

주꾸미, *Octopus ocellatus*에 대한 마취제 염산리도카인의 마취효과

김병균, 전제천¹, 정의영², 심두생³, 서형철⁴

국립수산과학원 부안수산종묘시험장, ¹보령수산종묘시험장, ²군산대학교 해양생명과학부,
³남해수산연구소 목포분소, ⁴태안수산종묘시험장

Anaesthetic Effects of Lidocaine-HCl as an Anaesthetic on the Webfoot Octopus, *Octopus ocellatus*

Byung Gyun Kim, Je Cheon Jun¹, Ee Yung Chung², Doo Saing Sim³,
and Hyung Chul Seo⁴

Buan Marine Hatchery, National Fisheries Research & Development Institute, Buan 579-850, Korea

¹Boryeong Marine Hatchery, National Fisheries Research & Development Institute, Boryeong 355-851, Korea

²School of Marine Life Science, Kunsan National University, Kunsan 573-701, Korea

³Mokpo Laboratory, National Fisheries Research & Development Institute, Mokpo 530-140, Korea

⁴Taeon Marine Hatchery, National Fisheries Research & Development Institute, Taeon 357-945, Korea

ABSTRACT

After the juvenile octopus individuals being discharged, it is hard to separately capture them because they attach strongly to the wall of the aquarium by the suckers on the arms. Therefore, anaesthetics (MS-222 or lidocaine-HCl) are usually used for capture from attachment. The anaesthetized time of the octopus by lidocaine-HCl was more faster 1.6 to 4.5 times under 200 ppm and 6.0 to 6.5 times in 300 to 500 ppm than those in MS-222. In the anaesthetized and recovery rates (%) by the exposed time, the juvenile octopuses were anesthetized by lower concentrations of lidocaine-HCl within the short time, and rapidly recovered from anesthesia.

In the secondary anesthesia of the juvenile octopuses exposed with lidocaine-HCl by the elapsed time after the primary anesthesia, the anesthetized time was later in case of lower concentrations and long elapsed times. However, the anesthetized time was faster when their concentrations were higher and the

elapsed time after anesthesia were shorter. Recovery from the secondary anesthesia was faster when the elapsed time was long in lower concentration, and was later when the elapsed time was shorter. In case of *Octopus ocellatus*, anaesthetic effects by lidocaine-HCl concentrations were better than those of MS-222. Doses of lidocaine-HCl and critical time for works at the indoor laboratory were proper in concentration of 100 ppm within 15 min.

Keywords: Webfoot Octopus, *Octopus ocellatus*, Anesthetic, Lidocaine-HCl.

서 론

주꾸미는 서해 연안 어족의 자원감소와 함께 어장 환경 악화에 의해 매년 생산량이 감소되고 있으며, 금후에는 양적 성장이 어려울 뿐만 아니라 어업인의 소득 감소가 예상되고 있다. 따라서 주꾸미의 생산량을 지속적이고 안정적으로 유지하기 위해서는 지금까지의 어선, 어업에서 탈피하여 주꾸미의 인공 증묘생산과 종묘의 대량 방류가 필요하다. 주꾸미 증묘생산시 시료의 무게 측정, 표지작업, 인공채란, 수송 그리고 질병치료 등을 위하여 주꾸미 유생을 그물망으로 포획하는데 유생에게 이 때 물리적 손상과 스트레스를 주어 폐사의 1차 원인이 되기도 한다. 이러한 폐사 요인을 방지하고 효율적인 작업을 수행하기

Received October 16, 2002; Accepted May10, 2003

Corresponding author: Chung, Ee-Yung

Tel: (82) 63-469-4592 e-mail: eychung@kunsan.ac.kr
1225-3480/19108

© The Malacological Society of Korea

위하여 quinaldine (2-methyl quinaldine), MS-222 (3-aminobenzoic acid ethyl ester), 염산리도카인 (lidocaine-Hcl), 염산벤조카인 (benzocaine-HCl) 그리고 etomidate 등 여러 종류의 마취제가 이용되고 있다 (Limsuwan *et al.*, 1983; Ferreira *et al.*, 1984; Park *et al.*, 1988; Yoon *et al.*, 1989). 마취제는 독성을 위시하여 어체에 스트레스를 주는 인자가 가능한 적어야 하나 현재 통용되고 있는 MS-222, benzocaine, etomidate 등은 어류의 혈액 성상에 변화를 유발시키는 것으로 보고되어 있으며 (Houston, 1971; Ferreira *et al.*, 1981; Limsuwan *et al.*, 1983; Chung *et al.*, 1994), 미국 식품의약국 (FDA) 에서 수산용 마취제로 유일하게 사용 승인한 MS-222도 해수에 사용시에는 독성이 증가되고 마취효과가 감소하는 것으로 보고되어 있다 (Schnik and Meyer, 1978). 그러나 여러 연구자들의 보고에 의하면 염산리도카인은 어류에 탁월한 마취효과를 나타낼 뿐만 아니라 독성과 부작용이 적다는 점에서 수산용 마취제로써 적합한 것으로 알려져 있다. 또 기존의 마취제들에 비해 가격이 저렴하고 약물자체의 안정성 및 취급이 용이한 것으로 알려져 있다 (Carrasco *et al.*, 1984; Kim *et al.*, 1988; Summerfelt and Smith, 1990).

