

가축과 실험동물의 생리자료(11)-6

제11장 토끼(The Rabbit)-6

정 순 등 경희대학교 의과대학 생리학교실

양 일 석 경상대학 수의학과 생리학교실

松下(281)에 의하면 토끼의 혈압은 몸무게에 따르는 변동이 있다. 즉 몸무게가 클수록 혈압도 높아진다.

여러 연구자들이 보고한 등맥혈압은 제421표에서 보는 바와 같다.

(63) 심실내압

島村 및 星(85)에 의하면 우심방 30 mmHg, 좌심방 174 mmHg 이다(최고치).

(64) 총말초저항

Wyler 등(321)에 의하면 4.5(3.2~5.3)mmHg/ml/100 g/min 이다(6마리, 몸무게 2.6(2.26~2.86)kg, New Zealand White 종).

(65) 순환시간

Hering(87)에 의하면 경정맥에서 반대측 경정맥까지 7.4초(지시물질 황혈염)이다.

Loevenhart 등(227)에 의하면 이정맥에서 경동맥까지 3.9초(지시물질 NaCN), 이정맥에서 반대측 이정맥까지 4.7초(지시물질 LiCl), 이정맥에서 연수까지 3.9(3.3~5.2)초(지시물질 NaCN)이다.

Fishback(228)에 의하면 이정맥에서 눈까지 5~6초이다(지시물질 fluorescein).

Franck 및 Alwens(229)에 의하면 고정맥에서 우심방까지 6초이다(지시물질 bismuth oil).

Dittmer 및 Grebe(70)에 의하면 이정맥에서 반대측 이정맥까지 6초이다(지시물질 methylene blue).

Stewart(230)에 의하면 고동맥에서 고정맥까지 3.8 초, 경정맥에서 crural vein 까지 8.4초, 좌측 경정맥에서 우측 고동맥까지 3.3~4.5초(지시물질 NaCl), 좌측 경정맥에서 우측 경정맥까지 4.1~6.1초(지시물질 Na

Cl), 좌측 경정맥에서 우측 신동맥까지 3.8~5.4초(지시물질 NaCl), 좌측 경정맥에서 우측 신정맥까지 10.8~12.7초(지시물질 NaCl), 문맥순환 3.9~7.0초, 폐순환 2.9초, 신장순환 8초, 우측 경정맥에서 우측 경동맥까지 2.4~3.4초(지시물질 NaCl), 총순환 10.5초이다.

(66) 신혈류량

Dittmer 및 Grebe(70)에 의하면 82 ml/min, 4.30 ml/min/g kidney, 27.6 ml/min/kg B. Wt., 438 ml/min/m²이다(37마리, 마취시키지 않았음).

Spector(88)에 의하면 유효신혈류량은 73 ml/min, 또는 430 ml/min/m²이다(성숙, 체표면적 0.18 m², 몸무게 3 kg, 마취시키지 않았음).

(67) 신혈장류량

洪(111)에 의하면 18.97±2.24 ml/min 이다(26마리, 송우, 몸무게 1.5~2.5 kg, 마취-pentobarbital sodium 30 mg/kg IV, M±SE).

Spector(88)에 의하면 유효신혈장류량은 54 ml/min, 또는 300(180~410)ml/min/m²이다(성숙, 몸무게 3 kg, 체표면적 0.18 m², 마취시키지 않았음).

Dittmer 및 Grebe(70)에 의하면 45 ml/min, 2.40 ml/min/g kidney, 15.4 ml/min/kg B. Wt., 240 ml/min/m²이다(37 마리, 마취시키지 않았음).

片 및 洪(349)에 의하면 4.96±0.54 ml/min 이다(10 마리, 송, 몸무게 1.5~2.5 kg, M±SE).

(68) 호흡수

여러 연구자들이 보고한 성적은 제422표에서 보는 바와 같다.

