

선천성 담도폐쇄증에서 ^{99m}Tc DISIDA 신티그라피의 진단정확성

서울대학교병원 핵의학과, 소아과*

현인영 · 이동수 · 이경한 · 김종호 · 정준기
서정기* · 이명철 · 고창순

= Abstract =

Diagnostic Accuracy of ^{99m}Tc -DISIDA Scintigraphy in Biliary Atresia

In Young Hyun, M.D., Dong Soo Lee, M.D., Kyung Han Lee, M.D., Jong Ho Kim, M.D.,
June-Key Chung, M.D., Jung Key Suh, M.D.*, Myung Chul Lee, M.D.,
and Chang-Soon Koh, M.D.

*Departments of Nuclear Medicine and Pediatrics**
Seoul National University Hospital, Seoul, Korea

We evaluated the diagnostic accuracy of ^{99m}Tc -DISIDA scintigraphy as a mean of differentiating biliary atresia from neonatal hepatitis. ^{99m}Tc -DISIDA scintigraphy was visually interpreted by assessing the presence or absence of radioactivity in the intestine or gall bladder. In patients without intestinal radioactivity, we measured the hepatic retention index and the hepatic uptake index. The hepatic retention index was expressed as the amount of change of liver activity from 5 minutes to 30 minutes postinjection. The hepatic uptake index was graded visually with 5 minute images using the following scoring scheme; grade 0(normal hepatic uptake), grade 1(decreased hepatic uptake), grade 2(hepatic uptake equal to cardiac uptake), and grade 3(hepatic uptake less than cardiac uptake). Age, total bilirubin, and hepatic uptake index were compared between the biliary atresia and the neonatal hepatitis group, between neonatal hepatitis patients with and without intestinal radioactivity, and between the biliary atresia and neonatal hepatitis patients with absent intestinal radioactivity. The results were as follows;

1) None of the 30 biliary atresia patients showed intestinal radioactivity, while 31/40 neonatal hepatitis patients showed intestinal radioactivity. The sensitivity, specificity, and accuracy of the presence of intestinal radioactivity for the diagnosis of biliary atresia was 100%, 78%, and 87%, respectively.

2) In patients with absent intestinal radioactivity the mean hepatic retention index was 1.5 ± 0.6 in the 16 biliary atresia patients, and 1.1 ± 0.2 in the 7 neonatal hepatitis patients ($p < 0.01$). All 7 patients with hepatic retention index over 1.5 had biliary atresia. But there were 9 patients with biliary atresia below 1.5.

3) No significant differences were found in age, total bilirubin, or hepatic uptake index between biliary atresia and neonatal hepatitis patients. However there were differences in age, total bilirubin, and hepatic uptake index between neonatal hepatitis patients with and without intestinal radioactivity. The hepatic uptake index was significantly lower, age was

*본 논문은 1994년도 서울대학교병원 임상연구비(01-94-188)의 보조로 이루어졌음.

old, and total bilirubin was low in the group with intestinal radioactivity compared the group without intestinal radioactivity($p < 0.05$). Relation between total bilirubin and the hepatic uptake index was that total bilirubin was relatively low at normal hepatic uptake index in biliary atresia and neonatal hepatitis patients.

4) When hepatic uptake index and hepatic retention index were high it suggest that biliary atresia is more likely, considered relation between hepatic uptake index and the hepatic retention index.

Thus, we conclude that ^{99m}Tc -DISIDA scintigraphy is accurate in the differential diagnosis of biliary atresia and neonatal hepatitis. In patients without intestinal radioactivity, the hepatic retention index and hepatic uptake index, along with the patient's age and total bilirubin level may supplement diagnosis and improve diagnostic accuracy.

Key Words: Biliary atresia, Neonatal hepatitis, DISIDA.