마취제의 사용은 어린 전복을 상처 없이 박리(剝離)하기 위하여 염화칼슘, urethane, magnesium sulfate 등을 이용한 보고 (Choi *et al.*, 1998) 가 있으나 두족류인 어린 주꾸미의 운반을 위한 마취 실험에 관한 연구는 아직까지 보고된 바 없다.

본 연구의 대상인 어린 주꾸미는 팔에 흡반이 있어 생태 습성상 부화 후 부화조의 벽면에 달라붙기 때문에 사육조로 옮길 경우, 소형 그물망으로 벽면을 긁어 포획하여야 한다. 이 과정에서 외부에 많은 손상을 받아 손상부위의 세균감염에 의하여 폐사하거나 유영력의 상실로 다른 개체에 쉽게 포식되는 경우가 많다. 또한 포획시간이 길게 되면 작업이 지연되어 비효율적이다. 따라서 본 연구는 주꾸미의 포획과 계수를 용이하게 하고자 하는 한가지 방편으로 이용가능한 마취제 중 효과가 탁월하고 부작용이 비교적 적다고 알려진 염산리도카인을 사용하여 다른 마취제와의 마취효과를 비교하고, 적정 마취농도, 마취시간 그리고 회복시간에 소요되는 시간 등을 구명하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험대상과 사육

실험에 사용한 주꾸미는 2000년 6월 20일 부화 후 10시간 이내인 전장 10-11 mm, 체중 0.04-0.06 g인 어린 개체를 대상으로 실험하였다. 각 시험구의 용기는 2 liter 비이커를 사용하였으며, 그 용기에 1 μ m 필터를 통과시킨 여과해수 1.8

liter를 채우고 어린 주꾸미 30 마리씩 수용하여 실험에 사용하였다.

2. 마취제의 효과 측정

어린 주꾸미에 대한 마취제의 농도별 마취 시간과 회복 시간을 알아보기 위하여 각 실험당 염산리도카인과 MS-222를 각각 50, 100, 200, 300, 400, 500 ppm 농도로 조절하여 마취 시간, 마취율, 회복 시간 및 회복률을 조사하였다. 어린 주꾸미에 대한 마취제의 시간별 마취율과 회복률을 알아보기 위하여 염산리도카인과 MS-222를 각각 50, 100, 200, 300, 400, 500 ppm 농도로 1-10분간 노출시켜 마취율과 회복률을 조사하였다. 염산리도카인에 대한 재마취의 영향을 알아보기 위하여 1차 마취에서 완전히 회복된 개체를 다시 0, 30, 60, 120, 180분 후 1차와 동일한 농도로 2차 마취시켜 마취 및 회복 효과를 조사하였다. 염산리도카인의 지속마취 영향을 알기 위하여 100 ppm 농도에 1, 3, 5, 10, 15, 20, 25, 30분씩 마취시킨 후 회복 개시시간, 완전 회복까지의 소요시간 및 회복률을 조사하였다.

실험수의 중화와 마취효과의 증대를 위해 Carrasco *et al.* (1984)의 방법으로 중탄산나트륨 (sodium bicarbonate) 1,000 ppm 해수에 염산리도카인을 용해시켰으며, MS-222는 바로 해수에 녹여 사용하였다.

실험시의 수온은 온도에 대한 마취의 영향을 최소화하기 위해 $24 \pm 1^\circ\text{C}$ 를 유지하였다. 마취의 기준은 외투강의 움직임이 없이 부착력과 유영력을 완전히 상실하여 정상 체위를 유지하지 못하면서 저면에 가라앉는 시점으로 하였다. 회복의 기준은 외투강의 움직임이 활발하고 정상 체위를 유지하거나 정상적인 유영력과 부착력을 가지는 시점으로 하였다.

정확한 실험 결과를 얻기 위해 모든 실험 항목마다 3회 반복 조사하였고, 각 실험 결과에 대한 통계적 유의성은 t-test로 검정하였다.

결 과

1. 염산리도카인과 MS-222 마취제에 의한 농도별 마취 시간과 회복시간

주꾸미 유생을 대상으로 50-500 ppm 농도의 염산리도카인과 MS-222에서의 마취 소요시간과 회복 시간은 Table 1과 Figs. 1, 2와 같다. 염산리도카인의 경우, 평균 마취 소요시간은 50 ppm의 농도에서 600초, 100 ppm에서 180초, 200 ppm에서 120초, 300 ppm에 90초, 400 ppm에 70초 그리고 500 ppm에서 65초이었다. 따라서 농도가 높아질수록 마취 소요시간 간격이 점차 감소되었다.

MS-222의 경우 50 ppm의 농도에서는 1,000초 이상 소요되어도 마취되지 않았으나, 평균 마취 소요시간은 100, 200,

Table 1. Anaesthetized and recovery times of *Octopus ocellatus* anaesthetized with lidocaine-HCl and MS-222.

Dose (ppm)	Anaesthetized time (sec.)		Recovery time (sec.)	
	Lidocaine-HCl	MS-222	Lidocaine-HCl	MS-222
50	600 ± 34.8**	1,000 ± 216.2	210 ± 13.2	0*
100	180 ± 19.6	540 ± 18.1	180 ± 12.1	120 ± 11.6
200	120 ± 12.1	540 ± 17.7	240 ± 18.5	210 ± 13.7
300	90 ± 9.3	540 ± 19.4	210 ± 14.1	240 ± 12.8
400	70 ± 6.7	360 ± 26.8	230 ± 19.1	290 ± 16.4
500	65 ± 4.2	360 ± 28.3	270 ± 20.2	330 ± 15.9

0*: No anaesthetic effect for 1,000 sec.

