

버들치 *Rhynchoypris oxycephalus*와 버들개 *R. steindachneri*에 대한 리도카인의 마취 효과

박인석 · 김정혜 · 정장방 · 임재현
군산대학교 해양자원육성학과

Effect of Lidocaine as an Anaesthetic on *Rhynchoypris oxycephalus* and *R. steindachneri*

In-Seok Park, Jung Hye Kim, Jang Bang Jung and Jae Hyun Im
Department of Marine Living Resources, Kunsan National University, Kunsan 573-701, Korea

The effectiveness of lidocaine HCl (lidocaine HCl/sodium bicarbonate mixture) was tested as an anaesthetic for *Rhynchoypris oxycephalus* and *R. steindachneri* at three different temperatures of 10°C, 15°C and 20°C. Based on the exposure and recovery time, effective doses of lidocaine HCl were proven to be 300ppm (20°C), 400ppm (15°C), and 600ppm (10°C) for *R. oxycephalus*, and 400ppm (20°C), 500ppm (15°C), and 600ppm (10°C) for *R. steindachneri* respectively. Anaesthetic dose and temperature-dependent relationship in exposure and recovery time were observed for these two *Rhynchoypris* spp. There were size-related increases of exposure time on *R. steindachneri* in each dose of lidocaine HCl. However, dose-dependent increase of recovery time was found in only the large size group of *Rhynchoypris* spp.

Key words : Lidocaine HCl/NaHCO₃, *Rhynchoypris oxycephalus*, *R. steindachneri*, Exposure time, Recovery time, Anaesthetic

서 론

마취제(anaesthetic)로는 화학 물질과 더불어 저온, 전기 처리와 같은 물리적 요소가 있으며, 이들의 농도 및 노출 시간을 증가 시킴으로 대상 동물의 운동성, 균형성, 자각(consciousness) 증상 및 반사 작용을 잃게 한다(Bell, 1987). 수산 양식에서 이러한 마취제 사용은 운송수에 마취제 첨가시 어류 활력 감소로 기인된 효율적인 운송과 어류의 제측 및 주사시 간편한 취급을 위해 시도되며, 실험 어류의 고통과 외상(trauma)을 감소시키고 취급시 stress를 줄이기 위해 실시되고 있

다. 이와함께 어류에서 마취제 사용은 감염을 최소화 시키며 실시되는 수술에도 역시 요구된다 (Summerfelt and Smith, 1990).

어류를 대상으로한 마취제로는 1942년에 urethane 사용(Hasler and Meyer, 1942)을 시초로 ether, chloroform 등이 사용되어 왔으나 이들 모두 발암물질로 판명되어 현재는 사용이 규제되고 금지된다(Wood, 1956 ; Ball and Cowen, 1959). 더욱이 MS-222 (tricaine methanesulfonate)가 미국의 식량 및 의약품청(FDA)에 의해 식용어 마취제로 인정되고 있으나, 이러한 MS-222 조차도 처리된 어류의 식용시 까지 최소한

본 연구는 1997년도 교육부 학술연구조성비(해양수산과학 KIOS-97-F-05)에 의하여 수행되었음

21일 간의 정지 기간(withdrawal period)이 의 목적으로 요구되는 실정이다(Schnick *et al.*, 1986 ; Summerfelt and Smith, 1990 ; Meinertz *et al.*, 1996). 이러한 측면에서 마취 효과는 다소 떨어지나 CO₂와 NaHCO₃가 인체에서의 안전성이 인정되어 처리된 어류의 정지 기간이 필요없는 식용어의 마취제로 사용되고 있다(Schnick *et al.*, 1986).

염산리도카인[Lidocaine-HCl : 2-(diethylamino)-N-(2,6-dimethylphenyl) acetamide hydrochloride]은 수용성 백색 분말로서 수용액은 인체 급성 심근 경색증(acute myocardial infarction)에 대한 항부정맥(antiarrhythmic) 특성이 있고 인체에서 국소 혹은 국부 마취용으로 사용되며 농도를 달리하여 표면 마취에도 사용되는 amide 형의 마취제이다(Considine and Considine, 1984). 이와같은 인체 마취용 염산리도카인의 어류에로의 적용은 1984년 Carrasco *et al.* 이 염산리도카인에 CO₂를 첨가적으로 사용하여 잉어, 틸라피아 및 메기를 대상으로 마취를 시도한 이래 지속되었으며 김 등(1988)과 박 등(1988)은 염산리도카인을 사용하여 각각 담수어 및 해산어를 대상으로 마취 효과를 조사한 바 있으며, 정 등(1994)은 잉어에서 염산리도카인 마취시의 혈액 성상을 조사한 바 있고 적정 농도에서 간 독성이 없음을 지적한 바 있다. 이와 더불어 Summerfelt and Smith (1990) 또한 염산리도카인으로 어류 마취시 좋은 효과와 함께 부작용 및 독성이 없는 특성을 고려, 앞으로 어류 마취제로서 염산리도카인의 유망성을 논의한 바 있다.

