J. Fd Hyg. Safety 15(1), 46–50 (2000)

부산시내 자갈치 어시장에서 시판되는 자주복 *Fugu rubripes rubripes*의 독성

김지희† · 이태식 · 이희정 · 김광수* · 박정흠 · 변한석 · 손광태

*국립수산진흥원 위생가공연구실, *국립수산진흥원 완도수산종묘시험장*

Toxicity of the Tiger Puffer, *Fugu rubripes rubripes*, Sold at Jagalchi Fish Market in Pusan

Ji Hoe Kim†, Tae Seek Lee, Hee Jung Lee, Kwang Soo Kim*, Jeong Heum Park, Han Seok Byun and Kwang Tae Son

Sanitation & Processing Research Division, National Fisheries Research & Development Institute, Pusan, 619-900 Korea

**Wando Marine Hatchery, National Fisheries Research & Development Institute, Wando, Chonnam, 537-800 Korea*

ABSTRACT – Totally, twenty seven specimens of tiger puffer, *Fugu rubripes rubripes* were collected at Jagalchi fish market in Pusan, Korea during January, April and September in 1995. Anatomical distribution of pufferfish toxin in tiger puffer was examined by mouse bioassay. The frequency rate of toxic specimens containing ≥10 MU/g was 14.8% in liver; 16.7% in gonad; and 14.8% in skin, and no toxin was detected in muscle. The highest toxin level found was 160 MU/g in liver, 600 MU/g in gonad and 26 MU/g in skin, and each average toxin level (mean±standard error) was 7±6, 50±35 and 5±1 MU/g, respectively. Some specimens collected in January and April were toxic, while none of the specimens collected in September showed its toxicity. Although toxicity of tiger puffer showed the seasonal variation, tested tiger puffer was evaluated as a safe seafood for consumption, in that an acceptable level of toxin was found in the edible muscle and skin.

Key words □ Pufferfish, Pufferfish toxin, Tiger puffer, *Fugu rubripes rubripes*

어패류가 보유하는 자연독 중 복어독은 마비성 패류독과 더불어 중독시 사망률이 높아 수산물을 즐겨 섭취하는 우리 나라에서는 식품위생상 커다란 문제로 되고 있다. 복어류가 독을 보유한다는 것은 이미 오래 전부터 잘 알려져 있으며, 그 독성에 관하여는 일본을 중심으로 많이 연구되어 왔다. 그 중에서 佘[1]이 보고한 일본 연안산 복어류의 독성에 관한 연구 결과는 지금도 많은 식품위생 관련서적에서 인용되어 독성 판단의 기준이 되고 있다.

자주복 *Fugu rubripes rubripes*는 참복과 Tetraodontidae에 속하며 성어는 전장 700 mm에 달하는 대형어로 우리 나라와 일본에서는 요리에 사용되는 복어류 중 최고급 종으로 취급되고 있다.[2,3] 한편, 자주복의 독성은 일본 北九州 연안산의 경우 난소와 간장은 독성이 강하지만 근육, 껍질 및 정소는 독이 없는 것으로 보고되어 있다.[1] 그런데 野口等[4]은 우리 나라 황해산, 제주도 근해산 및 부산시내 수산시장에서 유통중인 국매리복과 일본 西九州 長崎縣 橘灣에서 어획된 동일 종(species)의 부위별 독성은 지역에 따라 차이가 있다는 것을 보고한 바 있고, 또 복어류의 독성은 같은 종에 있어서도 서식지역 뿐만 아니라 개체나 계절 등에 따라서 상당한 차이가 있다는 것이 알려져 있다.[5] 그래서 자주복의 경우에도 독성이 잘 파악되어 있는 일본 연안산과 우리 나라에서 유통되고 있는 것에는 독성의 차이가 있을 것으로 생각된다.

한편, 우리 나라에서 식용으로 하는 복어류의 독성에 대해서는 까치복,[6] 까칠복,[7] 황복,[8] 국매리복[9] 및 일부 연안산 복어류[10] 등에 관한 조사 보고가 있으나 자주복의 독성은 시장에서 유통 중인 10개체에 대한 조사[10]를 제외하면 거의 연구되어 있지 않다.

본 조사는 국내에서 유통되고 있는 자주복의 독성을 파악하여 식중독 방지를 위한 자료를 제공하고자 부산시내 자갈치 어시장에서 시판되고 있는 자주복을 구입하여 시기별 및 부위별 독성을 측정하였으며 다른 조사와는 다소 차이

†Author to whom correspondence should be addressed.