** : Mean ± SE.

300 ppm에서 540초씩 그리고 400과 500 ppm에서 평균 360초가 각각 소요되었다. 염산리도카인에 마취를 마친 후 회복에 소요되는 시간을 보면 50 ppm에서 400 ppm의 농도까지 180-240초 정도 소요되었으며 이들 농도간의 회복 시간은 유의한 차이를 보이지 않았다 ($p > 0.05$). 그러나 500 ppm에서의 회복 시간은 평균 270초를 나타내어 50-400 ppm의 농도와 유의한 차를 보였다 ($p < 0.05$).

MS-222의 회복시간에 있어 50 ppm의 경우는 마취가 되지 않아 소요 시간을 산정 할 수 없었으나, 100 ppm에서는 120초, 200 ppm에 210초, 300 ppm에 240초, 400 ppm에 290초 그리고 500 ppm에서 330초의 평균 소요시간이 관찰되었다.

Figs. 1, 2에 나타난 바와 같이 주꾸미 유생에 대한 염산리도카인과 MS-222의 마취 효과는 공통적으로 그 농도가 높아짐에 따라 마취 소요시간이 짧아지고 회복시간은 길어졌다. 염

산리도카인의 경우는 200 ppm 이하의 농도에서 MS-222보다 1.6-4.5배 정도 빠른 마취효과를 보였고, 300-500 ppm의 농도에서는 5.1-6.0배의 빠른 효과를 나타내었다. 또 염산리도카인은 고농도로 갈수록 마취시간의 차가 MS-222보다 적었다. 그러나 회복시간에 있어서는 300 ppm 까지 염산리도카인과 MS-222 간에 큰 차이가 없었지만 400 ppm 이상에서는 염산리도카인의 회복시간이 MS-222보다 빠르게 나타나 유의한 차를 보였다 ($p < 0.05$).

2. 염산리도카인과 MS-222의 마취제에 의한 시간별 마취율과 회복률

염산리도카인과 MS-222의 50-500 ppm 농도에서 시간별 노출 시 나타나는 마취율은 Figs. 3, 4와 같다. 염산리도카인 50 ppm에 10분간 노출시켰을 때의 마취율은 73.4%이었으며, 100 ppm에 3분, 200 ppm에 2분, 300 ppm에 1.5분 그리고

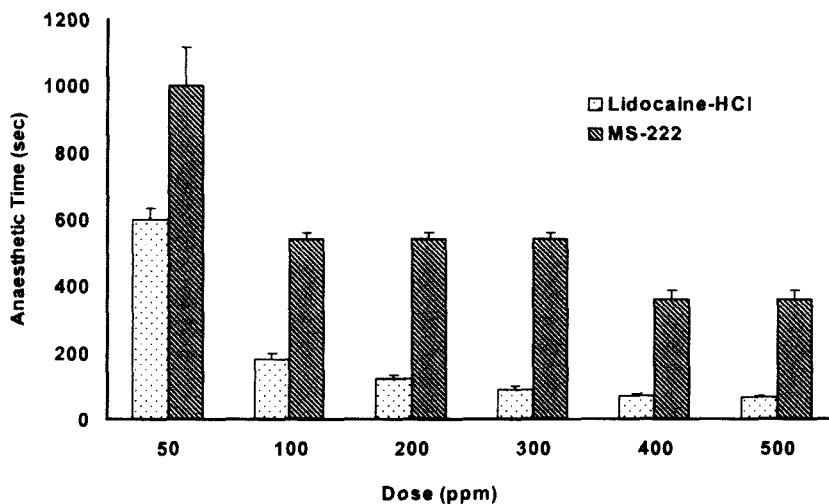


Fig. 1. A comparison of anesthetized times of *Octopus ocellatus* exposed with different concentrations of lidocaine-HCl and MS-222, respectively.

400 ppm과 500 ppm에서는 1분 내에 100%의 마취율을 보였다.

MS-222의 경우는 50 ppm에서는 10분 이상 노출시켜도 본 실험에 사용된 어린 주꾸미는 마취되지 않았으나, 100, 200, 300 ppm에 9분씩 노출시켰을 때는 각각 마취율이 70%, 80%, 95%를 나타내었다. 그리고 400 ppm과 500 ppm의 농도에 6분간씩 노출시켰을 때의 마취율은 모두 100%이었다.

염산리도카인과 MS-222의 농도별로 어린 주꾸미를 일정 시간 노출시킨 후의 회복률은 Table 2와 Table 3과 같다. Table 2에 나타난 바와 같이 각 농도별로 염산리도카인에 어린 주꾸미를 노출시킨 후 100% 회복률을 나타내는데 소요되는 시간은 50 ppm 실험구에서 3.5분, 100 ppm 실험구에서 3분, 200 ppm 실험구에서 4분, 300 ppm 실험구에서 3.5분, 400 ppm 실험구에서 4분 그리고 500 ppm 실험구에서 4.5