서 론

신생아에서 선천성 담도폐쇄증과 신생아 간염의 감별진단은 매우 중요하다. 그 이유는 선천성 담도폐쇄증은 조기수술, 특히 생후 60일 이내에 시행하여야 수술 후 예후가 좋다고 알려져있기 때문이다¹⁾. 선천성 담도폐쇄증의 정확한 진단방법은 시험적 개복술에 의한 간담도 조영술이지만 신생아간염 환자에서는 수술과 마취에 따르는 위험도를 고려하여야 한다²⁾. 일반적으로는 복부초음파검사, 십이지장액분석검사, ^{99m}Tc -DISIDA 신티그라피등으로 선천성 담도폐쇄증을 진단하고 있다. 복부초음파검사는 비침습적이고 간편한 반면에 진단기준이 담낭의 크기로서, 기능을 직접 평가하는 방법이 아니다. ^{99m}Tc -DISIDA 신티그라피는 방사능이 소장으로 배설되는지 보아서 기능을 직접 평가하는 검사이지만 간실질조직의 손상이 심하여 방사성 동위원소의 간섭취가 매우 저하된 경우에도 소장방사능이 보이지 않아 감별이 어려운 경우가 있다.

이에 저자들은 선천성 담도폐쇄증과 신생아 간염으로 확진된 환아들을 대상으로 ^{99m}Tc -DISIDA 신티그라피의 진단정확성을 살펴본 후 주로 소장방사능이 관찰되지 않아서 진단이 불확실한 경우에 간기능장애의 정도를 환자의 연령, 총빌리루빈치, 간섭취지표로 평가하여 이들 요소의 영향에 따라 간정체지표로 평가한 담즙배설기능 해석이 선천성 담도폐쇄증 진단에 도움이 될지 조사하였다.

대상 및 방법

1. 대 상

1990년 1월부터 1992년 12월까지 서울대학교병원 소아과 및 소아외과에 황달을 주소로 입원하였던 82명의 환아들을 대상으로 하였다. 40명은 수술적 간담도 조영술 및 일년 이상의 경과관찰을 통하여 신생아간염으로, 30명은 수술적 간담도 조영술을 시행하여 선천성 담도폐쇄증으로 확진하였다. 나머지 12명은 수술적 간담도조영술을 거부하였거나 경과를 관찰하지 못한 예들로 최종진단을 얻지 못하여 분석대상에서 제외하였다.

2. 방 법

1) 육안판독

2mCi의 ^{99m}Tc -DISIDA를 정맥주사한 후 Lem 감마카메라를 사용하여 양와위 위치에서 5분, 10분, 20분, 30분 및 60분에 각각 간, 담도계 및 소장부위의 영상을 얻은 후 다음날 24시간의 지연영상을 얻었다. 육안판독으로 24시간 지연영상에 결국 소장 또는 담낭의 방사능이 나타나면 신생아간염, 보이지 않으면 선천성 담도폐쇄증이라고 판독하였다.

2) 간정체지표(hepatic retention index : HRI)

소장 또는 담낭의 방사능이 관찰되지 않았던 선천성 담도폐쇄증 30명과 신생아간염 9명중 5분과 30분의 영상을 같이 비교할 수 있었던 23명에서 자가방사기록법에 쓰이는 영상분석기(Autoradiographic Image Analyzer System)를 이용하여 간의 우엽상부와 심장에서 15×15 , 10×10 화소의 관심영역을 설정하고

간방사능과 심장방사능의 강도를 측정하였다. 심장방사능을 혈액플방사능으로 보고 간방사능에서 빼서 보정한 후, 이 값이 5분에서 30분사이에 변화하는 변화율을 다음과 같이 계산하여 간정체지표(HRI)라고 하였다.

$$\text{간정체지표(HRI)} = \frac{30\text{분의 간방사능강도} - 30\text{분의 심장방사능강도}}{5\text{분의 간방사능강도} - 5\text{분의 심장방사능강도}}$$

3) 간섭취지표(hepatic uptake index : HUI)

5분 영상으로 네등급으로 분류하였다. 간섭취가 정상으로 나타난 경우를 등급0, 간섭취가 감소된 경우를 등급1, 간섭취가 심장풀과 같은 경우를 등급2, 간섭취가 심장풀보다 나쁜 경우를 등급3으로 판정하였다.

