

## 간 · 담도 · 췌장 수술에서 간동맥의 안전한 처리 지침 수립을 위한 연구 — 간동맥의 해부학적 변이를 중심으로 —

인천광역시의료원 외과, 서울대학교 의과대학 <sup>1</sup>외과학교실, <sup>2</sup>영상의학과학교실

양성훈 · 인용후<sup>2</sup> · 장진영<sup>1</sup> · 이승은<sup>1</sup> · 정진욱<sup>2</sup> · 서경석<sup>1</sup> · 이진욱<sup>1</sup> · 김선희<sup>1</sup>

### Establishment of a Guideline for the Safe Management of Anatomical Hepatic Artery Variations While Performing Major Hepato-pancreatico-biliary Surgery

Sung Hoon Yang, M.D., Ph.D., Yong Hu Yin, M.D.<sup>2</sup>, Jin-Young Jang, M.D., Ph.D.<sup>1</sup>,  
Seung Eun Lee, M.D.<sup>1</sup>, Jin Wook Chung, M.D., Ph.D.<sup>2</sup>, Kyung-Suk Suh, M.D., Ph.D.<sup>1</sup>,  
Kuhn Uk Lee, M.D., Ph.D.<sup>1</sup>, Sun-Whe Kim, M.D., Ph.D.<sup>1</sup>

Department of Surgery, Incheon Medical Center, Incheon, Departments of <sup>1</sup>Surgery and <sup>2</sup>Radiology,  
Seoul National University College of Medicine, Seoul, Korea

**Purpose:** Hepato-pancreatico-biliary (HPB) surgeons often must make decisions regarding hepatic artery (HA) resection while performing major HPB surgery. The purpose of this report was to review and summarize HA resection experience with a focus on vascular preservation during major HPB surgery and to develop a useful algorithm in dealing with these needs.

**Methods:** We reviewed 1,324 cases that had available computed tomographic and angiographic findings and summarized the problematic HA variations encountered in major HPB surgery. In reviewing our series and previous studies, we have created a set of guidelines that enables a pragmatic approach to the unique variations in HA and the risks of cancer invasion.

**Results:** Challenging HA variations during major HPB surgery were found in 25.7% of the cases and included variations of common HA from superior mesenteric artery (SMA), gastroduodenal artery (GDA), aorta, celiac-mesenteric (CM) trunk or left gastric artery (LGA) (3.70%), the variations of the right HA from SMA, GDA, aorta, celiac axis (CA) including CM trunk or LGA (12.76%), the variations of the left HA from LGA, CA or GDA (4.46%), and the mixed types of the aberrant left medial HA and/or left lateral HA and/or right anterior HA and/or right posterior HA (2.11%).

**Conclusion:** Surgeons should have knowledge of the anatomically variable vasculature of the HA when planning for major HPB surgery. Preoperative imaging studies can aid and should be performed in anticipation of potential HA variations during major HPB surgery. (J Korean Surg Soc 2009;76:100-108)

**Key Words:** Hepatic artery, Anatomical variations, Hepato-pancreatico-biliary surgery

중심 단어: 간동맥, 해부학적 변이, 간담췌 수술

책임저자: 김선희, 서울시 종로구 연건동 28  
☎ 110-744, 서울대학교병원 외과  
Tel: 02-2072-2315, Fax: 02-766-3975  
E-mail: sunkim@plaza.snu.ac.kr

접수일: 2008년 10월 13일, 게재승인일: 2008년 11월 3일

### 서 론

간 · 담도 · 췌장 영역의 중요한 수술로는 간이식과 간담

도계의 종양으로 인한 다양한 간절제술이 있고, 십이지장 유두부 주변암과 췌두부암의 근치술로 시행되는 췌십이지장절제술이 있다. 대량 간절제술을 시행함에 있어 중요한 간동맥은 총간동맥과 우간동맥 및 좌간동맥이고, 췌십이지장절제술 시에 절제되는 동맥은 위십이지장동맥이다. 대량 간절제술과 췌십이지장절제술을 시행할 때, 수술 후 합병증이 발생되지 않도록 혹은 최소화하기 위해서는 이러한 동맥들의 다양한 해부학적 구조를 수술 전에 파악하고 있어야 하며, 동시에 해부학적 변이에 대한 지식을 숙지하고 있어야 한다.

수년 동안 많은 연구자들이 간동맥의 해부학적 변이에 대하여 보고하여 왔다.(1-4) 1966년 Michels(1)는 200명의 사체해부를 통하여 10가지의 간동맥 변이를 보고하였고, 1994년에 Hiatt 등(2)이 간이식 공여자 1,000명에서 6개의 형태로 나누어 정리하면서 보고하였다. 전형적인 형태의 간동맥은 복강동맥총(celiac axis, CA)에서 기시하는 경우로 25%에서 75%까지 다양하게 보고되고 있다.(1-4) 많은 간·담도·췌장 외과의사들은 대량 간절제술과 췌십이지장절제술을 시행할 때, 간동맥의 절제 여부를 결정해야 하는 경험에 있었을 것이다. 본 연구는 대량 간절제술과 췌십이지장절제술을 시행한 환자들 중에서 연구에 이용 가능한 전산화단층촬영과 혈관조영술 영상사진을 재판독하여, 수술 중 간동맥의 안전하고 합리적인 처리를 위한 지침을 수립하고자, 간동맥의 해부학적 변이를 분석하고 이들의 해결 방법들에 대해 고찰하였다.

## 방 법

대량 간절제술과 췌십이지장절제술을 시행할 때 주의해야 할 필요가 있거나 문제가 발생할 수 있는 간동맥들을 총간동맥(common hepatic artery, CHA), 우간동맥(right hepatic artery, RHA), 좌간동맥(left hepatic artery, LHA), 우전간동맥(right anterior hepatic artery, RAHA), 우후간동맥(right posterior hepatic artery, RPHA), 좌내간동맥(left medial hepatic artery, LMHA), 좌외간동맥(left lateral hepatic artery, LLHA) 그리고 위십이지장동맥(gastroduodenal artery, GDA)으로 정의하였다.