버들치 *Rhynchocypris oxycephalus*와 버들개 *R. steindachneri*는 잉어과(Cyprinidae)내 황어아과(Leuciscinae)에 속하며, 국내에서 버들치는 서·남해로 유입하는 하천의 상·중류와 남부 동해안에 있는 하천에 분포하며 버들개는 동해안으로 유입하는 하천 가운데, 강릉 남대천과 그 이북에 있는 하천에 분포한다(김, 1997 ; 정, 1977 ; 민과 양, 1986). 본 연구는 버들치 및 버들개를 대상으로 양식생물학적 및 생물학적 연구시 기본적

으로 필요한 마취를 위해 버들치 및 버들개에서 마취 수온을 달리하여 염산리도카인의 적정 마취 농도 및 마취 노출 시간, 마취 후 회복 시간을 조사하였다. 이에 첨가하여 버들치, 버들개를 대상으로 마취 시간 약 1분이 소요되는 염산리도카인 농도에서 회복 수온 차이에 의한 회복 효과를 조사하였으며 어류 마취제 사용시 어체 크기 단계별 마취 효과에 관한 연구가 현재까지 전무한 점을 고려, 버들개를 대상으로 전장 크기 별 마취 효과를 역시 조사하였다.

재료 및 방법

실험에 사용한 버들치 *Rhynchocypris oxycephalus*와 버들개 *R. steindachneri*의 평균 체중과 평균 전장은 각각 $5.6 \pm 1.1g$, $8.1 \pm 0.6cm$ 및 $9.6 \pm 2.4g$, $10.3 \pm 0.8cm$ 이었으며 실험시 사육 수온은 15°C 이었다. 15°C 지하수에 물의 중화와 마취 효과 증대(Carrasco *et al.*, 1984 ; 김 등, 1988)를 위해 NaHCO₃ 농도를 1,000ppm으로 한 후 (DO: 6.8ppm ; pH: 7.3) 염산리도카인(lidocaine-HCl, 친화약품 Co.) 농도를 200ppm, 300ppm, 400ppm, 500ppm 및 600ppm으로 설정하였으며 각 농도에서 버들치와 버들개를 대상으로 마취 시간(exposure time)과 회복 시간(recovery time)을 조사하였다.

버들치 및 버들개의 마취시 마취 수온 차이에 의한 마취 시간과 회복 시간 파악을 위해 처리 수온 15°C에서 판명된 적정 염산리도카인 농도와 동일한 농도로, 처리 수온만 10°C와 20°C로 달리하여 마취 시간과 회복 시간을 조사하였다. 동일한 마취 수온으로 마취 후 회복 수온 차이에 의한 회복 시간에서의 효과 파악을 위해, 버들치와 버들개를 마취 시간 약 1분을 나타내는 15°C 염산리도카인 농도로 마취 후 20°C 회복수에서 회복 시간을 조사하였다. 각 실험 결과의 통계적 유의성 검정을 위해 t-test를 사용하였으며 P 값이 0.05 보다 작은 경우를 유의하다고 판정하였다.

