

DOI: 10.24412/2707-6180-2023-65-96-101

УДК 611.36-073.8

МРНТИ 76.03.49, 76.13.15

ПРИЖИЗНЕННАЯ СИНТОПИЯ ПЕЧЕНИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВОЗРАСТА И ПОЛА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНО-ТОМОГРАФИЧЕСКОГО МЕТОДА ИССЛЕДОВАНИЯ

И.Н. ФАТЕЕВ

Оренбургский государственный медицинский университет, Оренбург, Россия

Фатеев И.Н. – <https://orcid.org/0000-0002-1736-2185>

Citation/

библиографиялық сілтеме/
библиографическая ссылка:

Fateyev IN. Lifetime Liver Syntopia depending on Age and Gender according to the Magnetic Resonance Imaging Method Results. West Kazakhstan Medical Journal. 2023;65(2):96-101

Фатеев И.Н. Зерттеудің магнитті-резонанстық-томографиялық әдісінің нәтижелері бойынша жасына және жынысына байланысты бауырдың өмір бойы синтопиясы. West Kazakhstan Medical Journal. 2023;65(2):96-101

Фатеев И.Н. Прижизненная синтопия печени в зависимости от возраста и пола по результатам магнитно-резонансно-томографического метода исследования. West Kazakhstan Medical Journal. 2023; 65(2):96-101

Lifetime Liver Syntopia depending on Age and Gender according to the Magnetic Resonance Imaging Method Results

I. N.Fateyev

Orenburg State Medical University, Orenburg, Russia

Purpose: to obtain data on lifetime anatomy and topography of liver using magnetic resonance imaging.

The present work is based on the study and analysis of clinical material obtained from 329 objects. The clinical and instrumental research is based on the results of magnetic resonance imaging of the liver and extrahepatic bile ducts in 329 people, residents of the city of Orenburg, who were examined with suspicion of pathology of the abdominal cavity, and the pathology was not confirmed. On MRI-grams, liver syntopia with surrounding organs and blood vessels was examined. The right adrenal gland can contact the liver at both the Th11 and Th12 levels, depending on the constitution of the subject. The liver contacts the right kidney from Th12 to L2. The lower the level, the further the organs are from each other. There were no significant sexual differences in these syntopic relationships. With aging, there is a change in the average values of the distances between the liver and the surrounding organs. Some of them decrease (the distance between the liver and duodenum, liver and right kidney), others increase (the distance between the liver and the small curvature of the stomach, liver and hepatic curvature of the colon, liver and right adrenal gland). The conducted research once again speaks of the high efficiency and possibility of using the magnetic resonance imaging method as a method of in vivo anatomical examination and liver morphometry, as well as the possibility of obtaining objective data on in vivo anatomy and topography.

Keywords: liver; anatomy; magnetic resonance imaging

Зерттеудің магнитті-резонанстық-томографиялық әдісінің нәтижелері бойынша жасына және жынысына байланысты бауырдың өмір бойы синтопиясы

И.Н. Фатеев

Орынбор мемлекеттік медицина университеті, Орынбор, Ресей

Бұл зерттеудің мақсаты магниттік-резонанстық томографияны қолдана отырып, бауырдың өмірлік анатомиясы мен топографиясы туралы жаңа мәліметтер алу болды. Бұл зерттеу 329 объектіден алынған клиникалық материалды зерттеуге және талдауға негізделген. Клиникалық-аспаптық зерттеу іш қуысы мүшелерінің патологиясына күдікпен қаралған Орынбор қаласының тұрғындары, 329 адамда бауыр мен бауырдан тыс өт жолдарының магнитті-резонанстық томографиясының нәтижелерін зерттеуге негізделген және патология расталмаған. МРТ-граммдарда қоршаған органдармен және қан тамырларымен бауыр синтопиясы зерттелді. Оң жақ бүйрек үсті безі зерттелушінің конституциясына байланысты Th11 деңгейінде де, Th12 у деңгейінде де бауырмен байланыста болуы мүмкін. Бауыр оң бүйрекпен Th12-ден L2-ге дейін байланысады. Деңгей неғұрлым төмен болған сайын органдар бір-бірінен алшақ болады. Бұл синтопиялық қатынастарда айтарлықтай жыныстық айырмашылықтар анықталған жоқ. Жасы ұлғайған сайын бауыр мен оның айналасындағы органдар арасындағы