제422표 호흡수 (토끼)

저 자	호흡수(min)	비 고
Hurtado 및 Buller (237)	69	평균치, 안정시, 有色種
Smith (238)	53	평균치, 안정시, 白色種
Ariel 등 (223)	200	직장온도 37~39°C
	20~40	직장온도 25°C, 가동면상태
	60	직장온도 20°C
Spector (88)	51(38~60)	안정시
栖 原(266)	37	안정시
	76	고정했을 때
	129	팔에 안았을 때
島村 및 星(85)	50~60	표준치
鄭 (267)	57.5 (60~69)	18 마리, 몸무게 1.9~3.0 kg, 마취-urethane

(69) 폐의 용적과 용량

Caldwell(109)에 의하면 일호흡용적 31.2±6.0 ml, 흡식용량 108.6±13.6 ml, 폐활량 124.1±13.9 ml, 기능적 잔기용량 46.9±14.1 ml, 총폐용량 155.3±25.2 ml이다(9마리 ♂ 1 우 8, 몸무게 3.85±0.38 kg, M±SD).

Hurtado 및 Buller(237)에 의하면 일호흡용적은 21 ml이다(안정시, 평균치, 有色種).

Smith(238)에 의하면 일호흡용적은 19 ml이다(안정시, 평균치, 白色種).

藤村 및 小島(268)에 의하면 일호흡용적은 12 ml이다.

Spector(88)에 의하면 일호흡용적은 21(19.3~24.6) ml이다(안정시).

(70) 일본호흡용적

Guyton(236)에 의하면 0.8(0.27~1.2) liter/min이다(몸무게 평균 2.07 kg, 안정시).

Hurtado 및 Buller(237)에 의하면 1.45 liter/min이다(평균치, 안정시, 有色種).

Smith(238)에 의하면 1.02 liter/min이다(평균치, 안정시, 白色種).

Spector(88)에 의하면 1.07(0.8~1.41) liter/min이다(안정시).

(71) 호흡교환비율

前田 및 大西(294)에 의하면 각 온도별 호흡교환비율의 평균치는 제423표와 같다.

大西 및 前田(295)에 의하면 馴化의 영향은 제424표와 같다.

伊藤(296)에 의하면 0.73이다(기초상태, 몸무게 평균 2,893 g).

(72) 폐의 탄력도

Bernstein(240)에 의하면 2.3 ml/cm H₂O이다(몸무게 2 kg, 마취, compliance of lung-thorax system).

(73) 12지장액의 pH

Florey 및 Harding(173)에 의하면 12지장 상부에서 분비되는 장액의 pH는 8.6~8.9이다.

(74) 12지장액의 비중

Florey 및 Harding(173)에 의하면 12지장 상부에서 분비되는 장액의 비중은 1.009이다.

(75) 담즙 분비량

Bidder 및 Schmidt(176)에 의하면 136.8 g/kg/day이다.

(76) 담즙의 pH

Spector(88)에 의하면 6.4~6.7이다(담낭담즙).

(77) 담즙의 비중

Spector(88)에 의하면 1.048이다(담낭담즙).

(78) 담즙의 화학성분 함유량

Fore 및 Morton(168)에 의하면 Mn 함량은 0.48 mg/kg이다.

Spector(88)에 의하면 HCO₃ 46 mEq/liter, Ca 4~9.5 mEq/liter, Cl 82 mEq/liter, 옥소 0.004~0.014 mg/100 ml(끓였을 때) 또는 0.026~0.069 mg/100 ml(끓이지 않았을 때), Mg 0.5 mEq/liter, phosphate 2.5 mEq/liter, K 5.7 mEq/liter, Na 151 mEq/liter, SO₄ 4.4 mEq/liter, NH₃ 0.22~0.07 mg/100 ml(신선한 담즙), 환원당 20 mg/100 ml, 담즙색소 21.8 mg/100 ml이다(간담즙). 한편 담낭담즙의 담즙색소 함량은 87~131 mg/100 ml, alkaline phosphatase는 56~302 unit(modified Bodansky method)이다.