염산리도카인에 대한 버들개 개체 크기 별 마취

시간 및 회복 시간 조사에 사용된 버들개의 평균 전장은 각각 10.4 ± 0.8 cm (large size), 2.7 ± 0.2 cm (medium size), 1.3 ± 0.1 cm (small size) 이었으며 small size군은 100ppm, 200ppm 및 300ppm 염산리도카인 농도로, medium size군은 200ppm, 300ppm 및 400ppm 염산리도카인 농도로, 그리고 large size군은 200ppm, 300ppm, 400ppm 및 500ppm 염산리도카인 농도로 각각 처리하였다. 이때 마취 수온과 회복 수온은 20°C 이었으며 각 실험 결과에 대한 통계적 유의성 검정을 위하여 t-test를 실시하였으며 P 값이 0.05 보다 작은 경우를 유의하다고 판정하였다. 모든 실험군 당 버들치, 버들개의 처리 마리수는 30마리씩이었으며 마취 기준은 Table 1의 stage III와 같이 어체 운동 정지, 아가미덮개 운동(호흡)은 규칙적이나 유영 정지, 어체가 측면으로 누움과 동시에 어체의 취급 및 마취액으로부터 제거 가능, 그리고 회복수에서의 회복 가능 상태로 정하였다. 회복수에서 완전 회복 기준은 충분한 공기 공급 하에서 어체가 기우는 증세 없이 완전히 정상 체위를 유지하며 활력을 가진 상태로 판정하였다.

결 과

버들치 *Rhynchocypris oxycephalus*와 버들개 *R. steindachneri*를 대상으로한 수온 10°C, 15°C 및 20°C의 200ppm, 300ppm, 400ppm, 500ppm,

600ppm 염산리도카인에서의 마취 시간과 회복 시간은 Table 2, Fig. 1 및 Fig. 2와 같다. Table 2와 같이 버들치의 10°C 염산리도카인 200~600ppm 에서의 마취 시간 및 회복 시간은 각각 54.1~298.2초와 57.2~229.4초, 15°C 염산리도카인 200~600ppm 에서의 마취 시간 및 회복 시간은 각각 41.4~192.6초와 88.7~506.9초, 그리고 20°C 염산리도카인 200~600ppm 에서의 마취 시간 및 회복 시간은 각각 25.6~108.4초와 146.8~993.6초 이었다. 버들치인 경우 마취 수온 10°C 에서 마취 시간 약 1분을 나타내는 염산리도카인 농도는 600ppm (54.1 ± 5.7 초)으로 229.4±46.5초의 회복 시간을 나타냈다. 마취 수온 15°C에서 마취 시간 약 1분을 나타내는 염산리도카인 농도는 400ppm (63.0 ± 1.6 초)과 500ppm (53.8 ± 2.4 초)으로 이들의 회복 시간은 각각 263.7±13.8초와 384.1±29.0초 였으며 마취 수온 20°C에서 마취 시간 약 1분을 나타내는 염산리도카인 농도는 300ppm (64.0 ± 9.9 초)으로 이때의 회복 시간은 239.2±19.0초 이었다(Table 2).

Table 2와 같이 버들개의 10°C 염산리도카인 200~600ppm 에서의 마취 시간 및 회복 시간은 각각 70.3~291.0초와 61.0~369.4초, 15°C 염산리도카인 200~600ppm 에서의 마취 시간 및 회복 시간은 각각 48.2~171.0초와 76.3~458.9초, 그리고 20°C 염산리도카인 200~600ppm 에서의 마취 시간 및 회복 시간은 각각 22.8~110.4초와

Table 1. Stages of fish anesthesia, their description and significance*

Stage	Behavior and comments
I. Losing equilibrium	After some agitation and head snapping, fish begin to lose equilibrium but still actively evade capture.
II. Loss of equilibrium	Swimming on sides or upside down but still evade capture.
III. Immobilization	Swimming ceased but regular opercular movements (respiration) continuing. Fish lying on their sides and can be handled and removed from water. Recovery in anesthetic-free water routine. A desirable level of anesthesia.
IV. Immobilization and cessation of opercular movement	A dangerous level of anesthesia that should be avoided. However, fish can frequently be revived by gently flushing gills with a hose or by pulling fish backwards through the water. Once regular, shallow opercular movements begin, recovery should follow unaided.

*Bell, 1987.

