

쥐노래미 (*Hexagrammos otakii*) 에 대한 염산리도카인 — 중탄산나트륨과 MS-222의 마취 효과

박인석* · 조진희 · 이수진 · 김유아 · 박기의 · 허준욱¹ · 유종수¹ · 송영채²

한국해양대학교 해양과학부, ¹한국해양대학교 해양과학기술연구소, ²한국해양대학교 토목·환경시스템공학부

Anaesthetic Effect of Lidocaine Hydrochloride-Sodium Bicarbonate and MS-222 on the Greenling (*Hexagrammos otakii*)

In-Seok PARK*, Jin Hee JO, Soo Jin LEE, You Ah KIM, Ki Eui PARK

Jun Wook HUR¹, Jong Su YOO¹ and Young-Chae SONG²

Division of Ocean Science, Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

¹Research Institute of Marine Science and Technology, Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

²Department of Civil and Environmental System Engineering, Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

Anaesthetic effect of lidocaine hydrochloride-sodium bicarbonate mixture (lidocaine HCl/NaHCO₃) and tricaine methanesulfonate (MS-222) was tested for the greenling (*Hexagrammos otakii*) at three different temperature regimes: 12°C, 8°C and 24°C. Based on the exposure and recovery time, effective dose of lidocaine HCl/NaHCO₃ was 800 ppm (18°C) and 300 ppm (24°C) for greenling of 21.0±1.4 cm body length. Anaesthetic dose and temperature-dependent relationship in exposure and recovery time were observed. Effective dose of MS-222 at 18°C was proven to be 125 ppm and 150 ppm. Combination of lidocaine HCl/NaHCO₃ and MS-222, considerably reduced the dosage of each anaesthetic required to give rapid, deep anaesthetic condition. In the dry exposure after anaesthetic, the control fish exhibition 22% mortality after dry exposure of 20 min; whereas, the anaesthetic condition with 800 ppm lidocaine HCl/NaHCO₃ for 1 min exhibited delayed recoveries from the anaesthetic condition with mortalities of 20%, 41%, 78% and 100% after dry exposures of 8 min, 12 min, 16 min and 20 min, respectively. The results indicate that lidocaine HCl/NaHCO₃ can be used as suitable anaesthetic for the greenling.

Key words: Anaesthetic, MS-222, Lidocaine-sodium bicarbonate, Greenling, *Hexagrammos otakii*

서 론

어류를 채란·채정, 표지, 계측 및 수술하기 위하여 공기 중에서 취급할 때 받는 스트레스를 최소화하기 위해서나, 일정 용기로 다량의 어류를 장시간에 걸쳐 효율적으로 운반하기 위하여 마취는 매우 중요시 된다 (Sada, 1985; Park et al., 1988). 이러한 마취에 필요한 마취제 (anaesthetic)로는 화학 물질과 더불어 저온 및 전기 처리와 같은 물리적 요소가 있으며, 이들의 농도 및 노출 시간을 증가 시킴으로써 대상 동물의 운동성, 균형성 자각 (consciousness) 증상 및 반사작용을 잃게 한다 (Bell, 1987; Park et al., 1998a).

어류 마취제로는 urethane (Hasler and Meyer, 1942)을 시초로 하여 ether, chloroform 등이 사용되어 왔으나, 이들 모두 발암물질로 판명되어 현재는 사용이 규제되고 있는 실정이다. 아울러 그 독성이 가장 적어 미국 식약청 (FDA)에 식용어의 마취제로 인정되어 현재 어류 마취제로 널리 사용되고 있는 tricaine methanesulfonate (MS-222) 조차도 어류 처리 후 식용까지 최소한 21일간의 사용 정지기간이 의무적으로 요구되고 있다 (Summerfelt and Smith, 1990). 한편, 염산리도카인 [Lidocaine-HCl: 2-(diethylamino)-N-(2, 6-dimethyl phenyl)

acetimide hydrochloride]은 수용성 백색분말로서 수용액은 인체의 국소 및 국부 마취용으로 사용되고 있으며, 그 농도를 달리하여 표면 마취에도 사용되는 amide형의 마취제이다 (Considine and Considine, 1984).

