

肝脏右后叶脉管解剖分型及其变异

李迎博, 王海久*

青海大学附属医院肝胆胰脾二科, 青海 西宁

收稿日期: 2023年11月25日; 录用日期: 2023年12月19日; 发布日期: 2023年12月29日

摘要

Couinaud's分段法将肝脏划分为“五叶八段”。其中, 由于右后叶在肝脏所占的体积较大, 可达整个肝脏体积的24.7%, 同时因为其解剖变异较复杂, 因此在肝胆外科手术中具有重要价值。根据Fisher和Couinaud提出的门静脉解剖分型, 分为三种不同的分支模式: I型、II型和III型。I型分支模式被认为是门静脉的标准分支模式。约有65.0%至89.1%发生率。II型和III型被分为变异分型, 分别有4.5%至11.1%和2.6%至23.5%的发生率。门静脉右后支被分为“弓形”(arch-like)、“二分叉型”、“三分叉型”, 分别有32%至63%、27.9%至37.6%、2%至6%的发生率。右后肝动脉(RPHA)的走行路径在解剖学上主要有三种类型, “南绕型”(门静脉下型)、“北绕型”(门静脉上型)、“混合型”, 其发生率分别为75.8%~79.7%, 7.3%~11.7%, 以及8.7%~12.1%。右后肝内胆管同样分为“南绕型”(门静脉下型)、“北绕型”(门静脉上型)、“混合型”, 其发生率分别为82.7%~92.9%, 7.1%~12.7%, 3.2%~5.5%。对于肝脏右后叶的血管和胆管结构的深入理解, 以及对其解剖变异的准确识别, 对于提高手术效果, 减少术中并发症, 提高患者的生存质量和生存期具有重要的临床意义。

关键词

肝脏解剖, 右后叶解剖, 门静脉解剖, 肝动脉解剖, 肝内胆管解剖, 门静脉变异, 肝动脉变异, 胆管变异

Anatomical Typing of the Right Posterior Lobe Vein of the Liver and Its Variations

Yingbo Li, Haijiu Wang*

Department of Hepatobiliary, Pancreatic and Spleen, Qinghai University Affiliated Hospital, Xining Qinghai

Received: Nov. 25th, 2023; accepted: Dec. 19th, 2023; published: Dec. 29th, 2023

*通讯作者。

文章引用: 李迎博, 王海久. 肝脏右后叶脉管解剖分型及其变异[J]. 临床医学进展, 2023, 13(12): 20432-20441.
DOI: 10.12677/acm.2023.13122877

Abstract

Couinaud's segmentation method divides the liver into "five lobes and eight segments". Among them, the right posterior lobe is of great value in hepatobiliary surgery because of its large volume in the liver, which can be up to 24.7% of the whole liver volume, and because of its complex anatomical variations. According to the anatomical typing of the portal vein proposed by Fisher and Couinaud, it is categorized into three different branching patterns: type I, type II, and type III. Type I branching pattern is considered the standard branching pattern of the portal vein. It has an incidence of approximately 65.0% to 89.1%. Type II and type III are categorized as variant branching patterns with an incidence of 4.5% to 11.1% and 2.6% to 23.5%, respectively. The right posterior branch of the portal vein was categorized as "arch-like", "bifurcation", and "trifurcation", occurring in 32% to 63%, 27.9% to 37.6%, and 2% to 23.5%, respectively. 37.6%, and 2% to 6%, respectively. The right posterior hepatic artery (RPHA) has three main anatomical types of travel paths, "southern bypass" (subportal type), "northern bypass" (supraportal type), and "mixed type", with incidence rates of 75.8%~79.7%, 7.3%~11.7%, and 8.7%~12.1%, respectively. Right posterior intrahepatic bile ducts were also categorized as "southern bypass type" (subportal type), "northern bypass type" (supraportal type), and "mixed type", with incidences of 82.7%~92.9%, 7.1%~12.7%, 3.2%~5.7%, 3.2%~12.7%, and 3.2%~5.7%, respectively, and 3.2%~5.5%, respectively. An in-depth understanding of the vascular and biliary structure of the right posterior lobe of the liver and accurate identification of its anatomical variants are of great clinical significance in improving surgical outcomes, reducing intraoperative complications, and improving the quality and survival of patients.

Keywords

Liver Anatomy, Right Posterior Lobe Anatomy, Portal Vein Anatomy, Hepatic Artery Anatomy, Intrahepatic Bile Duct Anatomy, Portal Vein Variations, Hepatic Artery Variations, Bile Duct Variations

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

在外科技术高速发展的今天,肝胆外科医生对肝脏解剖的认识和准确把握,已经从大体、笼统的角度转向更具体、更精准的方向。肝脏血管和胆管解剖及其不同形态的理解在外科手术和介入性放射学领域尤为重要,例如在肝叶移植、肝胆外科以及经皮手术中,如左三区肝切除术、门静脉栓塞术(PVE)、经颈静脉肝内门体分流(TIPS)和放射性栓塞术/选择性内放射治疗(SIRT) [1]等。因此,伴随着外科手术技术的逐渐发展和优化,术前对肝脏血管和胆管解剖进行详细的评估成为必不可少的环节。

目前,广大临床医生普遍认可的肝脏的分段法是 Couinaud's 分段法[2],即将肝脏划分为“五叶八段”。其中,由于右后叶在肝脏所占的体积较大,可达整个肝脏体积的 24.7% [3],同时其解剖结构较复杂,因此在肝胆外科手术中具有重要价值。准确地识别和理解肝脏右后叶的血脉管道(例如:门静脉右后支、右后肝动脉、右后肝内胆管)的结构和多样性,对当代肝胆外科医生来说是一项不可缺少的技能。