Фатеев И.Н.
e-mail: fateev-orgma@mail.ru

Received/
Келін түсті/
Поступила:
30.05.2023

Accepted/
Басылымға қабылданды/
Принята к публикации:
28.06.2023

ISSN 2707-6180 (Print)
© 2021 The Authors
Published by Marat Ospanov West Kazakhstan
Medical University

кашкықтың орташа мәндері өзгереді. Олардың кейбіреулері азаяды (бауыр мен он екі елі ішек, бауыр және оң бүйрек арасындағы кашкыт), басқалары – ұлғаяды (бауыр мен асқазанның кіші қисаюы, бауыр мен тоқ ішектің бауыр қисаюы, бауыр мен оң бүйрек үсті безі арасындағы кашкыт). Жүргізілген зерттеу магнитті-резонанстық томографияны өмір бойы анатомиялық зерттеу және бауыр морфометриясы әдісі ретінде қолданудың жоғары тиімділігі және өмір бойы анатомия мен топография туралы объективті мәліметтер алу мүмкіндігі туралы тағы бір рет мәлімдейді.

Негізгі сөздер: бауыр, анатомия, магнитті-резонанстық томография

Прижизненная синтопия печени в зависимости от возраста и пола по результатам магнитно-резонансно-томографического метода исследования

И.Н. Фатеев

Оренбургский государственный медицинский университет, Оренбург, Россия

Цель исследования. Получение новых данных по прижизненной анатомии и топографии печени с использованием магнитно-резонансной томографии. Настоящее исследование основано на изучении и анализе клинического материала, полученного от 329-ти объектов. Клинико-инструментальное исследование основано на изучении результатов магнитно-резонансной томографии печени и внепеченочных желчных путей в норме у 329-ти человек, жителей города Оренбурга, которые были обследованы с подозрением на патологию органов брюшной полости, и патология не подтвердилась. На МРТ-граммах была изучена синтопия печени с окружающими органами и кровеносными сосудами. Правый надпочечник может контактировать с печенью как на уровне Th11, так и на уровне Th12 у, в зависимости от конституции обследуемого. С правой почкой печень контактирует от Th12 до L2. Чем ниже уровень, тем дальше органы друг от друга. Существенных половых различий в данных синтопических взаимоотношениях выявлено не было. С возрастом происходит изменение средних значений расстояний между печенью и окружающими органами. Одни из них уменьшаются (расстояние между печенью и двенадцатиперстной кишкой, печенью и правой почкой), другие – увеличиваются (расстояние между печенью и малой кривизмой желудка, печенью и печеночной кривизмой ободочной кишки, печенью и правым надпочечником). Проведенное исследование еще раз говорит о высокой эффективности использования магнитно-резонансной томографии в качестве метода прижизненного анатомического исследования и морфометрии печени и возможности получать объективные данные по прижизненной анатомии и топографии.

Ключевые слова: печень, анатомия, магнитно-резонансная томография

Введение

Начало XXI века характеризуется динамичным развитием экспериментальной и клинической гепатологии, однако актуальность проблемы диагностики и лечения заболеваний печени при этом не снижается. Заболевания печени продолжают оставаться в центре внимания не только хирургов и терапевтов, но и радиологов [1].

В развитых странах заболевания печени относятся к числу наиболее распространенных [2, 3]. Заболеваниями печени и желчных путей страдает каждый десятый житель планеты, что свидетельствует о значимости проблемы ранней адекватной диагностики [4].

В то же время, имеющиеся в литературе данные по анатомии и топографии печени, несмотря на большое прикладное значение, не в полной мере удовлетворяют запросы клинической диагностики и практической хирургии [5, 6].

Применение современных методов визуализации, в частности МРТ с возможностью бесконтрастной магнитно-резонансной холангиографии, по мнению целого ряда авторов, требует пересмотра алгоритма

лучевой диагностики [7-9].

Внедрение в клиническую практику магнитно-резонансной томографии открывает новые возможности для прижизненной визуализации печени человека. В то же время при использовании диагностических методов не всегда возможна правильная трактовка полученных данных из-за недостатка исследований по прижизненной анатомии и топографии печени человека в норме. О необходимости подобных исследований указано в ряде работ [10-12].

