

삶은 계란을 섭취한 흰쥐의 심전도

박 병 성

강원대학교 동물자원학부

Electrocardiograms in the Rats Fed Diets with Boiled Eggs

B. S. Park

Division of Animal Resource Science, Kangwon National University

Abstract

Electrocardiograms in rats fed diets with boiled eggs for 30 days was investigated. Amplitudes of P, Q and R waves were not significant differences among treatment groups. Amplitude of S wave in rats fed the diet with 95% boiled eggs was significantly tended to be increased compared with other groups ($P < 0.05$). Amplitude of T wave in the rats fed the diet with 0% boiled eggs showed the highest values, and there were significant difference among treatment groups fed diets with 0% boiled eggs, 25% and 95% boiled eggs ($P < 0.05$). Durations of P and PQ(PR) waves were high in the rats fed diets with 25% and 50% boiled eggs ($P < 0.05$). Duration of QRS complex showed low in the rats fed diet 0% boiled eggs but not significant difference among treatment groups. Duration of QT was high in the rats fed diet with 0% boiled eggs ($P < 0.05$). This result is assumed that electrocardiograms in the rats is not changed to intake the boiled eggs.

Key words : electrocardiogram, boiled eggs, amplitude, duration.

서 론

영양학적으로 완전한 계란은 축산식품 중에서 콜레스테롤 함량(218 mg 이상/개)이 매우 높은 것이 특징이다^(1,2).

사람에서 포화지방산과 콜레스테롤의 지속적인 과잉섭취는 심장질환과 같은 성인병에 의한 사망률을 높이는 것으로 보고되었다⁽³⁻⁵⁾. 이러한 측면에서 계란 콜레스테롤의 섭취문제는 중요한 논쟁으로 떠오르고 있으며⁽⁶⁾ 소비자들에 의한 계란의 섭취를 기피하는 현상이 나타날 가능성도 있다⁽⁷⁻⁹⁾. 그러나 본 연구자의 실험결과 적절한 삶은 계란의 섭취는 오히려 흰쥐의 성장률을 높이며 항혈전작용 및 혈액 콜레스테롤을 낮추는 것으로 보고한 바 있다⁽¹⁰⁾.

심전도는 심방근육의 연속적인 전기분극 작용의 결과로서 P, Q, R, S, T라는 기본 파형으

로 구성되며 특히 사람에게 어떤 원인으로 일어난 심근이상, 부정맥 그리고 심근경색을 진단하는데 쓰여지고 있으며 동물에서도 심전도는 유용하게 이용될 수 있다⁽¹¹⁾.

심장 내에서 최초로 동결절이 흥분하게 되고 자극 전도계의 경로를 거쳐서 심실근의 말초까지 전기적 흥분이 전도되는데 이 과정에서 동결절의 흥분은 전기적으로 매우 작기 때문에 심전도에 파형으로써 나오지 않는다. 심전도에 나타나는 최초의 파는 심방흥분에 의한 P파이며 심방에서 방실결합부를 통과하여 심실이 흥분하면 심전도에서 제일 큰 파인 QRS가 그려진다. 심실흥분이 작으면 T파가 그려지고 U파는 가장 작은 파형인데 그 기전은 확실치 않다. 따라서 심전도는 기본적으로 3개의 상향의 파형(P파, R파, T파)과 2개의 하향의 파형(Q파, S파)으로 구성된다^(12,13).

흰쥐의 심전도 변화에서 관찰된 특징적인 변화들은 Normann 등⁽¹⁴⁾을 비롯한 여러 연구자들에 의해서 보고되었으며⁽¹⁵⁻¹⁸⁾ 면양에서 심전도 변화 역시 보고된 바 있다⁽¹⁹⁾.

Corresponding author : Byung-sung Park, Division of Animal Resource Science, Kangwon National Univ., Chunchon City 200-701, Korea.

본 연구는 삶은 계란을 일정수준으로 첨가한 식이를 흰쥐에게 30일 동안 급여한 후 심전도 변화를 조사하였다.

재료 및 방법

실험동물 및 실험설계

실험동물은 체중 약 200g의 Sprague Dawley Strain 흰 쥐 수컷 24마리를 공시하였다. 시판 고형식이로써 1주일간 적응시킨 다음 4처리 3반복으로 완전임의 배치한 후 30일간 물과 식이를 무제한 공급해 주면서 사육하였다. 여기서 각 처리구당 공시동물은 6마리로 하였고 반복당 2마리씩 3반복으로 배치하였다.