가 있는 결과를 얻었다.

재료 및 방법

재료

실험에 사용한 자주복 *Fugu rubripes rubripes*는 1995년 1월, 4월 및 9월에 부산시 소재 자갈치 어시장에서 선어 상태로 구입한 총 27개체로 암컷 10개체, 수컷 8개체 그리고 생식소가 성숙하지 않아 구분이 곤란하였던 것이 9개체였다. 시료는 실험실로 운반하여 껍질, 근육, 간장 및 생식소 부위로 나누어 독성을 측정하였다. 즉시 실험할 수 없는 경우에는 -20°C에서 동결 보관한 후 각 시료어는 반 해동 상태에서 부위별로 구분하였으며, 생식소가 미숙한 경우는 독성을 측정하지 못하였다.

독의 추출 및 독성측정

시료에서 독의 추출과 독성의 측정은 일본의 食品衛生檢査指針II[11]의 복어독 검사법에 따라 초산용액으로 추출하여 mouse bioassay법으로 측정하였다. 즉 시료 10 g에 0.1% 초산용액을 25 ml 가한 다음 비등수에서 10분간 가열하여 독을 추출하고, 냉각한 후 여과지(Toyo No. 5A)로 여과하고 잔사는 0.1% 초산용액으로 다시 세정하여 여액을 합하고 50 ml로 정용하여 시험용액으로 하였다.

각 시료의 독성은 추출한 시험용액을 체중 19~21 g의 ICR계 mouse(수컷)의 복강에 1 ml 주사하여 mouse의 체중과 치사시간에 대한 mouse unit(MU)를 독성 환산표에서 찾아 독성치를 계산하여 MU/g으로 나타내었다. 이 때 1MU는 체중 20 g의 mouse를 30분에 치사시키는 독량을 의미한다. 한편, mouse의 치사시간이 5분 이내인 경우 5~10분 사이에 들도록 증류수로 시험용액을 적절히 희석하여 측정하였다.

Table 1. Toxicity of the tiger puffer, *Fugu rubripes rubripes* specimens collected at Jagalchi fish market in Pusan

Specimen No.	Collected month	Total length(cm)	Body weight(g)	Sex	Toxicity (MU/g)			
					Liver	Gonad	Muscle	Skin
1	Jan. 1995	33.0	622	♀	< 5	94	< 5	18
2	〃	29.2	555	♀	< 5	< 10	< 5	7
3	〃	29.3	570	♂	14	< 10	< 5	24
4	〃	30.0	510	♂	< 5	< 10	< 5	9
5	〃	20.8	223	—	< 5	—*	< 5	6
6	〃	24.0	406	—	10	—	< 5	6
7	〃	21.1	222	—	< 5	—	< 5	< 5
8	〃	20.3	209	—	12	—	< 5	26
9	〃	19.6	187	—	< 5	—	< 5	7
10	April 1995	36.5	905	♀	< 5	210	< 5	< 5
11	〃	36.4	924	♀	160	600	< 5	12
12	〃	29.0	527	♀	< 5	< 10	< 5	< 5
13	〃	25.7	434	♀	< 5	< 10	< 5	6
14	〃	35.6	750	♂	< 5	< 10	< 5	< 5
15	〃	28.5	530	♂	< 5	< 10	< 5	6
16	〃	26.4	472	♂	< 5	< 10	< 5	< 5
17	〃	25.4	435	♂	< 5	< 10	< 5	< 5
18	Sept. 1995	32.5	676	♀	< 5	< 10	< 5	< 5
19	〃	32.6	625	♀	< 5	< 10	< 5	< 5
20	〃	33.4	677	♀	< 5	< 10	< 5	< 5
21	〃	33.0	716	♀	< 5	< 10	< 5	< 5
22	〃	32.0	663	♂	< 5	< 10	< 5	< 5
23	〃	32.4	691	♂	< 5	< 10	< 5	< 5
24	〃	29.5	488	—	< 5	—	< 5	< 5
25	〃	28.6	504	—	< 5	—	< 5	< 5
26	〃	29.4	550	—	< 5	—	< 5	< 5
27	〃	29.7	499	—	< 5	—	< 5	< 5

*, not tested.