2000년 1월부터 2006년 3월까지 1,324명의 환자에 대한 얇은 절편 나선식 혹은 다중검출기 전산화단층촬영(thin-sectioned spiral or multidetector row computed tomography)과 고식적 혈관조영술(conventional angiography)의 영상사진을

후향적으로 재판독하여 주요 간·담도·췌장 수술에서 주의해야 할 간동맥의 해부학적 변이들을 조사하였다. 연구에 활용된 1,324명은 간종양으로 간절제술을 시행한 754명, 간 이식편을 공여한 316명의 생체 공여자 그리고 췌십이지장절제술을 시행한 254명이었고, 이들의 CT (computed tomography)와 혈관조영술 영상사진을 한 명의 간담췌 외과 의사와 한 명의 혈관 방사선과의사가 재판독하였으며, 이러한 재판독을 혈관 방사선과 교수가 감수하였다. 재건 3차원 CT 혈관조영술은 MIP (maximum intensity projection) 기법으로 얻었고, 횡단면 MIP 영상은 상업적으로 활용 가능한 컴퓨터 워크스테이션(Wizard; Siemens Medical System)과 컴퓨터 후처리 프로그램(Syngo 3D basic; Siemens Medical System, Erlangen, Germany)을 사용하여 얻었다.

**Table 1.** Summary of the challenging HA variations to be recognized while performing major hepatectomy or pancreatoduodenectomy

Type of HA* variation	Number (%)
Normal HA anatomy	862 (65.1)
Problematic HA variations in performing major hepatectomy or PD	340 (25.7)
CHA <sup>†</sup> from the SMA <sup>‡</sup>	31 (2.34)
CHA from the aorta	8 (0.60)
CHA from the celiac-mesenteric trunk	5 (0.38)
Trifurcation of the CHA arising from CA <sup>§</sup> into the GDA, RHA <sup>  </sup> and LHA <sup>¶</sup>	15 (1.13)
CHA from the LGA <sup>**</sup>	5 (0.38)
Replaced RHA from the SMA	130 (9.82)
RHA from the aorta	1 (0.07)
Double HA <sup>††</sup>	18 (1.36)
RHA from the GDA <sup>‡‡</sup>	19 (1.44)
RHA from the celiac-mesenteric trunk and LHA from the LGA	1 (0.07)
LHA from the LGA	28 (2.01)
LHA from the LGA and RHA from the SMA	8 (0.60)
LHA from the GDA	4 (0.30)
Trifurcation of the CHA arising from CA into the GDA, RGA <sup>§§</sup> and PHA	39 (2.95)
Mixed type of aberrant LMHA <sup>   </sup> and/or LLHA <sup>¶¶</sup> and/or RAHA <sup>***</sup> and/or RPHA <sup>†††</sup>	28 (2.11)

\*HA = Hepatic artery; <sup>†</sup>CHA = Common hepatic artery; <sup>‡</sup>SMA = Superior mesenteric artery; <sup>§</sup>CA = Celiac axis; <sup>||</sup>RHA = Right hepatic artery; <sup>¶</sup>LHA = Left hepatic artery; <sup>\*\*</sup>LGA = Left gastric artery; <sup>††</sup>Double HA = RHA and LHA independently from the celiac axis. <sup>‡‡</sup>GDA = Gastroduodenal artery; <sup>§§</sup>RGA = Right gastric artery; <sup>|||</sup>LMHA = Left medial hepatic artery; <sup>¶¶</sup>LLHA = Left lateral hepatic artery; <sup>\*\*\*</sup>RAHA = Right anterior hepatic artery; <sup>†††</sup>RPHA = Right posterior hepatic artery.

## 결 과

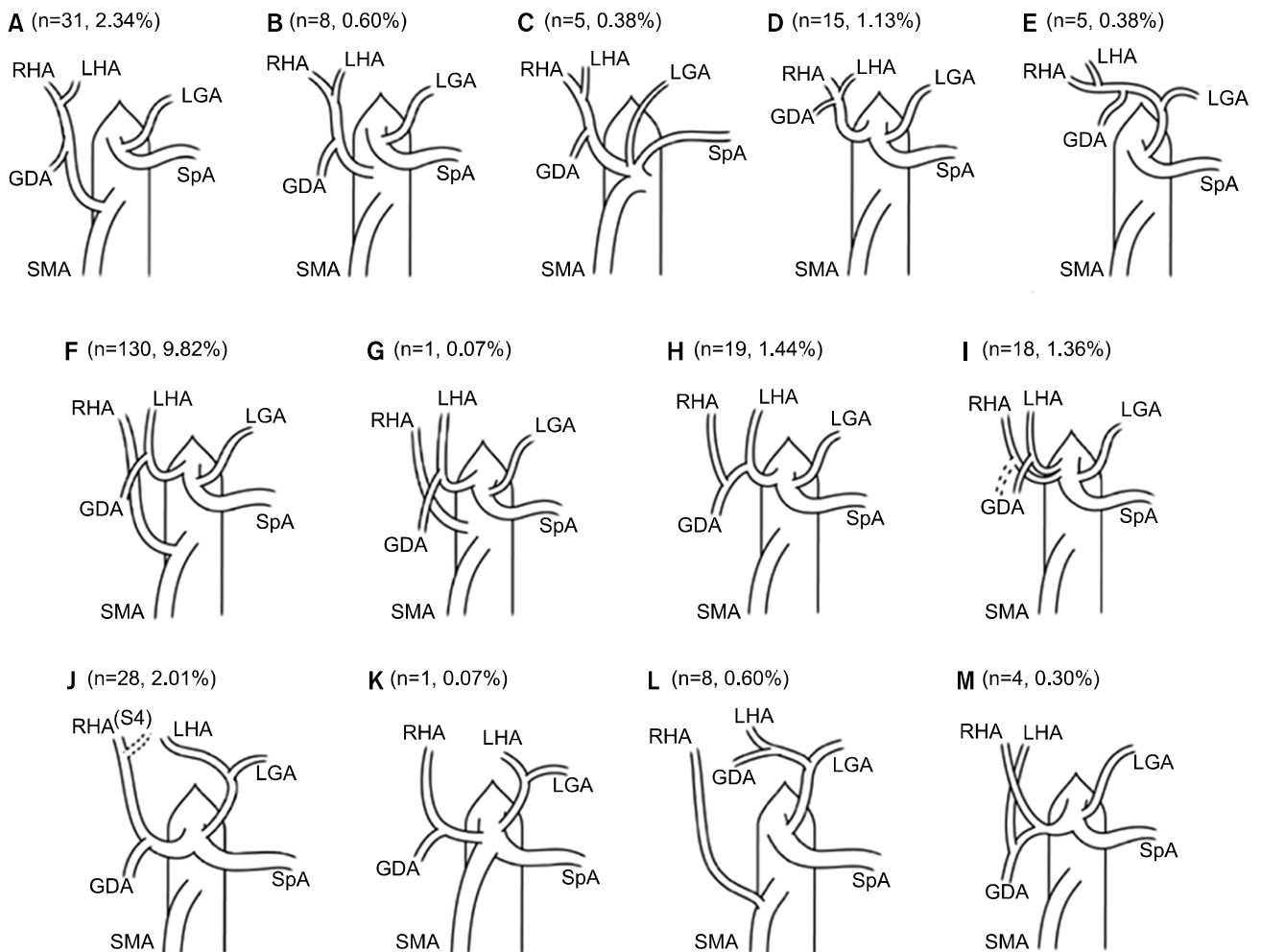
본 연구에서 CT와 혈관조영술의 영상사진을 재판독한 것에 따르면 정상 간동맥의 해부학적 구조를 가지는 경우는 862명(65.1%)이었고, 대량 간절제술과 췌십이지장절제술을 시행하는 데 주의해야 할 것으로 판단되는 간동맥의 해부학적 변이를 가지는 경우는 340명(25.7%)에서 확인되었다(Table 1).

