수산식품과 기생충

Seafood and Parasites

김태임 · 양현종[1] · 조정화[2] · 주인선[2] · 홍성종*

Tae Im Kim · Hyun-Jong Yang[1] · Jeong-Hwa Cho[2] · In-Sun Ju[2] and Sung-Jong Hong*

중앙대학교 의과대학 환경의생물학교실, [1]이화여자대학교 의학전문대학원 기생충학교실, [2]식품의약품안전청

Department of Medical Environmental Biology, Chung-Ang University College of Medicine, Seoul, Korea

[1]Departments of Parasitology, Ewha Womans University School of Medicine, Seoul, Korea

[2]Korea Food and Drug Administration, Korea

경제 성장에 따라 소득 증가와 원양어업의 발달 등의 이유로 국민이 선호하는 육류의 종류가 돼지고기, 쇠고기에서 생선으로 옮겨가고 있다. 해산 어종은 물론 담수산 어종의 소비도 상당히 많은 양이 소비되고 있다. 이에 따라 최근 우리나라에서 어류매개성 기생충감염이 빈번하게 발생되고 있다. 그 예로 해산 어류를 회로 섭취하면 아니사키스, 광절열두조충에 감염될 수 있고, 민물고기를 날로 먹거나 덜 익혀 먹을 경우 간흡충, 요코가와흡충 등의 기생충에 감염되기도 한다. 또한 자연산 민물게로 게장을 담가서 충분히 숙성시키지 않고 먹으면 폐흡충에 감염될 수 있다.

기생충에 의한 직접적인 인체 감염뿐만 아니라 수산식품에 들어 있는 사멸한 기생충은 이종 단백질로서 식품을 섭취한 사람에게 피부 알러지나, 식중독과 유사한 소화기 장애를 일으키기도 한다. 이에 수산식품의 기생충 오염을 예방하고, 오염된 기생충의 감염력을 최소화하여 안전한 한국인 먹거리가 유통되도록 관리하는 방안에 대하여 소개하고자 한다.

1. 아니사키스 유충 (Anisakid larvae)

인체 아니사키스증(human anisakiasis)은 해산 포유동물에 성충으로 기생하는 회충류의 제3기 유충이 해산어류나 두족류 (cephalopods)를 통하여 사람이 감염된 것을 가리킨다. 인체감염은 주로 고래회충(*Anisakis simplex*), 향유고래회충(*Anisakis physeteris*), 물개회충(*Pseudoteranova decipiens*)의 유충이 일으키는 것으로 알려져 있다. 유충은 원통형이며 길이는 약 20-35 mm이고 직경은 0.3-1 mm 이다.

종숙주인 고래, 돌고래, 물개 등의 해산 포유류의 대변에 섞여 나온 충란이 해수에서 발육, 탈각하여 제2기 유충이 된다. 이 유충이 제1중간숙주인 해산 새우류에 먹힌 후 탈피하여 제3기 유충이 된다. 제2중간숙주인 각종 해산 어류와 두족류가 새우를 잡아먹으면 유충은 소화관을 뚫고 복강으로 이동하여 내장기관의 표면에 붙어 있다가 종숙주가 제2중간숙주를 잡아먹으면 위벽에 박혀서 성충으로 발육한다. 사람은 제2중간숙주를 익히지 않고 먹을 때 감염되고, 인체에 병

*Corresponding Author: Sung-Jong Hong
Department of Medical Environmental Biology,
Chung-Ang University College of Medicine, Dongjak-gu, Seoul 156-756, Korea
Tel: +82 2-820-5683, Fax: +82 2-820-1123, E-mail: hongsj@cau.ac.kr