4) 환자분석

① 선천성 담도폐쇄증군과 신생아간염군, 신생아간염군에서는 소장방사능이 있는 군과 없는 군을 그리고 선천성 간의 담도폐쇄증과 소장방사능이 없었던 신생아간염군의 각지표 즉 연령과 총빌리루빈과 간섭취지표를 분석하여 Student's t-test로 통계적 차이가 있는지 보았다.

② 선천성 담도폐쇄증군과 신생아간염군에서 연령과 간섭취지표의 상관관계를 비교하고 Spearman's rank correlation 분석방법에 의해 상관계수를 구하고 유의성을 검정하였다.

③ 간정체지표와 간섭취지표를 같이 얻을 수 있었던 23명의 환자에서 상관관계를 비교하였다.

결 과

1. ^{99m}Tc-DISIDA 신티그라피 육안판독의 진단 성적

신생아간염 40명중 31명에서 소장방사능이 관찰되었고, 선천성 담도폐쇄증 30명은 전에에서 소장방사능이 없었다(Table 1). 소장방사능의 유무에 따른 육안판독의 예민도는 100%, 특이도는 78%이었다. 소장방사능이 관찰될 때 예측율은 역시100%이었으며 보이지 않을 경우 음성예측율은 78%이었다. 확진을 못한 12명의 환자에서 10명은 소장방사능이 관찰되었고 2명에서는 소장방사능이 보이지 않았으나, 확진된 70명의 양성 예측도를 고려할 때 분석에서 제외된 12명중 10명은 신생아간염으로 추정할 수 있었다.

2. 간정체지표를 이용한 진단성적

70예중 Table. 1에서 보인대로 39명이 소장방사능이 관찰되지 않았다. 5분 영상을 얻지 못하였던 16예를 제외한 23명의 환자중 선천성 담도폐쇄증 환자가 16명이었는데 측정된 간정체지표가 1.5±0.7이었으며 신생아간염 7명의 1.1±0.2와 비교하여 유의하게 높았다(p<0.01)(Fig. 1). 신생아간염의 간정체지표의 2표준편차 상한값인 1.5보다 높은 간정체지표를 보인 경우는 7예로 모두 선천성 담도폐쇄증이였다. 그러나 간정체지표가 1.5 이하인 16명 중 9예는 선천성 담도폐쇄증 7예는 신생아간염으로, 이들에서는 간정체지표로 구별되지 않았다.

3. 간기능장애를 나타내는 요소분석

1) 간섭취지표

간섭취지표는 전체 70명중 39명에서 얻을 수 있었

Table 1. The Results of ^{99m}Tc DISIDA Scintigraphy in Diagnosis of Biliary Atresia

	Biliary atresia	Neonatal hepatitis
without intestinal radioactivity		
radioactivity	30	9
with intestinal radioactivity	0	31

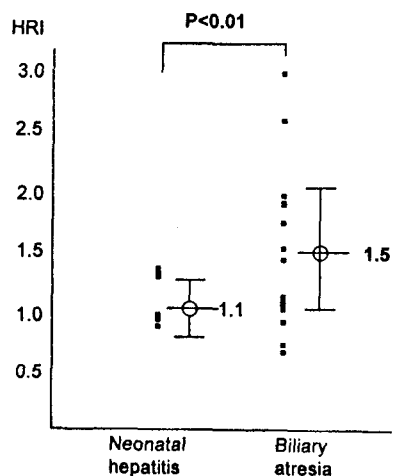


Fig. 1. Comparison of hepatic retention index between biliary atresia and neonatal hepatitis without intestinal radioactivity

다. 신생아간염 24명에서 간섭취지표는 평균 1.1 ± 0.82 이었다. 정상섭취를 보인 등급0인 6명에서는 모두 소장방사능이 관찰되었으나 등급1 또는 2의 경우에는 보인 경우와 보이지 않은 경우 모두 있었고, 등급 3인 군에서는 소장방사능이 관찰되지 않았다. 선천성 담도 폐쇄증 15명의 간섭취지표는 평균 1.3 ± 0.52 로 신생아간염과 비교시 유의한 차이는 없었고 등급3의 심하게 떨어진 간섭취지표는 없었다(Fig. 2).