Таким образом, поиск новых подходов к изучению вариантов строения печени и желчных протоков, оптимизация алгоритма лучевой диагностики заболеваний с уточнением роли и места новейших методов неинвазивного исследования, к которым, в первую очередь, относится МРТ, представляют собой актуальную проблему современной медицинской науки и требуют проведения специального анатомического исследования. При этом в современных условиях изучение различных аспектов клинической анатомии печени представляется актуальным с нескольких точек зрения.

Во-первых, внедрение в клиническую практику

магнитно-резонансной томографии открывает новые возможности для прижизненной визуализации печени человека. В то же время, при использовании диагностических методов не всегда возможна правильная трактовка полученных данных из-за недостатка исследований по прижизненной анатомии и топографии печени в норме. О необходимости подобных исследований указано в ряде работ [13, 14].

Во-вторых, диагностика с использованием магнитно-резонансной томографии заболеваний печени встречает затруднения при сопоставлении полученных результатов с нормативными данными из других возрастных групп. Проблема оценки количественных параметров печени в норме актуальна и при обследовании людей в зависимости от пола [15].

В-третьих, в настоящее время отсутствуют работы по комплексной количественной оценке анатомии и топографии печени по данным прижизненных методов исследования. Вместе с тем, изучение прижизненной анатомии внутренних органов открывает новые перспективы развития учения об индивидуальной анатомической изменчивости, созданного В.Н. Шевкуненко (1935, 1951) и развитое его учениками и последователями.

Таким образом, магнитно-резонансная томография позволяет достаточно хорошо прижизненно визуализировать печень и окружающие ее органы. Однако применение этих способов в качестве методов изучения прижизненной анатомии и топографии не нашло широкого распространения [16].

Имеющиеся данные не носят характера систематических исследований и нуждаются в значительном углублении и дальнейшей разработке при формировании таких разделов клинической анатомии печени, как магнитно-резонансно-томографическая анатомия. Представляется актуальным использование методов прижизненной визуализации для изучения топографической анатомии печени на больших контингентах обследуемых [17].

Цель исследования

Получение новых данных по прижизненной анатомии и топографии печени с использованием магнитно-резонансной томографии.

Материалы и методы

Настоящее исследование основано на изучении и анализе клинического материала, полученного от 329-ти объектов. Клинико-инструментальное исследование основано на изучении результатов магнитно-резонансной томографии печени и внепеченочных желчных путей в норме у 329-ти человек, жителей города Оренбурга, которые были обследованы с подозрением на патологию органов брюшной полости, и патология не подтвердилась.

Возраст лиц раздела исследования, включающего магнитно-резонансные томограммы брюшной полости области в норме, лежал в пределах от 20-ти до 75-ти лет. При распределении всех обследованных по возрастным группам была использована общеприня-

тая схема возрастной периодизации (БМЭ, 1976 – том 4, с. 381-384). Согласно схеме, выделяются следующие возрастные периоды: первый период зрелого возраста (21-35 лет у мужчин и 20-35 лет у женщин), второй период зрелого возраста (36-60 лет у мужчин и 36-55 лет у женщин), пожилого возраста (61-75 лет у мужчин и 56-75 лет у женщин).

В возрастную группу первого периода зрелого возраста вошло 107 наблюдений (56 % – мужчины и 46 % – женщины), в возрастную группу второго периода зрелого возраста вошло 142 наблюдения (52 % – мужчины и 48 % – женщины), в возрастную группу пожилого возраста вошло 80 наблюдений (40 % – мужчины и 60 % – женщины).

Всего в данном разделе исследования лица мужского пола составили 50,5 %, женского пола – 49,5 %.

В настоящем исследовании для решения поставленных задач использовали магнитно-резонансно-томографическое исследование, морфометрию, вариационно-статистическую и компьютерную обработку полученных данных.

Магнитно-резонансно-томографическое исследование проводили на магнитно-резонансном томографе PhilipsInteraACS-NT 1,5 Tc использованием катушки для всего тела Q-Body и Sense. Пациентов обследовали натошак во избежание возможного суммарного проекционного наложения содержимого дистальных отделов желудка и двенадцатиперстной кишки на изображение билиарного дерева, основанных на получении сильно T2 взвешенных изображений с резко повышенной контрастностью между неподвижными жидкостями (желчью) и окружающими тканями.

Протокол исследования включал традиционную МРТ с обязательным получением T2 взвешенных изображений с использованием ИП T2WTSE, SPIR, T1WTSE с использованием RespiratoryCompensation для оценки состояния печени и получения изображений желчных протоков в разных плоскостях.