인체 마취용 리도카인을 어류 마취에 적용은 Carrasco et al. (1984)이 염산리도카인에 CO₂를 첨가 사용하여 잉어 (*Cyprinus capio*), 틸라피아 (*Oreochromis mossambicus*) 및 메기 (*Ictalurus punctatus*)를 대상으로 마취를 시도한 바 있다. Kim et al. (1988)과 Park et al. (1988)은 몇몇 양식 대상종으로 알려져 있는 담수어와 해수어를 대상으로 하여 염산리도카인에 관한 마취 효과를 보고하였다. 또한 Chung et al. (1994)은 염산리도카인 마취에 의한 잉어 혈액 성상을 조사하였으며, Park et al. (1998a, b)은 버들치 (*Rhynchocypris oxycephalus*)와 버들개 (*R. steindachneri*)를 사용하여 염산리도카인의 마취 효과와 수송시의 마취 효과를 보고하였다.

쥐노래미 (*Hexagrammos otakii*) (Jordan and Starks)은 쥐노래미과 (Hexagrammidae)에 속하고 연안 암초 지역에 서식하는 정착성 어류로서, 본 종은 최근 고급 횡감으로 비싸게 팔리고 있으며 (Choi et al., 2000), 해양목장화 사업시 불락류와 같이 연안정착성 어류로 중요시 되고 있다. 따라서 최근 쥐노

*Corresponding author: ispark@kmaritime.ac.kr

래미의 증묘생산 및 양식 대상종으로의 연구가 활발히 진행되고 있다.

본 연구는 쥐노래미를 사용하여 공기 중에서의 효과적인 취급, 양식생물학적 연구시 간편한 취급 및 인체에 무해하고 안전성이 높은 염산리도카인-중탄산나트륨 (lidocaine HCl/NaHCO₃)을 사용하여 수온별 마취 효과를 MS-222와 비교·조사하였으며, 두 마취제의 혼합 사용하였을 때 마취 효과를 조사하였다. 또한 어류 마취후의 어체 취급이 주로 공기 노출에 따라 이루어지므로 노출후의 사망률을 평가하였다.

재료 및 방법

실험어로 사용한 쥐노래미는 부산시 영도구 동삼동 하리포구의 해산어 수집소로부터 2001년 12월에 구입하였으며, 이들을 한국해양대학교 수산유전육종학 연구실의 입해양식장으로 수송하여 순응시켰다. 실험에 사용된 어류의 평균 체장 및 평균 체중은 각각 21.0±1.4 cm (n=50), 152.4±38.1 g (n=50)이었으며, 실험은 2002년 1월과 2월에 걸쳐 실시하였다. 실험시의 사육 수온은 12℃ 이었다.

마취 처리수의 중화와 마취 효과 증대를 위해 (Carrasco et al., 1984; Park et al., 1988), 중탄산나트륨 (NaHCO₃) 최종 농도를 설정하였다. MS-222 (Fluka, Swiss)는 직접 해수에 녹여 그 농도를 설정하였다.

마취 판정 기준은 Bell (1987)의 방법에 의해 stage III 단계인 어체 운동 정지, 아가미덮개 운동(호흡)은 규칙적이나 유영 정지, 어체가 측면으로 누움과 동시에 마취된 어체의 부동성으로 인한 취급 가능, 그리고 회복수에서의 회복 가능 상태로 정하였다. 회복수에서 완전 회복의 판정 기준은, 충분한 공기 공급하에서 어체가 기우는 증세 없이 완전히 정상 체위를 유지하며 활력을 가진 상태로 판정하였다.