2. 方法

使用电脑检索 PubMed、Embase、Cochrane Library、Medline、万方医学网、中国知网等中英文文献

库, 覆盖时间从 1980 年 1 月至 2022 年 12 月。检索关键词包括: 肝脏解剖、右后叶解剖、门静脉解剖、肝动脉解剖、肝内胆管解剖、门静脉变异、肝动脉变异、胆管变异、肝切除术、肝移植等。作者根据检索到的文献进行筛选, 优先选择近年来的研究并对其进行深入分析。

3. 门静脉解剖

3.1. 门静脉主干(MPV)解剖分型及其变异

根据 Fisher [4]和 Couinaud [5]提出的门静脉解剖分型, 我们可以将其分为三种不同的分支模式: I 型、II 型和 III 型(图 1)。I 型分支模式被认为是门静脉的标准分支模式。它包括 MPV 进入肝门后发出 LPV 和 RPV 的主干。接着, RPV 又分为 RAPV 和 RPPV 的主干, 这是门静脉的二级分支。而 RAPV 和 RPPV 的主干又继续分出供应肝段的分支, 如 P6 和 P7。在研究对象中, 约有 65.0%至 89.1% (中位发生率为 77.05%) [6]-[14]观察到了 I 型分支模式。相比之下, II 型和 III 型分支模式被视为门静脉的解剖学变异模式。II 型分支模式中, 门静脉主干在同一位置将 MPV 分为 RAPV、RPPV 和 LPV。在研究对象中, 约有 4.5%至 11.1% (中位发生率为 7.8%) [6]-[14]发现了 II 型变异。III 型分支模式又被称为“独立右后型”、“Z 型”或“工型”。在这种变异模式中, 门静脉右后支(RPPV)直接从门静脉主干(MPV)发出, 成为其第一分支, 随后分出门静脉右前支(RAPV)和门静脉左侧支(LPV)的共干分支。在研究对象中, 约有 2.6%至 23.5% (中位发生率为 13.05%) [6]-[14]观察到了 III 型变异。这种变异模式是最常见的门静脉变异分型。在 MDCT 图像和 3D 重建技术的帮助下, 术前可有效识别 II 型和 III 型变异分支模式。这些工具可以提供高分辨率的解剖信息, 为手术规划提供指导。

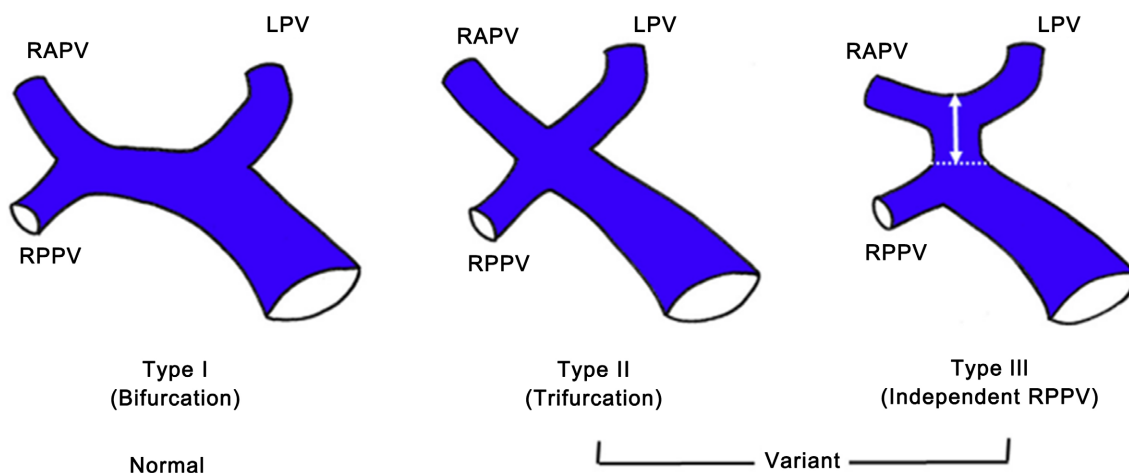


Figure 1. Anatomical typing of MPV and its variant typing [14]

图 1. MPV 解剖分型及其变异分型[14]

3.2. 门静脉右后支(RPPV)解剖及其变异

3.2.1. “弓形” (Arch-Like) RPPV 解剖分型

Couinaud 首次在 1989 年报道[15], 右后门静脉(RPPV)最常见的解剖结构是弓形分支模式(图 2、图 3), 占其研究对象的 63.1%。后来, 在 1999 年, Hata [16]通过尸体研究详细描述了这种弓形 RPPV 分支模式, 并提供了详细的定义。这种分支模式由供应第 VI 段的各种门静脉(PV)分支(P6)组成, 特点是: 1) 其 P7 主导的轨迹; 2) 主 RPPV 干的向上(朝向头部)和向后(在背侧)弯曲。在这种分支模式中, 主 RPPV 干显示向上和向后的轨迹, 没有任何突然的改变或转弯。这种模式在 197 名研究对象中有 32.0%的发生率。

得益于高分辨率 CT 成像技术的发展, Minami [17] 在 2019 年使用 3D 重建技术研究了 RPPV 的分支模式。在研究的 100 名受试者中, 观察到 50 名受试者(50%)有这种弓形 RPPV 分支模式(图 2)。尽管这种弓形 RPPV 分支模式越来越熟悉, 但在这种分支模式下准确划定第 VI 和 VII 段的 P6 和 P7 分支仍是许多研究者之间的争议问题。Hata 和 Takayuki 根据主 RPPV 及其分支的走行轨迹, 将向头部分支定义为 P7, 将向足侧走行的分支定义为 P6。但是, 由于其主观性, 这种分类模式不能被视为一种确定的划分方法。

