃に卵殻内にテフロン被覆銀線を刺入、固定し、心電図 (ECG) の導出を行った。ECG の R 波が明確に識別できるようになった孵卵 10 日目

頃から孵化直前まで、1 時間毎に 5 分間ずつ ECG の記録を行った。また、雛の孵化直前の肺呼吸による呼吸リズムを評価するために、呼吸に伴う卵殻内の CO_2 分圧の変化を測定し、データレコーダに記録した。

記録した心電図の R 波の間隔から心拍周期を測定し、FFT 法により心拍リズムゆらぎのパワースペクトルを求め、 0.1 Hz 以下の帯域に重み付き最小自乗法により回帰直線を当てはめることにより低周波領域の傾きを求めた^[4]。さらに、心拍リズムゆらぎのパワースペクトルの 0.1 Hz 以下の帯域に当てはめた回帰直線により得られる成分を引き去ることによりスペクトルを平坦化した後、孵化直前の呼吸周波数に対応したスペクトルピークを分離、検出し、その大きさを定量的に評価した。

3. 結果

心拍リズムゆらぎのパワースペクトルは、孵卵 12 日目頃までは 0.1 Hz 以下の部分がほとんど平坦で、white noise 様のスペクトル特性を示した。その後、孵卵日数が進むにつれてスペクトルは徐々にその傾きの絶対値を増し、個体間でばらつきはあるものの、17 日目以降には $1/f$ 様のスペクトル特性を示すことがわかった。以上の結果は、成体においては一般に見られる心拍リズムの $1/f$ 様のゆらぎが、鶏胚においては発生の初期の段階では認められず、その後の発生段階に依存して出現することを示唆している。

さらに、肺呼吸による平均呼吸周波数周辺にピーク

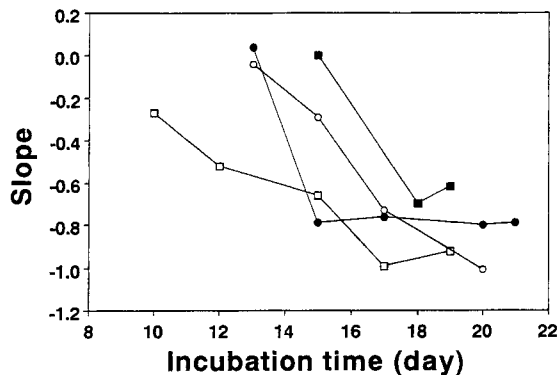


Fig.1 Slope of power spectrum in a low frequency range less than 0.1 Hz during development of chick embryo.

を持つスペクトル成分は、孵卵 12 日目頃に既に小さいながら認められ、その後この成分は徐々に大きくなり、孵化直前に最も大きなピークを示した。特に、1/f 様のゆらぎがスペクトル上に見られるようになる孵卵 17 日目頃に、この成分が急激に大きくなる傾向が認められた。これらの結果は、発生過程の鶏胚において呼吸リズムと心拍リズム間に coupling が存在し、発生が進

むにしたがってこの coupling が強化されることを示唆している。

4. 考 察

心拍リズムの呼吸性変調は主に心臓に対する支配神経である交感神経、副交感神経により伝達される。本研究で、鶏胚の心拍リズムのパワースペクトル上に見られた呼吸性変調成分が孵卵 17 日目頃に急激に大きくなる傾向を示したことから、鶏胚において心臓に対する神経支配が完成するのがおよそこの時期であることが推定される。

一方、成体において心拍リズムのパワースペクトルに見られる 1/f 様のゆらぎは、鶏胚においては孵卵 17 日目頃に出現することがわかった。この時期は、心拍リズムの呼吸性変調が強化される時期に一致していた。従って、心拍リズムのパワースペクトル上に見られる 1/f 様のゆらぎは、心臓に対する神経支配が完成し、生体内外からの様々な要因からの影響により出現するものと推測される。

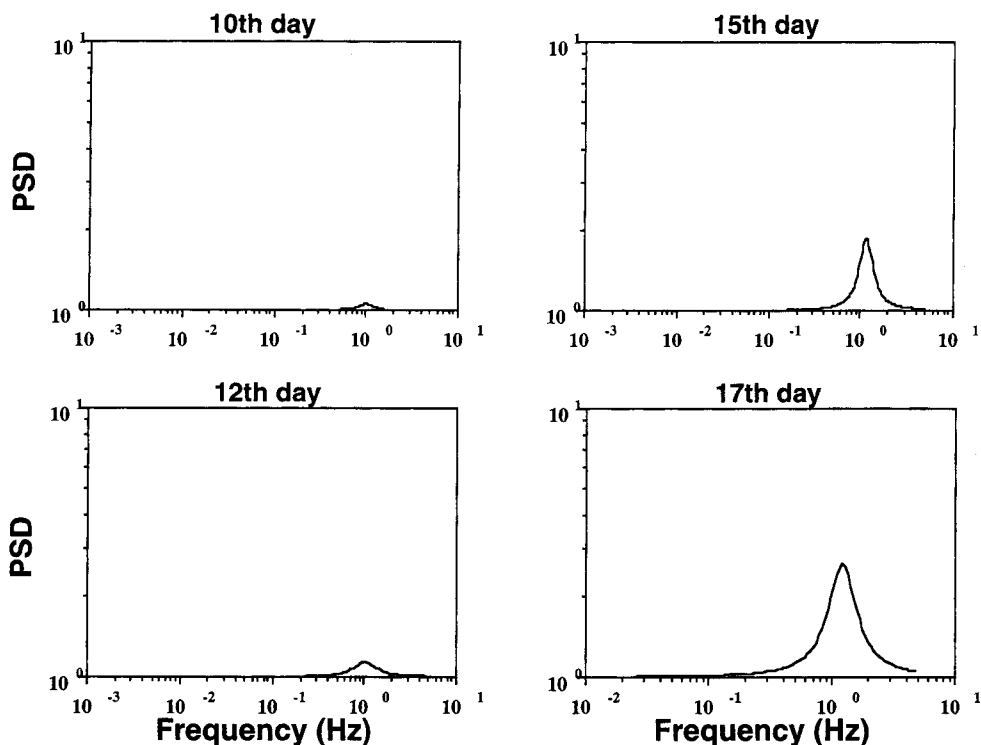


Fig.2 Respiratory component on power spectrum in a developing chick embryo.

【参考文献】

- [1] Kobayashi, M. and Musha, T., IEEE Trans. Biomed. Eng., BME-29: 456 (1982)
- [2] Kawahara, K., Yamauchi, Y., Nakazono, Y. and Miyamoto, Y., Biol. Cybern., 61: 265 (1989)
- [3] Yamamoto, M., Nakahara, H., Shima, K., Kodama, T. and Mushiake, H., Brain Res., 366: 279 (1986)
- [4] Nakamura, T., Yamauchi, Y., Kawahara, K., Bio-Med. Mater. Eng., 5 : 21 (1995).