

УДК 577.14

БИОХИМИЯ

П. О. РИПАТТИ, В. С. СИДОРОВ

КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ЖЕЛЧНЫХ КИСЛОТ НЕКОТОРЫХ ПОЗВОНОЧНЫХ В СВЯЗИ С ХАРАКТЕРОМ ИХ ПИТАНИЯ

(Представлено академиком А. И. Опариным 30 V 1973)

Неясен вопрос о функциональных особенностях различных желчных кислот в связи с их распределением у различных групп позвоночных животных. Существует недостаточное количество экспериментальных данных, которые внесли бы ясность в эту проблему. У обследованных примерно 400 видов животных обнаружено свыше 40 соединений типа желчных кислот и их аналогов, большинство из которых встречаются только либо у ограниченного числа близких видов, либо в очень небольших относительных количествах. Основные же желчные кислоты, встречающиеся у большинства развитых позвоночных, — холевая и хенодезоксихолевая, которые обычно связаны с таурином или глицином, а также дезоксихолевая кислота. Последняя, однако, относится к вторичным желчным кислотам, так как она не секретируется клетками печени, а получается путем восстановления оксигруппы у холевой кислоты кишечными микроорганизмами. Соотношения между этими основными желчными кислотами могут сильно варьировать у разных животных. Причины, по которым у некоторых видов эволюционно закрепились определенные специфические желчные кислоты, пока неясны. Поскольку одной из функций желчи считается участие в пищеварительных процессах, можно ожидать определенного соответствия между желчнокислотным составом и характером питания животного. Действительно, такая корреляция прослежена ⁽¹⁾. Однако качественный анализ исследований желчных кислот у разных групп позвоночных не дает полного ответа о существенном различии между животными с разными типами питания ⁽²⁾.

С целью дальнейшего накопления экспериментального материала и более детального выявления наличия и характера соответствия между желчнокислотным составом и питанием нами было проведено изучение количественного соотношения отдельных составляющих смеси желчных кислот в желчи ряда рыб, птиц и млекопитающих, обитающих на территории Карелии и северной части Западной Сибири.

Желчь фиксировали общепринятым способом ⁽³⁾, состав выделенных связанных и свободных желчных кислот определяли методами тонкослойной хроматографии ^(4, 5) с использованием инфракрасной спектроскопии ^(6, 9) для проявления цветных реакций с хлорным железом ⁽⁶⁾ и хлористым марганцем ⁽⁷⁾. Определение содержания желчных кислот проводили методом, ранее предложенным авторами для анализа желчных кислот в желчи человека ^(10, 11). Полученные результаты представлены в табл. 1—3.

У перечисленных в табл. 1 костистых рыб обнаружены практически только две основные желчные кислоты — холевая и хенодезоксихолевая, связанные с таурином. Поэтому желчнокислотный состав удобно выразить процентным содержанием основной компоненты холевой кислоты ⁽¹²⁾, которая наиболее велика у хищных рыб (налим, щука, нельма) и значительно уменьшается по мере возрастания в кормах доли бентоса и планктона.

Таблица 1

Относительное содержание холевой кислоты в желчи рыб
(в % от общего количества желчных кислот)

Исследуемый вид	Холевая кислота
Налим (<i>Lota lota</i> (L.))	91,2±2,0
Щука (<i>Esox lucius</i> L.)	89,0±1,7
Окунь (<i>Perca fluviatilis</i> L.)	84,4±2,8
Хариус (<i>Thymallus thymallus</i> (L.))	78,5±5,0
Нельма (<i>Stenodus leucichthys helma</i> (Pallas))	95,2±4,3
Форель (<i>Salmo trutta morpha jacustriz</i> L.)	89,8±2,9
Лосось (<i>S. salar</i> L. morpha sebago Girard)	86,8±2,7
Муксун (<i>Coregonus muksum</i> (Pallas))	80,2±3,2
Пелядь (<i>C. peled</i> (Gmelin))	79,3±3,6
Чир (<i>C. nasus</i> (Pallas))	70,2±3,6
Сиг шуйский (<i>C. lavaretus lavaretoides natio schuensis</i> Pravdin)	81,3±2,0
Сиг сямозерский (<i>C. lavaretus pallasi natio exilis</i> Pravdin)	71,2±1,7
Ряпуша (<i>C. albula</i> L.)	70,7±3,4