(79) 결장의 역연동주기와 전달속도

柳谷(118)에 의하면 近側 결장에서 일어나는 역연동의 주기는 4/초 이고 전달 속도는 1.5 cm/10초이다.

(80) Energy 대사

Spector(88)에 의하면 기초대사율은 47 kcal/kg/day, 810 kcal/m²/day이다(몸무게 3.5 kg, 체표면적 0.2 m²).

前田 및 大西(294)에 의하면 각 온도별 energy 대사의 평균치는 제423표와 같다.

大西 및 前田(295)에 의하면 馴化의 영향은 제424표와 같다.

伊藤(296)에 의하면 159.5 kcal/day 또는 55.14 kcal/kg/day이다(기초상태, 몸무게 평균 2,893 g).

Voit(298)에 의하면 기초대사율은 75.1 kcal/kg/day, 776 kcal/m²/day이다(몸무게 2.3 kg).

橋爪(326)에 의하면 기초대사율은 123 kcal/day, 68.3 kcal/kg^{0.75}/day이다.

田先(328)에 의하면 기초대사율은 60 kcal/kg/day이다.

제423표 환경온도에 따르는 대사율, 산소소모량, CO₂ 배설량 및 호흡교환비율의 변동 (토끼)
(前田 및 大西²⁹⁴⁾에 의함, 평균치, 안정시)

환경온도 (°C)	몸무게 (kg)	산소소모량 (ml/10min)	CO ₂ 배설량 (ml/10 min)	호흡교환비율	대사율 (kcal/kg/day)
10	2.47	264.4	184.5	0.70	73.5
11	2.37	257.4	178.1	0.69	74.5
12	2.39	257.2	181.2	0.70	74.0
13	2.37	243.5	174.6	0.71	72.0
14	2.40	248.6	179.1	0.72	71.5
15	2.36	244.4	175.8	0.72	71.5
16	2.42	247.9	176.6	0.71	70.9
17	2.58	263.4	182.8	0.70	71.3
18	2.47	254.0	174.4	0.68	70.8
19	2.52	253.8	170.5	0.68	68.6
20	2.56	253.1	174.0	0.69	68.3
21	2.45	243.1	162.9	0.67	67.8
22	2.43	239.9	164.2	0.68	67.7
23	2.39	232.1	160.9	0.68	66.8
24	2.58	243.1	162.9	0.67	64.3
25	2.53	227.3	162.4	0.72	62.8
26	2.52	226.7	155.9	0.71	61.9
27	2.77	277.1	215.7	0.78	70.0
28	2.58	259.7	198.3	0.76	70.1

제424표 馴化에 따르는 대사율, 산소소모량, CO₂ 배설량 및 호흡교환비율의 변동 (토끼)(大西 및 前田²⁹⁵⁾에 의함, %로 표시, 5회제를 100%로 잡았음, 10분 동안의 성적임, 안정시)

회수	산소소모량	CO ₂ 배설량	호흡교환비율	대사율
1	119	135	114	121
2	112	120	108	113
3	103	106	103	103
4	100	100	100	100
5	100	100	100	100

Pommerenke 등(366)에 의하면 2.61(1.92~3.25) kcal/kg/h, 32.73kcal/m²/h(♂, 몸무게 2~4kg, 12~24시간 굶김, 36마리에서 76회 측정, 안정시)이고 임신중에는 2.59 kcal/kg/h, 32.99 kcal/m²/h(임신 1~10일, 31회 측정); 2.63 kcal/kg/h, 33.32 kcal/m²/h(임신 5~15일, 30회 측정); 2.73 kcal/kg/h, 36.71 kcal/m²/h(임신 11~20일, 23회 측정); 2.91 kcal/kg/h, 37.83 kcal/m²/h(임신 16~25일, 40회 측정); 3.15