与 Hata 和 Minami 的观点不同的是 Ichida H [18] 根据 RPPV 发出的 P6 分支数量, 将“弓形”分支模式进一步分为三种亚型: A-1 型(有 2 个 P6 分支), A-2 型(有 3 个 P6 分支), 和 A-3 型(有 4 个或更多的 P6 分支)(图 3)。H 还将外围 RPPV 进一步分为 P7 腹侧支和 P7 背侧支。在 Ichida H 的研究中, “弓形”分支模式在受试者中的发生率为 52%, 三种亚型的发生率分别为 16%、22%和 14%。这与前面的研究有所不同, 提供了更详细的 RPPV 分支模式理解, 提出了一种新的解剖学分支模式和一种划定 P6 和 P7 的新方法, 对我们理解这个领域有很大的帮助。然而, 这项研究的局限性在于研究对象的样本量较少。但 RPPV 分支模式和 P6 和 P7 划分方法的准确描述对于手术程序和术前评估至关重要, 从这些研究中得出的见解有助于我们深入理解这些结构, 从而有助于建立更精确的手术程序。

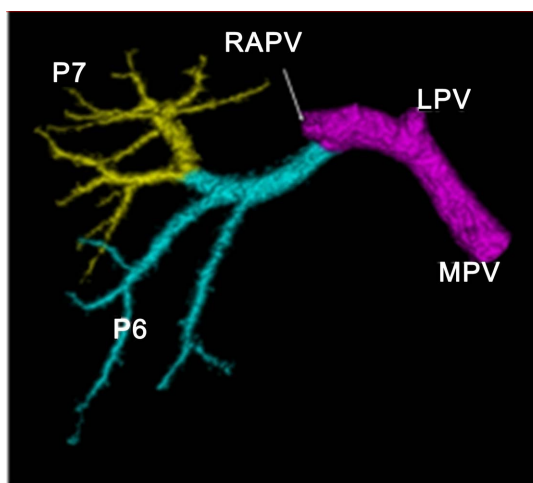


Figure 2. Anatomical three-dimensional reconstruction of the “bowed” RPPV [17]

图 2. “弓形” RPPV 解剖三维重建图[17]

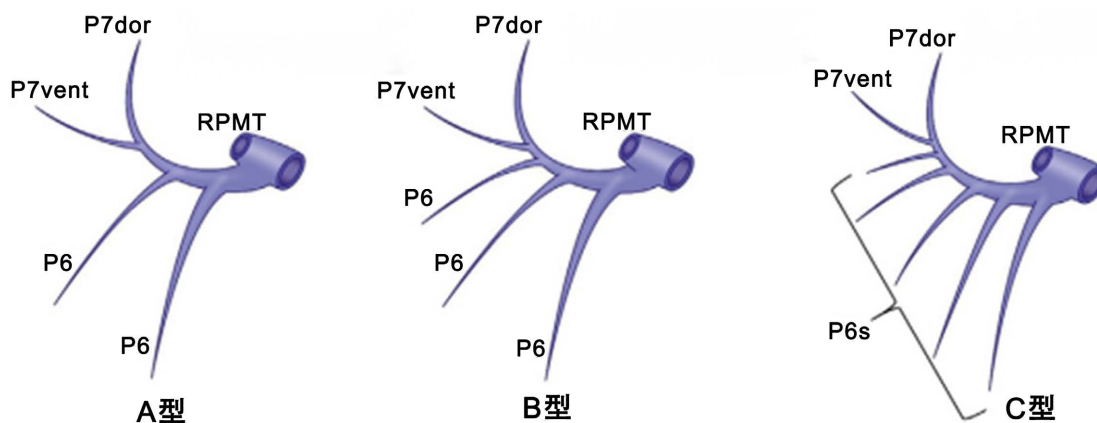


Figure 3. Diagram of the “bowed” RPPV subtype pattern [18]

图 3. “弓形” RPPV 亚型模式图[18]

3.2.2. “二分支型” RPPV 解剖分型

在 1988 年, Kinoshita [19] 等报告了在 202 例研究对象中, 有 37.6% 的个体呈现出“单纯分叉”(Simple Bifurcation)的右后门静脉(RPPV)模式(图 4), 即 RPPV 主干简单分支为 P6 和 P7 两支。有关这一模式的后续定义由 HATA [16] 进一步明确, 其标准包括: 1) P6 和 P7 在分化后的直径上无明显差异; 2) 与 RPPV 主干相比, P6 和 P7 在分化后的直径应显著减小。在 197 例受试者中, 27.9% 的案例发现了这种分支模式。

Minami [17] 和 Ichida [18] 通过三维重建方法, 根据 P6 与 P7 是否具有共同的 RPPV 主干, 将“单纯分叉”模式进一步细分为共干型和无共干型(图 4)。两种亚型的发生率分别为 20%~22%, 以及 23%~26%。值得一提的是, HATA 的研究将无共干型的形态描述为门静脉右支(RPV)的“三分叉型”, 即 RPV 主干分化为 P6、P7 和 PAPV 主干, 这种现象的发生率为 23.3%。无论是共干型还是无共干型的“二分支型” RPPV 模式, 似乎都比“弓形”分支模式更便于区分 VI 和 VII 段的门静脉分支。