결과 및 고찰

부위별 독성

실험에 사용된 자주복 각 개체의 부위별 독성시험 결과는 Table 1과 Fig. 1에, 월별 유독개체 출현율, 최고 및 평균 독성치는 Table 2에 각각 나타내었다. Mouse를 사용하는 생물시험에서 복어독의 검출한계는 약 5 MU/g이지만 식품 위생학적 관점에서 10 MU/g 이하는 無毒한 것으로 간주하고 있으므로,[1] Table 2에는 분석시료 중 10 MU/g 이상의 것을 유독개체로 표기하였다.

자주복의 부위별 독성은 간장의 경우 유독개체 출현율이 14.8% (27개체 중 4개체가 유독. 이하 4/27로 표기.)이었고, 최고 독성치는 160 MU/g이었으며, 평균독성은 7±6 MU/g(평균치±표준오차)이었다. 암수구분이 곤란하였던 2개체에서 10 MU/g 이상이 검출된 것을 제외하면 성별에 따라서는 암컷의 간장에서 유독개체 출현율이 10.0% (1/10)이었고, 최고 독성치는 160 MU/g이었으며, 수컷에서는 각각 12.5% (1/8), 14 MU/g로 암수별 유독개체 출현율은 비슷하였으나 최고 독성치는 암컷에서 훨씬 높았다. 일본에서 조사된 자주복 간장의 독성은 北九州産의 경우[1] 유독개체 출현율이 35.5%, 최고 독성치는 500 MU/g, 東京市場에서 유통중인 것[3]은 각각 15.9% 및 510 MU/g로 보고되어 있다. 이러한 결과에 비하여 본 조사결과는 유독개체 출현율과 최고 독성치가 다소 낮은 경향이었으나 수컷보다 암컷이 독성이 더 강하다는 점에서는 유사하였다.

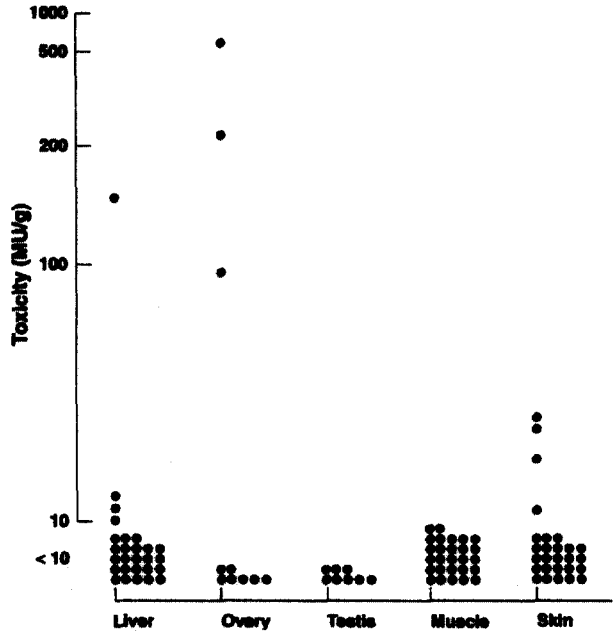

Fig. 1. Pufferfish toxin content in each tissue of tiger puffer, *Fugu rubripes rubripes* specimens sold at Jagalchi fish market in Pusan.

생식소의 경우 유독개체 출현율은 16.7% (3/18)이었고, 최고 독성치는 600 MU/g, 평균 독성치는 50±35 MU/g이

Table 2. Comparison of toxicity in each tissues of tiger puffer *Fugu rubripes rubripes* by collected month

Tissue	Collected month	Frequency of toxic specimens(%)	No. of specimens[1]			Highest toxicity (MU/g)	Average Toxicity ±S.E. (MU/g)
			Strongly Toxic	Weakly toxic	Non-toxic		
Liver	Jan.	33.3 (3/ 9)[2]	0	3	6	14	< 5
	April	12.5 (1/ 8)	1	0	7	160	20
	Sept.	0.0 (0/10)	0	0	10	< 5	< 5
	Total	14.8 (4/27)	1	3	23	160	7±6
Gonad	Jan.	25.0 (1/ 4)	0	1	3	94	24
	April	25.0 (2/ 8)	2	0	6	600	100
	Sept.	0.0 (0/ 6)	0	0	6	< 10	< 10
	Total	16.7 (3/18)	2	1	15	600	50±35
Muscle	Jan.	0.0 (0/ 9)	0	0	9	< 5	< 5
	April	0.0 (0/ 8)	0	0	8	< 5	< 5
	Sept.	0.0 (0/10)	0	0	10	< 5	< 5
	Total	0.0 (0/27)	0	0	27	< 5	< 5
Skin	Jan.	33.3 (3/ 9)	0	3	6	26	11
	April	12.5 (1/ 8)	0	1	7	12	< 5
	Sept.	0.0 (0/10)	0	0	10	< 5	< 5
	Total	14.8 (4/27)	0	4	23	26	5±1

[1] Strongly toxic, 100~999 MU/g; Weakly toxic, 10~99 MU/g; Non-toxic, < 10 MU/g.