### 1) 총간동맥(common hepatic artery)의 해부학적 변이

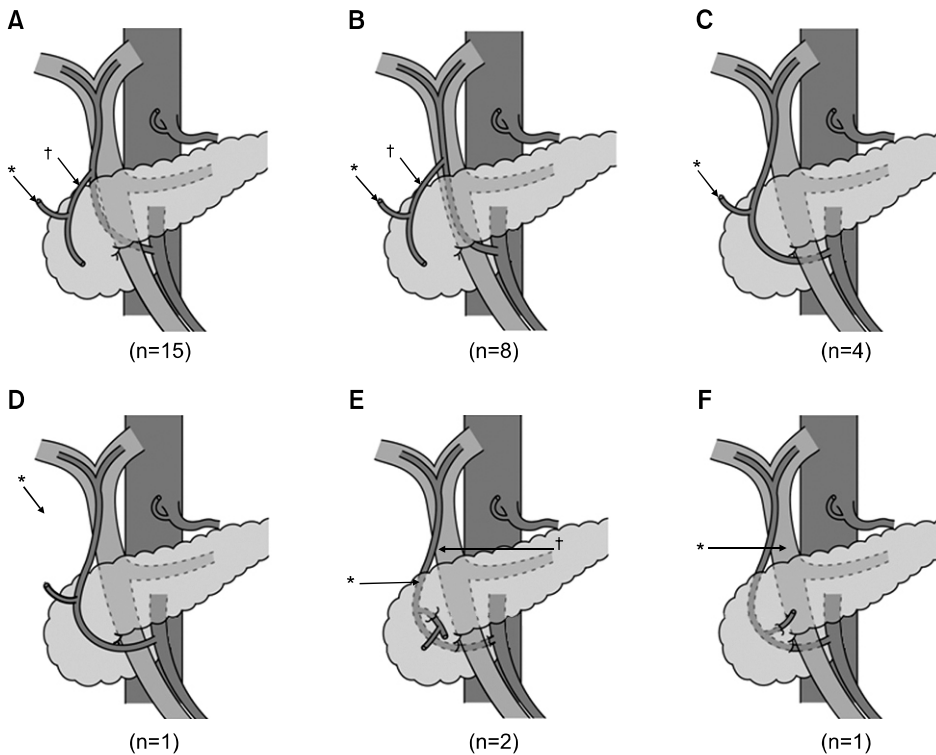
CHA가 상장간막동맥(superior mesenteric artery, SMA)에서 기시하는 경우가 31명(2.34%, Fig. 1A), 대동맥(aorta)에서 기

시하는 경우가 8명(0.60%, Fig. 1B), 복강장간막동맥(celiaco-mesenteric trunk, CM trunk)에서 기시하는 경우가 5명(0.38%, Fig. 1C), CA에서 기시한 CHA가 RHA, LHA 그리고 GDA로 삼분지 모양으로(trifurcation) 나누어지는 경우가 15명(1.13%, Fig. 1D), 좌위동맥(left gastric artery, LGA)에서 기시하는 경우가 5명(0.38%, Fig. 1E)이었다.

SMA에서 기시하는 CHA를 가지는 증례들을 CHA가 상행하는 경로에 따라서 5가지 형태로 주행함을 확인하였다(Fig. 2). 첫 번째 형태는(n=15), CHA가 SMA에서 기시한 후 상장간막정맥(superior mesenteric vein, SMV)의 뒤쪽으로 상행하여 간문맥(portal vein, PV)부위에서는 PV의 앞쪽을 지난 후 고유간동맥(proper hepatic artery, PHA)과 위십이지장동맥(gastroduodenal artery, GDA)로 나누어지게 된다(Fig.



**Fig. 1.** Some challenging variations of HA in performing hepato-pancreatico-biliary surgery in 1,324 cases (RHA = Right hepatic artery; LHA = Left hepatic artery; GDA = Gastroduodenal artery; SMA = Superior mesenteric artery; LGA = Left gastric artery; SpA = Splenic artery; S = Segment of liver according to Couinaud's classification).



**Fig. 2.** Common hepatic artery arising from the superior mesenteric artery in 1,324 cases (\* = Right gastroepiploic artery, † = Gastroduodenal artery).