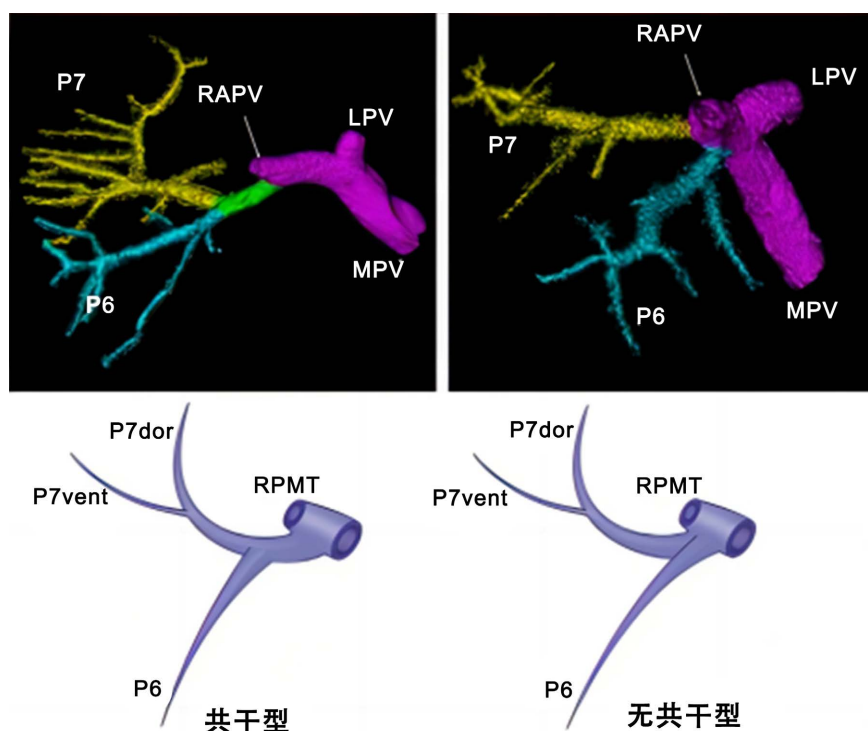


Figure 4. “Bifurcated” RPPV co-drying and non-co-drying types [17] [18]
图 4. “二分支型” RPPV 共干型及无共干型[17] [18]

中国研究者 Jin-Yu Li [20] 在 2022 年进行的一项研究中, 对 1003 例中国人的右后叶肝门静脉(RPPV)解剖模式进行了深入研究。对于无共干型 RPPV 模式, 他进一步将其细分为三个亚型: 1) 亚型(图 5(a)), RPPV 先分出 VI 段分支(P6), 然后再分出 VII 段分支(P7), 此亚型所占比例为 1.5%; 2) 亚型 2 (图 5(b)), RPPV 先分出第 P7, 然后再分出 P6, 此亚型所占比例为 6.58%; 3) 亚型 3 (图 5(c)), RPPV 同时分出 P6 和 P7, 此亚型所占比例为 13.46%。在所有研究对象中, 有 78.46% 的个体呈现 RPPV 主干型。不同的地方在于, Jin-Yu Li 的研究发现, 中国人的 RPPV 无共干型发生率高达 21.54%, 明显高于土耳其人(3.22%) [12] 和印度人(4.34%) [13]。这三项研究的最小样本容量均为 967 名患者, 大大提高了研究结果的引证可靠性, 并为 RPPV 解剖在不同种族间的差异提供了坚实的科学依据。Jin-Yu Li 指出, 这种显著的差异可能源于不同种族群体之间的遗传背景差异。然而, 目前尚未明确哪些特定基因控制着肝门静脉的形成和发展。这是一个待我们深入探索的科学问题, 有待未来研究给出明确的答案。

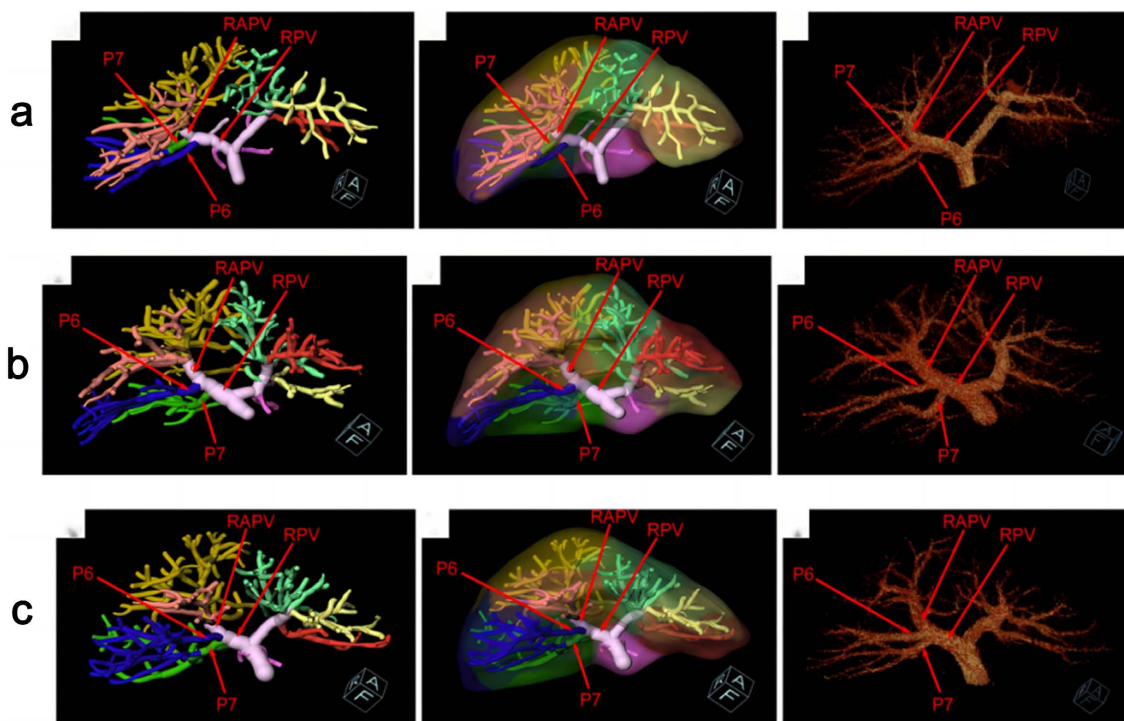


Figure 5. Three-dimensional reconstruction of RPPV subtypes without co-drying [20]