Для количественного описания прижизненной анатомии и топографии органов на компьютерных томограммах тех областей, где на снимках визуализируется позвоночный столб, использован способ, защищенный патентом Российской Федерации на изобретение (патент на изобретение № 2171465 от 27 июля 2001 года «Способ изучения прижизненной топографии», авторы: И.И. Каган, Л.М. Железнов, И.Н. Фатеев).

С помощью предложенного способа возможно проводить: измерения угловых, радиальных, вертикальных и горизонтальных размеров органов, определение расстояния от центра позвонка до контуров органа, определение площади изучаемых объектов путем подсчета количества точек на пересечениях координатной сетки, что будет соответствовать количеству квадратов координатной сетки устройства, определение угловых размеров секторов, которые занимает орган или его части, измерение поперечных и продольных размеров органа на срезе, определение объема органа (через применение формул расчета), из-

мерение расстояния между органом и окружающими анатомическими структурами.

На каждый случай клинического наблюдения или магнитно-резонансную томограмму был составлен протокол исследования со сквозной нумерацией, где указывались все необходимые паспортные данные и записывались проведенные исследования и полученные новые данные. Статистические данные были собраны в специальные протоколы и сведены в таблицы с учетом пола и возрастных групп.

Все полученные количественные параметры были подвергнуты вариационно-статистической обработке с вычислением их средней величины (X), ее ошибки (Sx), среднего квадратичного отклонения (σ), коэффициента достоверности разности средних величин (t), вероятности ошибки по распределению Стьюдента (P).

Проект прошел этическую экспертизу. Положительное решение локального этического комитета Оренбургской государственной медицинской академии отражено в протоколе № 10 от 21.03.2008 года. У всех участников клинко-инструментального раздела исследования получено информированное согласие.

Результаты

На всех магнитно-резонансных томограммах были четко идентифицированы внеорганные кровеносные сосуды печени, прежде всего воротная и нижняя полая вены. Среднее значение диаметра воротной вены по данным магнитно-резонансной томографии составило $9,3 \pm 0,1$ мм. Минимальное значение диаметра воротной вены было равно 9,1 мм, максимальное – 9,5 мм.

Взаимоотношения печени и нижней полой вены составили правильный диапазон, в котором минимальные и максимальные величины, ограничивающие этот диапазон, наблюдались наиболее редко. Крайние варианты представляли собой внутриспеченочное и свободное положение. Они наблюдались с частотой

19,4 % и 18,8 % соответственно. При внутриспеченочном положении нижней полой вены кровеносный сосуд со всех сторон окружен паренхимой печени. При свободном положении нижней полой вены кровеносный сосуд соприкасается с поверхностью печени или расположен от нее на некотором расстоянии. Двумя другими вариантами взаимоотношения печени и нижней полой вены отмечены частичное погружение кровеносного сосуда в паренхиму органа – либо наполовину (30,7% наблюдений), либо 2/3 окружности нижней полой вены вдавались в паренхиму печени (31,1% наблюдений).

В результате проведенного исследования установлены особенности морфометрических параметров общего желчного протока в возрастном аспекте. Установлено, что у представителей первого периода зрелого возраста средние значения длины общего желчного протока составили $42,25 \pm 0,93$ мм. В следующих возрастных группах имеет место увеличение длины общего желчного протока, прогрессирующее с возрастом. Так, у представителей второго периода зрелого возраста средние значения длины протока составили $44,73 \pm 0,82$ мм ($P < 0,05$). Наибольшее среднее значение длины общего желчного протока наблюдались в возрастной группе пожилого возраста и составило $48,98 \pm 2,36$ мм ($P < 0,05$).

Относительно количественных параметров общего печеночного протока наблюдалась аналогичная динамика изменений среднего значения длины в зависимости от возраста. Так, у представителей первого периода зрелого возраста средние значения длины общего печеночного протока составили $21,14 \pm 0,71$ мм. В следующих возрастных группах имеет место увеличение длины общего печеночного протока, прогрессирующее с возрастом: у представителей второго периода зрелого возраста средние значения длины протока составили $23,66 \pm 0,94$ мм ($P < 0,05$), а в возрастной группе пожилого возраста – $26,49 \pm 1,15$ мм ($P < 0,05$).