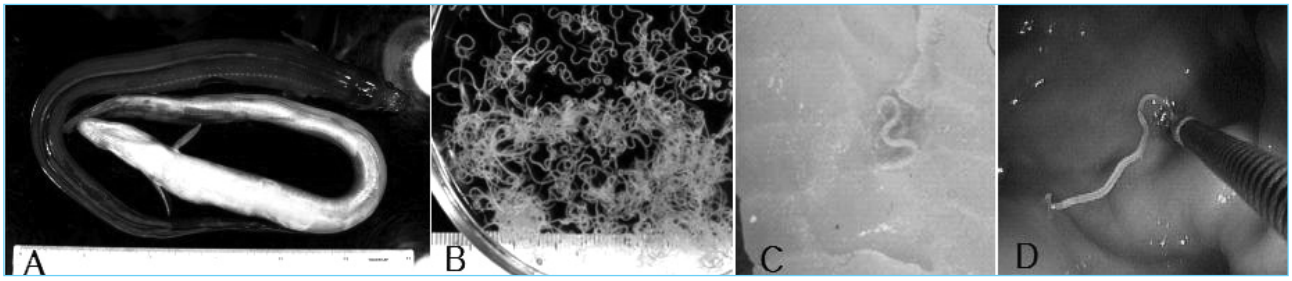

그림 1. 아니사키스 유충과 인체감염.
A, 붕장어. B, 분리 수집된 아니사키스 유충. C, 어육에 들어 있는 아니사키스 유충. D, 위벽을 침투하는 아니사키스 유충을 내시경으로 집어내는 과정.

변을 초래한 아니사키스 유충은 인체 내에서 제3기 혹은 제4기 유충 상태로 머물다가 사멸한다.

가. 인체 아니사키스증

감염된 사람에서 아니사키스 유충은 위와 장관의 점막 및 점막하층을 침입하거나 뚫고 이동할 수 있다. 그래서 식중독과 유사한 심한 상복부통, 오심, 구토 등 여러 소화기 증상을 일으킨다. 이 유충 감염증은 내시경 검사로 위벽을 침입하는 충체를 확인하여 진단되며 침투하고 있는 유충을 제거하여 치료한다(그림 1).

나. 해산 어류의 아니사키스 유충 감염상과 인체 감염례

고래회충 유충은 우리나라 연안에서 어획되는 대부분의 해산어류 및 두족류에서 발견된다. 서해에서 잡힌 황조기(*Pseudosciaena manchurica*)에서는 마리당 평균 35.6 마리 아니사키스 유충이 발견되었다. 경남 기장, 충무 및 강원도 속초에서 구입한 멸치(*Engrauris japonica*)의 6.9%에서도 유충이 발견되었다. 또 노량진 수산시장에서 판매되는 붕장어(*Astroconger myriaster*)의 57.5%에서 아니사키스 유충이 발견되었다. 2011년에 부산지역 어시장에서 판매되는 43종의 해산어류 및 두족류의 아니사키스 유충 양성율이 34.3%에 달하는 것으로 보고되었다. 또한 강원도 남대천에서 잡힌 연어(*Oncorhynchus keta*) 120 마리 모두에서 아니사키스 유충이 발견되었다. 이처럼 우리나라 수산시장에서 판매되고 있는 해산어류 및 두족류의 아니사키스 감염률은 높게 유지되고 있다. 이러한 각종 어류의 높은 유충감염률 때문에 해산 어류를 날 것으로 먹거나 소금에 절여 먹는 식습관이 있는 우리나라에서 아니사키스증 환자가 지속적으로 발생되고 있다. 1971년에 첫 번째 감염례가 보고된 이후, 현재까지 약 500례 이상의 인체 감염이 보고되었다. 그러나 최근 아니사키스증 인체증례는 특이한 장기나 조직을 침범하거나 감염경로가 특이한 증례를 보고하기 때문에 보고되지 않은 증례가 더 많이 있을 것으로 예상되며 실제 감염률은 더 높을 것으로 보인다. 따라서 아니사키스 감염을 예방하기 위한 구체적인 대책을 강구하는 것이 요구된다.

2. 광절열두조충 (*Diphyllobothrium* spp.)

광절열두조충 (*Diphyllobothrium* spp.)은 어류를 통해 인체 감염증을 일으키는 중요한 조충류이다. 전 세계적으로 분포하며 약 13종의 *Diphyllobothrium* spp.가 인체감염을 일으키고 있다. 국내 인체 감염례는 주로 광절열두조충(*D. latum*)에 의한 것이다. 형태학적으로 광절열두조충은 길이가 2-15 m이며, 직사각형으로 폭이 넓은 편절 약 3,000개가 연결되어 있다.