염산리도카인-중탄산나트륨의 농도별, 마취수온별 마취 효과

염산리도카인-중탄산나트륨 농도는 100-1,200 ppm까지 100 ppm 단위로 하여 12단계로 구분하였다. 각 농도별로 마취수온 12℃, 18℃ 및 24℃에서 마취시간 (exposure time)과 회복시간 (recovery time)을 timer를 사용하여 초 단위로 측정하였다. 마취수온별 각 농도에 사용된 쥐노래미는 각 10 마리씩이었다. 각 실험 결과의 통계적 유의성 검정을 위하여 t-test를 사용하였으며, P 값이 0.05 보다 작은 경우를 유의하다고 판단하였다.

마취수온 18℃에서 MS-222에 의한 마취 효과

마취수온 18℃ 조건에서 MS-222 농도 50-200 ppm까지 25 ppm 단위로 7 단계로 농도를 설정하였다. 각 농도에서 마취시간과 회복시간을 timer를 사용하여 초 단위로 측정 하였으며, 각 농도별로 20마리씩 사용하였다.

염산리도카인-중탄산나트륨과 MS-222의 혼합 사용시의 마취 효과

염산리도카인-중탄산나트륨과 MS-222의 혼합 사용시의 마취 효과를 염산리도카인-중탄산나트륨 및 MS-222 단독 사용시의 마취 효과와 비교 조사하였다. MS-222 농도 기준은 마취수온 18℃에서 쥐노래미가 마취되는데 걸리는 시간이 1분을 조금 경과하는 시점으로 하였으며, 마취시간 1분을 상회하는 염산리도카인-중탄산나트륨 여러 농도와 기준된 MS-222 농도를 혼합 처리 각각의 마취시간과 회복시간을 측정하였다. 각 혼합 처리시 실험구당 30 마리씩 사용하였다.

염산리도카인-중탄산나트륨에 의한 쥐노래미 마취 후 공기 노출시 사망률

마취수온 18℃에서 마취시간 약 1분을 나타내는 염산리도카인-중탄산나트륨의 농도로 마취시킨 후, 공기 노출에 따른 사망률을 조사하였다. 공기 노출 시간 4-20분 사이에서 4분 간격으로 5단계의 노출 시간을 정하였으며, 노출 시간 경과 후 사육수에서의 회복 여부 및 사망을 대조군과 비교하였다. 실험은 2반복으로 실시하였다.

결 과

쥐노래미를 대상으로 한 염산리도카인-중탄산나트륨의 농도별, 마취수온별 마취 및 회복 결과는 Table 1과 같다. 마취수온 12℃인 경우, 100 ppm과 200 ppm에서는 마취 효과가 나타나지 않으며, 300-1,200 ppm에서는 304-172초의 마취시간과 46-222초의 회복시간을 나타내었다. 마취수온 18℃인 경우, 100-900 ppm에서는 215-49초의 마취시간과 100-240초의 회복시간을 나타내었으며, 1,000-1,200 ppm에서는 마취 즉시 마취되어 회복되지 않고 죽음으로 인하여서 마취 효과가 나타나지 않았다. 마취수온 24℃인 경우, 100-400 ppm에서는 128-52초의 마취시간과 86-238초의 회복시간을 보였으며, 500-1,200 ppm인 경우, 마취 즉시 마취되어 회복되지 않고 죽음으로 인하여서 마취 효과가 나타나지 않았다.

유사한 각 마취시간들을 서로 비교시, 마취수온이 높을수록 마취시간 및 회복시간에서 각각의 마취 농도는 낮아졌다 (P<0.05). 적정 마취시간 1분 내외와 이에 따르는 회복시간을 고려시, 마취수온 18℃인 경우는 800 ppm 그리고 마취수온 24℃인 경우 300 ppm이 쥐노래미의 마취 적정 농도로 판명되었다. 마취수온 18℃ 조건에서 MS-222에 의한 쥐노래미에서의 마취 효과는 Table 2와 같다. MS-222의 농도 50-200 ppm에서 123-47초의 마취시간과 70-144초의 회복시간을 보였다. 쥐노래미에서의 MS-222의 마취 효과는 염산리도카인-중탄산나트륨에 의한 마취 결과와 마찬가지로 마취 농도가 높아질수록 마취시간은 짧아지고 그 회복시간은 길어지는 경향을 보였다. 적정 마취시간 1분 내외와 이에 따르는 회복시간을 고려시 125 ppm과 150 ppm의 MS-222가 마취 적정 농도로 판명되며, MS-222는 염산리도카인-중탄산나트륨에 비해 18℃ 조건에서 약 1분을 보이는 마취시간에 따른 회복시간에 있어 짧게 나타났다.