실험식이

모든 실험식은 미국 영양 연구소(AIN, 1976)에서 제시된 흰쥐의 영양소 요구량 수준을 넘을 수 있게 배합하였다⁽²⁰⁾. 우선 기본 식이는 옥수수 55%, 어분(조단백질 60% 함유) 20%, 대두박(조단백질 45% 함유) 10%, 섬유소(α -cellulose powder) 5%, 대두유 5%, 미네랄 공급제(AIN, 1976) 3.5%, 비타민 공급제(AIN, 1976) 1.0%, DL-methionine 0.3% 그리고 choline bitartrate 0.2%를 혼합하였다. 이와 같이 배합된 기본식은 삶은 계란을 전혀 함유하지 않았기 때문에 무첨가구로 하였고(기본식이, 삶은 계란 0%), 삶은 계란 첨가구는 기본 식이를 위주로 하여서 증감을 조절하여 줌으로써 나머지 3처리구의 실험식을 배합하였다. 삶은 계란 25% 첨가구는 기본식이 70%, 섬유소 5% 그리고 삶은 계란 25% 혼합하였으며, 삶은 계란 50% 첨가구는 기본식이 45%, 섬유소 5% 그리고 삶은 계란을 50%로 혼합하였고, 삶은 계란 95% 첨가구는 삶은 계란 95%와 섬유소 5%를 혼합하였으며, 모든 실험식은 배합 후 펠렛·건조하였다. 펠렛·건조된 실험식의 영양소 함량은 다음과 같다. 삶은 계란 무첨가구, 삶은 계란 25%, 50% 그리고 95% 첨가구에서 각각의 영양소 함량을 살펴보면 수분 12.77%, 11.71%, 11.31%, 7.00% 조단백질 21.15%, 22.47%, 22.90%, 37.57%, 조지방 6.07%, 8.75% 11.37%, 29.47% 에너지(kcal/kg) 3.31, 3.68, 3.52, 4.84, 콜레스테롤(mg/100g diets) 0, 784, 1415, 2819로써 흰쥐 식이내 삶은 계란의 첨가

수준이 높아질수록 지방과 콜레스테롤의 함량이 높아졌고, 특히 지방으로써 공급되는 에너지 함량 비율이 높은 특징을 나타냈다. 한편 모든 실험식은 AIN'76의 흰쥐 영양소 요구량을 충족 또는 초과하도록 배합되었으므로 영양소 결핍증에 대한 염려는 없었다.

심전도 측정

본 실험에서는 표준사지유도법 중 제Ⅱ유도 방식으로 심전도를 측정하였다. 제Ⅱ유도방식이란 오른쪽앞다리(-전극)와 왼쪽뒷다리(+전극)의 전위차를 기록하는 것을 말한다. 먼저 흰 쥐를 에테르로 마취시킨 후 앞다리에 연결하는 전극은 앞다리 뒷부분 주두의 근위부에 핀을 꽂고 뒷다리에 연결하는 전극은 뒷다리 앞부분인 슬개골 인대 위에 꽂는다. 이와 같이 흰쥐를 보정한 다음 심전계(Model 79 ECG/polygraph, USA)를 통해서 심전도를 측정하였다. 심전도 기록지는 1mm 간격의 수평선 및 수직선으로 이루어진 방안지로서 5mm마다 굵은 선이 있으며, 파장의 넓이는(전압) 수직선을 기준으로 측정하였고 mv(1mv=10mm)로써 표시하였다. 상향파에서의 전압은 기선의 두께를 전압 크기에 포함시키지 않았다. 파장의 지속시간은 수평선을 기준으로 측정하였는데 1 mm는 0.04초이고 5mm는 0.2초로 계산하였다. 상향파에서의 지속시간 측정은 기선의 하연을 기준으로, 하향파에서는 기선의 상연을 기준으로 하였다. 심박수 측정은 심박이 고를 때 이용하는 실측법을 사용하였다. 심전도에서 QRS가 보이는 것은 심실의 수축이 있는 것을 의미하므로 1분간 심전도를 기록하고 그 동안에 QRS가 나오는 숫자를 세어서 심박수를 계산할 수 있다. 그러나 실제로는 같은 유도를 1분간 기록하지 않으므로 짧은 시간의 기록으로 심박수를 다음과 같이 측정하였다. 우선 RR간격을 측정하고 이것에 0.04초를 곱한 다음 RR간격의 측정치를 초단위로 나타낸 수치로써 1분간(60초)을 나누어서 심박수를 계산하였다.