图 5. 无共干型 RPPV 亚型三维重建图[20]

3.2.3. “三分叉型” RPPV 解剖分型

在 1985 年, Takayasu 等[21]人在他们的研究中观察到了一种位于 P6 和 P7 之间的特殊分支, 他们在研究报告中指出, 这个被称为“中间支”的结构, 其位置特殊, 形态各异, 使得人们难以将其与 P6 或 P7 明确区分开来。在 HATA [16]等人的研究中, 这种出现在右后门静脉(RPPV)的“三分叉型”分支模式的发生率为 6.6%, 并进一步指出, 这种“中间分支”起源于位于 P6 和 P7 之间的“楔形区域”, 并且这个“中间分支”在直径和长度上的变化范围相当大。另一方面, Ichida 等[18]人对“三分叉型” RPPV 的解读则有所不同。他们将这种分支模式细分为 P7 背侧支、P7 腹侧支和 P6 (图 6), 这三个分支在大小上基本相等。这种解读与 HATA 等人的研究有所差异, 这种差异可能源于他们研究的样本量较少, 仅在 50 例研究对象中观察到 1 例(占 2%)的“三分叉型” RPPV。

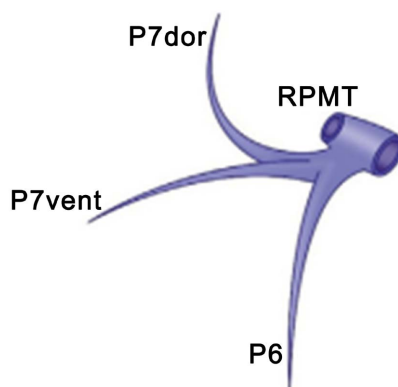


Figure 6. RPPV “triple bifurcation” model map [18]

图 6. RPPV “三分叉型” 模式图[18]

对于即将进行右后叶肝段切除手术的外科医生来说,他们在术前应当借助多切面螺旋 CT (MDCT)和三维重建技术,准确识别并熟悉这种分支变异,以提高手术的安全性和效果。

4. 右后肝动脉(RPHA)解剖及其变异

右后肝动脉(RPHA)的走行路径在解剖学上主要有两种类型。大多数情况下, RPHA 位于门静脉右支(RPV)的足侧行走,进入肝脏,这种走行被学界称为“南绕型(也称 Infrapotal Type, 门静脉下型)”。然而,也有部分情况下, RPHA 会在 RPV 的头侧行走,这种走行则被称为“北绕型(即 Suprapotal Type, 门静脉上型)”。

Yoshioka 等[22]利用计算机断层扫描动脉成像技术(CTA),将 RPHA 的解剖走行大致分为三种类型。其一是 Infrapotal Type (门静脉下型,即“南绕型”)(图 7(a)),RPHA 位于 RPV 的足侧行走至右后叶。其二是 Suprapotal Type (门静脉上型,即“北绕型”)(图 7(b)),在这种类型中,RPHA 位于 RPV 的头侧行走进入右后叶。最后一种类型则是 Combined Type (“混合型”)(图 7(c)),这种情况下 RPHA 主干消失,RHA 起源的 A7 和 A6 分别沿 RPV 头侧和足侧行走。与此同时,另一位研究者 Aoki [23]则利用三维重建技术进一步细化了 Suprapotal Type,将其划分为两个亚型:1) Partially Suprapotal (部分北绕型,即部分门静脉上型),这种类型里,部分 RPHA 分支走“北绕”式,部分 RPHA 分支则走“南绕”式,这种分型实际上对应 Yoshioka 的“混合型”;2) Completely Suprapotal (完全北绕型,即完全门静脉上型),在这个分型里,不存在任何“南绕”的 RPHA 分支,与 Yoshioka 的 Suprapotal Type 对应。据文献统计,三种 RPHA 解剖分型的发生比例分别为 75.8%~79.7%, 7.3%~11.7%, 以及 8.7%~12.1%。需要特别注意的是,当计划并实施左侧肝切除术以治疗肝门部胆管癌时,对这些解剖学变异的理解显得至关重要,尤其是“北绕型”其位于右肝管(RHD)的足侧,这可能是一个解剖学上的“陷阱”。此外,在施行活体肝移植,特别是在规划使用由 VI 段和 VII 段组成的右后叶移植时,也必须准确地识别这种变异。

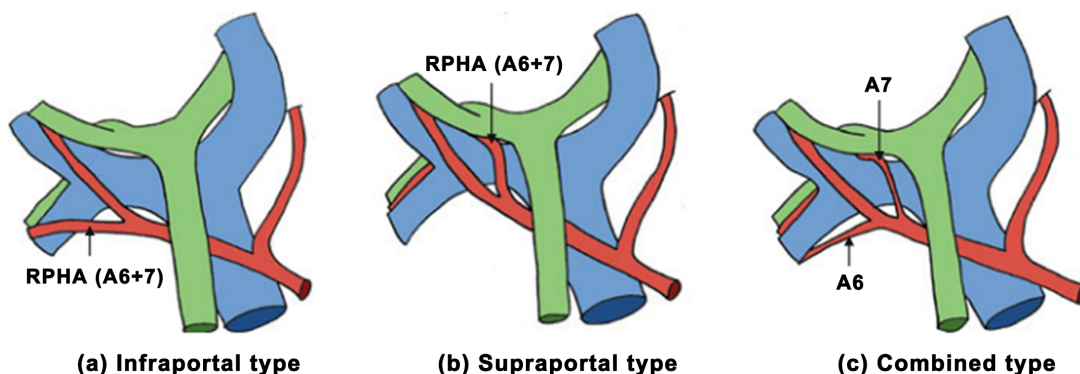


Figure 7. RPHA walking pattern diagram [22]