환아의 연령이 많으면 간기능이 더욱 저하되었을 것이라는 가정을 조사하기 위하여 연령에 따른 간섭취지표 분포를 전체 환아를 대상으로 보았으나 일정한 상관관계가 발견되지 않았다(Fig. 3A). 총빌리루빈치와 간섭취지표의 상관관계도 전체 환아를 대상으로 보면 간섭취도가 정상인 환아의 총빌리루빈치가 상대적으로 낮다는 소견이외에 일정한 상관관계는 관찰되지 않았

다(Fig. 3B). 그러나 신생아간염으로 밝혀진 환아들만을 대상으로 보면 총빌리루빈치와 간섭취지표는 잘 비례하였다(Spearman's correlation coefficient $r = 0.58, p < 0.001$)(Fig. 4).

2) 연령의 영향

신생아간염 40예를 소장방사능이 보이는 31예와 보이지 않는 9예로 나누었을 때 보이는 31예의 연령이 2.1 ± 0.7 개월로 보이지 않는 9예의 연령평균 1.7 ± 0.5 개월보다 많았다($p < 0.01$). 연령이 많을수록 간기능이 나빠서 신생아간염인데도 소장방사능이 보이지 않을 것이라는 추측과 반대되는 결과이었다.

4. 간섭취지표에 따른 간정체지표 분석

소장방사능이 보이지 않았던 선천성 담도폐쇄증 30예와 역시 소장방사능이 보이지 않았던 신생아간염 9예 중 간섭취지표와 간정체지표를 모두 얻을 수 있었던 23예를 분석하였다. 간섭취지표가 높을 때 즉 간기능 저하가 심할 때 간정체지표가 높으면 즉 간섭취에 의한 간정체가 일정이상 수준이면 신생아간염보다 선천성 담도폐쇄증일 가능성이 높았다(Fig. 5).

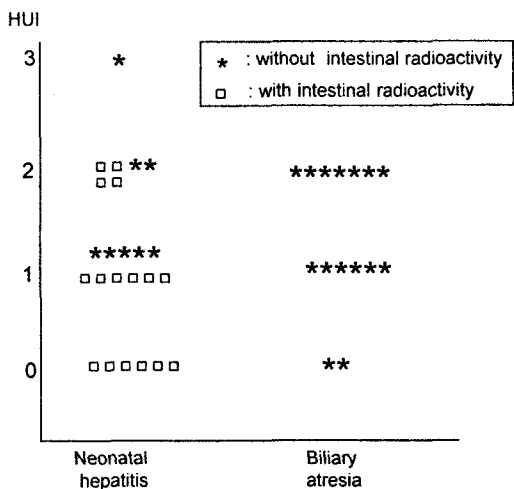


Fig. 2. Comparison of hepatic uptake index between biliary atresia and neonatal hepatitis