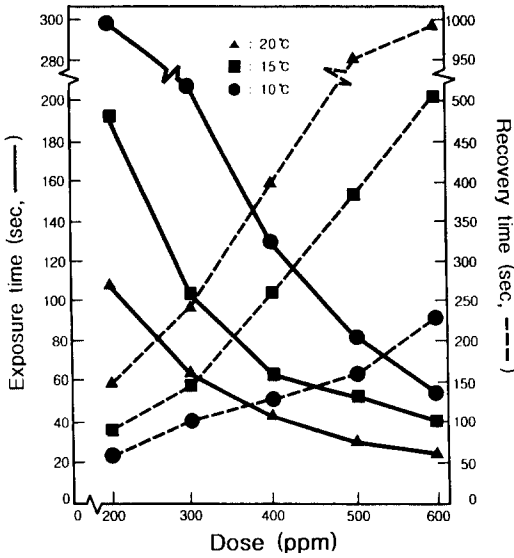


Fig. 1. Effect on exposure and recovery time for *Rhynchoypris oxycephalus* anaesthetized with lidocaine HCl/NaHCO₃ at temperature of 10°C, 15°C and 20°C.

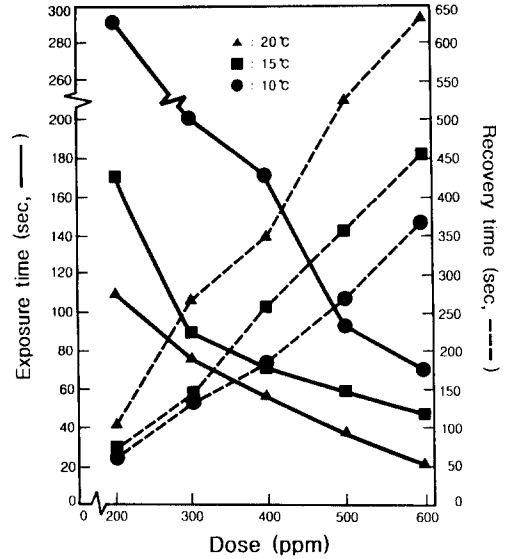


Fig. 2. Effect on exposure and recovery time for *Rhynchoypris steindachneri* anaesthetized with lidocaine HCl/NaHCO₃ at temperature of 10°C, 15°C and 20°C.

106.0~631.7초 이었다. 버들개인 경우 마취 수은 10°C에서 마취 시간 약 1분을 나타내는 염산리도

카인 농도는 600ppm (70.3±5.3초)으로 회복 시간은 369.4±30.8초 였으며 마취 수은 15°C에

Table 2. Exposure and recovery time for *Rhynchoypris oxycephalus* and *R. steindachneri* anaesthetized with lidocaine HCl/NaHCO₃ at different temperatures of 10°C, 15°C and 20°C

Temperature	Dose (ppm)	<i>R. oxycephalus</i>		<i>R. steindachneri</i>	
		Exposure time (sec)*	Recovery time (sec)*	Exposure time (sec)*	Recovery time (sec)*
10°C	200	298.2±22.9	57.2± 8.6	291.0±25.9	61.0± 4.8
	300	207.8±17.9	101.6± 7.5	202.1±17.7	134.0±11.7
	400	129.8± 9.9	127.8± 6.4	172.2±12.7	186.6±15.8
	500	81.9± 6.3	155.6±19.0	94.7± 5.9	270.2±23.9
	600	54.1± 5.7	229.4±46.5	70.3± 5.3	369.4±20.7
15°C	200	192.6±38.5	88.7± 6.5	171.0±15.9	76.3± 6.6
	300	103.0±11.2	148.8± 9.8	89.8± 7.8	144.7± 7.9
	400	63.0± 1.6	263.7±13.8	73.0± 6.7	262.3±21.9
	500	53.8± 2.4	384.1±29.0	59.2± 3.1	358.7±29.1
20°C	600	41.4± 4.7	506.9±39.7	48.2± 2.7	458.9±31.7
	200	108.4± 8.9	146.8±12.9	110.4± 8.9	106.0± 7.5
	300	64.0± 6.0	239.2±16.6	76.6± 4.9	269.6±21.7
	400	43.0± 2.5	401.0±29.8	56.8± 3.7	349.0±19.9
	500	30.0± 2.6	953.0±52.7	38.0± 2.8	523.7±47.1
	600	25.6± 2.1	993.6±78.8	22.8± 2.1	631.7±60.0

*Means±SD.

서 마취 시간 약 1분을 나타내는 염산리도카인 농도는 500ppm (59.2±3.1초)으로 회복 시간은 358.7±29.1초, 마취 수온 20℃에서 마취 시간 약 1분을 나타내는 염산리도카인 농도는 400ppm (56.8±3.7초)으로 회복 시간은 349.0±19.9초 이었다(Table 2).