분 내에 100%의 회복률을 보여 마취제는 일반적으로 저농도에서 빨리 회복되고 고농도에서는 회복이 늦어지는 경향을 보였다. 그러나 300 ppm 이하에서는 이와 같은 경향을 다소 충족시키지 못하였으나, 4.5분 내에서는 모든 농도의 실험구에서 100%의 회복률을 나타내었다. 또한 MS-222에 노출시킨 어린 주꾸미의 경우는 Table 3에 나타난 바와 같이, 100 ppm 실험구에서 2분, 200 ppm 실험구에서 3.5분, 300 ppm 실험구에서 4분, 400 ppm 실험구에서 5분 그리고 500 ppm 실험구에서 5.5분 이내에 100%의 회복률을 보였다. 200 ppm 이하에서는 MS-222에 마취된 후 100% 회복되는데 소요되는 시간 (3.5분) 이 염산리도카인 (4분) 보다 약간 빠른 것을 알 수 있으나, 400 ppm 이상에서 100% 회복되는데 소요되는 시간은 염산리도카인 (4분) 이 MS-222 (5분) 보다 빠른 것으로 나타났다.

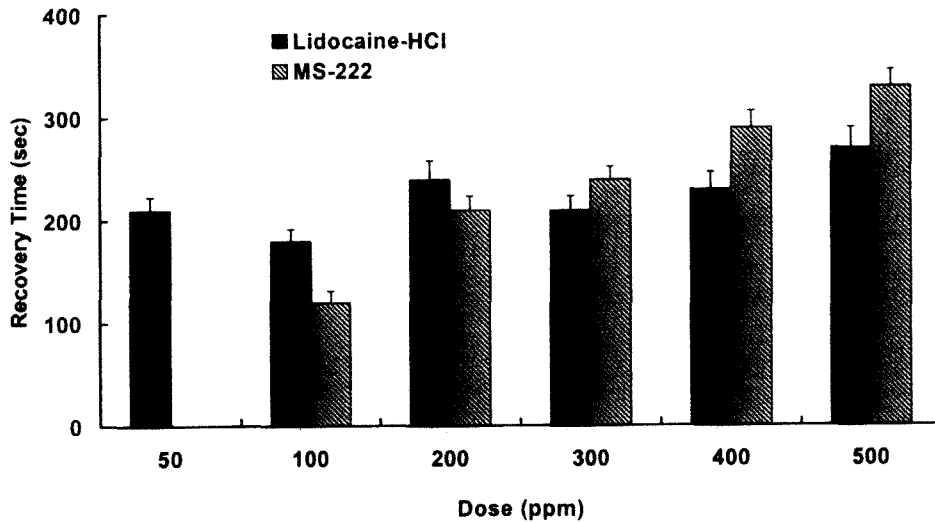


Fig. 2. A comparison of recovery times of *Octopus ocellatus* exposed with different concentrations of lidocaine-HCl and MS-222, respectively.

Table 2. Recovery rate of *Octopus ocellatus* juveniles exposed with different concentrations of lidocaine-HCl.

Dose (ppm)	Exposure time (min.)	Elapsed time (min.) for recovery				
		2	3	3.5	4	4.5
50	10			100%		
100	3		100%			
200	2				100%	
300	1.5			100%		
400	1.0				100%	
500	1.0					100%

Table 3. Recovery rate of *Octopus ocellatus* exposed to MS-222.

Dose (ppm)	Exposure time (min.)	Elapsed time (min.) for recovery					
		2	3	3.5	4	5	5.5
50	10						
100	3	100%					
200	2			100%			
300	1.5				100%		
400	1.0					100%	
500	1.0						100%

3. 염산리도카인의 2차 마취 영향

본 실험의 대상인 어린 주꾸미는 습성상 사육조나 운반 용기 등의 벽면에 흡반으로 강력히 붙어있기 때문에 방류나 실험에 사용하려면 사육조에서 1차적으로 운반 용기에 옮겨야 한다. 그 후 방류나 실험 현장에서 재차 그물망으로 운반용기의 벽면을 긁어 포획하여야 하는 수고스러움을 해결하고자 본 연구에서는 1차 마취시켜 회복된 어린 주꾸미를 대상으로 MS-222보다 독성이 적고 효과가 좋은 것으로 알려진 염산리도카인에 2

차 마취시켜 결과를 분석하였다. 어린 주꾸미를 염산리도카인에 1차 마취 회복 후 경과 시간별로 2차 마취시 마취 개시시간, 종료시간 및 회복완료시 소요시간은 Table 4에 나타내었다.

전반적으로 마취 농도 (100-500 ppm) 의 경우, 농도가 좀더 높은 실험구 일수록 마취 개시시간은 보다 짧아졌고, 마취 완료시간도 짧아지는 경향을 보였다. 그러나 회복시간은 농도가 짙은 실험구 일수록 회복시간이 지연되는 경향을 나타내었

