

## ПЕРШИЙ ДОСВІД ЗАСТОСУВАННЯ МАГНІТНО-РЕЗОНАНСНОЇ ХОЛАНГІОПАНКРЕАТОГРАФІЇ НА ТОМОГРАФІ НАПРУЖЕНІСТЮ МАГНІТНОГО ПОЛЯ З ТЕСЛА У КОМПЛЕКСІ МЕТОДІВ ПРОМЕНЕВОЇ ДІАГНОСТИКИ ПАТОЛОГІЇ ЖОВЧОВИВІДНИХ ШЛЯХІВ

Лурін І.А., Слободяник В.П., Варуск С.В., Макаров Г.Г., Коваль Б.М.\*

Центр сучасної медичної діагностики ВМУ СБ України, Київ, Україна  
Кафедра хірургії №4, Національний медичний університет ім. О.О. Богомольця, Київ, Україна\*

### The First Experience of 3 Tesla Magnetic Resonance in Cholangiopancreatography in a Range of Methods Radiation Diagnostic Pathology Biliary Tract

I.A. Lurin, V.P. Slobodianik, S.V. Varysk, G.G. Makaroff, B.M. Koval\*

Center of Modern Medical Diagnostics, Military Medical Administration of Security Service of Ukraine, Kiev  
Chair of Surgery #4, National Medical University named by A.A. Bogomoletz, Kiev, Ukraine\*

Received: March 28, 2012

Accepted: April 17, 2012

#### Адреса для кореспонденції:

Центральний госпіталь ВМУ СБ України  
вул. Липська, 11  
Київ, 01021, Україна  
тел.: +38-044-281-59-90  
e-mail: kovalboris@gmail.com

#### Summary

The article shows the own experience with magnetic resonance cholangiopancreatography (MRC) on the ground in Ukraine and Eastern Europe, MRI of the company «Toshiba» magnetic field 3 Tesla. Discussed problems, advantages and limitations of use of 3 T MRC in clinical practice, solutions to important issues in specific clinical situations. Personal experience and foreign authors studied data indicate that the 3 T MRC can be used in the evaluation of all biliary tract. Method significantly increases the overall accuracy of diagnosis MRC combination with conventional MRI, which allows you to determine the status of the surrounding soft tissues, and helps determine the cause of biliary obstruction.

*Key words: magnetic resonance cholangiopancreatography.*

#### Вступ

На сучасному етапі розвитку медицини променева діагностика захворювань жовчовивідних шляхів складається з широкого спектру методів візуалізації. З одного боку, це забезпечує своєчасну і точну діагностику розповсюдженої патології та сприяє її оптимальному лікуванню. З другого

боку, вказані обставини потребують від клініцистів чіткого уявлення про переваги та недоліки конкретних методик, показання та протипоказання до їх проведення та їх ефективність. Клінічна гепатологія потребує більш досконалих неінвазивних, безпечних, високоінформативних методів діагностики захворювань жовчовивідних шляхів. Пошук нових підходів до вивчення варіантів будови жовчних протоків, оптимізація алгоритму променевої діагностики захворювань жовчовивідних шляхів з уточненням ролі і місця новітніх методів неінвазивного дослідження, до яких в першу чергу відноситься магнітно-резонансна томографія (МРТ), являють собою актуальну клінічну проблему.

Для дослідження жовчовивідних шляхів в даний час використовується цілий ряд методів променевої діагностики. При цьому вельми поширеним продовжує залишатися думка, що тільки за допомогою контрастних інвазивних методик, до яких відносяться ендоскопічна ретроградна холангіопанкреатографія (ЕРХПГ) і черезшкірна чреспечінкова холангіографія (ЧЧХГ), вдається отримати цілісне контрастне зображення жовчовивідних шляхів. Разом з тим рядом авторів визнається можливість розвитку різних ускладнень при цьому дослідженні, до найчастіших з

яких (5,5–19,5%) відносять гострий панкреатит [2], перфорацію дванадцятипалої кишки, екстравазати, сепсис та ускладнення, пов'язані з премедикацією, які коливаються в межах 2,8–6,4%, а смертність становить 0,07–0,1% [3]. Наявність перифатеріального дивертикула, пухлини або стриктури дуоденального сосочка, стан після резекції шлунка за Більрот II, псевдокісти підшлункової залози часто унеможливають проведення ЕРХПГ. Контрастна речовина може приховувати невеликі камені, а джерелом помилок можуть бути бульбашки повітря і неповне контрастування жовчних шляхів, особливо розташованих вище рівня введення контрастної речовини.

