

光 刺戟에 의한 향어의 心電圖

양용림 · 김영기 · 김수진
부경대학교

서 론

어류의 심전도에 대한 연구는 Oets (1950)가 뱀장어 (*Anguilla vulgaris*)의 체표면에 전극을 부착하여 심전도를 기록한 것을 시작으로, Otis (1957)가 금붕어 (*Carassius auratus*)의 체내에 전극을 삽입하여 수중에서 어류의 심전도를 조사한 후부터 여러 자극에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

본 연구에서는 향어의 생리를 고려하여 주간과 야간으로 구분하여, 향어의 체내에 전극을 삽입하여 향어의 상태와 광 자극에 따른 심전도를 연속적으로 조사 분석하여, 광 자극이 어류에 미치는 영향을 규명하여, 광을 이용한 어업에서의 집어와 위협에 필요한 적정 광 자극을 추정하고, 광을 이용한 어류의 행동제어기술에 응용할 수 있는 자료를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

실험어는 부경대학교 양식장에서 서식하고 있는 체장이 10~20 cm인 향어, *Cyprinus carpio nudus* [Linnaeus]를 100미 이상 선별 채집하여, 2개의 순환여과식수조 (170×35×45 cm)에 분산하여, 15일 이상 적응시킨 다음 실험에 사용하였으며, 수조내의 수질관리는 순환여과식 장치에 냉온각기 (SY200A)와 에어펌프 (AP-60L)를 장착하여 수질관리하였는데, 실험수온 범위는 16~20 ℃로 유지하였다.

실험수조는 두께 0.5 cm인 투명아크릴 수조 (36L×30W×22H cm)와 그 내부에 실험어를 안착시킬 수 있는 조립식 Fish-holder (25L×20W×13H cm)를 장착하여 실험어의 체장에 따라 길이를 조절 할 수 있도록 하였다. 실험수조 앞쪽에 광 자극원을 설치하고, 옆쪽에는 전극이 부착된 리드선이 측정기와 연결되어 있다. 실험실은 두께 0.1 cm인 합석판으로 외부 전자파를 차단하고 암막처리하였다.

실험장치의 구성은 자극부, 측정부, 저장부로 되어있고, 실험의 전체 흐름도는 Fig. 1과 같다.

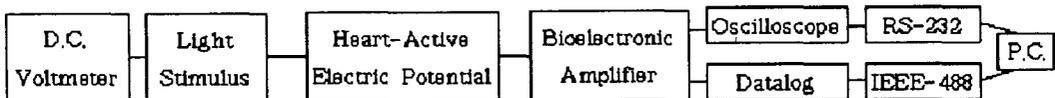


Fig. 1. The flow-chart to measure ECG.

실험은 실험어를 실험수조에서 30분간 암순응 시킨 후, 마취시켜 전극을 삽입하고 Fish-holder에 안착시켰다. 광 자극은 안착 후 30분부터 5분간 실험어의 전방향에 광 자극을 가하고, 안착 후부터 60분간 연속적으로 어류의 심전도를 조사하였다. 이와 같

은 실험은 주간과 야간으로 구분하여 3가지 광 자극(10, 100, 400 lux)에 대하여 3회 이상 심전도를 조사하였다.

심전도의 측정은 실험어에 삽입된 전극에서 나오는 신호를 Bioelectronic Amplifier에서 증폭하여 Oscilloscope와 Datalog에 각각 전송하는데, Datalog에서 측정되는 신호는 IEEE-488의 GP-IB 포트에 인터페이스 케이블을 연결하여 초당 750,000 byte로 P.C.에 저장된 데이터는 HP BenchLink Data Logger 소프트웨어를 사용하여 확장자가 csv인 ASCII파일로 변환하였고, Microsoft Excel 7.0 소프트웨어를 사용하여 10초간씩 평균하여 분석하였다.

심전도의 분석은 연속적으로 측정된 60분간의 심전도를 癡醉狀態(0~5분), 安定狀態(5~30분), 刺戟狀態(30~35분), 回復狀態(35~60분)의 4가지로 구분하여, 心電圖의 心博數와 生體電位를 비교 분석하였다.

결과 및 요약

1. 초기상태의 心電圖(心博數와 生體電位)

癡醉狀態의 평균심박수는 주간에 38.4 *beat/min*, 야간에 47.2 *beat/min*였고, 평균생체전위는 주간에 46.602 *nV*, 야간에 43.106 *nV*로 나타났다.

安定狀態의 평균심박수는 주간에 64.9 *beat/min*, 야간에 65.3 *beat/min*였고, 평균생체전위는 주간에 36.876 *nV*, 야간에 32.881 *nV*로 나타났다.

2. 光 刺戟에 의한 향어의 心博數

刺戟狀態의 평균심박수는 10 lux의 광자극인 경우 주간에 68.7 *beat/min*, 야간에 46.0 *beat/min*였고, 100 lux의 자극인 경우 주간에 53.4 *beat/min*, 야간에 44.1 *beat/min*였으며, 400 lux의 자극인 경우 주간에 53.2 *beat/min*, 야간에 40.1 *beat/min*으로 나타났다.

回復狀態의 평균심박수는 10 lux의 자극인 경우 주간에 67.9 *beat/min*, 야간에 57.2 *beat/min*였고, 100 lux의 자극인 경우 주간에 68.8 *beat/min*, 야간에 61.0 *beat/min*였으며, 400 lux의 자극인 경우 주간에 69.6 *beat/min*, 야간에 63.6 *beat/min*로 나타났다.

3. 光 刺戟에 의한 향어의 生體電位

刺戟狀態의 평균생체전위는 10 lux의 광자극인 경우 주간에 59.067 *nV*, 야간에 23.954 *nV*였고, 100 lux의 자극인 경우 주간에 26.812 *nV*, 야간에 45.575 *nV*였으며, 400 lux의 자극인 경우 주간에 71.698 *nV*, 야간에 14.359 *nV*로 나타났다.

回復狀態의 평균생체전위는 10 lux의 자극인 경우 주간에 38.830 *nV*, 야간에 27.313 *nV*였고, 100 lux의 자극인 경우 주간에 28.974 *nV*, 야간에 39.270 *nV*였으며, 400 lux의 자극인 경우 주간에 66.130 *nV*, 야간에 21.441 *nV*로 나타났다.