kcal/kg/h, 40.89 kcal/m²/h(임신 21~30일, 59회 측정); 3.19 kcal/kg/h, 41.50 kcal/m²/h(임신 26~30일, 38회 측정); 분만후에는 3.31 kcal/kg/h, 37.24 kcal/m²/h(분만후 1~5일, 30회 측정); 3.12 kcal/kg/h, 36.67 kcal/m²/h(분만후 1~10일, 38회 측정); 2.93 kcal/kg/h, 34.83 kcal/m²/h(분만후 5~15일, 17회 측정); 2.78 kcal/kg/h, 35.26 kcal/m²/h(분만후 11~20일, 11회 측정); 2.66 kcal/kg/h, 33.61 kcal/m²/h(분만후 16~25일, 10회 측정)이다.

Marine(367)에 의하면 정상범위는 2.40~2.50kcal/kg/h 이다(성숙).

Webster 등(368)에 의하면 평균 2.64 kcal/kg/h 이다(성숙).

(81) 산소 소모량

Hardman 등(100)에 의하면 출산후 2~4 시간일 경우 19.0±0.9 ml/kg/min(6마리, 몸무게 52.3±2.1g, 결장 온도 37.9±0.1°C), 출산후 24~36시간엔 18.7±1.5 ml/kg/min(10마리, 몸무게 52.6±1.9g, 결장 온도 37.7±0.1°C), 출산후 48시간에는 11.6±1.3 ml/kg/min(6마리, 몸무게 48.5±2.1g, 결장 온도 36.3±0.2°

C)이다(출산후 측정시까지 포유하지 않았음, 환경온도 36°C—중성환경, M±SD).

Leegard(216)에 의하면 21(14~28)ml/min이다(8마리, 몸무게 평균 3.2 kg, 체표면적 0.21 m²(0.098×W^{0.66}), 마취).

Heilbrunn(239)에 의하면 640 μl/g/h 또는 850 μl/g/h 라는 보고가 있다(성숙).

O'Connor(242)에 의하면 직장온도가 25°C 일 경우 200 ml/kg/h, 직장온도가 30°C 일 경우 300 ml/kg/h, 직장온도가 37~39°C 일 경우 600 ml/kg/h이다(curarized).

Dawes 및 Mestyan(246)에 의하면 1.74 ml/g/h(체온 33°C, 환경온도 25°C에 단시간 폭로했을 때), 1.44 ml/g/h(체온 37°C, 환경온도 35°C에 단시간 폭로했을 때)이다(6일령, 25°C에서 순화된 동물).

Adamson(247)에 의하면 1.74 ml/g/h(체온 37.0°C, 환경온도 22~25°C에 단시간 폭로했을 경우), 1.74 ml/g/h(체온 38.2°C, 환경온도 26~27°C에 단시간 폭로했을 경우)이다(20일령, 몸무게 405 g, 26~27°C에서 순화된 동물).

Johnson 등(248) (249)에 의하면 1.065 ml/g/h(♂, 몸무게 4.1 kg), 1.094 ml/g/h(♀, 몸무게 3.8 kg)이고(각각 10마리, 성숙, 환경온도 8.89°C에 6개월 동안 폭로, 8.89°C에서 순화된 토끼), 1.2347 ml/g/h(♂, 몸무게 3.0 kg), 0.9395 ml/g/h(♀, 몸무게 3,585 g)이다(각각 10마리, 성숙, 환경온도 28.3°C에 6개월 동안 폭로, 28.33°C에서 순화된 토끼).

前田 및 大西(294)에 의하면 각 온도별 산소 소모량의 평균치는 제423표와 같다.

大西 및 前田(295)에 의하면 馴化의 영향은 제424표

와 같다.

伊藤(296)에 의하면 10분간에 234.0 ml이다(기초상태, 몸무게 평균 2,893g).