Table 1. Exposure and recovery time for greenling (*Hexagrammos otakii*) anaesthetized with lidocaine HCl/NaHCO₃ at 12°C, 18°C and 24°C. ET: Exposure time (Sec); RT: Recovery time (Sec). Values are means±SD (n=10). Same superscripts are significantly different (P<0.05)

Dose (ppm)	Water temperature					
	12°C		18°C		24°C	
	ET	RT	ET	RT	ET	RT
100	-	-	215±29 ^a	100±8 ^a	128±15 ^a	86±7
200	-	-	163±21	142±10 ^b	78±6	149±10 ^b
300	304±53	46±3	122±15 ^b	172±12	66±4	208±16 ^c
400	294±50	78±6	116±10	210±15 ^c	52±5	238±15
500	278±41	84±7	112±11	217±14 ^d	-	-
600	254±35	98±9 ^a	94±8	230±16	-	-
700	242±34	115±9	78±7	232±15	-	-
800	219±24 ^a	149±12 ^b	62±4	237±17	-	-
900	183±20	200±15	49±3	240±20	-	-
1000	179±15	215±17	-	-	-	-
1100	175±11	217±20 ^d	-	-	-	-
1200	172±10	222±19	-	-	-	-

Table 2. Exposure and recovery time for greenling (*Hexagrammos otakii*) anaesthetized with MS-222 at 18°C. Values are means±SD (n=20)

Dose (ppm)	Exposure time (sec)	Recovery time (sec)
50	123±15	70±6
75	98±9	74±7
100	79±8	82±8
125	58±6	103±8
150	56±5	112±10
175	49±4	134±9
200	47±3	144±20

마취수는 18°C 조건에서 MS-222의 100 ppm 농도를 기준으로 하여, 마취시간 1분을 상회하는 염산리도카인-중탄산나트륨 농도인 200, 300, 400 및 500 ppm을 쥐노래미에 각각 혼합 처리한 마취 및 회복시간은 Fig. 1과 같다. 100 ppm MS-222와 200 ppm 염산리도카인-중탄산나트륨, 100 ppm MS-222와 300 ppm 염산리도카인-중탄산나트륨, 100 ppm MS-222와 400 ppm 염산리도카인-중탄산나트륨 및 100 ppm MS-222와 500 ppm 염산리도카인-중탄산나트륨의 마취시간은 각각 76±6, 66±5, 52±3 및 47±2초 이었으며 회복시간은 각각 59±3, 67±5, 98±8 및 114±12초 이었다. 100 ppm MS-222 기준시 염산리도카인-중탄산나트륨, 100 ppm MS-222와 400 ppm 염산리도카인-중탄산나트륨이 쥐노래미의 마취 적정 농도로 판명되었다.

마취수는 18°C에서 마취시간 약 1분을 보이는 염산리도카인-중탄산나트륨의 농도 800 ppm으로 마취 후 18°C기온의 공기 노출에 따른 사망률 조사 결과는 Fig. 2와 같다. 대조군은 18°C 공기 노출 16분까지 모두 생존하였으나 공기 노출 20분에 21.5%의 사망률을 보였다. 염산리도카인-중탄산나트륨 800 ppm 마취 후 공기 노출군은 노출 후 4분까지는 모두 생존한 반면, 공기 노출 8분에 19.5%, 공기노출 12분에 41.0%, 공기 노출 16분에 77.5%의 사망률을 보였으며, 공기 노출 20분에는 모두 사망하였다. 염산리도카인-중탄산나트륨 800