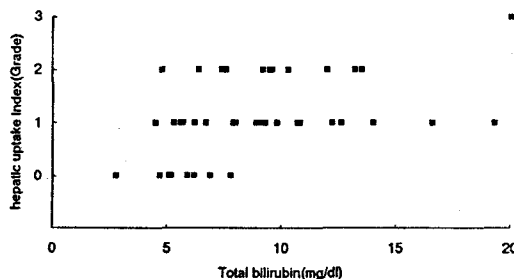


Fig. 3B. Relation between total bilirubin and hepatic uptake index

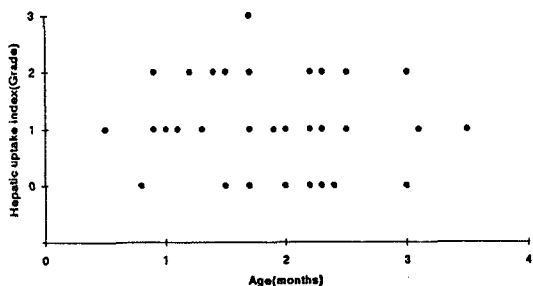


Fig. 3A. Relation between age and hepatic uptake index

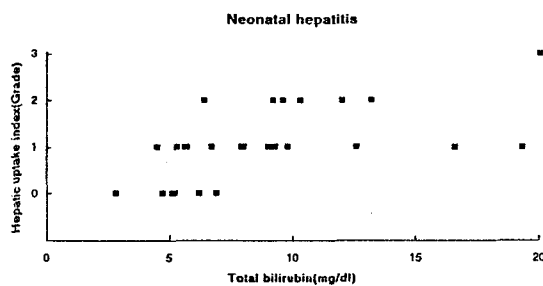


Fig. 4. Relation between total bilirubin and hepatic uptake index in neonatal hepatitis

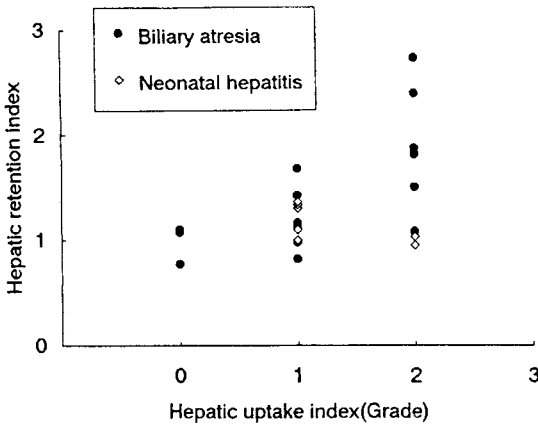


Fig. 5. Comparison of hepatic uptake index and hepatic retention index between biliary atresia and absent intestinal radioactivity with neonatal hepatitis

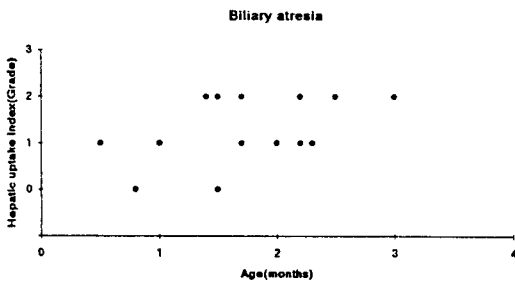


Fig. 6A. Relation between age and hepatic uptake index in biliary atresia

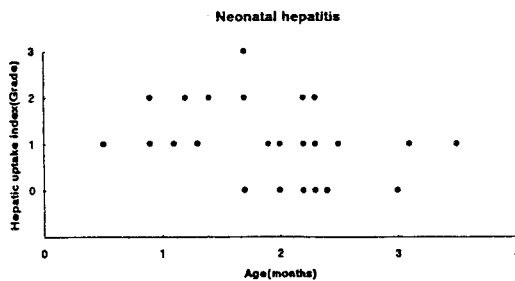


Fig. 6B. Relation between age and hepatic uptake index in neonatal hepatitis

고 찰

신생아간염과 선천성 담도폐쇄증의 예후와 치료방법은 다르며 전자는 자율성질환이고 후자는 치료를 하지

않으면 거의 치명적이다³⁻⁶). 선천성 담도폐쇄증의 확진은 수술적 간담도 조영술이지만, 신생아간염 환아에서는 마취와 시술의 위험부담을 고려하여야 한다. 일반적으로 감별진단에 쓰이는 검사는 주로 ^{99m}Tc -DISIDA 신티그라피, 복부초음파검사⁷⁻⁹), 십이지장액 분석검사¹⁰)등이지만 10%의 환아에서는 정확한 진단을 위하여 수술적 간담도 조영술을 이용하게 된다.

복부초음파검사는 비침습적이지만 담낭의 크기를 주로 관찰하므로 기능을 평가할 수 없다는 문제점이 있었지만 최근에는 지방식에 대한 반응을 같이 고려하여 기능을 간접적으로 관찰할 수 있다고 하였다. 이와 같은 방법을 사용하여 연¹¹)등은 선천성 담도폐쇄증 환아에서 복부초음파를 시행 86.2%에서 담낭이 보이지 않거나 심한 위축조건이 있어서 이 기준을 적용할 때 예민도 86%이라고 보고하여 이 연구의 예민도 100%와 대조되었다.