Таблица 2

Относительное содержание холевой и хенодезоксихолевой кислот в желчи птиц
(в % от общего количества желчных кислот)

Исследуемый вид	Холевая кислота	Хенодезоксикхолевая кислота
Пискулька (<i>Anser erythropus</i> L.)	0,0±1,7	100,0±1,7
Связь (<i>Anas penelope</i> L.)	2,7±1,5	69,1±4,4
Шилохвость (<i>A. acuta</i> L.)	2,3±0,7	67,0±2,1
Кряква (<i>A. platyrhynchos</i> L.)	3,0±0,7	66,0±3,0
Синьга (<i>Melanitta nigra</i> L.)	4,0±0,4	49,8±2,0
Гоголь (<i>Clangula clangula</i> L.)	5,9±1,1	51,2±6,6
Черныш (<i>Aythya</i> sp.)	5,1±1,0	43,6±5,0
Гагары (<i>Gavia</i> sp.)	18,7±2,2	41,6±7,8
Золотистая ржанка (<i>Charadrius apricarius</i> L.)	66,5±1,8	29,0±1,4
Серебристая чайка (<i>Larus argentatus</i> Pontopp.)	71,1±0,3	21,0±0,6
Сизая Чайка (<i>L. canus</i> L.)	11,1±6,1	55,2±23,8
Ворона (<i>Corvus corone</i> L.)	22,9±2,7	45,8±2,8
Галка (<i>Coloeus monedula</i> L.)	81,2	3,2

Таблица 3

Относительное содержание желчных кислот в желчи млекопитающих
(в % от общего количества желчных кислот)

Исследуемый вид	Холевая кислота	Диоксикхолановые кислоты
Волк (<i>Canis lupus</i> L.)	80,7±1,7	18,5±1,8
Лесная куница (<i>Martes martes</i> L.)	79,4	15,2
Американская норка (<i>Mustela vison</i> Briss.)	80,2±4,9	18,7±3,7
Выдра (<i>Lutra lutra</i> L.)	65,0	24,3
Рысь (<i>Felis lynx</i> L.)	65,6±2,5	21,9±3,8
Заяц (<i>Lepus timidus</i> L.)	22,6±2,1	54,3±5,5
Кролик (лабораторные животные)	2,2±0,5	88,1±1,8

Больше всего хенодезоксихолевой кислоты у чистых бентофагов и планктофагов (чир, сиг, ряпушка). Особый интерес представляет различие двух подвидов сегов. Многогочинковский сямозерский сиг обитает в условиях с ограниченными кормовыми ресурсами и характеризуется широким пищевым спектром зообентоса и зоопланктона ⁽¹³⁾. Питание шуйского сига,

местом агула которого является Петрозаводская губа Онежского озера с хорошо развитой кормовой базой, более избирательно (¹⁴).

Птицы отличаются несколько большим разнообразием желчнокислотного состава, чем рыбы. Хроматографирование свободных желчных кислот, выделенных из печени уток, в тонком слое силикагеля КСК выявило наличие, помимо холевой и хенодезоксихолевой кислот, еще одной неидентифицированной компоненты с очень слабой подвижностью ($R_f \sim 0,06$) в примененной системе растворителей (диэтиловый эфир — петролейный эфир — метанол — уксусная кислота 70:30:8:1 (⁴)). Это вещество не образует поглощающих свет продуктов в разбавленной серной кислоте, как и lithocholic acid, что позволило, не совершая большой ошибки, оценить концентрацию в желчи известных желчных кислот. Представленные в табл. 2 данные показывают статистически достоверное различие между речными утками, предпочитающими растительную пищу, и остальной группой уток, питающихся преимущественно разнообразными животными кормами. Первые характеризуются относительно меньшим содержанием холевой кислоты и большим процентом хенодезоксихолевой. В этой связи следует отметить, что чисто растительноядный гусь имеет только хенодезоксихолевую кислоту. В рассматриваемом отношении очень близки к уткам гагары, питающиеся преимущественно рыбой. Они мало отличаются от нырковых уток по содержанию хенодезоксихолевой кислоты, однако относительная концентрация холатов у них значительно выше. Приведенные в таблице суммарные результаты получены для образцов желчи двух видов гадар — чернозобой и краснозобой, желчнокислотные составы которых практически одинаковы.