Використання ЧЧХГ частіше пов'язане з ризиком розвитку таких ускладнень, як внутрішньочеревні кровотечі, сепсис, жовчний перитоніт, утворення внутрішньочеревних абсцесів і зовнішніх жовчних норичів. Частота їх коливається від 0,9% до 4,9% [15], а летальність складає 0,2–0,9% [2].

Розповсюдженою ланкою диференційно-діагностичного пошуку у виявленні патології біліарного тракту є комп'ютерна томографія (КТ). При цьому до основних недоліків методу відносять низьку тканинну контрастність, променеве навантаження, відсутність візуалізації неконтрастних каменів і необхідність застосування внутрішньовенного контрастування жовчних проток, а також алергічні реакції на введення контрастної речовини (КР). Без попереднього внутрішньовенного контрастування незмінні внутрішньопечінкові жовчні протоки візуалізуються погано, а позапечінкові жовчні протоки вдається верифікувати менш ніж у половині пацієнтів. Зображення жовчних проток в тривимірному режимі після їх контрастування з використанням технології мультidetекторного сканування розширює діагностичні можливості КТ, однак роздільна здатність методу при реконструкції біліарного тракту недостатня [1,2]. Застосування КТ у виявленні холецистолітазу і хронічного калькульозного холециститу не дає переваг в порівнянні з ультразвуковою діагностикою.

Велика кількість ускладнень на введення рентгєнівських контрастних речовин, високе променеве навантаження на пацієнтів, інвазивність і технічні складнощі проведення досліджень привертають все більший інтерес дослідників до неінвазивних досліджень, які дозволяють отримати цілісне уявлення про стан жовчовивідних шляхів і позбавлені побічних ефектів та ускладнень.

Як високоінформативний нешкідливий метод дослідження жовчовивідних шляхів широко застосовується УЗД. На етапі первинної діагностики УЗД відіграє важливу роль в оцінці варіантів будови жовчних проток і жовчного міхура, а також в розпізнаванні калькульозного ураження поза- і внутрішньопечінкових жовчних проток. При цьому за звичайного діаметру жовчних протоків виявити холедохолітаз за даними УЗД важко, а часом і неможливо. У той же час відсутність розширення холедоху за даними УЗД не є надійною гарантією відсутності в ньому каменів. Точність УЗД в діагностиці резидуального холедохолітазу, за даними різних дослідників, складає від 51,3% до 91% [1]. На жаль, при ультразвуковій оцінці конкрементів метод дає як хибнопозитивні — 4,9%, так і помилково негативні результати — 13,6% [3]. Найчастіше помилки трапляються в діагностиці каменів малого діаметру (до 5 мм). При відсутності розширення загальної

жовчної потоки (ЗЖП) кількість псевдонегативних результатів може досягати 34,7% [6]. До недоліків УЗД в оцінці жовчовивідних шляхів традиційно відносять складності візуалізації дистальних відділів протокової системи, неможливість отримання цілісного уявлення про біліарний тракт і його взаємини із суміжними органами. Проведення УЗД гепатобіліарної системи ускладнено у хворих з ожирінням або метеоризмом, при високому розташуванні печінки, що не виступає з-під краю реберної дуги, а також у хворих з пов'язками на животі або хворобливістю післяопераційного рубця.

В діагностиці патології органів черевної порожнини МРТ використовується практично з моменту початку її клінічного застосування. Однак більша тривалість дослідження, наявність рухових і дихальних артефактів, що погіршують якість отримуваних зображень, значно обмежували діагностичні можливості МРТ при візуалізації печінки та біліарного тракту [8]. Значення традиційної МРТ в діагностиці захворювань біліарного тракту багатьма авторами оцінювалося неоднозначно [4]. Підкреслювалась складність вивчення внутрішньо- і позапечінкових жовчних проток при товщині зрізів, що перевищує 4–6 мм. На тлі паренхіми печінки вкрай складно диференціювати жовчні протоки і судинні структури, а також виявляти дрібні дефекти наповнення [11].