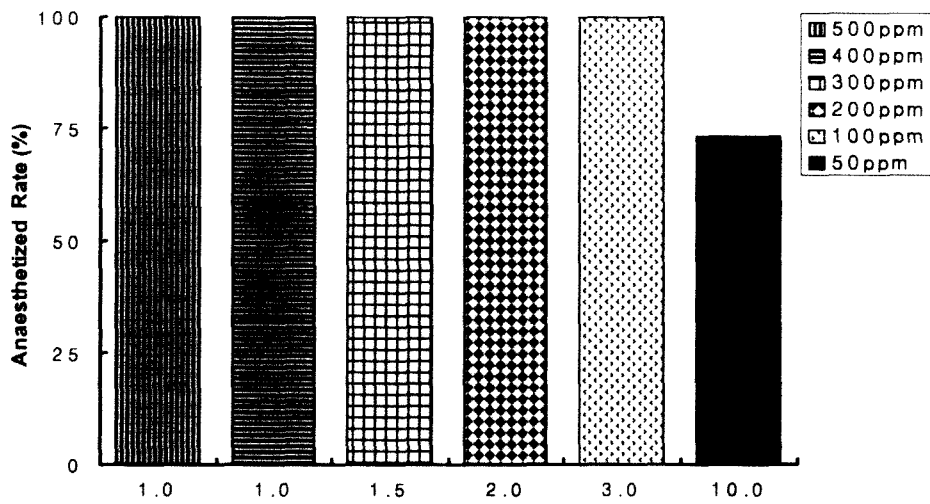


Fig. 3. Anaesthetized rate of *Octopus ocellatus* exposed to different concentrations of lidocaine-HCl.

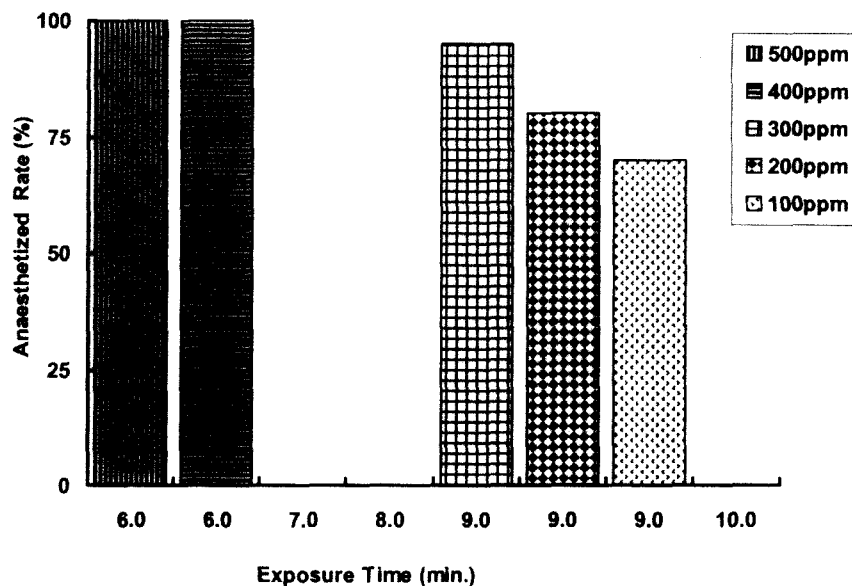


Fig. 4. Anaesthetized rate of *Octopus ocellatus* exposed to MS-222.

다. 제 1차 마취로부터 회복된 후 그 경과시간 (0-180분) 이 좀더 오래된 후 2차 마취를 시킨 실험구 개체들이 회복 후 경과시간이 짧았던 실험구들의 개체들보다 회복시간이 보다 짧아지는 경향을 보였다. 각 농도별로 1차 마취시킨 다음, 일정 시간이 지난 후 다시 2차 마취를 시켰을 때 회복에 소요되는 시간에 관한 결과는 Fig. 5에 나타내었다. 마취농도 100 ppm의 경우는 120분, 180분 경과된 실험구와 0, 30분된 실험구간에는 회복시간에 있어 뚜렷한 차이를 보였다.

마취농도가 높은 400 ppm의 경우는 180분 경과된 실험구를 제외하면 별 차이를 보이지 않았으며 ($p > 0.05$), 500 ppm 농도 실험구에서는 대부분 1차 마취 후 경과시간이 짧은 실험구에서도 유의한 차이를 보이지 않았다 ($p > 0.05$). 전반적으로 볼 때 1차 마취농도가 높을수록, 그리고 1차 마취시켜 회복된 다음 경과시간을 짧게 하여 다시 2차 마취를 시킨 실험구일 수록, 회복하는데 많은 시간이 소요되는 경향을 보였다. 따라서 어린 주꾸미에 영향을 적게 미치게 하기 위해서는 1차 마취 후 어느 정도 시간이 경과된 후에 2차 마취를 시킬 것인

지 반드시 확인할 필요가 있었다.

4. 염산 리도카인 마취 시간에 따른 회복시간과 회복률

양식 종묘인 어린 주꾸미의 마취에 적합한 염산리도카인의 농도와 마취 후 경과시간을 알기 위해 마취농도 100 ppm의 농도에서 일정시간 마취시킨 후 회복시켰을 때의 회복 개시시간과 종료시간 및 회복률은 Table 5에 나타내었다. 염산리도카인 농도 100 ppm에 마취시켜 회복시킨 경우, 노출시간이 오래 경과된 실험구일 수록 회복하는데 시간이 많이 소요되었다. 노출시간이 15분 이내인 실험구의 경우는 회복률이 100% 이었고, 회복시간도 비교적 짧았다. 그러나 20분 이상 노출시킨 실험구들에서는 회복률이 훨씬 낮아 13-20%를 나타내었고, 회복하는데 시간이 많이 소요되는 경향을 보였다.

고 찰

수산 동물에서의 마취제 사용은 주로 계측형질실험, 방류, 수송, 병리 그리고 생리학 연구를 위하여 사용되는 것은 잘 알

Table 4. Anaesthetized and recovery times of *Octopus ocellatus* secondary anaesthetized with lidocaine-HCl after recovery from the primary anaesthesia.