2A). 두 번째 형태는(n=8), CHA가 SMA에서 SMV의 앞쪽으로 기시한 후 SMV와 췌장의 사이를 지나면서 상행하여 PV의 앞쪽을 지나 PHA와 GDA로 나누어지게 된다(Fig. 2B). 세 번째 형태는(n=4), CHA가 SMA에서 SMV의 뒤쪽으로 기시한 후 SMV의 우연(right border)과 췌장의 하연(inferior border)이 만나는 점을 지나면서 췌장의 전면(anterior surface)을 따라 상행하며 GDA를 분지하지 않고, PV의 앞쪽을 지나 간으로 주행하게 된다(Fig. 2C). 네 번째 형태는(n=1), CHA가 SMA에서 SMV의 앞쪽으로 기시한 후 SMV의 우연과 췌장의 하연이 만나는 점을 지나면서 췌장의 전면을 따라 상행하며 GDA를 분지하지 않고, PV의 앞쪽을 지나 간으로 주행하게 된다(Fig. 2D). 다섯 번째는(n=3), CHA가 SMA에서 SMV의 뒤쪽으로 기시한 후 췌장의 구상돌기(uncinate process)와 췌장의 두부(head)를 통과한 후 PV의 앞쪽으로 상행하고, 췌장의 두부 부위에서 GDA를 분지하거나(Fig. 2E) 혹은 분지하지 않을 수도 있다(Fig. 2F).

## 2) 우간동맥(right hepatic artery)과 좌간동맥(left hepatic artery)의 해부학적 변이

RHA가 SMA에서 분지되고 LHA는 CA에서 분지되는 경우가 130명(9.82%, Fig. 1F), RHA는 대동맥에서 분지되고 LHA는 CA에서 분지되는 경우가 1명(0.07%, Fig. 1G), RHA

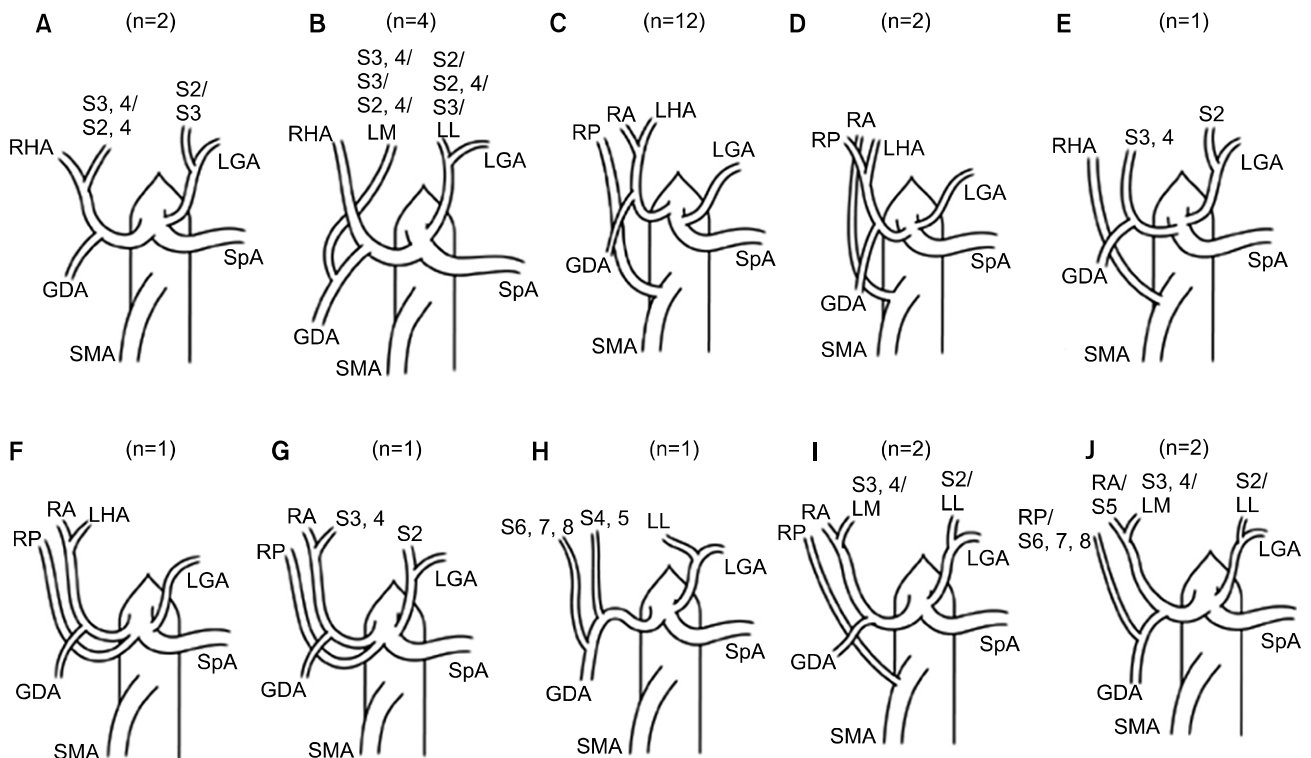
는 GDA에서 분지되고 LHA는 CA에서 분지되는 경우가 19명(1.44%, Fig. 1H), RHA와 LHA가 CA에서 독립적으로 각각 분지되는 double hepatic artery는 18명(1.36%, Fig. 1I), RHA는 CM trunk에서 분지되고 LHA는 LGA에서 분지되는 경우가 1명(0.07%, Fig. 1K)이었다.

LHA는 LGA에서 분지되고 RHA는 CA에서 분지되는 경우가 28명(2.01%, Fig. 1J), LHA는 LGA에서 분지되고 RHA는 SMA에서 분지되는 경우가 8명(0.60%, Fig. 1L), LHA는 GDA에서 분지되고 RHA는 CA에서 분지되는 경우가 4명(0.30%, Fig. 1M)이었다.

그 이외에 CA에서 기시한 CHA가 PHA, RGA와 GDA로 삼분지 모양으로 나누어지는 경우가 39명(2.95%)과 4개 구역 간동맥(RAHA, RPHA, LMHA, LLHA)의 해부학적 변이들이 혼합된 형태를 보이는 경우가 28명(2.11%, Fig. 3)이었다.