Зазначені причини стали підставою для розробки більш досконалих технологій МР-візуалізації анатомічних особливостей будови біліарного тракту, а також діагностики захворювань жовчовивідних шляхів. Методика, заснована на отриманні МР-сигналу високої інтенсивності від жовчі, з пригніченням МР-сигналу від оточуючих м'яких тканин отримала назву магнітно-резонансної холангіопанкреатографії (МРХПГ) [1]. Це дослідження забезпечує неінвазивне отримання прямого цілісного зображення жовчовивідних шляхів без застосування КР, при цьому якість одержуваних зображень практично не поступається рентгєнським холангіограмам, дозволяє отримувати зображення жовчних і панкреатичних проток у різних площинах, тривимірному режимі, дозволяє судити про фізико-хімічні властивості тканин.

Незабаром після своєї появи МРХПГ в напруженості магнітного поля 1,5 Тл стала визнаним діагностичним інструментом для оцінки панкреато — біліарної протокової системи. Але швидкий розвиток МРТ-технологій та останні інновації в обробці зображень, включаючи швидкісну послідовність зображень, новітні фазові катушки, техніки паралельної обробки зображень на томографах 3 Тл, дозволили отримати діагностичні зображення більш високої якості за менший час [8].

У розвинених країнах світу томографи з напруженістю магнітного поля нижче за 1,5 Тл сьогодні не затребувані та збереглися лише в ряді невеликих медичних установ. Основну масу МР-томографів у світі становлять 1,5 Тл системи. На сегмент 3 Тл томографів в Європі припадає 10% ринку МРТ, і їх частка постійно збільшується. До недавнього часу подібні МР-томографи застосовувалися тільки в науково-дослідних центрах, проте зараз ця технологія стає все більш доступною, як для діагностичних центрів, так і для клінік загальної практики.

*Мета цього дослідження* — вивчення світового і оцінка власного досвіду застосування МРХПГ на томографі



Рис. 1

Магнітно-резонансна томографія, аксіальний зріз. Зображено новоутворення головки підшлункової залози (1).

напруженістю магнітного поля 3 Тл в комплексі методів променевої діагностики патології жовчовивідних шляхів.

#### Матеріал і методи

В основу роботи покладено результати дослідження 34 хворих хірургічного стаціонару з захворюваннями панкреато-біліарної системи. Дослідження проводились у відділенні комп'ютерної томографії та магнітно-резонансної діагностики Центру сучасної медичної діагностики ВМУ СБ України (Київ) за період з жовтня 2011 року по березень 2012 року. Дослідження проводилося на першому в Україні та Східній Європі магнітно-резонансному томографі напруженістю магнітного поля 3 Тл «Vantage Titan 3T» останнього покоління класу *high-end* виробництва корпорації «Toshiba Medical Systems», (Японія).

На першому етапі діагностичного пошуку за результатами клінічних, лабораторних обстежень, ультрасонографії у хворих було підтверджено наявність біліарної патології та механічний характер жовтяниці. Покази до 3 Тл МРХПГ включали діагностику холедохолітазу, кіст загальної жовчної протоки, первинного склерозуючого холангіту, панкреатиту і анатомічних варіантів розвитку жовчних протоків, післяопераційних ускладнень.

Дослідження хворих проводили натщесерце для запобігання можливого проєкційного нашарування дванадцятипалої кишки і дистального відділу шлунка на зображення біліарного тракту. Застосовували спеціальні програми МРХПГ (2D, 3D FASE), засновані на отриманні T2-зважених зображень (33) з різко підвищеною контрастністю між рухомою жовчю і навколишніми тканинами. МРХПГ за даною методикою виконувалось протягом 4 с, з затримкою і без затримки дихання (з синхронізацією за диханням), що особливо важливо при обстеженні пацієнтів з неконтрольованою руховою активністю. Протокол дослідження включав застосування МРТ з обов'язковим отриманням: T2 CO (FASE), T2-axial (FASE), T1-axial (FATS SAT), із затримкою пацієнтом дихання і за показаннями — T1-33 також із затримкою дихання для оцінки стану паренхіматозних органів, особливо печінки і підшлункової залози,