Experimental groups after elapsed time	Dose (ppm)	Anaesthetized time (sec.)		Recovery time (sec.)
		Initial	Final	
0 min.	100	110 ± 12.6*	230 ± 20.4	90 ± 5.6
	200	110 ± 11.7	210 ± 16.6	110 ± 10.2
	300	100 ± 10.1	210 ± 13.4	120 ± 10.9
	400	60 ± 5.8	160 ± 15.2	140 ± 12.1
	500	30 ± 3.2	120 ± 12.8	210 ± 18.4
30 min.	100	100 ± 11.2	230 ± 19.8	85 ± 6.3
	200	100 ± 13.4	220 ± 14.4	110 ± 12.4
	300	100 ± 9.8	180 ± 9.6	115 ± 11.6
	400	60 ± 4.2	160 ± 10.3	140 ± 10.8
	500	45 ± 2.5	130 ± 6.8	170 ± 12.7
60 min.	100	110 ± 13.3	230 ± 11.2	85 ± 8.1
	200	100 ± 10.8	210 ± 16.5	90 ± 6.8
	300	100 ± 11.2	180 ± 10.7	100 ± 11.2
	400	75 ± 6.4	170 ± 6.9	130 ± 10.3
	500	50 ± 4.6	135 ± 12.4	165 ± 14.4
120 min.	100	120 ± 11.4	260 ± 17.2	65 ± 5.1
	200	110 ± 13.2	210 ± 11.8	90 ± 9.3
	300	100 ± 10.3	185 ± 9.3	95 ± 8.2
	400	90 ± 6.2	180 ± 10.4	136 ± 11.5
	500	65 ± 3.7	140 ± 7.2	150 ± 13.2
180 min.	100	120 ± 12.7	260 ± 18.7	60 ± 3.8
	200	110 ± 10.9	240 ± 13.2	80 ± 6.6
	300	110 ± 11.8	185 ± 10.4	90 ± 5.8
	400	110 ± 13.6	180 ± 9.6	100 ± 12.3
	500	78 ± 5.2	180 ± 10.2	135 ± 11.4

*Mean ± SE.

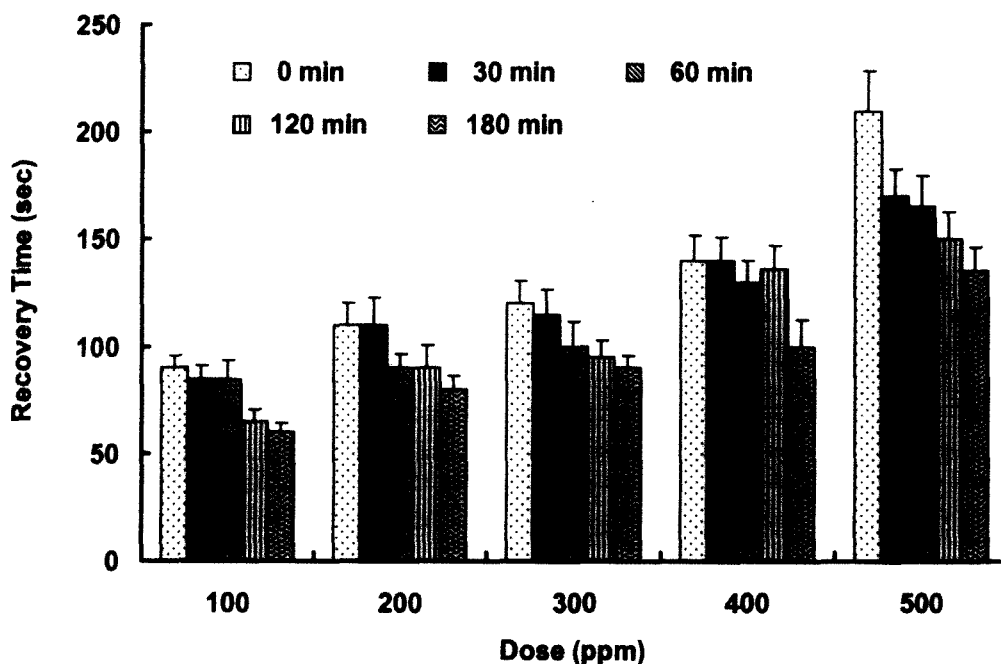


Fig. 5. Recovery times of *Octopus ocellatus* secondary anesthetized with lidocaine-HCl by the elapsed time after recovery from the primary anaesthesia.

려진 일반적인 사실이다 (Summerfelt and Smith, 1990; Park *et al.*, 1998b) 그리고 연구대상이 되는 수산동물의 종류와 사용하는 마취제의 성분에 따라 수산동물의 생리상태 및 혈액성분의 변동에 대하여도 많은 연구가 보고되어 있다 (Houston *et al.*, 1971; Ferreira *et al.*, 1981; Limsuwan *et al.*, 1983; Bourne, 1984). 이와 같은 보고를 통해 이상적인 마취제로는 낮은 농도에 빨리 마취되고 빨리 회복되는 것이 요구되고 있다 (Bell, 1987; Park *et al.*, 1998b). 수산동물의 마취제로는 오래 전부터 염화칼슘, 이산화탄소, urethane, 알콜류, p-aminobenzoic acid (PABA) 등 다양한 종류가 이용되어 왔다. 그러나 본 연구에서는 보다 손쉽게 구할 수 있고 여러 실험을 거쳐 안정성이 규명되었다고 할 수 있는 염산리도카인과 MS-222를 어린 주꾸미에 사용하였다.