Fig. 1과 Fig. 2에서 나타낸 바와 같이 버들치, 버들개에서 염산리도카인에 대한 마취 효과는 공통적으로 농도 의존적, 온도 의존적 이었다. 각 마취 수온 당, 마취 시간 약 1분을 나타내는 염산리도카인 농도에서 회복 시간은 버들치는 200~300초 그리고 버들개는 300~400초 이었다(Table 2). 버들치와 버들개에서 공통적으로 염산리도카인 농도가 저 농도 일수록 그리고 마취 수온이 고온 일수록 마취 시간과 회복 시간 간의 차이는 작았고, 염산리도카인 농도가 고 농도 일수록 그리고 마취 수온이 저온 일수록 마취 시간과 회복 시간 간의 차이는 작았다. 버들치의 마취 수온 10℃에서의 회복 시간은 버들개의 마취 수온 10℃에서의 회복 시간과 비교시 염산리도카인 각 농도에서 버들치는 버들개에 비해 회복 시간이 다소 짧았으며 그 graph 기울기 역시 완만하였다(Figs. 1 and 2).

버들치에서 마취 시간 약 1분을 나타내는 15℃ 400ppm 염산리도카인 마취 후 회복 시간은 15℃에서 263.7초인 반면 20℃ 회복수에서 240.8초였으며, 버들개에서 마취 시간 약 1분을 나타내는 15℃ 500ppm 염산리도카인 마취 후 회복 시간은 15℃에서 358.7초인 반면 회복수 20℃에서는 206.3초 이었다. 버들개의 크기 별 마취 시간은 small

size군이 100ppm, 200ppm 및 300ppm의 염산리도카인에서 각각 168.8±21.0초, 75.4±9.5초, 41.0±5.4초, medium size군이 200ppm, 300ppm 및 400ppm의 염산리도카인에서 각각 91.4±6.2초, 61.0±5.7초, 36.2±5.8초, 그리고 large size군이 200ppm, 300ppm, 400ppm 및 500ppm의 염산리도카인에서 각각 100.5±14.2초, 74.3±9.1초, 54.8±3.7초, 37.0±7.2초 이었다(Table 3). 마취 시간은 각 개체 크기 당 염산리도카인 농도 증가에 따라 농도 의존적 이었으며, 동일 염산리도카인 농도에서도 어체 크기 증가에 따라 마취 시간 증가 경향을 보여 염산리도카인 200ppm, 300ppm, 400ppm의 농도에서 large size군, medium size군, small size군 순으로 마취 시간이 길었다(Table 3).

Table 3과 같이 버들개 크기 별 회복 시간 조사 결과 small size군은 100ppm, 200ppm 및 300ppm 염산리도카인에서 회복 시간이 각각 116.8±12.3초, 263.8±14.3초, 165.0±25.7초, medium size군은 200ppm, 300ppm 및 400ppm 염산리도카인에서 회복 시간이 각각 147.6±19.0초, 92.7±10.4초, 124.0±16.7초, 그리고 large size군은 200ppm, 300ppm, 400ppm 및 500ppm 염산리도카인에서 회복 시간이 각각 102.3±8.6초, 258.7±14.6초, 354.4±42.6초, 530.9±58.0초 이었다. Lager size군은 마취 농도가 증가할수록 회복 시간이 길었으며 마취 시간 약 1분을 나타내는 염산리도카인 400ppm에서 회복 시간은 354.4±42.6초, medium size군과 small size군은 마취 시간 약 1분을 나타내는 염산리도카인

Table 3. Stage sensitivity of the anaesthetic lidocaine HCl/NaHCO₃ on exposure and recovery time in *Rhynchocypris steindachneri*

Dose (ppm)	Exposure time (sec)*			Recovery time (sec)*		
	S(1.3±0.1cm)	M(2.7±0.2cm)	L(10.4±0.8cm)	S(1.3±0.1cm)	M(2.7±0.2cm)	L(10.4±0.8cm)
100	168.8±21.0	—	—	116.8±12.3	—	—
200	75.4±9.5 ^a	91.4±6.2	100.5±14.2	263.8±14.3 ^a	147.6±19.0	102.3±8.6
300	41.0±5.4 ^b	61.0±5.7	74.3±9.1 ^a	165.0±25.7	92.7±10.4	258.7±14.6 ^a
400	—	36.2±5.8 ^b	54.8±3.7	—	124.0±16.7	354.4±42.6
500	—	—	37.0±7.2 ^b	—	—	530.9±58.0

*Means±SD. S, small size group ; M, medium size group ; L, large size group. Same superscripts are significantly different (P<0.05).