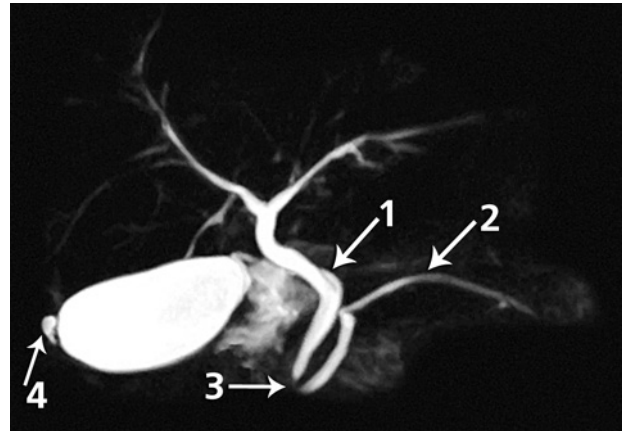


Рис. 2

Магнітно-резонансна холангіопанкреатографія, 3D реконструкція. Зображено помірно розширену загальну жовчну (1) та панкреатичну протоки (2). Візуалізується стриктура дистального відділу холедоху (3) та дивертикул жовчного міхура (4).

зи, і отримання зображення жовчних проток в аксіальній проєкції.

#### Результати та обговорення

МРТ в сучасній клінічній практиці стає все більш доступним та затребуваним методом дослідження в зв'язку зі зростанням необхідності вивчення стану біліарного тракту при широкому колі захворювань. Аналіз можливості 3 Тл МРХПГ в діагностиці захворювань жовчовивідних шляхів дозволив уточнити її роль та місце серед інших методів візуалізації.

Нове покоління систем клінічної МРТ працює з дуже високою напруженістю поля і має потенціал для значного поліпшення просторової розподільчої здатності в зв'язку з великим співвідношенням сигнал — шум (*SNR*). *SNR* завдяки технічними перевагами 3 Тл МРХПГ приблизно в два рази перевищує аналогічні показники в порівнянні з 1,5 Тл МРТ. Збільшення *SNR* може використовуватися для поліпшення якості зображення або зменшення часу сканування. Збільшення *SNR* переважно впливає на збільшення просторової роздільної здатності, а отже до поліпшення чіткості діагностичних зображень. Сканування за допомогою 3 Тл МРТ забезпечує здатність виконувати більш тонкі зрізи в порівнянні з 1,5 Тл МРТ. Зниження часу сканування в 3 Тл МРТ призводить до зменшення артефактів руху, що має особливе значення для пацієнтів, які не можуть тривалий час зберігати нерухоме положення під час процесу томографії. В результаті цього збільшується якість зображення незважаючи на скорочення часу сканування.

Візуалізація жовчних проток на томографах 3,0 Тл має ряд потенційних труднощів. При більш високій напруженості магнітного поля ступінь неоднорідності магнітного поля зростає, ефект магнітної сприйнятливості збільшується і питомий коефіцієнт поглинання радіочастотної потужності може стати обмежуючим фактором [9]. Проте у всіх хворих дослідження було завершено і добре переносилося хворими. Всі отримані зображення були діагностичної якості. Жоден з пацієнтів з розширенням

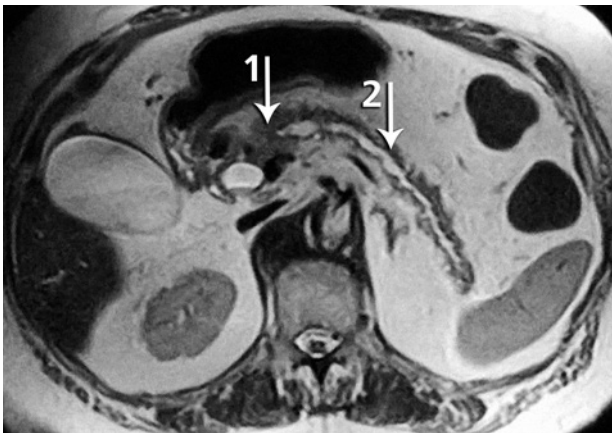


Рис. 3

Магнітно-резонансна томографія, аксіальний зріз. Зображено новоутворення головки підшлункової залози (1) зі стриктурою загальної жовчної протоки та головної протоки підшлункової залози (2) в дистальній частині (проекції головки підшлункової залози).

