

"Нормативные Значения Показателей Кт Перфузии Печени И Их Применение В Диагностике Заболеваний Печени"

Джураева Нигора Мухсумовна^{1,2}, Икрамов Адхам Ильхамович^{1,2}, Амирхамзаев Айбек Турабаевич¹, Абдухалимова Ханум Валентиновна¹, Турсунова Лобар Насыровна^{1,2}

¹ГУ "Республиканский специализированный научно-практический медицинский центр хирургии имени академика В. Вахидова"

²Центр развития профессиональной квалификации медицинских работников

Аннотация. На сегодняшний день в клинической практике существуют различные методы определения печеночной микроциркуляции, тем не менее, большинство из них оставляют за собой предмет для дискуссии специалистов в области гепатологии и радиологии. Одним из новейших и перспективных вариантов изучения особенностей внутрипеченочной гемодинамики является перфузионная компьютерная томография. Работа основана на обследовании 104 пациентов (79 мужчин и 25 женщин) в возрасте от 19 до 58 лет, средний возраст которых составил $34,1 \pm 9,06$ года. Из них 88 потенциально здоровых лиц и 16 пациентов с циррозом печени. Для проведения количественного анализа КТП печени определялись следующие показатели: артериальная перфузия (AF), единица измерения $\text{мл}/100\text{мл}^3/\text{мин}$; портальная перфузия (PF), $\text{мл}/100\text{мл}^3/\text{мин}$; индекс печеночной перфузии (NPI), %; плотность паренхимы печени, $\text{HU}/\text{мм}^2$. Изучение показателей печеночной перфузии показало, что исходно у пациентов с ЦП по всем трем критериям (артериальная и портальная перфузия, индекс печеночной перфузии) определены значительные отклонения от таковых у потенциально здоровых пациентов. Так, объем портальной перфузии на фоне внутрипеченочного блока был достоверно ниже. Артериальная перфузия на фоне снижения портального кровотока компенсаторно увеличивалась и у здоровых лиц этот показатель составил $20,8 \pm 0,7$ $\text{мл}/100\text{мл}^3/\text{мин}$, то при ЦП – $34,1 \pm 1,1$ $\text{мл}/100\text{мл}^3/\text{мин}$ ($t=10,56$; $p<0,001$). Соответственно изменениям объемов портальной и артериальной перфузии значительное перераспределение у пациентов с ЦП претерпевал и печеночный индекс, увеличиваясь за счет повышения артериальной и снижения портальной перфузии с $13,8 \pm 0,3\%$ (у здоровых) до $25,1 \pm 1,2\%$ ($t=8,92$; $p<0,001$). Проведенный анализ еще раз подтвердил высокую значимость диагностической оценки показателей перфузии печени по данным КТ. Это, безусловно, можно отнести к одному из перспективных направлений научных исследований в отношении оценки клинко-диагностической значимости ПКТ.

Ключевые слова: КТ перфузия печени, артериальная перфузия, портальная перфузия, индекс печеночной перфузии, плотность паренхимы печени

Введение. В мировой практике в настоящее время наиболее актуальными исследованиями остаются изучение гемодинамических изменений в паренхиме печени на фоне диффузного патологического процесса и роль физиологических механизмов повышающих артериальную перфузию органа, на фоне значительного снижения портального кровотока. Проблема диагностики функционального состояния гепатоцитов и гемодинамических изменений в системе воротной вены остается одним из актуальных вопросов в современной гепатологии. Продолжаются морфологические исследования по изучению особенностей изменения синусоидов, терминальных венул и в целом микроциркуляции в печени с оценкой степени сосудистого сопротивления. Особо актуальным направлением остается изучение ассоциированных проявлений гемодинамических и функциональных нарушений печени с оценкой влияния особенностей гепатоперфузии не



только на тяжесть течения патологического процесса, но и на степень трансформации сосудистого русла портальной системы.

На сегодняшний день в клинической практике существуют различные методы определения печеночной микроциркуляции, тем не менее, большинство из них оставляют за собой предмет для дискуссии специалистов в области гепатологии и радиологии [9]. Одним из новейших и перспективных вариантов изучения особенностей внутripеченочной гемодинамики является перфузионная компьютерная томография [11]. Чувствительность и точность данной методики в диагностике заболеваний внутренних органов превышают возможности других инструментальных методов исследования. Компьютерные томографы последних поколений позволяют не только получать изображения, но и дают возможность практически в реальном времени наблюдать физиологические процессы, происходящие в органах и тканях. Благодаря высокому пространственному и временному разрешению современные КТ-сканеры широко используются для измерения перфузии в клинических исследованиях, диагностике и оценке результатов лечения [6]. Многие авторы сходятся во мнении, что КТ перфузия печени достоверно демонстрирует различные гемодинамические явления, включая визуализацию портосистемных венозных коллатералей, спленомегалию и асцит [7].