## 3) 수술 시 중요한 대표적 간동맥의 해부학적 변이들의 요약

(1) 간절제술 혹은 간외담도 절제술이 포함된 간·담도 수술: 간절제술 혹은 간외담도의 절제가 필요한 간·담도계 악성종양의 경우에, 침습된 간동맥을 동반절제할 때와 총수담관, 간동맥 및 간문맥을 골격화하여 림프절 광청술을



**Fig. 3.** Some challenging variations of the HA to 4 sections of the liver in performing the hepato-pancreatico-biliary surgery in 1,324 cases (RHA = Right hepatic artery; LHA = Left hepatic artery; RA = Right anterior hepatic artery; RP = Right posterior hepatic artery; LM = Left medial hepatic artery; LL = Left lateral hepatic artery; GDA = Gastroduodenal artery; SMA = Superior mesenteric artery; LGA = Left gastric artery; SpA = Splenic artery; S = Segment of liver according to Couinaud's classification).

시행할 때 주의할 필요가 있는 간동맥의 해부학적 변이들에는 대표적으로 SMA, GDA 혹은 대동맥에서 기시하는 CHA, RHA, RAHA 혹은 RPHA (n=220, 22.6%)와 LHA, LMHA 혹은 LLHA의 변이성 기시부(GDA 혹은 LGA)를 가지는 경우들(n=74, 5.59%)이다. 또한 좌간절제술 혹은 위암으로 근치적 위절제술을 시행할 때 LGA에서 기시하는 CHA, LHA, LMHA 혹은 LLHA를 가지는 경우는 간으로 공급되는 동맥혈의 전체 혹은 일부가 차단되는 손상이 발생할 수 있다.

(2) **췌십이지장절제술:** 췌십이지장절제술 시에 절제되는 동맥은 CHA에서 분지되는 GDA이다. 절제되어야 할 GDA가 정상적인 해부학적 구조를 가지지 않는 경우는 암의 침습이 있는 간동맥의 치료과정, GDA의 치료과정 혹은 총수담관, 간동맥과 간문맥의 골격화를 통한 림프절 광청과정에서 간동맥의 처리가 쉽지 않은 경우들이 있다. 그 대표적 예로는 SMA에서 기시하는 CHA, RHA, RAHA 혹은 RPHA (n=186, 14.05%), 대동맥, 복강장간막동맥(CM trunk) 혹은 LGA에서 기시하는 CHA (n=18, 1.36%), 대동맥에서 기시하

는 RHA (n=1, 0.07%), double HA (n=18, 1.36%), GDA에서 기시하는 RHA, LHA, RAHA 혹은 RPHA (n=26, 1.96%) 등이 있다.

## 고찰

Michels(1)가 간동맥의 해부학적 변이를 보고한 뒤로 간 이식의 증가와 함께 간동맥의 해부학적 구조에 대한 관심이 많아졌고, 1994년에 Hiatt 등(2)이 간동맥의 해부학적 구조와 형태를 정리하였다. 2004년에 Koops 등(3)이 고식적 혈관조영술의 영상사진을 기초로 간동맥의 해부학적 변이를 정리, 보고하면서 Michels와 Hiatt 등의 연구에서 분류되지 않은 간동맥 변이(대동맥에서 기시한 RHA, Double HA, GDA에서 기시한 LHA 등)들을 보고하였다. 본 연구에 의하면, 해부학적 변이를 보이는 CHA와 RHA의 기시부는 SMA, GDA, 대동맥, CM trunk를 포함한 CA 그리고 LGA의 5가지 경우였고 반면에, LHA는 LGA, CA 그리고 GDA에서 기시하며, LHA가 대동맥이나 SMA에서 기시하는 경우는 없었

다. RAHA 혹은 RPHA의 변이성 기시부는 SMA, GDA 그리고 CA의 3가지 경우였고, LMHA 혹은 LLHA의 변이성 기시부는 LGA였으며, 이러한 기시부의 변이들이 혼합 되는 양상으로 형성되고 있었다.

과거의 연구에서 SMA에서 기시한 replaced 혹은 accessory RHA를 가지는 경우는 13~23%로 보고되고 있고,(1-4) 본 연구에서는 SMA에서 기시하는 replaced RHA는 9.82%였다. RHA가 SMA에서 기시한 변이는 1명의 증례에서 췌장을 통과하여 상행하였고 나머지는 모두 PV의 뒤로(portocaval) 주행하였으며, 대동맥과 CA에서 분지되는 모든 RHA는 PV의 뒤로 주행하였고 정상 간동맥 형태의 RHA 중 에서 6명의 증례에서도 PV의 뒤로 주행하였다. 그리고 정상 간동맥 형태의 CHA 중에서 2명, 대동맥에서 기시한 CHA 중에서 1명의 증례에서 PV의 뒤로 CHA가 주행하였고, CA에서 기시한 CHA이지만 주행 중 일부의 췌장을 통과하여 주행하는 경우가 2명에서 있었다. 주요 간·담도·췌장 수술에서 간동맥의 형태 변이뿐만 아니라 이러한 주행의 변이도 간동맥의 처리에 어려움을 초래할 수 있다는 것을 알고 있어야 할 것이다.