внутрішньопечінкових або позапечінкових проток не зазнав терапевтичного або іншого втручання з приводу ускладнення. У жодного з хворих хімічні або дихальні артефакти не мали діагностично значимого впливу на інтерпретацію зображень.

В світовій літературі на даний час накопичується все більше даних про застосування 3 Тл МРХПГ в якості основного засобу клінічної оцінки жовчних проток і протоки підшлункової залози [10]. Є дані про добру кореляцію результатів МРХПГ з результатами ЕРХПГ і ЧЧХГ [12,13]. Головна перевага МРХПГ в порівнянні зі звичайною ЕРХПГ полягає в неінвазивності методу. МРХПГ стає більш ефективним методом діагностики по цілому ряду інших факторів. МРХПГ продемонструвала велику чутливість при виявленні внутрішньопечінкових утворень [6], краще відображує периферичні стриктури [14] і має переваги у візуалізації критичних стриктур жовчних протоків в порівнянні з ЕРХПГ [4].

МРХПГ у поєднанні з традиційною МРТ дозволяє провести оцінку паренхіматозних органів черевної порожнини, а також жовчовивідних шляхів. У деяких лікувальних установах діагностичні переваги 3 Тл МРХПГ призвели до зменшення застосування ЕРХПГ, окрім випадків необхідності лікувальних процедур або забору гістологічних зразків [5,15].

Наш досвід обстеження пацієнтів із захворюваннями підшлункової залози та жовчних проток підтверджує помітне поліпшення контрастності загальної жовчної протоки (ЗЖП) і перидуктальних тканин при 3 Тл МРХПГ на відміну від 1,5 Тл МРХПГ. Оцінка якості візуалізації зображення 3 Тл МРХПГ є вищою за 1,5 Тл МРХПГ через більш високу *SNR* та кращу розподільчу здатності, і як результат — кращу загальну якість зображення і візуалізацію більш дрібних генерацій внутрішньопечінкових жовчних проток, розмежування жовчних і основних проток підшлункової залози [7].

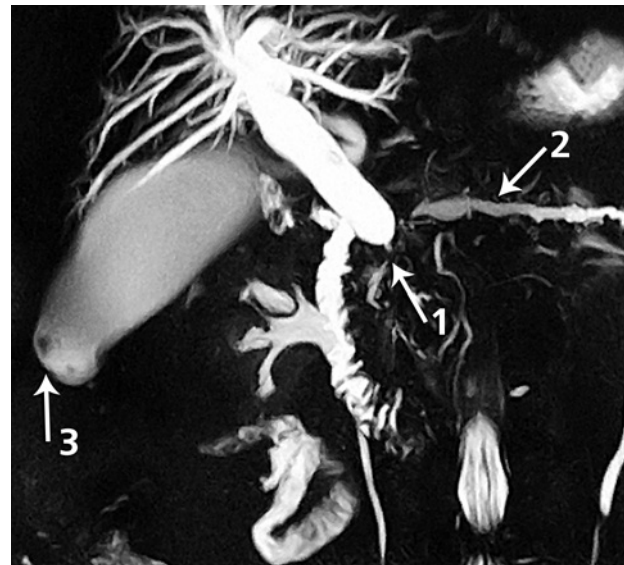


Рис. 4

Магнітно-резонансна холангіопанкреатографія, 3D реконструкція. Зображено розширений загальний жовчний проток (1) зі стриктурою. Панкреатичний проток (2) розширений, з нерівними контурами. В жовчному міхурі визначаються конкременти (3).

В нашій роботі алгоритм променевої діагностики в умовах сучасного стаціонару визначався з урахуванням технічного оснащення, що включає рентгенівське та УЗД-обладнання, КТ та МРТ. МРТ з можливістю МРХПГ використовувалася диференційовано. 3 Тл МРХПГ була етапом уточнюючої диференційної діагностики, якій у більшості випадків передувало УЗД та КТ. Однак існувала низка клінічних ситуацій, коли було недоцільно використовувати повний спектр променевих методів дослідження у зв'язку з дублюванням діагностичних можливостей, інвазивністю, променевим навантаженням, часовими та економічними витратами.