성충은 사람을 포함한 종숙주의 소장에 기생하며 하루에 충란을 100만개 이상 산란한다. 대변을 통해 외계로 배출된 충란은 물속에서 섬모유충(coracidium)으로 발육하고 탈각하여 물속을 유영한다. 제1중간숙주인 물벼룩 등의 수서 갑각류에 먹히면, 이 유충은 원미충(procercoid)로 자란다. 먹이사슬을 따라 감염된 제1중간숙주를 제2중간숙주인 담수어나 반염수어가 포식하면 원미충은 충미충(plerocercoid)으로 발육한다. 어류의 피하조직이나 근육에 들어있는 충미충

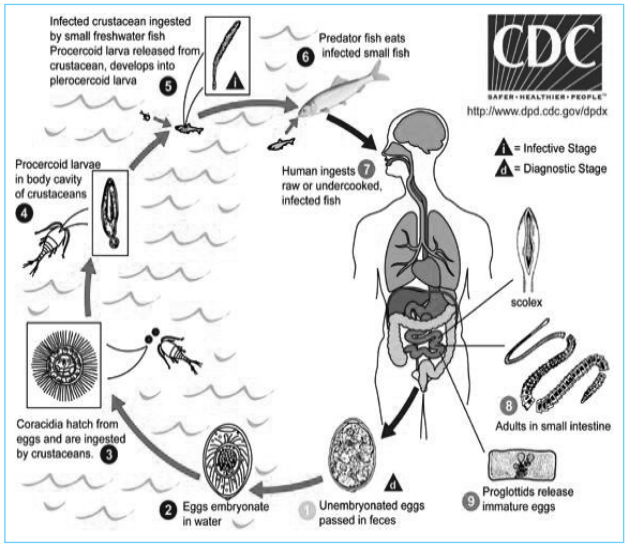

그림 2. 광절열두조충의 생활사. http://www.dpd.cdc.gov/dpdx/HTML/ImageLibrary/Diphyllobothriasis_il.htm

이 종숙주에 섭취되면 소장에서 성충으로 성장한다(그림2). 사람은 광절열두조충의 중요한 종숙주이다. 광절열두조충은 사람 소장에서 10-20년 동안 기생 할 수 있다.

가. 인체 광절열두조충증

광절열두조충에 감염된 사람의 경우, 자각 증상 없이 지내는 경우가 많다. 일시적으로 식욕부진, 메스꺼움, 구토, 설사, 복통 등 비특이적인 소화기 증상을 나타날 수 있다. 하지만 충체의 길이가 길기 때문에 충체가 덩어리를 지으면 소장을 폐쇄할 수 있다. 드물게 소장상부에 광절열두조충이 기생할 경우, 비타민B12 결핍을 일으켜서 열두조충성 빈혈(tapeworm pernicious anemia)이 나타날 수 있다. 진단은 대변검사로 충란을 검출하거나 자연 배출된 편절을 환자가 병원으로 가져올 경우 확인하면 된다. 치료는 praziquantel을 5-10 mg/kg, 1회 복용하면 구충된다.

나. 해산 어류의 광절열두조충 충미충 감염상과 인체 감염례

사람은 충미충에 감염된 어류를 회, 훈제, 반염장하여 먹을 때 감염된다. 우리나라에서는 연어, 송어, 가숭어 등을 먹고 감염된 증례가 보고되었다. 과거 광절열두조충증은 국내에서는 희소하게 감염되는 기생충증의 하나였다. 하지만 최근에는 감염증례 보고가 증가되는 추세이며 총 48례가 보고되었다.