태생기에 4개의 ventral splanchnic artery들이 배측 대동맥(dorsal aorta)에서 기시하고, 이들은 anastomotic channel(longitudinal과 horizontal)들에 의해 연결되어 있다.(5,6) 이들 4개의 ventral splanchnic artery들 중에서 중간에 두 개와 그것들 사이에 연결된 channel들은 퇴화하고, 첫 번째 ventral splanchnic artery는 CHA, LGA와 비장동맥(splenic artery)의 celiac system으로 발달하며, 네 번째 ventral splanchnic artery는 SMA system으로 발달한다.(7) 해부학적 변이를 가지는 간동맥은 퇴화해야 할 동맥 channel들과 ventral splanchnic artery들 중에서 특정부위가 퇴화되지 않아 발달하고, 정상적으로 발달되어야 할 동맥들은 퇴화되어 여러 가지 형태로 나타나게 된다.(8) 예를 들면, LGA에서 기시하는 여러 형태의 간동맥들(CHA, LHA, 좌간의 구역 혹은 분절로 가는 간동맥)은 LGA와 연결되어 있던 동맥 channel이 퇴화되지 않고 발달하여 발생된 변이일 것이고,(9) 또한 SMA에서 기시하는 여러 간동맥들(CHA, RHA, RAHA, RPHA 혹은 분절로 가는 간동맥)은 SMA와 연결되어 있던 동맥 channel이 퇴화되지 않고 발달하여 발생된 변이일 것이다. Kobayashi 등(10)은 S7 (Couinaud의 분류에 따른 간의 분절VII)로 주행하는 간동맥이 우하부신동맥(right inferior adrenal artery)에서 기시하는 예를 보고하였고, Wang 등(11)은 간이식 수여자에서 우신동맥(right renal artery)으로부터 기시하는 간동

맥이 RHA와 LHA로 나뉘어 간에 동맥혈을 공급하는 해부학적 변이를 보고하였다. 이러한 증례들처럼 본 연구 혹은 다른 연구에서 보고되지 않은 간동맥의 해부학적 변이들이 있을 수 있음을 염두에 두어야 할 것이다.

위에서 기술한 두 구역 이상의 간을 절제하는 술기에서 절제하고자 하는 간의 영역에 공급되는 동맥혈류를 정확히 차단하기 위해서는 이러한 간동맥의 다양한 해부학적 변이에 대한 지식과 수술 전 영상에서의 확인 및 수술 중 간십이지장인대(hepatoduodenal ligament), 소망(lesser omentum), 간위인대(hepatogastric ligament) 등을 박리할 때 간동맥의 주행을 반드시 확인하고 수술 전 영상과 비교하여 보아야 한다. 또한 위, 담낭 혹은 췌장두부 등 상복부의 다른 장기를 수술하는 경우에도 이러한 간동맥의 변이가 있을 수 있음을 간과해서는 안 될 것이다. 예를 들면, 좌간절제술 혹은 근치적 위절제술에서 소망(lesser omentum)의 상단부인 간위인대(hepatogastric ligament)를 박리하는 과정에 이 인대를 따라 주행하는 LGA에서 기시한 CHA를 절찰하였을 때, 간으로 가는 동맥혈류 전체가 차단되는 일이 발생할 수 있다. 이러한 LGA에서 기시하는 CHA는 1928년부터 2007년까지 Medline을 통한 문헌조사에서 총 4증례가 보고되었고,(1,9,12,13) 본 연구에서는 5명(0.38%)에서 이러한 변이를 가지고 있었다.

RHA가 절단되어 우간절제술을 시행하지 않거나 간동맥을 재건하지 않은 경우에 가장 치명적인 합병증인 우간의 괴사가 발생했다는 보고가 있지만,(14) Miyazaki 등(15)은 담도암이 RHA에 침습되었을 때, 담도의 우간관(right hepatic duct)과 좌간관(left hepatic duct)의 합류부 근처에서 RHA와 LHA사이에 Glissonian sheath를 지나가는 교통동맥이 보존된다면, 우간절제술 혹은 RHA 절제 후 재건을 시행하지 않더라도 침범된 RHA를 안전하게 동반 절제할 수 있다고 보고하였다. 수술 중에 RHA를 절제하였더라도 간 내 혹은 간의 측부순환(intrahepatic 혹은 extrahepatic collateral circulation)에 의한 출혈이 확인되면 우간절제술 혹은 동맥 재건을 시행하지 않았으며, 이러한 환자들에서는 경미하거나 중등도 정도의 혹은 일시적인 간의 허혈손상만 있었고, 심각한 수술 후 합병증은 없었다. 따라서 종양이 간을 침범하지 않아 간절제술이 반드시 필요하지 않은 담도암, 췌두부암 등에서 RHA를 불가피하게 동반 절제해야 하는 경우에, 우간절제술 혹은 동맥재건 없이 RHA의 절제가 가능하다. 그리고 이것의 이론적 근거는 다양한 간 내 혹은 간 외 측부순환(intrahepatic 혹은 extrahepatic collateral circulation)

과 간문부 결체조직의 동맥총(hilar plate arterial plexus)을 통한 RHA와 LHA 사이의 상호 교통이 존재한다는 것이다.(16-19) RHA를 절제 및 절찰할 때, 하횡경막동맥, 늑골간 동맥과 위동맥(inferior phrenic, intercostal, gastric arteries)과 간문부 결체조직의 동맥총 등에 의한 간 외 혹은 간 내 측부 순환이 수술 중 파괴되지 않는다면, 간으로의 동맥 혈류 공급은 차단되지 않는다.(20) 또한 이러한 이유들 때문에 RAHA, RPHA, LMHA 혹은 LLHA를 절제하거나 절찰하는 것이 해당 구역의 간절제 없이 가능할 수 있다.(19)

우리나라의 경우는 서양과 비교하여 사체 간이식은 소수이고, 생체 부분 간이식이 광범위하게 시행되고 있다. 간·담도의 질환으로 시행하는 간절제술과 생체 간 이식편을 위한 간절제술에는 많은 차이가 있다. 특히 공여자 간동맥의 해부학적 구조를 수술 전에 정확히 파악해야 생체 간 이식편을 구득하는 공여자 수술에서 간 이식편의 간동맥을 안전하게 박리하고 절단할 수 있다. 또한 수혜자의 간이식 수술에서 이식되는 간 이식편에 동맥혈류가 차단되는 분절 혹은 구역이 없도록 적절한 간동맥 재건의 형태를 계획할 수 있으며,(21) 이식 후 합병증을 최소화할 수 있다.