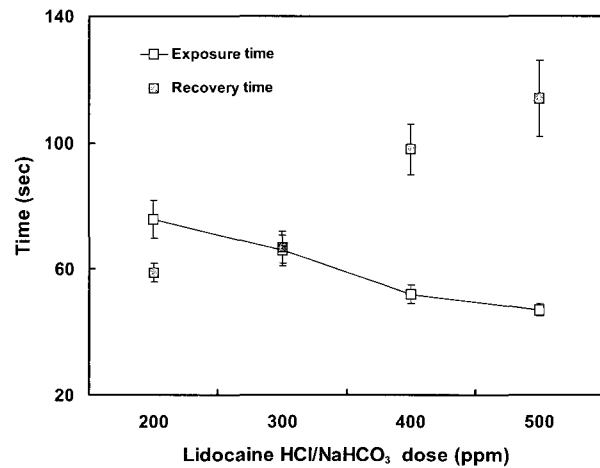


Fig. 1. Anaesthetic effect of lidocaine HCl/NaHCO₃ at various concentrations for greenling (*Hexagrammos otakii*) within 100 ppm MS-222 at 18°C (n=30). Vertical bar indicate means ±SD.

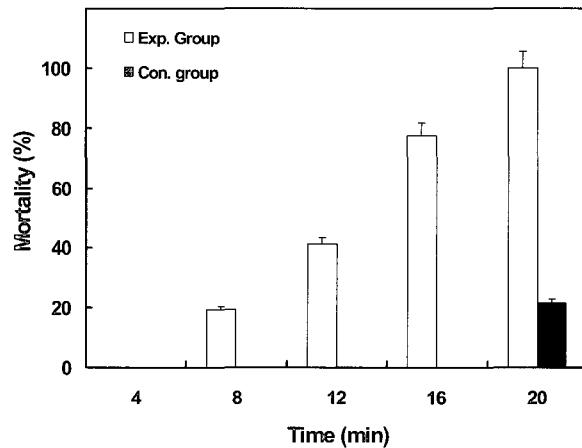


Fig. 2. Mortality of greenling (*Hexagrammos otakii*) exposed to air anaesthesia with 800 ppm lidocaine HCl/NaHCO₃ for 1 min (n=50). Vertical bar indicate means±SD.

ppm으로 마취 후 18℃ 조건으로 공기 노출시의 생존 개체 회복시간은, 마취된 후 즉시 회복시킨 실험군의 회복시간 237초와 유사하였다. 염산리도카인-중탄산나트륨 800 ppm으로 마취 후 18℃ 기온의 공기 노출 상태의 쥐노래미 취급은, 공기 노출 4분 이내가 안전하며 적당한 조건임이 판명되었다.

고 찰

어류를 대상으로 한 마취는 어체에서의 체중과 체장의 측정, 표지와 tag의 부착, 생리 및 행동학적 연구, 수술 실험, 채집, 사진 촬영, 인공 채란, 백신과 항생 물질의 주사와 채혈 및 활어 상태로의 운반을 비롯한 여타 조건의 표본을 가능케 함으로써, 어류의 생물학적 연구와 아울러 수산양식학적 연구와 양식 산업에 기본적으로 필요한 기법이다 (Summerfelt and Smith, 1990)

본 연구 결과, 쥐노래미는 염산리도카인-중탄산나트륨의 마취수온 18℃에서의 800, 900 ppm 및 24℃에서의 300, 400 ppm은 각각의 마취수온에 따른 염산리도카인-중탄산나트륨의 안전 범위로서, 이러한 안전 범위는 종과 이들 종의 크기, 마취 방법 및 마취시의 환경적 요소에 의해 좌우된다 (Gilderhus and Marking, 1987; Son et al., 2001). 마취시간은 마취 대상 어류가 마취 용액에 접촉한 시간으로부터 일정 마취 판정 기준까지 마취 후 마취 용액으로부터 마취 대상 어류를 제거하는데 까지 소요되는 시간이며, 회복시간은 마취 대상 어류가 회복수에서 완전히 활력을 회복하는데 소요되는 시간이다 (Summerfelt and Smith, 1990).