통계분석

본 실험에서 얻어진 모든자료에 대한 처리구별 반복측정치를 컴퓨터 SAS program(1988)에 입력하여 평균과 표준오차 값을 도출하였고 Duncan의 다중검정 방법에 의해서 5% 수준의

유의성을 검정하였다^(21,22). 따라서 각 처리구별 측정변수의 활용자료는 3반복 × 반복당 2두로써 총 6개의 자료(n=6)가 되며 전체처리구의 평균간 유의성 검정에 사용된 측정 변수의 활용 자료는 24개가 된다. 그러므로 본문중에 제시된 각 처리구간 평균값에 대한 표준오차 값은 총 24개의 측정변수를 활용하여 얻어진 것이다.

결과 및 고찰

삶은 계란을 일정한 수준으로 첨가한 식이를 흰쥐에게 30일동안 급여한 후 조사된 심전도는 Fig. 1과 같으며, 심전도를 구성하고 있는 서로 다른 파장의 넓이와 지속시간은 각각 Table 1,

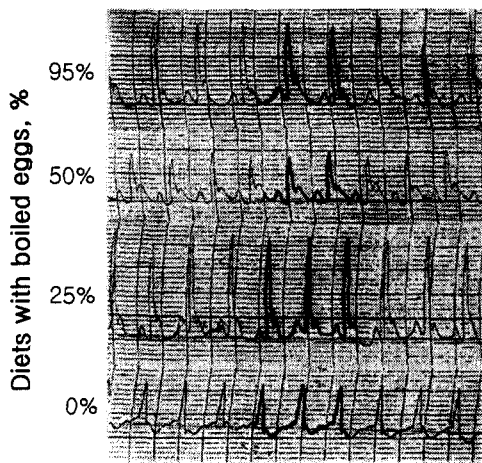


Fig. 1. Electrocardiogram in rats fed diets with boiled eggs

2에서 보는 바와 같다.

정상적인 흰쥐에서 조사된 심전도의 구성분에 대한 수치는 Normann 등(1961)⁽¹⁴⁾에 의해서 보고되었으며 본 연구에서 조사된 수치와 약간의 차이를 보이고 있다. 이것은 측정에 사용된 기기 및 방법에 차이가 있었기 때문일 것으로 생각된다.

Fig. 1과 Table 1에서 파장의 넓이를 살펴보면 먼저 P파의 경우, 삶은 계란을 급여하지 않는 무첨가구(0%)와 삶은 계란 95% 첨가 급여구의 파폭은 비교적 좁고 서로간 비슷한 수치를 보여준 반면에 삶은 계란 25% 첨가 급여구는 상당히 파장이 넓어진 경향을 나타냈다. 그러나 처리구간 유의성은 인정되지 않았다. Q파는 삶은 계란 25% 첨가 급여구가 비교적 좁은 파장의 넓이를 나타낸 반면에 R파는 삶은 계란 25% 첨가 급여구에서 비교적 파장이 넓어진 경향을 나타냈으나 처리구간 유의성은 없었다. S파는 삶은 계란 95% 첨가 급여구가 다른 첨가구와 비교할 때 유의적으로 가장 넓은 파장을 보여주었다($P < 0.05$). S파의 넓이는 삶은 계란 50% 첨가 급여구에서 가장 좁았으며 삶은 계란 25% 첨가 급여구와 비교할 때 유의적인 차이를 나타냈다($P < 0.05$). 무첨가구와 삶은 계란 25%, 50% 첨가 급여구간 유의성은 인정되지 않았다. T파는 삶은 계란 무첨가구가 가장 넓은 것으로 조사되었고 무첨가구와 삶은 계란 25%, 95% 첨가 급여구간 유의적인 차이가 인정되었다($P < 0.05$). 그러나 삶은 계란 무첨가구와 50% 첨가 급여구간 및 삶은 계란 25%, 50%, 95% 첨가 급여구간의 유의적인 차이는