각 농도에서 회복 시간은 각각 92.7초(200ppm), 263.8초(300ppm) 이었다. Medium size군, small size군은 염산리도카인 농도 증가에 따라 large size군 에서의 결과와 마찬가지로 마취 시간이 감소하였다(Table 3).

논 의

어류 마취는 대상 어류의 생물학적 그리고 수산 양식학적 연구시 기본적으로 필요한 기법으로서 어체를 움직이지 못하게 하여 취급을 쉽게하며 어체에 주어지는 스트레스를 적게 한다. 이와 더불어 어류를 대상으로 한 이러한 마취제 사용은 체중과 체장의 측정, 표식과 tag의 부착, 생리학적 및 행동학적 연구, 수술 실험, 채집, 사진 촬영, 활어 상태로의 운반, 인공 채란, 백신과 항생물질의 주사 및 채혈을 비롯한 여타 조직의 표본을 가능케 한다(Summerfelt and Smith, 1990). 버들치 *Rhynchocypris oxycephalus*와 버들개 *R. steindachneri*에서 마취 시간 약 1분을 보이는 마취 수온 및 염산리도카인 농도는 버들치인 경우 마취 수온 20°C에서 300ppm, 마취 수온 15°C에서 400ppm, 마취 수온 10°C에서 600ppm인 반면, 버들개는 마취 수온 20°C에서 400ppm, 마취 수온 15°C에서 500ppm, 마취 수온 10°C에서 600ppm 이었다. 마취 시간 약 1분을 나타내는 마취 농도가 버들개에 비해 버들치가 더욱 낮은 결과는, 버들치와 버들개의 종 특이성과 더불어 버들개에 비해 비교적 높은 서식 수온에 분포하는 버들치(정, 1977)가 본 실험에 사용된 마취 수온에 더욱 적합하였기 때문인 것으로 사료된다.

버들치 및 버들개와 동일한 잉어 과인 잉어 *Cyprinus carpio*에서 마취 시간 약 1분을 나타내는 염산리도카인 마취 농도는 338~398ppm (Carasco et al., 1984), 24°C 염산리도카인에서 마취 시간 약 1분을 나타내는 농도는 붕어 *Carassius auratus*와 미꾸리 *Misgurnus anguillicaudatus*에서 400ppm, 미꾸라지 *M. mizolepis*에서 300ppm 이어서(김 등, 1988) 버들치와 버들개에서

의 마취 결과와 유사하였다. 버들치와 버들개는 붕어, 미꾸리, 미꾸라지 및 일부 해산어에서의 결과(김 등, 1988; 박 등, 1988)와 유사하게 염산리도카인의 농도 증가에 따라 마취 시간이 감소하였으며 염산리도카인 동일 농도에서도 마취 수온이 증가 할수록 마취 시간이 역시 감소되는 경향을 보였다. 이상적인 마취제의 조건으로 마취 후 빠른 회복이 요구되는 것으로(Bell, 1987) 버들치와 버들개는 10°C 200ppm~600ppm 염산리도카인에서 57.2~369.4초의 회복 시간, 15°C 200ppm~600ppm 염산리도카인에서 88.7~506.9초의 회복 시간, 그리고 20°C 200ppm~600ppm 염산리도카인에서 106.0~993.6초의 회복 시간을 보임을 고려시 염산리도카인은 버들치와 버들개에서 이상적 마취제 조건인 빠른 회복 능력을 갖추었으며 더욱이, 마취 시간에서의 결과와 마찬가지로 회복 시간은 마취 농도 및 마취 수온 증가에 따라 길어지는 농도 의존성을 나타내었다. 아울러 버들개에서는 개체 크기 증가에 따라 마취 시간 약 1분을 나타내는 염산리도카인 농도 증가 현상이 나타났다.