Таблица 1

Средние расстояния ($X \pm Sx$ мм) от печени до окружающих анатомических структур в зависимости от пола, выявляемые на аксиальных МРТ-граммах

Орган / пол обследованного Th ₁₁		Скелетотопический уровень			
		Th ₁₂	L ₁	L ₂	
Правый надпочечник	Мужской	8,7± 1,5	7,6± 1,5	-	-
	Женский	8,1± 0,9	7,2± 0,7	-	-
Правая почка	Мужской	-	5,3± 0,8	7,3± 1,1	8,9± 1,1
	Женский	-	5,1± 0,5	7,7± 1,2	8,2± 0,9
Нижняя полая вена	Мужской	16,2± 1,6	18,2± 2,1	22,2± 2,5	24,3± 1,8
	Женский	8,9± 1,9	10,9± 1,1	17,4± 1,8	20,8± 2,1
Желудок	Мужской	44,8± 2,8	32,6± 2,5	5,6± 0,5	45,6± 3,5
	Женский	39,3± 3,8	29,9± 1,9	4,3± 0,8	37,4± 2,8
Желчный пузырь	Мужской	-	4,6± 0,4	6,3± 0,7	-
	Женский	-	6,1± 0,9	9,2± 0,8	-

Таблица 2

Средние расстояния ($X \pm Sx$ мм) от печени до окружающих анатомических структур в различные возрастные периоды, выявляемые на фронтальных и сагитальных МРТ-граммах

Расстояние до окружающих печень органов, мм	Возрастная группа		
	Первый период зрелого возраста	Второй период зрелого возраста	Пожилой возраст
Печеночная кривизна ободочной кишки	19,2 ± 0,7	38,9 ± 0,5*	59,9 ± 0,8*
Малая кривизна желудка	30,6 ± 3,5	44,9 ± 4,5*	56,9 ± 4,7*
Двенадцатиперстная кишка	35,8 ± 1,7	29,3 ± 1,4*	27,4 ± 1,4*
Правая почка	5,9 ± 0,8	9,3 ± 0,9*	4,8 ± 0,2*
Правый надпочечник	8,4 ± 0,6	12,3 ± 0,6*	14,8 ± 0,9*

Примечание: различия между парами, отмеченные «*», статистически достоверны ($P < 0,05$).

По отношению к морфометрическим параметрам правого и левого печеночных протоков и пузырного протока достоверных изменений линейных размеров в возрастном аспекте не выявлено. В то же время анализ цифрового материала у обследуемого контингента показал, что длина желчных путей достоверно ($P < 0,05$) выше у мужчин, чем у женщин.

На МРТ-граммах была изучена синтопия печени с окружающими органами и кровеносными сосудами (нижняя полая вена при свободном положении). Правый надпочечник может контактировать с печенью как на уровне Th11, так и на уровне Th12 у, в зависимости от конституции обследуемого. С правой почкой печень контактирует от Th12 до L2. Чем ниже уровень, тем дальше органы друг от друга. Существенных половых различий в данных синтопических взаимоотношениях выявлено не было. Средние значения расстояния от печени до окружающих анатомических структур в зависимости от пола, выявляемые на аксиальных МРТ-граммах, представлены в таблице 1.

С возрастом происходит изменение средних значений расстояний между печенью и окружающими органами. Одни из них уменьшаются (расстояние между печенью и двенадцатиперстной кишкой, печенью и правой почкой), другие – увеличиваются (расстояние между печенью и малой кривизной желудка, печенью и печеночной кривизной ободочной кишки, печенью и правым надпочечником). Средние значения расстояния ($X \pm Sx$ мм) от печени до окружающих органов в различные возрастные периоды, выявляемые на фронтальных и сагитальных МР-томограммах, представлены в таблице 2.

Обсуждение результатов

Результаты проведенного исследования количественных параметров печени и внепеченочных желчных путей, характерных для Оренбургского региона, имеют самостоятельное прикладное значение и сви-

детельствуют о том, что метод магнитно-резонансной томографии является также высокоэффективным методом прижизненного анатомического исследования.

В результате проведенного исследования установлено, что с возрастом происходит изменение средних значений расстояний между печенью и окружающими органами. Одни из них уменьшаются (расстояние между печенью и двенадцатиперстной кишкой, печенью и правой почкой), другие – увеличиваются (расстояние между печенью и желудком, печенью и печеночной кривизной ободочной кишки, печенью и правым надпочечником).

Полученная в результате проведенного исследования количественная характеристика внепеченочных желчных протоков по данным магнитно-резонансной томографии позволяет выявить некоторые закономерности прижизненной анатомии и топографии в зависимости от возрастного аспекта и в зависимости от пола. Полученные данные имеют прикладное значение для клинической диагностики и хирургии.