인체 감염이 증가되고 있지만 국내에서 해산어류 및 담수회유어류의 광절열두조충 충미충 감염현황에 대한 조사 연구는 찾아보기 어려운 실정이다. 해외 연구결과에 따르면 제2중간숙주의 광절열두조충 충미충 감염율이 높게 유지되고 있음을 알 수 있다. 일본의 자연산 연어(*Oncorhynchus* spp.) 21.4%에서 동해긴촌충(*D. nihonkaiense*)의 충미충이 발견되었다. 칠레에서는 무지개송어(*O. mykiss*) 93.5%가 광절열두조충의 충미충에 감염되었다. 최근 우리나라에서 어류 및 수산식품의 소비가 증가하고 있는 만큼 제2중간숙주의 감염현황 파악과 인체감염예방대책이 마련되어야 할 것이다.

3. 해산어류의 인체 감염 기생충 제어

해산어류의 생식 증가, 염장 및 훈제된 수산식품 소비가 증가하면서 아니사키스 및 광절열두조충의 인체 감염례가 증가되고 있다. 식품안전을 강화, 향상시키기 위하여 이 기생충들의 감염원을 제어하기 위한 여러 가지 처리 방법이 연구되고 있다.

다른 병원성 미생물들과는 달리, 아니사키스 유충과 광절열두조충의 충미충은 후생동물(metazoa)로 수많은 세포로 구성되어 있기 때문에, 일반적으로 냉동과 열처리에 매우 취약하다. 미국 FDA (Food and Drug Administration)와 유럽 EFSA (European Food Safety Authority)는 어류 및 두족류를 통해 감염을 일으키는 기생충에 대한 가이드라인을 시행하고 있다. 미국 FDA의 가이드라인은 아래와 같다.

(1) 열처리

- 수산물을 조리할 때에는 생선의 내부 온도가 60-70°C 이상 되도록 가열하여 조리한다.
- 수산물을 -20°C 이하에서 7일간 혹은 -35°C 이하에

서 15시간 동안 냉동시킨다.

(2) 염장 및 고압처리

이외에도 염장, 초고압처리 등의 방법을 사용하여 기생충을 사멸시키고자 하는 연구 보고가 있다. 청어에 들어있는 아니사키스 유충은 8-9% 소금에 6주 동안, 6-7% 소금에는 10-12주 동안 염장하면 사멸하였다. In vitro에서 진행된 초고압처리 실험에서는 414 MPa로 30-60초, 276 MPa로 90-180초 처리하면 아니사키스 유충은 사멸되었다.

4. 간흡충 (*Clonorchis sinensis*)

간흡충증은 우리나라를 비롯하여 중국, 베트남, 대만, 러시아 동부 등에 유행한다. 이 지역에서 약 200만 명이 간흡충 감염위험에 노출되어 있으며 약 2천만 명이 감염되어 있다. 우리나라에는 간흡충 감염자가 약 130만 명 있을 것으로 추산된다. 중국은 광동성, 광서성, 흑룡강성이 농후유행지이며, 우리나라는 낙동강유역이 유행지이다.

간흡충증 유행지에서 주민들은 민물고기를 생식하거나 덜 익히고 먹어서 간흡충에 감염된다. 생선회를 먹지 않는 어린이나 주부의 경우, 민물고기를 손질한 취사도구에 오염된 간흡충 피낭유충을 섭취하여 감염된다. 위를 거쳐서 소장 상부에 다다른 피낭유충은 탈낭한다. 탈낭된 유약충은 담즙주성을 가지고 이동하여 인체 내 기생부위인 간내담도로 들어서 성충으로 성장한다. 간흡충은 길이가 1-2.5 cm이고, 버드나무 잎 모양이며 납작하다(그림 3). 사람 담도에서 간흡충 성충의 수명이 10년 이상이다.

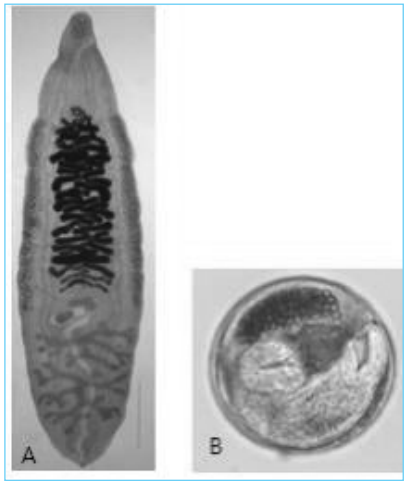

그림 3. 간흡충 발육단계.
A, 성충. B, 피낭유충.