В связи со специфической структурой и ангиоархитектоникой КТ-перфузионная визуализация является более сложной в печени, чем в других органах. Печень имеет двойное афферентное кровоснабжение, получая кровь через воротную вену и печеночную артерию, при этом воротная вена доставляет 75% объема афферентной крови в печень, тогда как печеночная артерия доставляет насыщенную кислородом кровь, что составляет 20-25% от общего объема [10]. Последние модели КТ-сканеров позволяют осуществлять постпроцессинг на трехмерной карте, где представляются следующие виды реконструкций: MPR (мультипланарные реконструкции), MIP (проекция максимальных интенсивностей) и VRT (объемное представление объекта). Согласно данным доступной литературы в большинстве исследований, оценивающих возможности КТ-перфузии при различных заболеваниях печени, было показано, что повышение внутripеченочного сосудистого сопротивления приводит к уменьшению портальной фракции перфузии печени, которое частично компенсируется увеличением артериального притока, в то время как общая перфузия печени снижается [4]. Также, показано, что параметры микроциркуляции печени могут быть использованы для количественной оценки печеночной микроциркуляции, к тому же полученные данные коррелируют с тяжестью течения основного процесса. Неоднозначность в подходах к применению перфузионной компьютерной томографии (ПКТ), скудные данные о его диагностическом спектре, ограниченное число научных исследований, а также наличие спорных вопросов об эффективности данной методики, свидетельствуют о необходимости продолжения научных исследований.

Материал и методы. Работа основана на обследовании 104 пациентов (79 мужчин и 25 женщин) в возрасте от 19 до 58 лет, средний возраст которых составил $34,1 \pm 9,06$ года. Из них 88 потенциально здоровых лиц и 16 пациентов с циррозом печени (ЦП). Все исследования проводились на широкодетекторном КТ «Aquilion One – 640» версии Genesis (Canon Medical Systems, Япония). Протокол исследования включал следующие фазы исследования: нативная, артериальная, портальная и отсроченная. Толщина сканирования при перфузии печени – 19,2 мм. Введение контрастного вещества (КВ) осуществлялось автоматическим инжектором «Ulrich» (Германия) с использованием КВ Unigexol-350 в объеме 50 мл, с добавлением 60 мл физиологического раствора, через кубитальный катетер 20 (G). Продолжительность сканирования составила 75 с. После получения серии ПКТ-изображений обработка данных производилась на рабочей станции «Vitrea» (версия 7.4.0.462, Vital Images) в off-line режиме. Обработка данных исследования выполнялась с помощью программы Liver Perfusion.



Обязательно корректировалось качество изображений по дыханию и шуму гетерогенности плотностных параметров тканей.

Для проведения количественного анализа КТП печени определялись следующие показатели: артериальная перфузия (AF), единица измерения мл/100мл³/мин; портальная перфузия (PF), мл/100мл³/мин; индекс печеночной перфузии (HPI), %; плотность паренхимы печени, HU/мм². У каждого пациента указанные параметры изучены во всех анатомических сегментах печени – в 8 точках. То есть на 104 исследованных было получено по 832 показателя AF (мл/100мл/мин), PF (мл/100мл/мин) и PI (%). Учитывая, что общая печеночная артерия (ОПА) является веточкой чревного ствола так же, как и селезеночная артерия, для корректировки данных дополнительно анализировались показатели перфузии в селезенке.

Статистический анализ выполнялся с использованием программы “Microsoft Office Excel 2007” и пакета статистической программы “Statistica 6 for Windows” (Stat Soft Inc., США).

Результаты и обсуждение. Перфузионный анализ печени рассчитывается иначе, чем другие органы, так как у печени двойное кровоснабжение – печеночная артерия и воротная вена. Таким образом, кривая эффективной временной интенсивности, полученная из ткани печени, является результатом наложения как артериального, так и портального венозного компонентов. Нормальная печень преимущественно снабжается портальной веной низкого давления (75%) и дополняется печеночной артерией высокого давления (25%). Тем не менее, некоторые заболевания, такие как цирроз печени, приводят к глобальным или региональным изменениям перфузии в сторону увеличения печеночного артериального кровотока и уменьшения портального венозного течения.