^{99m}Tc -DISIDA 신티그라피는 황달을 일으키는 심한 간세포질환이거나 담관폐쇄질환에서 정확하게 원인을 규명할 수 있는 검사법으로 보고되었다. 신생아의 황달은 원인에 따라서 간접취정도나 소장내 방사능의 배설에 변화를 보인다고 알려졌다. 신생아간염에서는 정상 간세포들의 손실로 간섭취가 저하되고 방사능의 소장내 배설은 황달의 정도에 따라 영향을 받는다. 선천성 담도폐쇄증에서는 정상 간세포들이 잘 보존된 경우에는 간섭취가 정상이며 방사능의 소장내 배설이 안되는 양상을 보인다고 한다. 하지만 어떤 원인이던지 간조직의 파괴가 극심한 경우에는 방사성동위원소의 간섭취 자체가 저하되어 이들의 감별진단은 어렵다¹²⁻¹⁴). 박등¹⁵)은 신생아간염에서 간섭취가 정상이거나 약간 감소된 경우에는 소장방사능이 보여 선천성 담도폐쇄증을 배제할 수 있었지만 현저히 불량하였던 경우는 소장방사능이 보이지 않았고, 선천성 담도폐쇄증에서도 모두 소장방사능이 보이지 않았다고 하였다. 저자들의 결과는 선천성 담도폐쇄증의 진단에서 100%의 예민도와 78%의 특이도를 얻었지만 소장방사능이 보이지 않았던 신생아간염의 예들이 있어서 소장방사능의 유무에 따른 육안판독의 한계가 되었다.

Majd¹⁶), 박¹⁷)등은 간에서 빌리루빈이나 131-I rose bengal의 배설을 촉진시키는 것으로 알려진 phenobarbital을 일정기간 투여한 후에 ^{99m}Tc -DISIDA 신티그라피를 시행할 경우에는 간섭취가 불량한 신생아간

염 환아에서 방사성동위원소의 소장내 배설이 촉진되어 감별진단에 도움이 된다고 하였다. 저자들의 경우는 거의 모든 환아들이 phenobarbital을 일정기간 투여 후에 ^{99m}Tc -DISIDA 신티그라피를 시행한 결과이었다.

Hitch¹⁸⁾, Leonard¹⁹⁾은 시간에 따른 간과 심장의 방사능의 변화를 관찰하여 정상과 선천성 담도폐쇄증 모두에서 간방사능이 9-10분에 최고에 도달하며 그 후 정상은 빠르게 감소하고 선천성 담도폐쇄증은 프라토에 이르나, 신생아 간염에서는 1분에 최고점에 도달한 후 감소한다고 하였고, 이 차이는 각각의 심장방사능과 비교하였을 때 30분에서 60분사이에 가장 현저하다고 보고하였다. 본 연구에서는 시간에 따른 간방사능 변화의 평가를 위하여 간정체도를 이용하였다. 선천성 담도폐쇄증이 신생아간염보다 전반적으로 높았고 특히 1.5 이상인 경우에는 신생아 간염을 배제할 수 있으나 선천성 담도폐쇄증에서도 낮은 예가 있어 감별진단에 제한이 되었다.

Gerhold²⁰⁾에 의하면 신생아간염에서 선천성 담도폐쇄증보다 간섭취가 불량하다고 하였다. 그러나 저자들의 결과는 두 질환에서 유의한 차이가 없었으며 이는 연령이 많고 대체로 황달이 심한 선천성 담도폐쇄증 환아들이 대상에 포함된 것과 관련이 있을 것으로 추측되었다. 선천성 담도폐쇄증과 신생아간염 환아군 사이에 연령과 총빌리루빈의 유의한 차이는 없었다.