간흡충 성충은 사람을 비롯한 포유동물의 담도에 기생하면서 담즙의 흐름을 저해하여 폐쇄성 황달을 일으키고, 급·만성 간염, 상복부 둔통, 간경화, 소화불량, 설사, 복부팽만, 전신쇠약 등의 증상을 유발한다. 간흡충증 유행지 주민에서 담관암 발생빈도가 비유행지보다 더 높으며 간흡충이 그 원인체이다.

간흡충증 유행지에서 주민들은 사회 활동의 일부분으로 민물고기 회를 먹게 되는데 이를 통해서 간흡충에 반복적으로 감염이 된다. 세월이 지나면서 담도 내에 간흡충이 축적되면서 담도와 주위 간에 병변이 서서히 진행된다. 주민들은 간흡충 감염이 장기간에 걸쳐서 만성적으로 일어나고 있어서 간흡충으로 인해서 발현되는 자각증상을 별로 느끼지 못하면서 생활한다. 간흡충증은 식습관, 관습, 사회 활동 등 지역 문화와 밀착되어 있는 풍토병이다.

가. 민물고기의 간흡충 피낭유충 감염상

사람의 간흡충 감염원은 민물고기이다. 간흡충 유행지의 강과 하천, 연못, 저수지에 서식하는 민물고기는 거의 모든 종이 간흡충 피낭유충을 가지고 있다. 따라서 간흡충증 유행지에서는 어떤 민물고기라도 날로 먹으면 간흡충에 감염될 위험성이 있다. 민물고기 중 잉어과에 속하는 민물고기가 간흡충 피낭유충 감염률이 높아서 인체 감염원이 된다. 그 중에 작은 민물고기인 참붕어, 돌고기는 하천에 자생하며 피낭유충 감염률이 가장 높고, 한 마리당 피낭유충 수도 가장 많다. 모래무지, 누치, 납자루, 피라미와 같은 작은 어류의 간흡충 피낭유충 감염율도 높은 편이다(그림 4). 사람들은 이런 작은 어류를 생선회로 선호하지 않는 편이다.

그런데 사람들이 회로 먹는 어종은 주로 크기가 큰 민물고기로 잉어, 백련어, 향어, 붕어 등이다. 큰 민물고기들은 주로 양어장에서 양식되며 간흡충 피낭유충 감염률이 낮다. 하지만, 장기간에 걸쳐 민물고기 회를 먹게 되면 적은 수이지만 간흡충에 반복감염되고, 간흡충이 담도에 축적되어 만성감염이 유지된다. 이렇게 만성적으로 반복감염이 일어나면 간흡충에 중감염 (heavy infection)되고 담관과 간에 전형

그림 4. 잉어과 민물고기. 간흡충 인체 감염원.

적인 간흡충증 병변이 발생하게 된다.

나. 민물고기의 간흡충 피낭유충 검출법

민물고기에서 간흡충 피낭유충은 주로 근육에 분포하며, 척추 아래보다 윗부분에 더 많이 분포한다. 근육압평검사법은 물고기 근육을 얇게 떼어 내어 슬라이드 2장 사이에 넣고 눌러서 압평표본을 만든 다음 해부현미경으로 피낭유충을 검출한다. 이 검사법은 정확도가 낮고 정량검사가 어렵다. 인공소화법은 물고기를 마쇄하고 인공소화액으로 소화시킨 후, 침사를 생리식염수로 세정하고 해부현미경하에서 간흡충 피낭유충을 확인, 분리, 수집한다. 이 검사법은 피낭유충을 정확하게 동정할 수 있으며 정성검사 및 정량검사를 할 수 있다. 반면에 시약과 장비가 필요하고 시간이 더 많이 소요된다. 인공소화법이 물고기의 피낭유충 검사의 기준검사법으로 활용되고 있다.