Table 1. Amplitude of the components of electrocardiogram in the rats fed diets with boiled eggs

Waves(mv.)	Diets with boiled eggs, %				SEM
	0	25	50	95	
P	0.167 ^{NS}	0.370	0.327	0.107	0.0305
Q	0.010 ^{NS}	0.001	0.030	0.026	0.0305
R	1.677 ^{NS}	2.350	1.113	1.750	0.5093
S	0.243 ^{bc}	0.333 ^b	0.043 ^c	0.600 ^a	0.1410
T	0.283 ^a	0.033 ^b	0.153 ^{ab}	0.033 ^b	0.1119

Amplitude is expressed in millivolts (mv.).

^{a,b,c}: $P < 0.05$ in the same row. NS: Not significant.

SEM: Standard error of mean.

Table 2. Duration of the components of electrocardiogram in the rats fed diets with boiled eggs

Waves(msec.)	Diets with boiled eggs, %				SEM
	0	25	50	95	
P	0.080 ^b	0.350 ^a	0.343 ^a	0.166 ^{ab}	0.0975
PQ(PR)	0.100 ^b	0.396 ^a	0.356 ^a	0.186 ^{ab}	0.1146
QRS	1.677 ^{NS}	0.300	0.377	0.423	0.1912
QT	0.243 ^b	0.390 ^{ab}	0.416 ^{ab}	0.523 ^a	0.1133
Heart beats/min	180N ^S	189	183	183	15.0648

Duration in milliseconds (msec.).

^{a,b} : P<0.05 in the same row. NS : Not significant.

SEM : Standard error of mean.

없었다.

Fig. 1과 Table 2에서 파장의 지속시간을 살펴보면 다음과 같다. P파의 지속시간은 삶은 계란 25%와 50% 첨가 급여구에서 가장 길게 나타났으며 삶은 계란 무첨가구에 비해서 유의적으로 길어지는 것으로 나타났다(P<0.05). 그러나 이 두 처리구에서 조사된 P파의 지속시간은 삶은 계란 95% 첨가 급여구는 무첨가구와도 유의한 차이를 나타내지 않았다. PQ(PR)의 지속시간은 삶은 계란 무첨가구가 가장 짧았고 이것은 삶은 계란 25%, 50% 첨가구에 비해서 유의적으로 짧았다(P<0.05). 그러나 무첨가구의 PQ(PR) 파장의 지속시간은 삶은 계란 95% 첨가구와 비교할 때 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 한편 삶은 계란 25%, 50% 및 90% 첨가구간 PQ(PR) 파장의 지속시간 역시 유의차는 인정되지 않았다. QRS 파장의 지속시간은 삶은 계란 무첨가구에서 가장 짧은 경향을 나타냈지만 처리구간 유의한 차이는 나타나지 않았다. QT 파장의 지속시간은 삶은 계란 무첨가구가 가장 짧았고 삶은 계란 95% 첨가 급여구에서 가장 길어진 경향을 보였으며 이 두 처리구간 유의성이 인정되었다(P<0.05). 그러나 삶은 계란 무첨가구와 25%, 50% 첨가구간 및 삶은 계란 25%, 50%, 95% 첨가 급여구간의 유의성은 나타나지 않았다. 심박동수는 처리구간 유의한 차이는 나타나지 않았고 서로 간 비슷한 수치를 보여 주었다.

Q파장의 존재는 정상적인 흰쥐의 경우, 관찰되지 않으며 심근경색 유발 쥐에서 조사된 심전도 초기에 나타나려는 경향이 있고 이것은 T파장의 역전도와 함께 존재할 수 있다. 심근경