쥐노래미에서의 염산리도카인-중탄산나트륨의 마취 효과는 마취 농도가 높을수록, 마취수온이 증가할수록 마취시간은 길어지는 반면, 회복시간은 짧아지는 농도 의존성과 수온 의존성을 보이고 있다. 염산리도카인-중탄산나트륨에 대한 이러한 마취 효과에 있어서의 농도 의존성은 Kim et al. (1988)과 Park et al. (1988)에 의해 담수 양식어류와 해산 양식대상 어류에서 각각 파악된 바 있으며, 염산리도카인-중탄산나트륨에 대한 마취 효과에서의 수온 의존성은 Park et al. (1998a)이 버들치 (*Rhynchocypris oxycephalus*)와 버들개 (*R. steindacheri*)를 대상으로 조사한 바 있다. 마취시간이 길어질수록 회복시간이 연장되며, 이에 따라 어체는 저산소증에 노출될 수 있으므로, Gilderhus and Marking (1987)은 어류 마취제로는 마취 효과에서 3분 이내의 마취시간과 10분 이내의 회복시간이 요구된다고 한정된 바 있다.

이러한 점을 고려시 쥐노래미에서의 염산리도카인-중탄산나트륨은 효과적인 어류 마취제로 적절한 것으로 사료된다. Park et al. (1988)은 마취수온만 22℃로 달리하여 본 실험과 유사한 조건으로 쥐노래미를 대상으로 한 마취시 염산리도카인-중탄산나트륨 200 ppm과 300 ppm에서 각각의 57초와 36초의 마취시간 결과를 보인 바 있다. 본 실험의 24℃ 조건에서의 200 ppm과 300 ppm에서의 각각 마취시간 78초, 66초와 Park et al. (1988)의 결과를 비교 시, 본 실험에서의 마취수온이

높음에도 불구하고 다소 높은 마취시간을 보였다. 이러한 마취수온 변화에 따른 마취 효과에서 다소의 차이는 마취시 마취수온이 대상 어류의 생태적 환경 수온과의 적합성 및 사용된 마취 수용액의 화학적 성상과 마취에 사용된 쥐노래미 자체의 생리적 차이 (Summerfelt and Smith, 1990)에 기인된 것으로 사료된다.

MS-222는 어류 마취제로서의 마취 효과, 그 안전성과 더불어 수용액으로서의 안정성으로 인해 현재까지 가장 많이 효과적으로 사용되고 있다 (Massee et al., 1995). 본 연구의 쥐노래미에서의 MS-222의 마취 효과는 마취시 환경적 요인, 마취제 농도와 처리시간 및 어종과 크기에 좌우됨으로 인하여 직접 비교는 어려우나, 본 실험의 MS-222 농도 100-200 ppm에서의 마취 효과는 milkfish (*Chanos chanos*) 자어에서도 입증된 바 있다 (Murai and Catacutan, 1981)

마취수온 18℃에서 MS-222와 염산리도카인-중탄산나트륨의 혼합 처리시의 마취 효과는 MS-222와 염산리도카인-중탄산나트륨 각각의 단독 처리시의 마취 효과에 비해 민감한 마취 효과를 보여 상호 (synergy) 효과가 나타났다. 이러한 마취제의 혼합에 의한 마취 효과는 Gilderhus et al. (1973)이 MS-222와 quinaldine sulfate를 혼합 사용하여 담수어류의 마취에 필요한 각 마취제의 농도를 감소시킨 바 있으며, Park et al. (1988)은 참돔 (*Pagrus major*)을 대상으로 50 ppm MS-222와 25 ppm 염산리도카인-중탄산나트륨을 혼합 사용하여 뚜렷한 마취 효과 증가인, 약 150초의 마취시간을 파악한 바 있다.