최근 새롭게 개발된 유전자검출법으로 PCR법, LAMP법이 있다. 먼저 민물고기 근육 (피낭유충 포함)에서 DNA를 추출한다. 피낭유충 유전자 특이 primer들을 사용하여 PCR 혹은 LAPM로 피낭유충 표적 유전자를 증폭시켜서 민물고기의 간흡충 피낭유충 감염여부를 판별한다.

5. 민물고기의 피낭유충 저감화

가. 민물고기의 간흡충 피낭유충 저감화

민물고기에 들어 있는 간흡충 피낭유충의 감염력을 무력화시키는 가장 확실한 방법은 65℃ 이상으로 가열하는 것이다. 가열하면 신선한 생선이 감칠맛을 잃어서 상품가치가 떨어진다. 생선의 신선도를 유지하면서 피낭유충의 감염력을 저하시키는 방법으로 냉동법과 방사선조사법이 있다.

1) 액화질소냉동법

참붕어, 돌고기와 같이 작은 물고기는 액화질소에 30초 이상 담그면 완전하게 냉동되며 간흡충 피낭유충이 감염력을 상실하게 된다. 붕어, 잉어와 같이 크기가 큰 물고기들은 5분 동안 액화질소에 담가 두어야 완전하게 냉동되고 간흡충 피낭유충이 감염력을 잃게 된다.

2) 냉동법

참붕어와 같은 작은 물고기를 −12℃에 20일 동안 냉동시키면 간흡충 피낭유충이 감염력을 상실하게 된다. 하지만 −12℃에 15일 동안, 혹은 −20℃에 7일 동안 냉동시켰을 경우에는 간흡충 피낭유충이 감염력을 유지하고 있게 된다.

3) 방사선조사법

방사선조사는 생선의 신선도를 유지하면서 병원체의 생존에 불리한 영향을 가하여 감염력을 제어할 수 있는 처리방법이다.

참붕어와 같이 작은 물고기에 감마선을 100 Gy 조사하면 간흡충 피낭유충 99% 이상이 감염력을 상실한다.

나. 민물고기의 간흡충 피낭유충 감염 예방

민물고기가 간흡충을 비롯한 인체 감염 흡충의 피낭유충에 감염되지 않도록 미리 차단하는 것이 피낭유충에 감염된 민물고기를 저감화하는 것보다 수월하고 효과적일 것이다. 사람과 동물의 배설물이 하천과 연못을 오염시키지 않도록 깨끗하고 위생적으로 처리되어야 한다. 양어장을 인분 오염

과 보유숙주로 알려진 동물 접근으로부터 보호하는 방지시설을 설치할 필요가 있다. 지속적인 관리사업으로 간흡충 감염자들을 구충제로 치료하여 환경에 간흡충 충란이 공급되는 양을 줄이거나 차단해야 한다.

간흡충 감염은 사람들이 적극적으로 민물고기 회를 즐김으로서 발생한다. 그러므로 가장 확실한 간흡충 감염에 대한 예방법은 민물고기 회를 먹지 않는 것이다. 보건교육을 통해서 유행지 주민들이 민물고기를 회로 먹지 않기로 생각을 바꾸도록 지속적으로 도와주는 것이다. 보건교육 내용은, 맑고 깨끗한 물에 사는 물고기라도 대부분 간흡충 피낭유충을 가지고 있다는 사실과 회로 먹으면 간흡충에 감염되므로 익혀서 먹어야 한다, 간흡충은 만성적으로 건강을 위협한다는 경고 사항 등을 포함해야 한다.

6. 감사의 글

본 연구는 식품의약품안전청의 2012년 용역연구사업의 연구비 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다(12162 식품안012).