При получении цветных перфузионных карт необходимо отметить, что неизменная паренхима печени окрашивается в гомогенно синие тона, крупные сосуды – в красно-желтый цвет. AF отражает прохождение крови по системе общей печеночной артерии (ОПА). Так как ОПА и селезеночная артерия являются ветвями чревного ствола, на AF-картах отмечается интенсивное контрастирование селезенки и артериального русла печени.

При исследовании PF, при которой кровь проходит по системе воротной вены (ВВ) определяется менее гомогенное окрашивание неизменной паренхимы печени. Следует отметить, что перфузия паренхимы селезенки на данной фазе снижена, что обусловлено анатомическими особенностями кровообращения и проявляется отсутствием цветовой гаммы на перфузионных картах (рис.1).

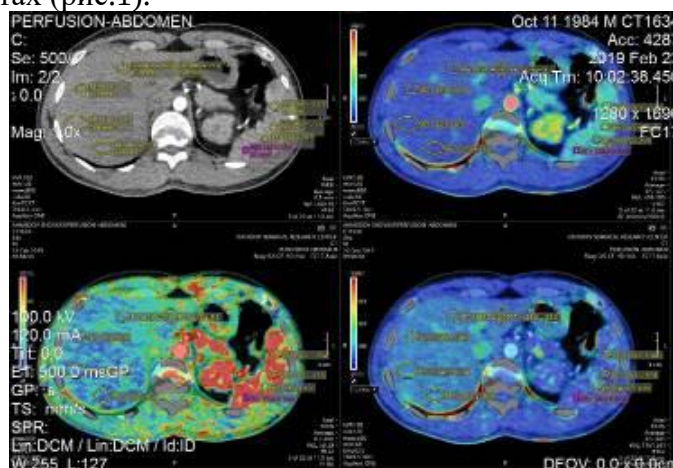
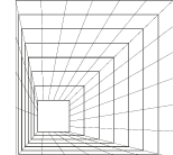


Рисунок1. Перфузионная карта потенциально здорового пациента (параметры AF, PF, HPI указаны на карте).

Время до пика увеличения плотности селезенки указывает на конец AF и начало PF печени, которая используется для разделения артериальной и портальной венозной фаз. Максимальный наклон (SA или SP) кривой интенсивности времени печени в каждой фазе



делится на пиковое аортальное и портальное усиление для расчета как AF, так и PF, соответственно. График кривой интенсивности времени селезенки и AF ПКТ печени с использованием метода максимального наклона. Диаграмма показывает, как определяется максимальный наклон для артериальной перфузии (SA) и портальной перфузии (SP). Перфузионные кривые полученные в зависимости от концентрации, времени и скорости кровотока представлены на рисунке 2.

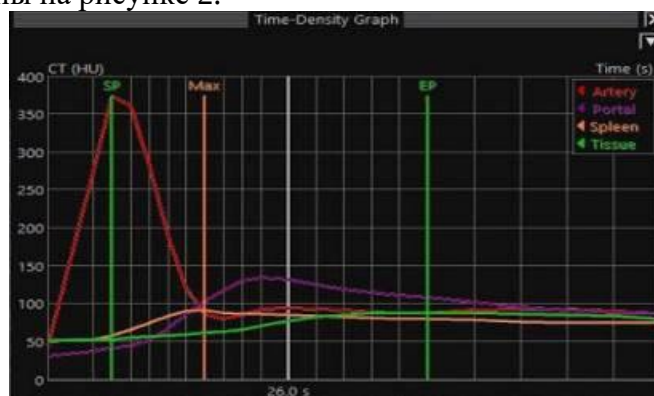


Рисунок 2. Перфузионные кривые (AF, PF, кровоток в строме селезенки и окружающей ткани).

Е. Talakić et al (2017) при сопоставлении параметров КТ-перфузии печени и селезенки с измерениями градиента венозного давления в печени у пациентов с ЦП, выявили, что КТ-перфузия у пациентов с ЦП показала сильную корреляцию между селезеночным клиренсом и градиентом венозного давления в печени и может быть использована для выявления ПГ тяжелой степени [11].

Из 88 потенциально здоровых пациентов, у 81 (92%) перфузия печени определена как удовлетворительная. Изменение гемодинамики у данной группы больных не выявлено. У 7 (7.95%) перфузия печени была снижена, при этом больше отмечалось снижение PF.

Изменение гемодинамики, выявленное у пациентов с портальной гипертензией на фоне ЦП, объясняется тем, что при снижении портального кровотока адаптационно происходит увеличение AF печени. Подобное явление описано как печёночно-артериальная буферная реакция (hepatic arterial bufferresponse, HABR). Данный механизм поддерживает кровоток синусоидов на должном уровне.