图 7. RPHA 走行模式图[22]

另外, Yoshioka [22]和 Watanabe [14]等研究者还对 RPHA 的解剖分型与门静脉(MPV)的解剖分型之间的相关性展开了研究。他们发现,与“南绕型” RPHA 相比,无论是“北绕型”还是“混合型” RPHA 的 MPV 变异率均显著降低:“北绕型”或“混合型” RPHA 均未发现 MPV 的存在。这一研究结果在没有 CTA 和三维重建技术的条件下,具有一定的参考价值,可以推测在 MPV 变异存在的情况下, RPHA 可能走“南绕型”走行。

5. 右后肝内胆管(RPHD)解剖及其变异

在解剖学上,胆道与肝动脉的走行关系至关重要,尤其涉及到右后肝内胆管(RPHD)及右后肝动脉

(RPHA)的走行。一般来说, RPHD 的常态是以“北绕型(即 Suprapotal Type, 门静脉上型)”方式, 即在门静脉右支(RPV)的头侧走行, 并经过右前叶肝内胆管(RAHD)流入肝总管(CHD)。然而, 某些情况下, RPHD 也会以“南绕型(Infrapotal Type, 门静脉下型)”方式, 即在 RPV 的足侧走行, 这被视为一种解剖学上的变异[24]。

Ohkubo [25]等人对 RPHD 的解剖分类进行了独特的归纳, 将其分为三种类型(图 8): “北绕型(Suprapotal Type)”、“南绕型(Infrapotal Type)”和“混合型(Combined Type)”。1) 在“北绕型”中, RPHD 围绕 RPV 的头侧走行, 并在其与 RAHD 汇合处成为右肝管(RHD)。2) 在“南绕型”中, RPHD 沿 RPV 的足侧走行, 并在 RPV 的足侧与 RAHD 汇合, 形成 RHD。3) 至于“混合型”, 则没有 RPHD, 来自 VI 段的胆管(B6)和 VII 段的胆管(B7)分别与胆道树汇合, 其中 B7 以“北绕”式在 RPV 头侧进入 RAHD, B6 以“南绕”式在 RPV 足侧进入肝总管。根据过往文献, 三种分类的发生比例依次为 82.7%~92.9% [25] [26] [27] [28], 7.1%~12.7% [25] [26] [27] [28], 3.2%~5.5% [25] [26]。

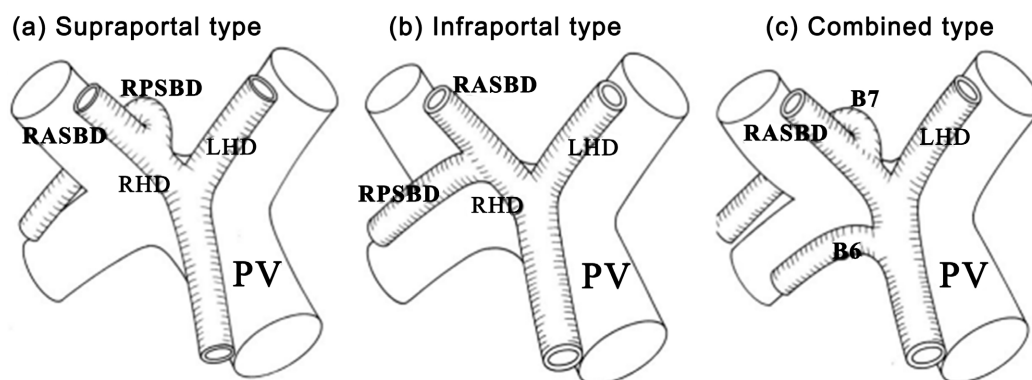


Figure 8. Pattern of right posterior intrahepatic bile duct alignment [25]
图 8. 右后肝内胆管走行模式图[25]

此外, Shimizu [26]等人对不同类型的 RPHD 在左半肝切除手术中的临床差异进行了深入研究。研究发现, “南绕型” RPHD 的根治性切除率要略高于“北绕型”(75% > 58%), 而“南绕型”胆管切缘的阳性率则明显低于“北绕型”(0% < 37.7%)。极具意义的是, “北绕型” RPHD 由于其断端位于 RPV 的头背侧, 与空肠的吻合在技术上可能更有挑战性, 而“南绕型” RPHD 因走行于 RPV 足腹侧, 与空肠的精确吻合的可能性较大。

同样地, Takeishi [28]和 Watanabe [14]等人对 RPHD 与门静脉(MPV)之间的关系进行了相关分析。他们发现, “南绕型” RPHD 在 MPV 变异情况下的发生率(58%~61%)要高于在 MPV 正常情况下的发生率(16%~20%)。这一发现明确了 RPHD 解剖变异与 MPV 解剖变异之间的正相关关系。

总的来说, 对于 RPHD 的解剖学变异和其与 MPV 的关系的深入研究, 都能为临床医生提供更多的手术指导和预后评估依据。然而, 我们也要注意, 以上研究结果并不能完全代表所有的临床情况, 因此在具体的临床实践中, 医生仍需要根据患者的具体情况和病情进展来做出最佳的治疗决策。