박¹⁵⁾은 선천성 담도폐쇄증에서 연령과 간섭취도를 비교한 바 60일 이하에서 정상 또는 감소한 간섭취를 보이지만 그 후부터는 현저하게 불량하였다고 하였다. 본 연구에서는 연령에 따른 간섭취지표가 선천성 담도폐쇄증의 경우에는 연령증가에 따라 나빠지는 경향을 보였다(Fig. 6A). 그러나 신생아간염의 경우에는 연령과 간섭취지표사이에 일정한 관계가 관찰되지 않았다(Fig. 6B). 반면에 소장방사능이 보였던 신생아간염 예들은 평균연령이 높았고 소장방사능이 보이지 않았던 예들의 평균연령이 낮았다. 이는 연령과 상관없이 신생아간염의 발병시기 또는 악화속도 검사시기에 따라 간섭취지표로 표현되는 간기능이상도 얼마든지 달라질 수 있다는 소견으로 생각하였다. 신생아간염환아에서 총빌리루빈치와 간섭취지표는 $r=0.58$ ($p<0.001$)의 상관관계를 관찰할 수 있었다(Fig. 4).

요 약

1990년 1월부터 1992년 12월까지 서울대학교병원 소아과 및 소아외과에 황달을 주소로 입원하여 원인이 규명되었던 70명의 환아들에서 ^{99m}Tc -DISIDA 신티그라피와 초음파검사를 실시하여 다음과 같은 성적을 얻었다.

1) 선천성 담도폐쇄증 30명 전예에서 소장방사능이 관찰되지 않았고 신생아간염 40명 중 31예에서 소장방사능이 관찰되어 소장방사능의 유무에 따른 선천성 담도폐쇄증의 진단은 예민도 100% 특이도 78%, 정확도는 87%이었다.

2) 소장방사능이 관찰되지 않았던 환아에서 간정체지표는 선천성 담도폐쇄증 16예가 1.5 ± 0.6 으로 신생아간염 7예의 1.2 ± 0.2 보다 높았고($p<0.05$), 신생아간염의 간정체지표의 2표준편차 상한값인 1.5보다 높은 간정체지표를 보인 경우는 7예로 모두 선천성 담도폐쇄증이었다. 그러나 간정체지표가 1.5 이하인 16명 중 9예는 선천성 담도폐쇄증, 7예는 신생아간염으로 이들에서는 간정체지표로 구별되지 않았다.

3) 간기능장애를 나타내는 요소를 분석하였을 때 간섭취도는 선천성 담도폐쇄증과 신생아간염에서 유의한 차이가 없었다. 연령과 간섭취지표는 일정한 상관관계가 없었고 총빌리루빈치와 간섭취지표는 간섭취도가 정상인 환자의 총빌리루빈치가 상대적으로 낮다는 소견 이외에는 일정한 상관관계가 없었다. 신생아간염에서 소장방사능이 보이는 31예의 연령이 2.1 ± 0.7 개월로 보이지 않는 9예의 연령평균 1.7 ± 0.5 개월보다 많았다($p<0.01$).

4) 간섭취지표와 간정체지표와의 관계는, 간섭취지표가 높을 때 즉 간기능 저하가 심할 때 간정체지표가 높으면 즉 간섭취에 이은 간정체가 일정이상 수준이면 신생아간염보다 선천성 담도폐쇄증일 가능성이 높았다.

이상의 결과로 연령이 증가하면 선천성 담도폐쇄증환아의 간기능이상은 진행하지만 신생아간염환아의 간기능장애의 정도는 연령과 무관하여, 간섭취지표로 기능을 평가하고 간정체지표로 판독하면 선천성 담도폐쇄증을 감별할 수 있다고 생각하였다. 그러나 간기능 저하가 가볍고 간정체지표가 좋지 않을 때에는 역시

구별되지 않아 다른 검사결과를 참조한 임상판단에 의존하여야 할 것이며 수술적 간담도 조영술의 대상으로 삼아야 한다고 생각하였다.