췌십이지장절제술에서 절제되는 동맥은 GDA를 포함한 췌십이지장동맥궁(pancreaticoduodenal arcade)이고, 가장 문제가 되는 간동맥의 해부학적 변이는 SMA에서 기시하는 CHA가 췌장의 전면 혹은 췌장과 SMV 사이를 지나는 경우와 췌장을 통과하여 상행하는 경우일 것이다. 이러한 경우에 종양이 너무 근접해 있어 근치적 수술이 불가능하거나

종양 침범이 있다면, 절제되는 췌장 영역에 포함된 CHA는 불가피하게 동반 절제해야 하는 경우가 발생할 것이다. Yamamoto 등(22)은 이러한 형태의 CHA를 가지는 경우 술 중에 일시적으로 CHA의 혈류를 겸자로 차단한 후 술 중 혈관 초음파로 LGA 혹은 부동맥(accessory artery)을 통한 우간과 좌간으로의 동맥혈류의 흐름을 확인하고 CHA의 동반 절제 후 재건 없이 췌십이지장절제술을 시행하였다고 보고하였다. 또한 그들은 유문보존 췌십이지장절제술을 시행할 때 RGA를 보존하면 CHA를 동반절제 후 재건하지 않더라도 간으로 가는 동맥혈류가 보존될 수 있다고 보고하였다. Miyamoto 등(23)과 Kondo 등(24)은 수술 전에 정상 혹은 비정상 CHA에 색전술을 시행하고 RGA와 LGA 등의 측부 순환을 발달시킨 후에 안전하게 CHA를 동반 절제하였다고 보고하였다. 한편으로 CHA를 동반 절제하고 자가혈관이나 인조혈관으로 재건하거나 GDA에 문합하여 재건하는 방법을 사용한 보고들도 있지만,(25-30) 이러한 술기는 술 후 췌장액의 누출로 인해 췌장루(pancreatic fistula)가 발생하였을 때 치명적인 출혈을 발생시킬 수 있는 위험이 증가될 수 있을 것이다.(22)

## 결론

간담췌영역을 포함한 상복부 수술에서 불필요하게 간으로의 동맥혈 공급이 차단되지 않도록 주의해야 할 필요가 있다는 데에는 이견이 없다. 하지만 간동맥의 보존이 불가

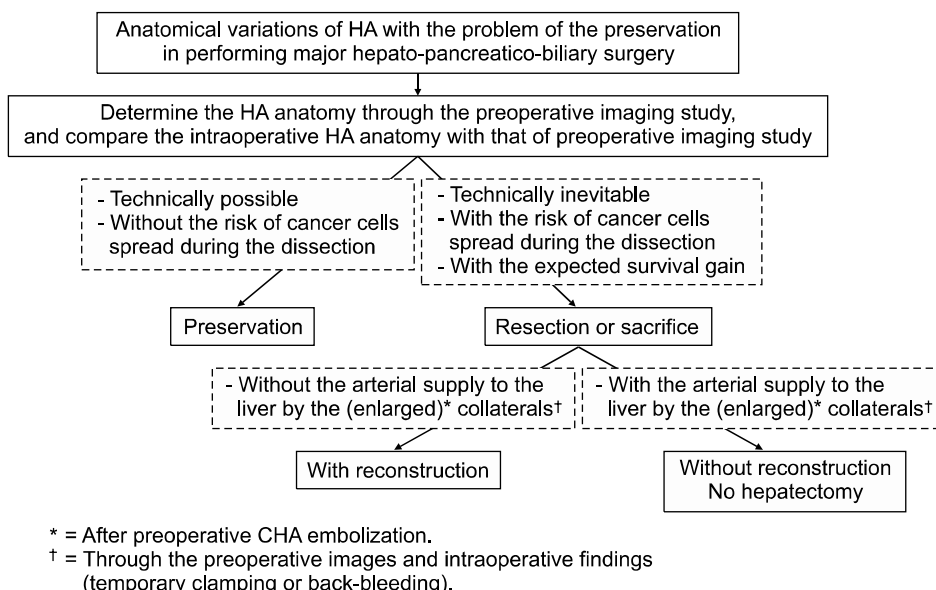


Fig. 4. Algorithm for dealing with HA that has the problems of preservation in performing hepato-pancreato-biliary surgery (HA = hepatic artery).

능하거나 불가피하게 절제해야 하는 경우가 발생할 수 있다. CT의 획기적인 발전으로 인해 나선식 CT는 얇은 절편으로 연속 촬영이 가능해졌고, 최근에는 다중검출기 CT (multidetector row CT)가 등장하면서 보다 선명한 3차원 CT 혈관조영술 영상까지 얻을 수 있게 되었다. 주요 간·담도·췌장 수술을 계획할 때 CT 혹은 혈관조영술 영상사진을 주의 깊게 분석함으로써 간동맥의 손상 혹은 절제가능성을 충분히 검토하는 것이 중요하고, 이러한 간동맥들의 처리에 대한 알고리즘을 Fig. 4에 정리하였다.

간담체 외과의사들은 간담체영역을 포함한 상복부 수술을 계획할 때 술 전 영상사진을 통해 종양과 간동맥과의 관계뿐만 아니라 간동맥의 주행과 해부학적 변이에 대한 검토를 정확히 함으로써 수술 중에 예기치 않은 간동맥의 불필요한 손상을 최소화 할 수 있을 것이다.