[2] The numbers in parenthesis represent toxic specimens/total specimens. "Toxic" defined here is ≥ 10 MU/g.

었다. 실험에 사용한 시료의 정소에서 10 MU/g 이상의 독이 검출된 개체는 없었으며, 난소에서만 독이 검출되어 암컷에서 유독개체 출현율은 30.0% (3/10)이었다(Fig. 1). 加納 等[3]은 東京市場에서 유통중인 자주복의 난소에서 유독개체 출현율은 65.2%, 최고 독성치 820 MU/g으로 보고하였고, 谷[1]은 北九州産에서 각각 64.1% 및 500 MU/g으로 보고하여 본 조사 결과와는 다소 차이를 나타내었다. 이러한 것은 지역적인 차이뿐 만 아니라 본 조사가 1월, 4월 및 9월에 실시된 반면, 加納 等[3]은 抱卵期에 해당하는 12~3월에 실시하여 조사시기에 따른 차이도 있을 것으로 사료된다.

껍질의 경우 유독개체 출현율은 14.8% (4/27)이었고, 최고 독성치는 26 MU/g(성별 미확인 개체), 평균 독성치는 5±1 MU/g이었다. 암컷의 껍질에서 10 MU/g 이상의 유독개체 출현율은 20.0% (2/10)이었고 최고 독성치는 18 MU/g이었으며, 수컷에서는 각각 12.5% (1/8), 24 MU/g이었다. 한편 실험에 제공된 전 시료어의 근육에서는 5 MU/g 이상의 독성이 검출되지 않았다.

따라서 자주복의 부위별 평균독성은 생식소가 가장 강하였고, 다음이 간장, 껍질 순이었으며, 유독개체 출현율도 생식소에서 약간 높았고 간장과 껍질은 같았다. 또 간장과 생식소에 함유된 독성은 성별에 따른 차이가 있어 수컷보다 암컷이 더 유독한 경향이었다. 그러나 Jeong et al.[10]은 부산시내의 자갈치 어시장에서 구입한 자주복 10개체의 간장, 생식소, 껍질 및 근육에서는 독성이 전혀 검출되지 않았다고 보고하여 본 조사결과와는 차이가 있었는데 이것은 Kanoh et al.[12]이 지적한 바와 같이 동일 시장에서도 어획시기와 장소에 따라서 유독개체의 출현빈도와 독성에 상당한 변동이 있기 때문인 것으로 사료된다.

또한 본 조사에서 나타난 자주복의 독성을 우리 나라에서 조사된 다른 복어류와 비교하면 까치복,[6] 황복[8] 및 국매리복[9] 보다는 대체로 약하였으나 까칠복[7]과는 비슷하였고 흰밀복[10]보다는 약간 높은 수준이었다.

이상에서 부산시내 수산시장에서 유통되고 있는 자주복은 주로 가식하는 부위인 근육과 껍질에서 거의 독이 검출되지 않거나 약한 독성이 검출되어 식품 위생상 비교적 안전한 종으로 판단되었다. 그렇지만 간장과 난소는 독성이 강하여 취급시 주의가 따라야 할 것으로 생각된다. 또한 복어독의 사람에 대한 최소 치사량은 약 10,000 MU라고 하는데[11] 본 조사에서 나타난 160 MU/g의 간장은 60 g 정도만 섭취하여도 치사량에 이르게 되므로 일본에서와 같이 자주복의 간장을 섭취하는 경우[3]에는 특히 주의하여야 할 것으로 사료된다.

계절별 독성

어획시기에 따른 자주복의 부위별 독성은 간장의 경우 유독개체 출현율이 1월 시료에서 33.3% (3/9), 4월 시료에서 12.5% (1/8)이었고 9월 시료에서는 나타나지 않았으며, 최고 독성치는 4월 시료에서 검출되었다. 생식소의 경우에도 1월과 4월 모두 25.0%의 출현율을 나타내었고 9월 시료에서는 검출되지 않았으며, 최고 독성치는 4월 시료에서 나타났다. 껍질의 유독개체 출현율과 독성은 1월(33.3%, 평균독성 11 MU/g)이 4월(12.5%, <5 MU/g)에 비하여 약간 높은 경향을 나타내었다(Table 2).