특히, 고 농도 그리고 고 수온에서 염산리도카인 마취인 경우 버들치와 버들개에서 회복 시간 차이는 더욱 크게 나타나 마취 수온 20°C 600ppm 염산리도카인에서 마취 시간은 약 20초로 버들치와 버들개가 유사한 반면 회복 시간은 버들치 993.6초가 버들개 631.7초 보다 매우 길었다. 이러한 결과는 아마도 앞서 버들치, 버들개에서 수온 차에 따른 마취 효과 결과와 마찬가지로 버들치와 버들개 자체의 종 특이성 및 상이한 서식 수온 조건에 따른 생리적 차이에 기인된 것으로 사료된다. 회복 수온 15°C인 경우 버들개는 버들치에 비해 회복 시간이 긴 반면 회복 수온 20°C인 경우 버들개는 버들치에 비해 회복 시간이 짧았으며 버들치, 버들개에서 공통적으로 회복 수온 증가에 따라 회복 시간은 짧아졌다. 이와는 상반되게, 회복 수온 증가에 따른 빠른 회복은 striped bass *Morone saxatilis*에 benzocaine 마취시 보고된 바 있으며 이러한 현상은 회복 수온 상승에 따른

어체에서의 물질대사 증가에 기인된 것이다(Gil-derhus *et al.*, 1991).

버들치와 버들개 간 회복 수온 차이에 의한 회복 효과 조사시 마취 시간 약 1분을 나타내는 염산 리도카인 마취 농도 차이 및 버들치와 버들개의 종 특이성으로 인해 회복 효과의 직접 비교는 어려우며 현재까지 마취 수온에 따른 마취 효과에 관한 보고가 전무한 실정을 고려, 다양한 마취 수온 하에서 상이한 회복 수온에 의한 회복 시간 조사와 아울러 마취 수온과 관련된 생리학적 연구가 부수적으로 필요하리라 사료된다. 어류 마취시 마취제는 마취 작용 외에 stress로 작용하여 혈액 생성 및 혈장 화학 성분 변화의 요인이 될 수 있으며(Larsen, 1976 ; Perrier *et al.*, 1978 ; 정 등, 1994) 본 연구 결과에서의 버들치와 버들개의 회복 수온 차이에 의한 회복 효과 차이는 이러한 요인에도 다소 영향을 받은 것으로 추정된다. 본 연구는 수온 15°C에서 사육 중인 개체들을 대상으로 10°C, 15°C 및 20°C의 마취 온도 하에서 각 염산리도카인 농도로 처리한 결과 임을 고려, 차후 본 실험에서 수행된 방법을 기준으로 사육 수온을 달리한 연구가 필요할 것 같다.

어류 마취제는 어체에서의 stress 반응, 물질대사율, 산소 소모, 아가미 호흡, 심장 박동, 혈압, 혈액 생성(혈당, glycogen, lactate, pH, 혈액 이온과 삼투), 배출, 후각 감각 및 정자 운동성을 바꾸거나 감소시키고 이러한 마취 효과는 어체가 마취제에 노출 정지 후에도 장시간 지속될 수 있음(Bourne, 1984 ; Summerfelt and Smith, 1990)을 고려 차후 염산리도카인 마취 후 버들치와 버들개에서 나타나는 여러가지 생리적 반응에 관한 연구가 필요하리라 생각된다. 이상적 마취제는 값싸고, 무 자극성, 무 독성, 최소한의 stress를 지니는 빠른 작용성, 수용성, 이· 화학적 반응성이 없는 안정성, 마취 후의 빠른 회복성, 어체 및 인체 내에서의 빠른 배출, 자연분해성 및 비 휘발성 등의 조건들이 요구된다(Bell, 1987). 인체용으로 사용되는 염산리도카인은 적정 농도시 잉어에서 간 독성이 없음(정 등, 1994)과 아울러 버들치,

버들개에서 이상적인 마취제의 제반 조건을 만족시킨 바 있어(김 등, 1988 ; 박 등, 1988) 이러한 인체용 염산리도카인을 사용하여 버들치와 버들개를 대상으로 더욱 다양한 어체 크기 별 stage sensitivity 조사와 아울러 산업적 규모의 운반 능력에 관한 연구들이 부수적으로 필요하리라 사료된다.