Мало понятным является сильное различие в содержании главных желчных кислот у двух близких видов чаек — сизой и серебристой. Обе они питаются разнообразными кормами преимущественно животного происхождения, хотя в пище сизой чайки в некоторые периоды больший удельный вес составляют ягоды. Насекомоядные галка и золотистая ржанка, несмотря на то что они представляют таксономически далекие отряды, имеют желчнокислотные составы с преобладанием холевой кислоты. В то же время наблюдаются значительные различия между галкой и вороной, которые могут быть связаны с всеядным характером питания последней. Возможно, что этим же объясняется более широкий набор желчных кислот в желчи вороны, обнаруженный хроматографически и нуждающийся в дальнейшей расшифровке.

Количественный анализ желчных кислот хищных млекопитающих подтвердил преобладание у них холевой кислоты. Компонента диоксихолановых кислот состояла из смеси хенодезоксихолевой и дезоксихолевой, которые нашими методами определялись суммарно. Все кислоты связаны в основном с таурином, доля гликоконъюгатов во всех случаях была невелика и сильно варьировала у отдельных особей. В желчи зайцеобразных наоборот, таурохоланаты не обнаружены вообще. Основной желчной кислотой зайцев и кроликов является дезоксихолевая, однако различия в относительных концентрациях главных составляющих у этих видов существенны.

Таким образом, приведенный фактический материал по количественному анализу смесей желчных кислот у различных видов рыб, птиц и млекопитающих в значительной степени свидетельствует в пользу существования зависимости между типом питания животного и качественным и количественным составом желчных кислот в желчи. Более того, создается впечатление, что чем однообразней характер питания животного, тем монотонней состав желчных кислот, т. е. наблюдается количественное преобладание одной из них в желчи и меньшее участие в пищеварении минорной компоненты.

Не возникает сомнений в том, что детальное изучение количественных соотношений между отдельными компонентами желчи и содержащихся в

ней желчных кислот будет способствовать более конкретному выяснению роли индивидуальных желчных кислот и их взаимосвязи с различными экологическими и эволюционными факторами.

Институт биологии Карельского филиала
Академии наук СССР
Петрозаводск

Поступило
29 V 1973

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ G. A. D. Haslewood, Bile Salts, London, 1967. ² H. Sobotka, Physiological Chemistry of the Bille, Baltimore — London, 1937. ³ G. A. D. Haslewood, V. Wotton, Biochemistry, 47, 584 (1950). ⁴ D. Kritchevsky, D. S. Martak, G. H. Rothblat, Anal. Biochem., 5, 388 (1963). ⁵ T. Sasaki, Hiroshima J. Med. Sci., 14, 85 (1965). ⁶ R. R. Lowry, J. Lipid Res., 9, 397 (1968). ⁷ S. K. Goswami, C. F. Frey, J. Chromatogr., 53, 389 (1970). ⁸ I. Fischmeister, Ark. Kemi, 16, 151, (1960). ⁹ G. Chihara, K. Matsuo et al., Chem. Pharm. Bull., 10, 1190 (1962). ¹⁰ П. О. Рипатти, Р. А. Попова и др., Вопр. мед. хим., 15, 630 (1969). ¹¹ П. О. Рипатти, Р. А. Попова и др., Авт. свид. № 247600, 1969. ¹² П. О. Рипатти, Р. А. Попова и др., В сборн. Лососевые (Salmonidae) Карелии, в. 1, Петрозаводск, 1972, стр. 120. ¹³ В. Ф. Титова, Многотычинковый сиг Сямозера, Петрозаводск, 1973. ¹⁴ В. Ф. Титова, Ю. А. Смирнов, Ю. А. Шустов, В сборн. Лососевые (Salmonidae) Карелии, в. 1, Петрозаводск, 1972, стр. 48.