두족류에 상기 마취제들을 사용한 것은 본 연구가 처음으로 비교할 자료가 없기 때문에 부득이 같은 연체동물인 전복에 사용한 결과 및 담수어류에 사용한 결과와 비교하고자 한다.

본 연구에서 50-500 ppm의 염산리도카인에 노출한 어린 주꾸미의 1-10분, 마취율 3분 이내 100% 그리고 100% 회복시간이 4.5분 이내 이루어진 결과는 같은 농도를 사용한 전복의 경우에 나타난 10-60분의 마취 소요시간, 60분 마취에 5-90% 마취율 그리고 100% 회복률에 20-40분이 소요되는 결과 (Choi *et al.*, 1998) 보다 양호하였다.

MS-222의 사용에 있어서도 어린 주꾸미의 경우 마취소요시간이 6-17분, 9분 이내 70-100% 마취율 그리고 5.5분 이내의 100% 회복률을 나타낸 본 연구의 결과는 전복의 경우 나타난 마취 소요시간, 마취율 그리고 회복시간의 결과보다 효과가 양호하였다.

이상과 같이 마취효과가 서로 다른 것은 실험대상종 간의 차이점은 있겠으나 우선 실험수온의 차이가 있었다는 것이 첫 번째의 요인으로 들 수 있다. 두 번째의 요인으로 주꾸미와 전복

Table 5. Recovery times and recovery rates of *Octopus ocellatus* anaesthetized with 100 ppm lidocaine-HCl classified by exposed time.

Exposed time (min)	Recovery time (sec)		Recovery rate (%)
	Initial	Final	
1	80 ± 8.4	240 ± 14.8	100
3	110 ± 13.6	260 ± 13.1	100
5	180 ± 14.3	650 ± 18.1	100
10	180 ± 9.8	870 ± 16.4	100
15	270 ± 16.2	920 ± 14.2	100
20	320 ± 13.4	1,620 ± 123.8	20 ± 5.4
25	540 ± 20.7	2,000 ± 186.2	13 ± 3.8
30	1,620 ± 146.3	2,500 ± 23.6	13 ± 2.7

은 동일한 연체동물이지만 호흡생리가 서로 다르며, 주꾸미는 연체부 전체가 노출되어 있어 마취제가 체표면 전체에 닿아 직접적으로 작용하지만 전복은 몸의 일부가 패각으로 싸여 있고 외부의 약한 자극에 반응하여 연체부 전체를 덮어 방어함으로써 작은 호흡공을 통해 호흡하고, 마취제에 닿는 체표면을 최소화함으로써 마취제에 대한 반응이 늦어지는 것으로 생각된다.

한편 본 연구결과와 염산리도카인으로 실험한 담수어 버들치와 버들개의 마취 및 회복 시간이 30-110초, 106-953초 (Park et al., 1998b), 그리고 해산어류 (Park et al., 1988 a) 인 농어, 넙치, 돌돔, 노래미의 마취 및 회복 시간인 32-375초, 180-240초와 비교하여 보면 어린 주꾸미가 척추동물인 어류보다 마취에 많은 시간이 소요되었다. 이것은 원래의 마취제가 척추동물인 인체용으로 개발되어 무척추동물보다는 잘 반응하기 때문인 것으로 추정되었다. 또한 본 종의 혈액인 헤모시아인과 척추동물의 혈액인 헤모글로빈과의 성분차이에 기인하는 것이 아닌가 하여 이점에 대하여 앞으로 더 구명되어야 할 것으로 보여진다.

본 연구결과 어린 주꾸미에 대한 염산리도카인과 MS-222의 회복시간 및 마취효과는 고농도와 노출시간이 길수록 회복시간이 길어졌으며, 염산리도카인은 MS-222보다 1.6-6.5배의 빠른 마취 효과를 나타내었다. 또한 마취율과 노출시간은 염산리도카인이 MS-222보다 저농도에서 짧은 시간 내 마취되고 회복되는 것으로 보아 염산리도카인의 성분이 MS-222보다는 주꾸미의 체내에서 흡수 확산이 빠르고 혈액을 포함한 각종 체액과 잘 반응하고 회복시에는 반응의 수준보다는 조금 더디지만 잘 해리되는 것으로 유추할 수 있었다.

염산리도카인은 다른 마취제에 비하여 가격이 저렴하고 어체에 미치는 독성 및 생리적 영향 등의 구멍으로 안정성이 구멍되어진 약제로 인정받고 있다 (Summerfelt and Smith, 1990). 어류에 급만성 독성을 나타내지 않는 안정된 제재로 보고되어 있어 (Kim et al., 1988; Park et al., 1988a), 주꾸미에 있어서도 특별한 독성 반응은 없는 것으로 판단되었다. 따라서 효과면이나 독성면에서 MS-222보다 우수한 염산리도카인을 어린 주꾸미 박리용으로 사용하는 것이 좋을 것으로 생각된다. 본 연구에서 주꾸미가 2분만에 100% 마취되고 4.5분내 100% 회복이 가능한 100 ppm 농도가 사용농도로써 가장 적합하고 효과적인 것으로 생각된다.