어류에서의 마취제는 진정 (sedative) 역할을 함으로서 버들개 운송을 위한 효과적인 한 방법임이 판명된 바 있으며 (Park et al., 1998b), 이러한 마취제의 사용시 마취된 어류가 공기 중에 노출되어 취급된다는 점을 고려할 때, 취급후의 안전성을 유지시키기 위해 사망률 없는 공기 노출의 최대 안전 시점 파악은 필수적이다. 본 연구 결과 대조군은 공기 노출 후 16분까지는 사망이 없는 반면, 800 ppm 염산리도카인-중탄산나트륨으로 1분간 마취 후, 공기 노출 실험군은 공기 노출 4분 후까지는 사망이 없었으나, 공기 노출 시간이 길어질수록 사망이 증가하여 20분 후에는 모두 폐사하였다.

이와 유사한 결과로 조피볼락 (*Sebastes schlegelii*)의 경우, 100 ppm MS-222로 2분간 마취 후 공기 노출 10분부터는 40%의 사망이 나타난 반면, 마취 없이 공기 노출시킨 대조군은 공기 노출 15분부터 50%의 사망이 나타난 바 있다 (Son et al., 2001). 마취군이 대조군에 비하여 이와 같이 공기 노출시 노출 경과에 따른 사망률이 증대되는 이유는, 마취제 처리에 의한 진정작용에 따른 마취군의 생리적 활성 저하에 기인된 것으로 사료된다. 염산리도카인-중탄산나트륨 800 ppm으로 마취 후 18℃ 조건으로 공기 노출시 생존 개체들의 회복시간과 동일한 조건으로 마취 후 즉시 회복시킨 개체들 간의 회복시간에 있어 서로 유사함, 마취 후 공기 노출은 회복시간에는 별다른 영향을 주지 않음을 시사한다.

어류 마취제로 사용시 독성 (사용자나 어류에서의 안정성), 효율성, 가격성, 사용시의 규제와 사용 정도를 고려하여야 하며, 어류의 이상적 마취제로서의 여러 제반 특성을 구비하여야 한다 (Marking and Meyer, 1985): 첫째, 마취 시간은 3분 미만이면 마취제로 더욱 좋다; 둘째, 마취 후의 회복 시간은 5분 혹은 그 미만으로 짧아야 한다; 셋째, 대상 어류에는 무독성이어야 한다; 넷째, 취급하기 쉽고 사용시 사용자에게는 무해하여야 한다; 다섯째, 대상 어류의 생리나 행동에 영향을 주지 말아야 한다; 여섯째, 마취제가 빠르게 배출되거나 물질 대사 되어 체내에 잔존하지 않아 사용정지 기간이 요구되지 않아야 한다; 일곱째, 마취제의 반복 사용에 따른 누적 효과나 문제점들이 없어야 한다; 여덟째, 가격이 값싸야 한다.

이러한 관점에서 본 연구에서 사용된 염산리도카인-중탄산나트륨은 쥐노래미의 마취시 어류 마취제로서의 제반 조건을 적절히 갖추고 있으며 특히, 염산리도카인이 인체에 국소 혹은 국부 마취용으로 사용된다는 점을 고려시 “general recognized as safe (GRAS)” 로서 그 안정성 또한 높다고 사료된다 (Schnick et al., 1986). 현재까지 염산리도카인-중탄산나트륨이 어류에 미치는 생리적 효과에 대한 충분한 자료는 부족한 실정으로서 (Chung et al., 1994), 차후 염산리도카인-중탄산나트륨을 마취제로 사용시 쥐노래미에서의 생리적 영향에 관한 조사가 필요하다.

사 사

이 논문은 2002년도 한국학술진흥재단 지원인 「2002년도 한국해양대학교 해양과학기술연구소 중점연구소 지원사업 (KRF-2002-005-F00004)에 의하여 수행되었음에 감사드립니다. 또한, 본 논문을 세밀하게 지적, 수정하여 논문 질을 향상시킨 익명의 심사자들도 감사드립니다.