참고 문헌

1. Sohn, W.M., Chai J.Y. Anisakiosis, Oxford Textbook of Zoonoses: Biology, Clinical Practice, and Public Health Control, Oxford University Press, 774-786, 2011
2. Chai J.Y., Chu Y.M., Sohn W.M., Lee S.H. Larval anisakids collected from the yellow corvina in Korea, Korean J Parasitol. 24(1):1-11, 1986
3. Song S.B., Lee S.R., Chung H.H., Han N.S. Infection status of anisakid larvae in anchovies purchased from local fishery market near southern and eastern sea in Korea. Korean J Parasitol 33(2):95-99, 1995
4. Chai J.Y., Cho S.R., Kook J., Lee S.H. Infection status of the sea eel (*Astroconger myriaster*) purchased from the Noryangjin fish market with anisakid larvae. Korean J Parasitol 30(3):157-162, 1992
5. Choi S.H., Kim J., Jo J.O., Cho M.K., Yu H.S., Cha H.J., Ock M.S. *Anisakis simplex* larvae: infection status in marine fish and cephalopods purchased from the Cooperative Fish Market in Busan, Korea. Korean J Parasitol 49(1):39-44, 2011
6. Setyobudi E., Jeon C.H., Lee C.H., Seong K.B., Kim J.H. Occurrence and identification of Anisakis spp. (Nematoda: Anisakidae) isolated from chum salmon (*Oncorhynchus keta*) in Korea. Parasitol Res 108(3):585-592, 2011
7. Kim C.H., Chung B.S., Moon Y.I., Chun S.H. A case report on human infection with Anisakis sp. in Korea. Koeran J Parasitol 9:39-43, 1971
8. Chai J.Y. 국내 기생충 질환의 변천, 감염과 화학요법. 39(2, suppl):S156-S172 (2007)
9. Choi H.J., Lee J., Yang H.J. Four human cases of *Diphyllobothrium latum infection*. Korean J Parasitol 50(2):143-146, 2012
10. Suzuki J., Murata R., Sadamasu K., Araki J. Detection and identification of *Diphyllobothrium nihonkaiense* plerocercoids from wild Pacific salmon (Oncorhynchus spp.) in Japan. J Helminthol 84(4):434-440, 2010
11. Torres P., Puga S. Comparative efficacy of candling and glass plate compression for detection of diphyllobothriosis in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) musculature. Rev Sci Tech 30(3):831-837, 2011
12. Food and Drug Administration, USA. Fish and Fishery Products Hazards and Controls Guidance. 2011. available to http://www.fda.gov/food
13. Karl, H., Roepstorff A, Huss HH, Bloemsma B. Survival of Anisakis larvae in marinated herring fillets. Int J Food Sci Technol 29: 661-670, 1995
14. Molina-García A.D., Sanz P.D. Anisakis *simplex* larva killed by high-hydrostatic-pressure processing. J Food Prot 65(2):383-388, 2002
15. Cai, X.Q., Xu, M,J., Wang, Y.H., Qiu, D.Y., Liu, G.X., Lin, A., Tang, J.D., Zhang, R.L. and Zhu, X.Q. (2010) Sensitive and rapid detection of Clonorchis sinensis infection in fish by loop-mediated isothermal amplification (LAMP). Parasitol Res 106: 1379-1383.
16. Fan, P.C. (1998) Viability of metacercariae of Clonorchis sinensis in frozen or salted freshwater fish. Int J Parasitol 28: 603-605.
17. Lun, Z.R., Gasser, R.B., Lai, D.H., Li, A.X., Zhu, X.Q., Yu X.B. and Fang, Y.Y. (2005) Clonorchiasis: a key foodborne zoonosis in China. Lancet Infect Dis 5: 31-41.
18. Muller, B., Schmidt, J. and Mehlhorn, H. (2007) Sensitive and species-specific detection of Clonorchis sinensis by PCR in infected snails and fish. Parasitol Res 100: 911-914.
19. Parvathi, A., Kumar, H.S., Prakasha, B.K., Lu, J., Xu, X., Hu, W., Feng, Z., Karunasagar, I. and Karunasagar, I. (2007) *Clonrchis sinensis*: development and evaluation of nested polymerase chain reaction (PCR) assay. Exp Parasitol 115: 291-295.
20. Rim, H.J. (1986) The current pathobiology and chemotherapy of clonorchiasis. Korean J Parasitol 24 (Suppl): 26-86.