또한 염산리도카인 100 ppm 농도에서 15분까지 마취를 지속시킨 경우에는 920초 이내에 100%가 회복이 완료되어 주꾸미 마취에 의한 작업은 15분 이내가 적당한 것으로 판단되었다. 마취 지속시간은 마취가 대사기능을 저하, 정지 및 마비시키는 작용을 하므로 일정시간 이상으로 마취가 지속된다면 회복이 불가능한 상태가 발생하는 위험을 초래할 가능성이 있으

므로 마취 지속시간은 반드시 지켜져야 될 것으로 생각된다.

요 약

두족류는 흡반에 의한 흡착력이 강하여 방류시 분리 포획에 어려움이 있는 어린 주꾸미의 마취 소요시간에 따른 효과면에서 200 ppm 이하의 농도에서 염산리도카인이 MS-222보다 1.6-4.5배정도 마취가 빨랐고 300-500 ppm의 농도에서는 5.10-6.0배 빨랐다.

노출시간에 따른 마취율과 회복률에 염산리도카인이 MS-222보다 저농도에서 짧은 시간 내 마취되고 고농도에서 빠른 시간 내에 회복되었다.

1차 마취 후 경과시간별 염산리도카인의 재마취에서 농도가 낮고 경과시간이 길수록 마취개시 및 종료시간이 늦어지고 농도가 높고 경과시간이 짧을수록 마취개시 및 종료시간이 빨라졌다. 재마취 회복 또한 저농도에서 경과시간이 길수록 빠르고 고농도에서 경과시간이 짧을수록 회복이 늦어졌다. 주꾸미의 경우 MS-222보다는 염산리도카인이 마취에 좋았으며 작업을 고려한 사용농도 및 한계시간은 100 ppm 농도에 15분 이내가 적당하였다.

감사의 글

이 논문은 2000년 국립수산물진흥원 부안수산종묘시험장의 경성사업으로 수행된 연구 결과의 일부로 이에 감사드립니다.

REFERENCES

- Bell, G.R. (1987) An outline of anaesthetics and anaesthesia for salmonids, a guide for fish culturists in British Columbia. *Canadian Technical Report of fisheries and Aquatic Sciences*, **1543**: 16-22.
- Bourne, P.K. (1984) The use of MS-222 (tricain methanesulphonate) as an anaesthetic for routine blood sampling in three species of marine teleosts. *Aquaculture*, **36**: 313-321.
- Carrasco, M.S., Sumano, L.H. and Navarro-Fierro, R. (1984) The use of lidocaine sodium bicarbonate as anaesthetic in fish. *Aquaculture*, **41**: 395-398.
- Choi, S.D., Kim, H.J., Suh, H.L., Suh, H.Y., Yang, M.H. and Hwang, S.I. (1998) Anaesthetic effect of MS-222 and Lidocaine on abalones, *Haliotis discus hannai*. *Journal of Fish Pathology*, **11**(1): 35-41.
- Chung J.K., Chung S.Y., Lee, T.W. and Choi, D.L. (1994) Effects of lidocaine on haematology and blood chemistry in the carp (*Cyprinus carpio*). *Journal of Fish Pathology*, **7**(1): 53-62.
- Ferreira, J.T., Smith, G.L. and Schoonbee, H.J. (1981) Hematological evaluation of the anaesthetic benzocaine hydrochloride in the freshwater fish *Cyprinus carpio* L. *Journal of Fish Biology*, **18**: 291-297.

- Ferreira, J.T., Schoonbee, H.J. and Smith, G.L. (1984) The use of the anaesthetic hydrochloride as an aid in the transport of fish. *Aquaculture*, **42**: 169-174.
- Houston, A.H., Maden, J.A., Woods, R.J. and Miles, H.M. (1971) Some physiological effects of handling and tricaine methane sulfonate anaesthetization upon the brook trout, *Salvelinus fontinalis*. *Journal of Fisheries Research Board Canada*, **28**: 625-633.
- Kim, D.S., Bang, I.C., Chun, S.K. and Kim, Y.H. (1988) Effects of the anaesthetic lidocaine on some fishes. *Bulletin of Korean Society Fish Pathology*, **1**: 59-64.
- Limsuwan, C., Grizzle, J.M. and Plumb, J.A. (1983) Etomidate as an anaesthetic for fish: its toxicity and efficacy. *Transaction Fisheries Society*, **112**: 544-550.
- Park, I.S., Kim, J.M., Kim, Y.H. and Kim, D.S. (1988) Influence of lidocaine as an anaesthetic for marine fishes. *Journal of Fish Pathology*, **1**(2): 123-130.
- Park, I.S., Kim, J.H., Jung, J.B. and Im, J.H. (1998) Effect of lidocaine as an anaesthetic on *Rhynchocypris oxycephalus* and *R. steindachneri*. *Journal of Aquaculture*, **11**(1): 59-66.
- Schnick, R.A. and Meyer, F.P. (1978) Registration of thirty-three fishery chemicals status of research and estimated costs of required contract. *Investigation of Fish Control*, **86**: 1-19.
- Summerfelt, R.C. and Smith, L.S. (1990) Anaesthesia, surgery, and related techniques. In: *Methods for Fish Biology*. (ed. by Schreck, C.B. and Moyle, P.B.). pp 213-272. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland.
- Yoon, J.M., Lee, J.H. and Park, H.Y. (1989) The experimental study on the Quinaldine toxicity a long anaesthetization period. *Journal of Fish Pathology*, **2**(1): 37-44.