島村 및 星(85)에 의하면 690 ml/kg/h이다.

(82) CO₂ 배출량

前田 및 大西(294)에 의하면 각 온도별 CO₂ 배출량의 평균치는 제423표와 같다.

大西 및 前田(295)에 의하면 馴化의 영향은 제424표와 같다.

伊藤(296)에 의하면 10분간에 171.2 ml이다(기초상태, 몸무게 평균 2,893 g).

島村 및 星(85)에 의하면 632 ml/kg/h이다.

(83) 체 온

Altman 및 Dittmer(241)에 의하면 직장온도의 정상치는 39°C이고 하한계는 20°C 상한계는 42°C이다. 한편 처음으로 심부 체온에 변동을 일으키는 환경온도는 저온환경일 경우 -29°C 고온환경일 경우 32°C이다(마취시키지 않았을 경우).

Spector(88)에 의하면 처음으로 직장온도에 변동을 일으키는 환경온도는 저온환경일 경우 -7°C 고온환경일 경우 28~30°C이다(마취시키지 않았을 경우).

松田(18)에 의하면 토끼의 직장온도는 계절에 의한 변동이 없으나 曾我(274)에 의하면 계절에 따르는 변동이 심하여 겨울철에는 체온이 낮아서 39°C 이상으로 상승하는 예는 적다.

有馬 및 生田(275)에 의하면 日中變動은 0.4°C 정도이고 토끼를 고정하면 체온은 평균 0.2°C 낮아진다.

Lee(276)에 의하면 토끼의 체온은 여러가지 조건에

제425표 직장온도 (토끼)

저 차	직장온도(°C)	비 고
曾 我(274)	39.3	여름철 } 가을철 } 평균치 겨울철 }
	38.8	
	37.7	
Spector (88)	38.8 (37.5~40.1)	—
Chaudhuri 및 Sadhu (42)	38.0±0.6	40마리, 몸무게 376.3±2.1(300~400)g, 환경온도 32°C에서 측정
松田(18)	38.0~39.5	—
島村 및 星(85)	39.5	—
Frothingham 및 Minot (277)	39.5 (38.6~40.1)	—
Wislocki (278)	37.8~40	—
Simpson 등 (279)	39.5~39.9	—

따라서 달라지는 경우가 많다. 체온계를 직장내 삽입할 때에는 75 mm 이상 삽입해야 하고(25 mm 삽입했을 때와 150 mm 삽입했을 때의 온도차의 차는 1.0~4.0°C에 이른다), 고정태는 좋고 안정된 것을 써야 하며(3분 동안 동요하면 직장온도는 0.7~0.9°C 상승하며 30분이 지나도 회복되지 않는다), 측정시의 실온이 10~28°C 일 때에는 체온에 영향이 없으나 극단적인 저온환경과 고온환경은 피해야 한다. 체식후엔 체온이 높아지고, 몸무게도 체온에 영향을 준다(적으면 큰 것보다 체온이 낮다). 성별에 의한 차는 없다.

Spector(88)에 의하면 직장온도가 19~25°C 일 경우 30분만에 103마리 중에서 87마리만 생존하였다(성숙). 여러 연구자들이 보고한 성적은 제425표와 같다.

(84) 입계온도

橋爪(326)에 의하면 고온환경일 경우 27~28°C 이다(안정시, 굶졌을 때).

(85) 온열증성대

Altman 및 Dittmer(241)에 의하면 28~32°C 이다. Terroine 및 Trautman(320) 및 橋爪(326)에 의하면 15~20°C 이다(안정시, 굶졌을 때). Lee(319)에 의하면 28~29°C 이다.

(86) 환경온도의 변화가 주는 영향

Adolph(250)는 환경온도 41°C(비습 23%)에 성숙한 토끼를 4시간 동안 폭로하였을 경우 31마리 중 26마리가 생존하였다고 보고하였다.