6. 结语

综上所述, 肝脏内部的血管和胆管结构复杂, 解剖变异常见。鉴于右后叶肝移植、肝切除以及基于肝动脉的局部区域肝内肿瘤治疗, 以及基于门静脉的肝内血管栓塞等手术的广泛应用, 术前准确识别血管和胆管的变异显得至关重要, 以避免肝段缺血和手术过程中的损伤。随着多排螺旋 CT (MDCT)和核磁共振成像(MRI)等高级影像学技术的日益成熟, 更多的辅助性影像学技术, 如三维重建技术、胆道成像技

术等, 可以为肝胆外科医生或介入放射科医生提供更详细、更准确的肝脏右后叶脉管系统解剖信息, 从而有助于他们制定最佳的治疗方案[29]。

因此, 对于肝脏右后叶的血管和胆管结构的深入理解, 以及对其解剖变异的准确识别, 对于提高手术效果, 减少术中并发症, 提高患者的生存质量和生存期具有重要的临床意义。

参考文献

- [1] Erbay, N., Raptopoulos, V., Pomfret, E.A., Kamel, I.R. and Kruskal, J.B. (2003) Living Donor Liver Transplantation in Adults: Vascular Variants Important in Surgical planning for Donors and Recipients. *American Journal of Roentgenology*, **181**, 109-114. <https://doi.org/10.2214/ajr.181.1.1810109>
- [2] Couinaud, C. (1981) Controlled Hepatectomies and Exposure of the Intrahepatic Bile Ducts: Anatomical and Technical Study. Couinaud, Paris, 14.
- [3] Mise, Y., Satou, S., Shindoh, J., Conrad, C., Aoki, T., Hasegawa, K., Sugawara, Y. and Kokudo, N. (2014) Three-Dimensional Volumetry in 107 Normal Livers Reveals Clinically Relevant Inter-Segment Variation in Size. *HPB (Oxford)*, **16**, 439-447. <https://doi.org/10.1111/hpb.12157>
- [4] Fraser-Hill, M.A., Atri, M., Bret, P.M., Aldis, A.E., Illescas, F.F. and Herschorn, S.D. (1990) Intrahepatic Portal Venous System: Variations Demonstrated with Duplex and Color Doppler US. *Radiology*, **177**, 523-526. <https://doi.org/10.1148/radiology.177.2.2217795>
- [5] Couinaud, C. (1957) The Hepatic Pedicle. I. The Intrahepatic Portal Vein. In: Couinaud, C., Ed., *The Liver: Anatomic and Surgical Studies*, Masson, Paris, 71-118. (In French)
- [6] Atri, M., Bret, P.M. and Fraser-Hill, M.A. (1992) Intrahepatic Portal Venous Variations: Prevalence with US. *Radiology*, **184**, 157-158. <https://doi.org/10.1148/radiology.184.1.1609075>
- [7] 林江, 陈祖望, 周康荣, 等. 肝内门静脉和肝静脉的解剖与变异(三维动态增强磁共振血管成像分析) [J]. 中华放射学杂志, 1999, 33(6): 403-406.
- [8] Baba, Y., Hokotate, H., Nishi, H., Inoue, H. and Nakajo, M. (2000) Intrahepatic Portal Venous Variations: Demonstration by Helical CT during Arterial Portography. *Journal of Computer Assisted Tomography*, **24**, 802-808. <https://doi.org/10.1097/00004728-200009000-00024>
- [9] Akgul, E., Inal, M., Soyupak, S., Binokay, F., Aksungur, E. and Oguz, M. (2002) Portal Venous Variations. Prevalence with Contrast-Enhanced Helical CT. *Acta Radiologica*, **43**, 315-319. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0455.2002.430314.x>
- [10] Varotti, G., Gondolesi, G.E., Goldman, J., Wayne, M., Florman, S.S., Schwartz, M.E., Miller, C.M. and Sukru, E. (2004) Anatomic Variations in Right Liver Living Donors. *Journal of the American College of Surgeons*, **198**, 577-582. <https://doi.org/10.1016/j.jamcollsurg.2003.11.014>
- [11] Covey, A.M., Brody, L.A., Getrajdman, G.I., Sofocleous, C.T. and Brown, K.T. (2004) Incidence, Patterns, and Clinical Relevance of Variant Portal Vein Anatomy. *American Journal of Roentgenology*, **183**, 1055-1064. <https://doi.org/10.2214/ajr.183.4.1831055>
- [12] Koç, Z., Oğuzkurt, L. and Uluşan, S. (2007) Portal Vein Variations: Clinical Implications and Frequencies in Routine Abdominal Multidetector CT. *Diagnostic and Interventional Radiology*, **13**, 75-80.
- [13] Sureka, B., Patidar, Y., Bansal, K., Rajesh, S., Agrawal, N. and Arora, A. (2015) Portal Vein Variations in 1000 Patients: Surgical and Radiological Importance. *The British Journal of Radiology*, **88**, Article 20150326. <https://doi.org/10.1259/bjr.20150326>
- [14] Watanabe, N., Ebata, T., Yokoyama, Y., Igami, T., Sugawara, G., Mizuno, T., Yamaguchi, J. and Nagino, M. (2017) Anatomic Features of Independent Right Posterior Portal Vein Variants: Implications for Left Hepatic Trisectionectomy. *Surgery*, **161**, 347-354. <https://doi.org/10.1016/j.surg.2016.08.024>
- [15] Couinaud, C. (1989) Surgical Anatomy of the Liver Revisited. Couinaud, Paris, 1-182.
- [16] Hata, F., Hirata, K., Murakami, G. and Mukaiya, M. (1999) Identification of Segments VI and VII of the Liver Based on the Ramification Patterns of the Intrahepatic Portal and Hepatic Veins. *Clinical Anatomy*, **12**, 229-244. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2353\(1999\)12:4<229::AID-CA1>3.0.CO;2-0](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2353(1999)12:4<229::AID-CA1>3.0.CO;2-0)
- [17] Minami, T., Ebata, T., Yokoyama, Y., Igami, T., Mizuno, T., Yamaguchi, J., Onoe, S., Watanabe, N. and Nagino, M. (2020) Study on the Segmentation of the Right Posterior Sector of the Liver. *World Journal of Surgery*, **44**, 896-901. <https://doi.org/10.1007/s00268-019-05238-x>
- [18] Ichida, H., Imamura, H., Yoshioka, R., Mizuno, T., Mise, Y., Kuwatsuru, R., Kawasaki, S. and Saiura, A. (2021) Re-Evaluation of the Couinaud Classification for Segmental Anatomy of the Right Liver, with Particular Attention to the Relevance of Cranio-Caudal Boundaries. *Surgery*, **169**, 333-340. <https://doi.org/10.1016/j.surg.2020.08.029>