## REFERENCES

- 1) Michels NA. Newer anatomy of the liver and its variant blood supply and collateral circulation. *Am J Surg* 1966;112:337-47.
- 2) Hiatt JR, Gabbay J, Busuttil RW. Surgical anatomy of the hepatic arteries in 1000 cases. *Ann Surg* 1994;220:50-2.
- 3) Koops A, Wojciechowski B, Broering DC, Adam G, Krupski-Berdien G. Anatomic variations of the hepatic arteries in 604 selective celiac and superior mesenteric angiographies. *Surg Radiol Anat* 2004;26:239-44.
- 4) Covey AM, Brody LA, Maluccio MA, Getrajdman GI, Brown KT. Variant hepatic arterial anatomy revisited: digital subtraction angiography performed in 600 patients. *Radiology* 2002;224:542-7.
- 5) Williams PL, Bannister LH, Berry MM, Collins P, Dyson M, Dussek JE, et al. *Gray's Anatomy: The Anatomical Basis of Medicine and Surgery*. 38th ed. London: Churchill Livingstone; 1995. p.318, 1548-53.
- 6) Kosaka M, Horiuchi K, Nishida K, Taguchi T, Murakami T, Ohtsuka A. Hepatopancreatic arterial ring: bilateral symmetric typology in human celiaco-mesenteric arterial system. *Acta Med Okayama* 2002;56:245-53.
- 7) Tandler J. über die Varietäten der Arteria coeliaca und deren Entwicklung. *Anat Hefte* 1904;25:473-500.
- 8) Blumgart LH. *Surgery of the Liver, Biliary Tract, and Pancreas*. 4th ed. Philadelphia: W.B. Saunders; 2007. p.20.
- 9) Uva P, Arvelakis A, Rodriguez-Laiz G, Lerner S, Emre S, Gondolesi G. Common hepatic artery arising from the left gastric artery: a rare anatomic variation identified on a cadaveric liver donor. *Surg Radiol Anat* 2007;29:93-5.
- 10) Kobayashi S, Matsui O, Kadoya M, Gabata T, Sanada J, Terayama N. Right posterior-superior subsegmental hepatic artery originating from the right inferior adrenal artery. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2001;24:271-3.
- 11) Wang K, Hu S, Jiang X, Zhu M, Jin B. Liver transplantation for patient with variant hepatic artery arising from right renal artery: a case report. *Transplant Proc* 2007;39:1716-7.
- 12) Adachi B. *Das Arteriensystem Der Japaner*. 2. Aorta Thoracalis - Arcus Plantaris Profundus. Kyoto: Maruzen co.; 1928. p.11-129.
- 13) Rigaud A, Cabanie H, Dejussieu J. Artere hepaticque commune naissant en entier de la coronaire stomacique. *Arch D'Anat Path* 1961;9:151-2.
- 14) Kayaalp C, Nessar G, Kaman S, Akoglu M. Right liver necrosis: complication of laparoscopic cholecystectomy. *Hepatogastroenterology* 2001;48:1727-9.
- 15) Miyazaki M, Ito H, Nakagawa K, Ambiru S, Shimizu H, Yoshidome H, et al. Unilateral hepatic artery reconstruction is unnecessary in biliary tract carcinomas involving lobar hepatic artery: implications of interlobar hepatic artery and its preservation. *Hepatogastroenterology* 2000;47:1526-30.
- 16) Charnsangavej C, Chuang VP, Wallace S, Soo CS, Bowers T. Angiographic classification of hepatic arterial collaterals. *Radiology* 1982;144:485-94.
- 17) Vellar ID. The blood supply of the biliary ductal system and its relevance to vasculobiliary injuries following cholecystectomy. *Aust N Z J Surg* 1999;69:816-20.
- 18) Alves A, Farges O, Nicolet J, Watrin T, Sauvanet A, Belghiti J. Incidence and consequence of an hepatic artery injury in patients with postcholecystectomy bile duct strictures. *Ann Surg* 2003;238:93-6.
- 19) Yang SH, Yin YH, Jang JY, Lee SE, Chung JW, Suh KS, et al. Assessment of hepatic arterial anatomy in keeping with preservation of the vasculature while performing pancreatoduodenectomy: an opinion. *World J Surg* 2007;31:2384-91.
- 20) Smith GS, Bimbaum BA, Jacobs JE. Hepatic infarction secondary to arterial insufficiency in native livers: CT findings in 10 patients. *Radiology* 1998;208:223-9.
- 21) Kishi Y, Sugawara Y, Kaneko J, Akamatsu N, Imamura H, Asato H, et al. Hepatic arterial anatomy for right liver procurement from living donors. *Liver Transpl* 2004;10:129-33.
- 22) Yamamoto S, Kubota K, Rokkaku K, Nemoto T, Sakuma A. Disposal of replaced common hepatic artery coursing within the pancreas during pancreatoduodenectomy: report of a case. *Surg Today* 2005;35:984-7.
- 23) Miyamoto N, Kodama Y, Endo H, Shimizu T, Miyasaka K, Tanaka E, et al. Embolization of the replaced common hepatic artery before surgery for pancreatic head cancer: report of a case. *Surg Today* 2004;34:619-22.
- 24) Kondo S, Katoh H, Shimizu T, Omi M, Hirano S, Ambo Y, et al. Preoperative embolization of the common hepatic artery in preparation for radical pancreatectomy for pancreas body cancer. *Hepatogastroenterology* 2000;47:1447-9.
- 25) Nakano H, Kikuchi K, Seta S, Katayama M, Horikoshi K,



- Yamamura T, et al. A patient undergoing pancreaticoduodenectomy in whom involved common hepatic artery anomalously arising from the superior mesenteric artery was removed and reconstructed. *Hepatogastroenterology* 2005;52:1883-5.
- 26) Li B, Chen FZ, Ge XH, Cai MZ, Jiang JS, Li JP, et al. Pancreatoduodenectomy with vascular reconstruction in treating carcinoma of the pancreatic head. *Hepatobiliary Pancreat Dis Int* 2004;3:612-5.
- 27) Settmacher U, Langrehr JM, Husmann I, Eisele R, Bahra M, Heise M, et al. Reconstruction of visceral arteries with homografts in excision of the pancreas. *Chirurg* 2004;75:1199-206.
- 28) Endo I, Masunari H, Sugita M, Morioka D, Tanaka K, Togo S, et al. Indications for combined resection and reconstruction of the hepatic artery in biliary tract carcinoma. *Nippon Geka Gakkai Zasshi* 2001;102:820-5.
- 29) Kondo S, Ambo Y, Katoh H, Hirano S, Tanaka E, Okushiba S, et al. Middle colic artery-gastroepiploic artery bypass for compromised collateral flow in distal pancreatectomy with celiac artery resection. *Hepatogastroenterology* 2003;50:305-7.
- 30) Sarmiento JM, Panneton JM, Nagorney DM. Reconstruction of the hepatic artery using the gastroduodenal artery. *Am J Surg* 2003;185:386-7.