색을 갖는 흰쥐의 경우 Q파장과 역전도된 T파장이 관찰되진 않지만 Q-T파장의 지속시간은 더욱 길어지고 R파장의 넓이는 증가하며 S파장이 두드러지게 나타나는 것으로 보고되었다⁽¹⁴⁾. 본 연구결과 삶은 계란 95% 첨가 급여구에서 조사된 S파는 유의적으로 가장 넓은 파장을 보여주어서 다른 처리구와 비교해 볼 때 두드러진 차이를 보였는데, 이것은 삶은 계란 95% 첨가 급여구에서 혈액 총 콜레스테롤과 LDL·VLDL 콜레스테롤 함량 증가⁽¹⁰⁾에 기인한 심근에 부담이 되었을 것으로 추정할 수 있겠다. 이와 함께 과잉의 삶은 계란을 섭취하였을 때 복강조직내 지방침착이 높았던 해부학적 특징을 보더라도⁽¹⁰⁾ 심근에 부담이 되었을 것으로 추정할 수 있다. 흰쥐에서 심전도 변화에 관한 연구논문은 발표된 것이 많다. 그러나 삶은 계란을 섭취한 흰쥐에서의 심전도 변화는 조사·보고된 것이 전혀 없는 것으로 사료되며 따라서 본 연구 결과를 직접 비교할 수 없음을 밝혀둔다.

본 연구결과 나타난 삶은 계란 급여에 따른 심전도 변화 양상은 계란의 과잉섭취에 기인하여서 발생될 수 있는 심근경색증의 초기 발전 단계를 모니터링 하는데 있어서 유용할 것으로 보인다. 심전도 변화는 심장을 통한 혈액통과에 의한 변화보다는 심장근육의 특성에 있어서 기본적인 변화에 더욱 관련이 있을 것으로 보기 때문이다⁽¹⁶⁾. 심전도에서 나타나는 T파장의 변화는 사람에서 대사장애의 경우 일반적으로 볼 수 있는 현상이다⁽¹⁶⁾. 그러나 Table 1과 Fig. 1에서 조사된 삶은 계란 무첨가구의 T파장이 가장 넓게 나타났고, 삶은 계란을 25%와 95%

첨가 급여구에서 무첨가구와 차이를 보인 것이 사람에서의 대사장애 심전도 파형과 비슷한지의 여부는 알 수 없다. 셀레늄 결핍증에 걸린 면양에서의 경우 T파장의 증가 및 S-T 분절의 증가는 종종 심근경색이 나타나며⁽¹⁹⁾, 셀레늄 결핍증에 걸린 쥐에서도 비슷한 결과가 나타났다⁽¹⁶⁾. QRS파장의 지속시간은 셀레늄 결핍증에 걸린 면양에서 상당히 짧은 것으로 보고되었으며⁽¹⁹⁾, 항생제를 투여받은 흰쥐에서도 QRS 파장은 현저한 변화를 나타내는 것으로 보고되었다^(17,18). 그러나 본 연구결과 QRS파장의 지속시간은 처리구간 유의한 차이를 보이지 않았다. 따라서 삶은 계란만을 위주로 섭취하는 경우를 제외하고는 처리구간 심전도에 있어서 큰 차이를 보이지 않고 있기 때문에 적절한 삶은 계란의 섭취는 심근에 부담을 주지 않는다고 사료되며 본 연구결과는 앞으로 계란의 콜레스테롤 섭취문제에 대한 논쟁의 해결을 위해서 큰 도움이 될 것으로 보인다.

요 약

30일 동안 삶은 계란을 섭취한 흰쥐에서 심전도를 조사하였다. P, Q, R파의 파장넓이는 처리구간 유의성이 나타나지 않았다. S파는 삶은 계란 95% 첨가 급여구에서 다른 처리구와 비교할 때 유의적으로 파장이 넓어지려는 경향을 보여 주었다($P<0.05$). T파는 삶은 계란 무첨가 급여구에서 가장 넓은 파장을 나타냈으며 무첨가 급여구와 삶은 계란 25%, 95% 첨가 급여구간 유의적인 차이를 나타냈다($P<0.05$). P파와 PQ(PR)파의 지속시간은 삶은 계란 25%, 50% 첨가 급여구가 가장 높게 나타났다($P<0.05$). QRS파의 지속시간은 삶은 계란 무첨가 급여구에서 가장 낮은 결과를 보였으나 처리구간 유의적인 차이는 없었다. QT파의 지속시간은 삶은 계란 95% 첨가 급여구에서 가장 높았고 삶은 계란 무첨가 급여구와 유의성이 인정되었다($P<0.05$). 이 결과는 적절한 삶은 계란 섭취시 심전도에 변화가 없음을 보여주고 있다.