Після проведення УЗД, як методу уточнюючої діагностики, МРХПГ виконувалася хворим з захворюваннями, що супроводжуються механічною жовтяницею: холедохолітазом, холангіокарциномою, пухлинною обструкцією жовчних шляхів (рис. 1), бактеріальним та первинним склерозуючим холангітом, постхолецистектомічним синдромом, ятрогеним ушкодженням жовчних шляхів тощо. Використання МРХПГ скорочує тривалість діагностичного періоду і тим самим покращує прогноз при лікуванні цих хворих.

Як показує наш досвід, МРХПГ недоцільна в діагностиці більшості захворювань жовчного міхура, оскільки практично не має переваг перед УЗД. Виключенням є вивчення ділянки воронки та міхурового протоку, підозра на їх патологічні зміни (рис. 2). За рахунок можливості отримання поліпозиційних тонких зрізів при МРХПГ вдається верифікувати дрібні камені жовчного міхура (розміром близько 2 мм), у тому числі в області шийки і пузирного протоку. Також методика дозволяє оцінити стан жовчних проток, виключити наявність ускладнень захворювання, що важливо в тактиці ведення хворих.

МРХПГ дозволяє отримувати тонкі зрізи, на яких візуалізуються, як досить великі дефекти наповнення, так і дуже дрібні камені розміром 1-2 мм, в тому числі, в нероз-

ширених жовчних протоках. Детальний аналіз тонких зрізів сприяв їх диференційній діагностиці від потовщень стінок проток і стриктур. Важливо відзначити, що за обсягом одержаної діагностичної інформації при холедохолітазі 3 Тл МРХПГ не поступалася ЕРХПГ, а часом і перевершувала її.

Використання динамічного контрастного посилення дозволило діагностувати дрібні пухлини в області воріт, внутрішньопечінкову і перидуктальну пухлинну інфільтрацію, регіонарну лімфаденопатію. 3 Тл МРХПГ вважаємо методом вибору не тільки в діагностиці холангіокарціноми, але і в оцінці результатів її хірургічного лікування. Використання 3 Тл МРХПГ забезпечує візуалізацію тонких структурних змін в інтрадуоденальній частині ЗЖП, чим сприяє вибору оптимальної тактики лікування.

МРТ є найбільш інформативним і загальноновизнаним сучасним методом діагностики пухлинної обструкції жовчних проток [1,2,3,11]. Використання МРХПГ в діагностиці доброякісних стриктур сприяє їх ранній доклінічній верифікації, дозволяє точно встановити рівень процесу і наявність ускладнень, а в поєднанні з традиційною МРТ — виключити пухлинний характер жовтяниці (рис. 3; рис. 4).

Ми вважаємо 3 Тл МРХПГ методом вибору в діагностиці стану біліарного тракту після операцій. Це обумовлено високою роздільною здатністю методики, чутливістю до дрібних дефектів наповнення проток і мінімальної кількості вільної рідини в підпечінковому просторі і між петель кишківника, задовільною візуалізацією біліарних дренажів, а також її безпекою і неінвазивністю.

Необхідно відзначити, що 3 Тл МРХПГ дозволяє не тільки виявити холангіогенні абсцеси печінки, а й диференціювати їх з кістами і метастазами. Точна діагностика рівня та характеру ятрогенного пошкодження жовчовивідних шляхів із визначенням довжини інтактної загальної жовчної протоки визначає вибір виду хірургічної операції: ушивання протоки, холедохоєностомія або гепатікоєностомія (у тому числі з реконструкцією конфлюенса). Однак при ушкодженнях I і II типів визначаються тільки ознаки «обриву» протоки з відсутністю візуалізації проксимальних відділів біліарного тракту. Для оцінки стану проксимальних відділів жовчовивідних шляхів у таких пацієнтів можливості 3 Тл МРХПГ відповідають діагностичному потенціалу ЕРХПГ і ЧЧХГ. При цьому методика легко здійсненна, дозволяє візуалізувати протоки вище та нижче за рівень ушкодження, не вимагає особливих зусиль від пацієнтів та позбавлена побічних ефектів і ускладнень, що дозволяє використовувати її при динамічному спостереженні.