Horvath 등(251)은 환경온도 -35°C 에 3.5~6.5시간 폭로하였을 경우 모두 폐사하였다고 보고하였다(9마리, 몸무게 1.767 kg, New Zealand White 종, 풍속 2 mph).

Spealman(252)은 몸무게가 3.95 kg 인 토끼를 20°C 물속에 5시간 동안 담그었을 경우 모두(4마리) 생존했으며, 실험이 끝날 무렵에도 의식이 있었다고 보고하였고, 10°C 물속에 30분 동안 또는 0°C 물속에 20분 동안 담그었을 경우에도 모두(각각 4마리) 생존했으나 무의식 상태였다고 보고했다.

Spector(88)에 의하면 환경온도 35°C (비습 95%) 및 38°C(비습 35%)에 7시간 폭로했을 경우 모두(각각 2마리, 성숙) 생존하였고 평균 3.5°C 물속에 평균 21분간 담그었을 경우 24마리 중에서 16마리는 생존하였다(성숙).

Adolph(250)에 의하면 직장온도 43.4°C 에서 2~3분만에 50%가 폐사하였다(더운 환경에 폭로했을 때, 건조한 공기, 성숙).

Adolph(370)에 의하면 물속에 폭로했을 경우 직장온도가 6.2~8.1°C 일 때 7마리 중에서 2마리는 죽고 5마리만 생존하였다(4~8일령).

(87) 생체의 수분 함유량

Spector(88)에 의하면 915(914~915)ml/kg(태아, 무게 1 g 이하, 건조법), 816(815~818)ml/kg(태아, 무게 50 g 이하, 건조법), 830 ml/kg(출산 직후, 건조법), 720(651~764)ml/kg(어린 토끼, 건조법), 667(550~785)ml/kg(성숙, 몸무게 2.7~4.0 kg, antipyrine 법)이다.

Cizek(353)에 의하면 몸무게의 66.8±2.3%(8마리, 우, 몸무게 평균 3.28 kg), 70.4±2.9%(8마리, 송, 몸무게 평균 2.75 kg)이다(M±SD, 건조법).

陸(369)에 의하면 805±17.4 ml/kg 이다(18마리, 우, 성숙, 몸무게 평균 1.96 kg, antipyrine, 마취—nembutal 30 mg/kg, M±SE).

(88) 세포외액의 양

Rodbard 등(243)에 의하면 SCN 분포용적은 245 ml/kg(직장온도 37~39°C), 170 ml/kg(직장온도 30°C)이고 extravascular thiocyanate space 는 202 ml/kg(직장온도 37~39°C), 142 ml/kg(직장온도 30°C)이다(마취).

Spector(88)에 의하면 246(200~295)ml/kg 이다(몸무게 2.7~4.0 kg, SCN).

陸(369)에 의하면 249±5.2 ml/kg 이다(20마리, 우, 성숙, SCN, 몸무게 평균 1.96 kg, 마취—nembutal 30 mg/kg, M±SE).

(89) 간질액의 양

陸(369)에 의하면 218±5.4 ml/kg 이다(20마리, 우, 성숙, T-1824 및 SCN, 몸무게 평균 1.96 kg, 마취—nembutal 30 mg/kg, M±SE).

(90) 세포내액의 양

陸(369)에 의하면 548±14.2 ml/kg 이다(18마리, 우, 성숙, 몸무게 평균 1.96 kg, antipyrine 및 SCN, 마취 nembutal 30 mg/kg, M±SE).

(91) 수분수지

Spector(88)에 의하면 수입은 11.3 g/100g/day(사료에 함유된 수분 포함), 대사수 1.7 g/100g/day 이고 지출은 오줌 7.4 g/100 g/day, 다른 경로로 지출되는 수분량(새 원형질 형성에 관여하는 수분 포함) 5.6 g/100 g/day 이다(안정시, 몸무게 3.67 kg).