요 약

버들치 *Rhynchocypris oxycephalus*와 버들개 *R. steindachneri*를 대상으로 마취 수온 10°C, 15°C 및 20°C에서 염산리도카인(염산리도카인/NaHCO₃)의 마취 효과를 조사하였다. 마취 시간과 회복 시간을 고려시 효과적인 염산리도카인 농도는 버들치에서 300ppm (20°C), 400ppm (15°C) 및 600ppm (10°C) 이었고 버들개에서 400ppm (20°C), 500ppm (15°C) 및 600ppm (10°C) 이었다. 마취 시간과 회복 시간에 있어 버들치 속 2종은 염산리도카인 농도 및 마취 수온 의존적이었다. 각 염산리도카인 농도에서 개체 크기가 증가할수록 마취 시간이 길어졌으며, 개체 크기가 큰 군은 마취 농도가 증가할수록 회복 시간 역시 길어졌다. 본 연구 결과 염산리도카인은 버들치 속 어류 마취에 효과적인 것으로 판명되었다.

참 고 문 헌

- Ball, J. N. and P. N. Cowen, 1959. Urethane as a carcinogen and as an anaesthetic for fishes. *Nature (London)*, 184 : 370.
- Bell, G. R., 1987. An outline of anesthetics and anesthesia for salmonids, a guide for fish culturists in British Columbia. Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences, No. 1534, 16pp.
- Bourne, P. K., 1984. The use of MS-222 (tricaine methanesulphonate) as an anaesthetic for routine blood sampling in three species of marine teleosts. *Aquaculture*, 36 : 313-321.
- Carrasco, S., H. Sumano, and R. Navahro-Fie-

- ro, 1984. The use of lidocaine-sodium bicarbonate as anaesthetic in fish. *Aquaculture*, 41 : 395-398.
- Considine, D. M. and G. D. Considine, 1984. Van Nostrand Reinhold encyclopedia of chemistry, 4th ed., Van Nostrand Reinhold, New York.
- Gilderhus, P. A., C. A. Lemm, and L. C. Woods III, 1991. Benzocaine as an anesthetic for striped bass. *Prog. Fish Cult.*, 53 : 105-107.
- Hasler, A. D. and R. K. Meyer, 1942. Respiratory responses of normal and castrated goldfish to teleost and mammalian hormones. *J. Exp. Zool.*, 91 : 391-404.
- Larsen, L. O., 1976. Blood glucose levels in intact and hypophysectomized river lampreys (*Lampetra fluviatilis* L.) treated with insulin, stress, or glucose, before and during the period of sexual maturation. *Gen. Comp. Endocrinol.*, 29 : 1-13.
- Meinertz, J. R., G. R. Stehly, and W. H. GINGERICH, 1996. Pharmacokinetics of benzocaine in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) after intraarterial dosing. *Aquaculture*, 148 : 39-48.
- Perrier, C., M. Terrier, and H. Perrier, 1978. A timecourse study of the effects of angling stress on cyclic AMP, lactate and glucose plasma levels in the rainbow trout (*Salmo gairdneri* Richardson) during a 6 hour recovery period. *Comp. Biochem. Physiol.*, 60 : 217-219.
- Schnick, R. A., F. P. Meyer, and D. F. Walsh., 1986. Status of fishery chemicals in 1985. *Prog. Fish Cult.*, 48 : 1-17.
- Summerfelt, R. C. and L. S. Smith, 1990. Anesthesia, surgery, and related techniques. In : *Methods for Fish Biology* (eds., C. B. Schreck and P. B. Moyle). American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, pp. 213-272.
- Wood, E. M., 1956. Urethane as a carcinogen. *Prog. Fish Cult.*, 18 : 135-136.
- 김동수 · 방인철 · 전세규 · 김연환, 1988. 인체용 마취제인 염산리도카인이 수종의 양식 어류에 미치는 효과. *한국어병학회지*, 1 : 59-64.
- 김익수, 1997. *한국동식물도감*, 제 37권 동물편(담수어류). 교육부, pp. 257-261.
- 민미숙 · 양서영, 1986. 한국산 버들치속 어류 2종의 분류 · 분포 및 지리적 변이에 관하여. *한국동물학회지*, 2 : 63-78.
- 박인석 · 김종만 · 김연환 · 김동수, 1988. 해산어류에 대한 염산리도카인의 마취 효과. *한국어병학회지*, 1 : 123-130.
- 정문기, 1977. *한국어도보*. 일지사, 서울, pp. 181-183.
- 정준기 · 정순윤 · 이태웅 · 최동립, 1994. Lidocaine이 잉어(*Cyprinus carpio*)의 혈액성상에 미치는 영향. *한국어병학회지*, 7 : 53-62.