참고문헌

1. Punita, A. and Chaturvedi, A. : Effect of

feeding crude palm oil (*Elaeis guineensis*) and grain amaranth (*Amaranthus paniculatus*) to hens on total lipids, cholesterol, PUFA levels and acceptability of eggs. *Plant foods for human nutrition.*, 55, 147 (2000).

2. Bogin, E. : Low cholesterol eggs. *Processing of the 4th European symposium on the quality egg products.*, 97 (1991).
3. Jackson, R. L., Taunton, D., Morrisett, J. D. and Gotto, A. M. : The role of dietary polyunsaturated fat in lowering blood cholesterol in man. *Circulation Research.*, 42, 447 (1978).
4. Budowski, P. : Review : Nutritional effect of ω -3 polyunsaturated fatty acids. *Isr. J. Med. Sci.*, 107, 1340 (1977).
5. Bjerve, K. S., Brekke, O-L., Fougner, K., J. and Midthjell, K. : Omega 3 and Omega 6 fatty acids in serum lipids and their relationship to human disease, In dietary n-3 and fatty acids, New York plenum press, NATO ASI series A : *Life sciences.*, 171, 241 (1988).
6. Masiromi, R. : Dietary factors and coronary heart disease. *Bull. WHO.* 42, 103 (1970).
7. O'Brien, B. C. and Reiser, K. : Human plasma lipid responses to red meat, poultry, fish and eggs. *Am. J. Clin. Nutr.*, 33, 2578 (1980).
8. Flaim, E., Ferreri, L. F., Thye, F. W., Hill, J. E. and Ritchey, S. J. : Plasma lipid and lipoprotein cholesterol concentrations in adult males consuming normal and high cholesterol diets under controlled condition. *Am. J. Clin. Nutr.*, 54, 1103 (1981).
9. Kummerow, F. A., Kim, Y., Hull, D. M., Pollard, J., Ilinov, P., Dorossiev, D. L. and Valik, J. : The influence of egg consumption on the serum cholesterol level in human subjects. *Am. J. Clin. Nutr.*, 30, 664 (1977).
10. 박병성, 장애라 : 항혈전작용과 콜레스테롤 대사에 관한 흰쥐 식이내 삶은 계란 급여 효

- 과. 한국축산식품학회지, 20, 1 (2000).
11. Guyton, A. C., Jones, C. E. and Coleman, T. G. : *Circulatory physiology : Cardiac output and its regulation*, 2nd ed. Saunders, Philadelphia. (1973).
 12. Blowers, M. G. : *How to read on ECG*. Medical economic company. (1978).
 13. Armstrong, M. L. : *Electrocardiograms-A systemic method of reading them*, 3rd ed, Wright Bristol. (1974).
 14. Normann, S. J., Priest, R. E. and Benditt, E. P. : *Electrocardiogram in the normal rat and its alteration with experimental coronary occlusion*. *Cir. Res.*, 9, 282 (1961).
 15. Sambhi, M. P. and White, F. M. : *Electrocardiogram of the normal and hypertensive rat*. *Cir. Res.*, 8, 129 (1960).
 16. Godwin, K. O. : *Abnormal electrocardiograms in rats fed a low selenium diet*. *Quart. J. Exp. Physiol.*, 50, 282 (1965).
 17. Cargill, C., Bachmann, E. and Zbinden, G. : *Effects of daunomycin and anthramycin on electrocardiogram and mitochondrial metabolism of the rat heart*. *J. Natl. Cancer Ins.*, 33, 481 (1974).
 18. Bachmann, E., Weber, E. and Zbinden, G. : *Effects of seven anthracycline antibiotics on electrocardiogram and mitochondrial function of rat hearts*. *Agents actions.*, 514, 383 (1975).
 19. Godwin, K. O. and Fraser, F. J. : *Abnormal electrocardiograms, blood pressure changes, and some aspects of the histopathology of selenium deficiency lambs*. *Quart. J. Exp. Physiol.*, 51, 94 (1966).
 20. American Institute of Nutrition : *Report of the American Institute of Nutrition. Ad committe on standards for nutritional studies*. *J. Nutr.*, 107, 1030 (1977).
 21. SAS/STAT User's guide. : Release 6.30 edition. SAS InstituteInc., Carry. NC. USA. (1988).
 22. Duncan, D. B. : *Multiple range and multiple F test*. *Biometrics.*, 11, 1 (1955).
-
- (2001년 5월 23일 접수)