Так, исходя из данных литературы и результатов собственных наблюдений по результатам магнитно-резонансной томографии, можно предложить такое понятие, как «региональная норма», то есть особенности синтопии и количественных параметров органов, окружающих печень, характерные для Оренбургского региона и учитывающие возрастную и половую факторы.

Проведенное исследование еще раз говорит о высокой эффективности и возможности использования прижизненных методов диагностики (в частности метода магнитно-резонансной томографии) в качестве метода прижизненного анатомического исследования и морфометрии печени и внепеченочных желчных путей, а также свидетельствует о высокой достоверности получаемых при этом количественных данных и возможности получать объективные данные по прижизненной анатомии и топографии.

Список литературы:

1. Каган ИИ. Современные аспекты клинической анатомии. Оренбург. 2012; 108.
Kagan I.I. Sovremennyye aspekty klinicheskoy anatomii. Orenburg. 2012. 108 s. (In Russ.).
2. Taouli B, Alves FC. Imaging biomarkers of diffuse liver disease: current status. *AbdomRadiol (NY)*. 2020; 45(11): 3381-3385.
3. Mathew RP, Venkatesh SK. Imaging diffuse liver disease. *Applied Radiology*. 2019;48:13-20.
4. Thomaidis-Brears HB, Lepe R, Banerjee R. Multiparametric MR mapping in clinical decision-making for diffuse liver disease. *AbdomRadiol (NY)*. 2020;45(11):3507-3522.
5. Welle CL, Guglielmo FF, Venkatesh SK. MRI of the liver: choosing the right contrast agent. *AbdomRadiol (NY)*. 2020; 45(2):384-392.
6. vanTimmeren JE, Cester D, Tanadini-Lang S, Alkadhi H, Baessler B. Radiomics in medical imaging-“how-to” guide and critical reflection. *Insights Into Imaging*. 2020;11(1):91.
7. He L, Li H, Dudley JA. et al. Machine learning prediction of liver stiffness using clinical and T2-weighted MRI radiomic data. *AJR. American Journal of Roentgenology*. 2019;213(3): 592-601.
8. Gourtsoyianni S, Santinha J, Matos C, Papanikolaou N. Diffusion-weighted imaging and texture analysis: current role for diffuse liver disease. *Abdominal Radiology*. 2020;45(11):3523 - 3531.
9. Cunha GM, Thai TT, Hamilton G. et al. Accuracy of common proton density fat fraction thresholds for magnitude- and complex-based chemical shift-encoded MRI for assessing hepatic steatosis in patients with obesity. *AbdomRadiol (NY)*. 2020;45(3):661 - 671.
10. Henninger B., Alustiza J., Garbowski M., Gandon Y. Practical guide to quantification of hepatic iron with MRI. *European Radiology*.2020;30(1):383 - 393.
11. França M., Carvalho J.G. MR imaging assessment and quantification of liver iron. *Abdominal Radiology*. 2020;45(11):3400 – 3412.
12. Caruso D, Polici M, Zerunian M. et al. Radiomics in oncology, part 1: technical principles and gastrointestinal application in CT and MRI. *Cancers (Basel)*. 2021;13(11):2522.
13. Caruso D, Polici M, Zerunian M. et al. Radiomics in oncology, part 2: thoracic, genito-urinary, breast, neurological, hematologic and musculoskeletal applications. *Cancers (Basel)*. 2021; 13(11):2681.
14. Riley R. D., Snell K. I. E., Ensor J. et al. Minimum sample size for developing a multivariable prediction model: pART II - binary and time-to-event outcomes. *Statistics in Medicine*. 2019;38(7):1276 - 1296.
15. Park HJ, Lee SS, Park B. et al. Radiomics analysis of gadoxetic acid-enhanced MRI for staging liver fibrosis. *Radiology*.2019;290(2): 380 - 387.
16. Bastati N, Beer L, Mandorfer M. et al. Does the functional liver imaging score derived from gadoxetic acid-enhanced MRI predict outcomes in chronic liver disease? *Radiology*.2020;294(1):98 - 107.
17. Poetter-Lang S, Bastati N, Messner A. et al. Quantification of liver function using gadoxetic acid-enhanced MRI. *AbdomRadiol (NY)*. 2020;45(11):3532 – 3544.