- [19] Kinoshita, H., Sakai, K., Hirohashi, K., Tsuji, Y., Inoue, T., Kubo, S. and Nakatsuka, H. (1988) Branching Patterns of the Intrahepatic Portal Vein and Hepatic Segments Identified by Percutaneous Transhepatic Portography. *Nihon Geka Gakkai Zasshi*, **89**, 55-62. (In Japanese)
- [20] Li, J.Y., Dai, W.D., Hu, J.X., Huang, J.S., Liu, X.L., Xiao, M.J., Xiao, E.H., Li, Y.J., Mei, X.L., Deng, K. and Shi, J.C. (2022) Newly Found Variations of the Right Posterior Portal Vein Identified Radiologically in 1,003 Chinese Patients: A Cross-Sectional Study. *Annals of Translational Medicine*, **10**, Article 1237. <https://doi.org/10.21037/atm-22-4837>
- [21] Takayasu, K., Moriyama, N., Muramatsu, Y., Shima, Y., Goto, H. and Yamada, T. (1985) Intrahepatic Portal Vein Branches Studied by Percutaneous Transhepatic Portography. *Radiology*, **154**, 31-36. <https://doi.org/10.1148/radiology.154.1.3964948>
- [22] Yoshioka, Y., Ebata, T., Yokoyama, Y., Igami, T., Sugawara, G. and Nagino, M. (2011) "Supraportal" Right Posterior Hepatic Artery: An Anatomic Trap in Hepatobiliary and Transplant Surgery. *World Journal of Surgery*, **35**, 1340-1344. <https://doi.org/10.1007/s00268-011-1075-x>
- [23] Aoki, S., Mizuma, M., Hayashi, H., Nakagawa, K., Morikawa, T., Motoi, F., Naitoh, T., Egawa, S. and Unno, M. (2016) Surgical Anatomy of the Right Hepatic Artery in Rouviere's Sulcus Evaluated by Preoperative Multidetector-Row CT Images. *BMC Surgery*, **16**, Article No. 40. <https://doi.org/10.1186/s12893-016-0155-0>
- [24] Choi, J.W., Kim, T.K., Kim, K.W., Kim, A.Y., Kim, P.N., Ha, H.K. and Lee, M.G. (2003) Anatomic Variation in Intrahepatic Bile Ducts: An Analysis of Intraoperative Cholangiograms in 300 Consecutive Donors for Living Donor Liver Transplantation. *Korean Journal of Radiology*, **4**, 85-90. <https://doi.org/10.3348/kjr.2003.4.2.85>
- [25] Ohkubo, M., Nagino, M., Kamiya, J., Yuasa, N., Oda, K., Arai, T., Nishio, H. and Nimura, Y. (2004) Surgical Anatomy of the Bile Ducts at the Hepatic Hilum as Applied to Living Donor Liver Transplantation. *Annals of Surgery*, **239**, 82-86. <https://doi.org/10.1097/01.sla.0000102934.93029.89>
- [26] Shimizu, H., Sawada, S., Kimura, F., Yoshidome, H., Ohtsuka, M., Kato, A. and Miyazaki, M. (2009) Clinical Significance of Biliary Vascular Anatomy of the Right Liver for Hilar Cholangiocarcinoma Applied to Left Hemihepatectomy. *Annals of Surgery*, **249**, 435-439. <https://doi.org/10.1097/SLA.0b013e31819a6c10>
- [27] Jeon, Y.M., Lee, K.W., Yi, N.J., Lee, J.M., Hong, G., Choi, Y., Park, M.S., Kim, H. and Suh, K.S. (2013) The Right Posterior Bile Duct Anatomy of the Donor Is Important in Biliary Complications of the Recipients after Living-Donor Liver Transplantation. *Annals of Surgery*, **257**, 702-707. <https://doi.org/10.1097/SLA.0b013e318268a5d5>
- [28] Takeishi, K., Shirabe, K., Yoshida, Y., Tsutsui, Y., Kurihara, T., Kimura, K., Itoh, S., Harimoto, N., Yamashita, Y.I., Ikegami, T., Yoshizumi, T., Nishie, A. and Maehara, Y. (2015) Correlation between Portal Vein Anatomy and Bile Duct Variation in 407 Living Liver Donors. *American Journal of Transplantation*, **15**, 155-160. <https://doi.org/10.1111/ajt.12965>
- [29] Schmidt, S., Demartines, N., Soler, L., Schnyder, P. and Denys, A. (2008) Portal Vein Normal Anatomy and Variants: Implication for Liver Surgery and Portal Vein Embolization. *Seminars in Interventional Radiology*, **25**, 86-91. <https://doi.org/10.1055/s-2008-1076688>