복어의 독성이 부위나 계절에 따라 현저한 차이를 나타내는 것은 이미 알려져 있으며, 보통 抱卵期에 가장 강하게 되는데 이 시기에 있어서도 자주복 간장의 독성은 조사대상 시료의 약 半數가 無毒이었으며, 유독한 것도 弱毒에서 猛毒까지 다양한 것으로 보고되어 있다.[13] 본 조사에서도 자주복의 산란기가 봄철[2]인 점을 감안하면 주로 抱卵期에 해당하는 1월 및 4월 시료의 난소와 간장에서 독성이 검출되었고 또 개체별 독성의 차이가 심하였던 것도 이와 같은 경향이었다.

국문 요약

우리 나라에서 유통되고 있는 자주복의 독성을 조사하기 위하여 1995년 1월, 4월 및 9월에 부산시내 자갈치 어시장에서 총 27개체를 구입하여 부위별 독성을 조사하였다. 간장의 경우 독성이 10 MU/g 이상인 유독개체 출현율은 14.8%, 최고 독성치는 160 MU/g, 평균 독성치는 7±6 MU/g(평균치±표준오차)이었다. 생식소의 경우는 각각 16.7%, 600 MU/g 및 50±35 MU/g 이었고, 껍질에서는 각각 14.8%, 26 MU/g 및 5±1 MU/g이었다. 그러나 근육에서는 독이 검출되지 않았다. 계절에 따른 독성은 1월 및 4월의 일부시료에서는 유독부위가 있었으나 9월에는 시료어의 전 부위에서 독성이 검출되지 않았다. 자주복의 독성은 부위나 계절에 따른 차이가 있지만 주 가식부인 근육과 껍질에서는 거의 독이 검출되지 않거나 약한 독성이 검출되어 식품 위생상 비교적 안전한 종으로 판단되었다.

참고문헌

1. 谷 嚴: 日本産フグの中毒學的研究. 帝國圖書, 東京, pp. 1-103 (1945).
2. 정문기: 韓國魚圖譜. 일지사, 서울, pp. 599-602 (1986).
3. 加納碩雄, 野口玉雄, 大塚正人, 橘本周久: カラス *Fugu rubripes chinensis*とトラフグ *Fugu rubripes rubripes*の毒力の比較. 食衛誌, **25**, 436-439 (1984).
4. 野口玉雄, 金東洙, 加納碩雄, 淺川學, 齊藤俊郎, 多部田修, 橘本周久: ナシフグ *Fugu vermicularis radiatus*の毒性の地域差. 食衛誌, **32**, 149-154 (1991).
5. 加納碩雄: 脊椎動物におけるフグ毒の分布. In フグ毒研究の最近の進歩(橘本周久編). 恒星社厚生閣, 東京, pp. 32-44 (1988).
6. Kim, H.D., Jeong, D.Y. and Kim, D.S.: Difference of toxicities among tissues in the pufferfish *Fugu xanthopterus* ("Ggachibog"). *Bull. Korean Fish. Soc.*, **24**, 363-368 (1991).
7. 김경찬, 박진우, 이명자, 김상록, 김동수, 김현대, 박영호: 시판되고 있는 까칠복(*Fugu stictonotus*)의 독성. 한수지, **28**, 31-34 (1995).
8. 전중균, 유재명: 한국산 복어의 독성 1. 황복의 부위별 독성. 한수지, **28**, 137-140 (1995).
9. 전중균, 유재명: 한국산 복어의 독성 2. 국매리복의 독성. 한수지, **28**, 141-144 (1995).
10. Jeong, D.Y., Kim, D.S., Lee, M.J., Kim, S.R., Byun, D.S., Kim, H.D. and Park, Y.H.: Toxicity of several puffers collected at a fish market of Pusan, Korea. *Bull. Korean Fish. Soc.*, **27**, 682-689 (1994).
11. 河端俊治: フグ毒. In 食品衛生檢查指針II(厚生省環境衛生局編). (社)日本食品衛生協會, 東京, pp. 231-240 (1978).
12. Kanoh, S., Noguchi, T., Maruyama, J. and Hashimoto, K.: Toxicity of the pufferfish *Fugu pardalis* ("Higan-fugu") landed at Tokyo metropolitan central wholesale market. *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.*, **50**, 985-990 (1984).
13. 橘本芳郎: 魚貝類の毒. 學會出版センター, 東京, pp. 74-89 (1983)