이 연구의 결과를 통하여 신생아에서 발생하는 황달의 원인을 규명하는데, ^{99m}Tc-DISIDA 신티그래피가 유용한 검사법이며, 소장방사능이 관찰되지 않는 경우에는 간정체지표와 간섭취지표와의 관계를 고려하여 간섭취지표보다 간정체지표가 상대적으로 좋을 경우 선천성 담도폐쇄증의 가능성이 높아 감별에 도움이 되는 소견으로 사용할 수 있을 것으로 생각하였다.

REFERENCES

- 1) Kasai M, Watanabe I, Ohi R: *Follow up studies of longterm survivors after hepatic portoenterostomy for non-correctable biliary atresia. J Pediatr 10:173-182, 1975*
- 2) Lawson EE, Boggs JD: *Long-term follow of neonatal hepatitis: Safety and value of surgical exploration.. Pediatrics 53:650-5, 1974*
- 3) Roy CC, Silberman A, Cozzetto FJ: *Pediatric clinical gastroenterology. St. Louis: CV Mosby, 1975:399-450*
- 4) Mowat AP: *Liver disorders in child. London: Butterworths, 1979:45-52*
- 5) Danks DM, Campbell PE, Smith AL, Rogers J: *Prognosis of babies with neonatal hepatitis. Arch Dis Child 52:368-72, 1977*
- 6) Thaler MM, Genllis SS: *Studies in neonatal hepatitis and biliary atresia. Am J Dis Child 116:257-284, 1968*
- 7) Brun P, Gauthier F, boucher D, et al.: *Ultrasound findings in biliary atresia in 86 cases (ab). Radiology 158:283, 1985*
- 8) Weinberger E, Blumhagen JD, Odell JM: *Gallbladder contraction in biliary atresia. AJR 149:401, 1987*
- 9) Daneman A, Stringer DA: *The value of sonography in children with biliary atresia(ab), Espr 149:401, 1984*
- 10) Green HL, Helineck GL: *A diagnostic approach to prolonged obstructive jaundice by 24-hour collection of duodenal fluid. J Pediatr 95:412-414, 1979*
- 11) Yeon KM, Park JM: *Ultrasonographic Diagnosis of Biliary Atresia in Infants. J Korean Radiological Society, 26(6)1279-1283, 1990*
- 12) Majd M, Reba, RC and Altman, RP: *Hepatobiliary scintigraphy with ^{99m}Tc-PIPIDA in the evaluation of neonatal jaundice. Pediatrics 67:140-145, 1981*
- 13) Rosenthall L, Shaffer EA, Lisbona R, et al.: *Diagnosis of hepatobiliary disease by ^{99m}Tc-HIDA cholescintigraphy. Radiology, 126:467, 1978*
- 14) Ohi R, Klingensmith WC and Lilly JR: *Diagnosis of hepatobiliary disease in infants and children with ^{99m}Tc-Diethyl-IDA imaging. Clin Nucl Med, 6:297-302, 1981*
- 15) 박난재, 권인순, 박정식 : 신생아 황달에서 ^{99m}Tc-HIDA 스캔의 임상적 의의. 대한핵의학회지 17:71-78, 1983
- 16) Majd M, Reba RC and Altman RP: *Effect of phenobarbital on ^{99m}Tc-IDA scintigraphy in the evaluation of neonatal jaundice. Semin Nucl Med, 11:194-204, 1981*
- 17) 박우현, 최순옥, 김옥배 : ^{99m}Tc-DISIDA Hepatobiliary Scintigraphy를 이용한 신생아 황달의 감별진단. 대한의학협회지 30:317-325, 1987
- 18) David C Hitch, Joe Theodore J Pysher: *Differentiation of Cholestatic Jaundice in Infants. Am J Surg, 142:671-677, 1981*
- 19) Joe C Leonard, David C Hitch, Carl V Manion: *The Use of ^{99m}Tc Diethyl-IDA Clearance Curves in the Differentiation of Biliary Atresia from Other Forms of Neonatal Jaundice. Radiology 142:773-776, 1982*
- 20) John P Gerhold, William C Klingensmith III, Christopher C Kuni: *Diagnosis of Biliary Atresia with Radionuclide Hepatobiliary Imaging. Radiology 146:499-504, 1983*