## Висновки

Велика напруженість магнітного поля 3 Тл томографів призводить до збільшення відношення сигнал — шум, просторової розподільчої здатності та швидкості сканування, які призводять до суттєвих переваг у якості діагностичної візуалізації: збільшенню швидкості отримання та якості зображення при порівнянні з поширеним сьогодні 1,5 Тл МРТ.

Власний досвід та дані зарубіжних авторів свідчать про те, що 3 Тл МРХПГ може бути використана в оцінці всього білі-

арного тракту, виявленні рівня обструкції, розширення жовчних шляхів вище вказаного рівня, та оцінці їх стану нижче місця обструкції. Метод суттєво підвищує загальну точність діагностики, яка дозволяє визначити стан оточуючих м'яких тканин, та сприяє виявленню причини біліарної обструкції. А при підготовці до операцій на біліарному тракті 3 Тл МРХПГ є кращим методом прижиттєвого безконтрастного вивчення анатомічних особливостей та індивідуальних варіантів будови жовчовивідних шляхів.

На сьогоднішній день однозначно встановлені переваги 3 Тл МРХПГ, а 1,5 Тл МРХПГ зазнає перегляду свого статусу «золотого стандарту» для даного дослідження.

## Література

1. Васильев А.Ю., Ратников В.А. (2006) Магнитно-резонансная холангиография в диагностике заболеваний желчевыводящих путей. (Москва). «Медицина». 200 с.
2. Васильев А.Ю., Иванчиков А.А. (2004) Диагностические возможности магнитно-резонансной холангиографии при холедохолитиазе и стенозирующих поражениях общего желчного протока. Казан. мед. журн. 85: 184-187
3. Гальперин Э.И., Ветшев П.С. (2009) Руководство по хирургии желчных путей. (Москва). «Видар». 559 с.
4. Di Cesare E., Puglielli E., Michelini O., Pistoia M.A., Lombardi L., Rossi M. (2003) Malignant obstructive jaundice: comparison of MRCP and ERCP in the evaluation of distal lesions. Radiol. Med. 105: 445-453
5. Fulcher A.S., Turner M.A. (2002) MR cholangiopancreatography. Radiol. Clin. North. Am. 40: 1363-1376
6. Kim T.K., Kim B.S., Kim J.H., Ha H.K., Kim P.N., Kim A.Y. (2002) Diagnosis of intrahepatic stones: superiority of MR cholangiopancreatography over endoscopic retrograde cholangiopancreatography. Am. J. Roentgenol. 179: 429-434
7. Onishi H., Kim T., Hori M., Murakami T., et al (2009) MR cholangiopancreatography at 3.0 T: intraindividual comparative study with MR cholangiopancreatography at 1.5 T for clinical patients. Invest. Radiol. 44; 9: 559-565
8. Patel H.T., Shah A.J., Khandelwal S.R., Patel H.F., Patel M.D. (2009) R-cholangiopancreatography at 3.0 T. Radiographics. 29; 6: 1689-1706
9. Schick F. (2005) Whole-body MRI at high field: technical limits and clinical potential. Eur. Radiol. 15: 946-959
10. Schindera S.T., Merkle E.M. (2007) MR cholangiopancreatography: 1.5 T versus 3 T. Magn. Reson. Imaging. Clin. N. Am. 15; 3: 355-364
11. Schmitt F., Grosu D., Mohr C. et al. (2004) 3 Tesla MRI: successful results with higher field strengths. Radiologie. 44: 31-47
12. Thing C.H., Tan A.G., Chung Y.F. et al. (2003) Clinical applications of MR cholangiopancreatography. Ann. Acad. Med. Singapore. 32: 536-541
13. Varghese J.C., Farrell M.A., Courtney G. et al. (1999) Role of MR cholangiopancreatography in patients with failed or inadequate ERCP. Am. J. Roentgenol. 173: 1527-1533
14. Vitellas K.M., El-Dieb A., Vaswani K.K. et al. (2002) MR cholangiopancreatography in patients with primary sclerosing cholangitis: interobserver variability and comparison with endoscopic retrograde cholangiopancreatography. Am. J. Roentgenol. 179: 399-407
15. Zhong L., Yao Q.Y., Li L., Xu J.R. (2003) Imaging diagnosis of pancreato-biliary diseases: a control study. World J. Gastroenterol. 9: 2824-2847