참 고 문 헌

Bell, G.R. 1987. An outline of anesthesia for salmonids, a guide for fish culturists in British Columbia. Can. Tech. Rep. Fish. Aqua. Sci., No. 1534, pp. 16.
 Carrasco, S., H. Sumano and R. Navahro-Fierro. 1984. The use of lidocaine-sodium bicarbonate as anaesthetic in fish. *Aquaculture*, 41, 395-398.
 Choi Y., J.H. Kim and J.Y. Park. 2002. Marine fishers of Korea. Kyo-Hak Publishing Co., Ltd., Seoul, pp. 645.
 Chung, J.K., S.Y. Chung, T.W. Lee and D.L. Choi. 1994. Effects of lidocaine on haematology and blood chemistry in the crap (*Cyprinus carpio*). *J. Fish Pathol.*, 7, 53-62. (in Korean)
 Considine, D.M. and G.D. Considine. 1984. Van nostrand reinhold encycloperdia of chemicals on rainbow trout. *North. Am. J. Fish. Manage.*, 7, 288-292.

Gilderhus, P.A. and L.L. Marking. 1987. Comparative efficacy of quinaldine sulfate: MS-222 mixtures for the anesthetization of freshwater fish. *U.S. Fish Wild. Serv., Invest. Fish Control*, pp. 59.
 Hasler, A.D. and R.K. Meyer. 1942. Respiratory responses of normal and castrated goldfish to teleost and mammalian homones. *J. Exp. Zool.*, 91, 391-404.
 Kim, D.S., I.C. Bang, S.K. Chun and Y.H. Kim. 1988. Effects of anaesthetic lidocaine on some fishes. *Bull. Kor. Soc. Fish Pathol.*, 1, 59-64. (in Korean)
 Masee, K.C., M.B. Rust, R.W. Hardy and R.S. Stickney. 1995. The effectiveness of tricaine, quinaldine sulfate and metomidate as anesthetics for larval fish. *Aquaculture*, 134, 315-359.
 Murai, T. and M.R. Catacutan. 1981. Effect of 20-phenoxy ethanol and MS-222 on milkfish fingerlings (*Chanos chanos*) as anesthetic agents. *O. Res. Rep. Aquacult., Dep. Southeast Asia Fish. Dev. Cent.*, 5, 19-21.
 Park, I.S., C.H. Lim and M.S. Choi. 1998a. The evaluation of lidocaine-hydrochloride as anaesthetic for the transportation of *Rhynchocypris sreindachneri*. *J. Kor. Fish. Soc.*, 31, 785-790. (in Korean)
 Park, I.S., J.H. Kim, J.B. Jung and J.H. Im. 1998b. Effect of lidocaine as an anaesthetic on *Rhynchocypris oxycephalus* and *R. steindachneri*. *J. Aquacult.*, 11, 59-66. (in Korean)
 Park, I.S., J.M. Kim, Y.H. Kim and D.S. Kim. 1988. Influence of lidocaine as an anaesthetic for marine fishes. *J. Fish. Pathol.*, 1, 123-130. (in Korean)
 Sada, E.K. 1985. Infuence of anesthetic quinaldine on the some tilapia. *Aquaculture*, 46, 55-62.
 Schnick, R.A., F.P. Meyer and D.F. Walsh. 1986. Status of fishery chemicals in 1985. *Prog. Fish Cult.*, 48, 1-17.
 Son, M.H., M.W. Park, J.I. Myeong, D.J. Kim, B.H. Kim, Q.T. Jo and I.G. Jeon. 2001. Anaesthetic tolerance of juvenile black rockfish *Sebastes schlegeli*, produced for wild stock enhancement. *Ocean Polar Res.*, 23, 285-290.
 Summerfelt, R.C. and L.S. Smith. 1990. Anesthesia, surgery, and related techniques. In: *Methods for Fish Biology*, Schreck C.B. and P.B. Moyle, eds., American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, pp. 213-272.

2003년 1월 17일 접수
 2003년 10월 11일 수리