Изучение показателей печеночной перфузии показало, что исходно у пациентов с ЦП по всем трем критериям (артериальная и портальная перфузия, индекс печеночной перфузии) определены значительные отклонения от таковых по сравнению с потенциально здоровыми пациентами. Так, объем портальной перфузии на фоне внутрипеченочного блока был достоверно ниже и составил $150,2 \pm 4,0$ мл/100мл³/мин против $180,5 \pm 2,4$ мл/100мл³/мин ($t=6,58$; $p<0,001$) у потенциально здоровых пациентов. При этом минимальное значение составило 125,8, а максимальное – 192,4 мл/100мл³/мин (рис.3).

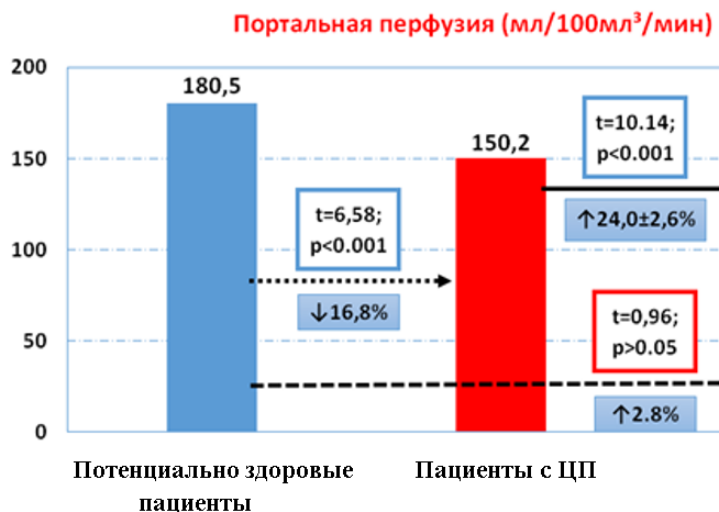
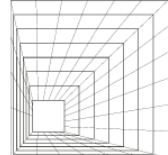


Рисунок 3. Соотношение показателя портальной перфузии (мл/100мл³/мин) у пациентов с ЦП к значениям у потенциально здоровых лиц (нормативным).

Артериальная перфузия на фоне снижения портального кровотока компенсаторно увеличивалась и если у потенциально здоровых лиц этот показатель составил $20,8 \pm 0,7$ мл/100мл³/мин, то при ЦП – $34,1 \pm 1,1$ мл/100мл³/мин ($t=10,56$; $p<0,001$). Если рассматривать относительные показатели с процентным соотношением объема артериальной перфузии у пациентов с ЦП к здоровым лицам, то исходно это значение было на 64,0% выше, чем у потенциально здоровых (рис. 4).

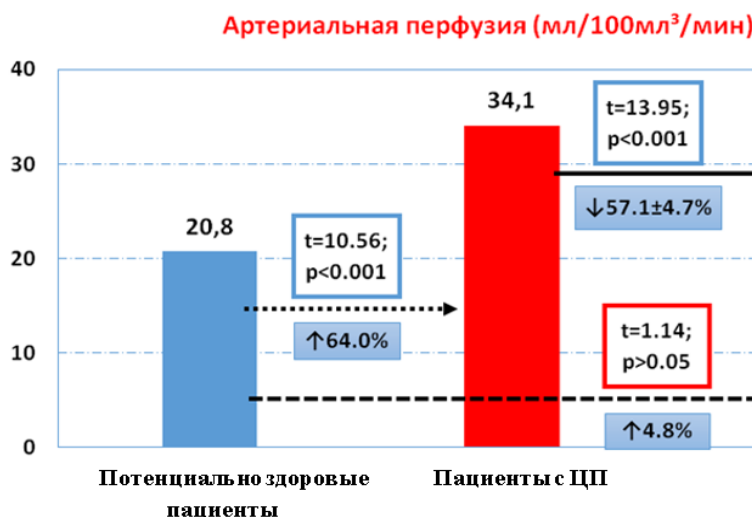


Рисунок 4. Соотношение показателя артериальной перфузии (мл/100мл³/мин) у пациентов с ЦП к значениям у потенциально здоровых лиц (нормативным).

Соответственно изменениям объемов портальной и артериальной перфузии значительное перераспределение у пациентов с ЦП претерпевал и печеночный индекс, увеличиваясь за счет повышения артериальной и снижения портальной перфузии с $13,8 \pm 0,3\%$ (у здоровых) до $25,1 \pm 1,2\%$ ($t=8,92$; $p<0,001$) (рис.5).

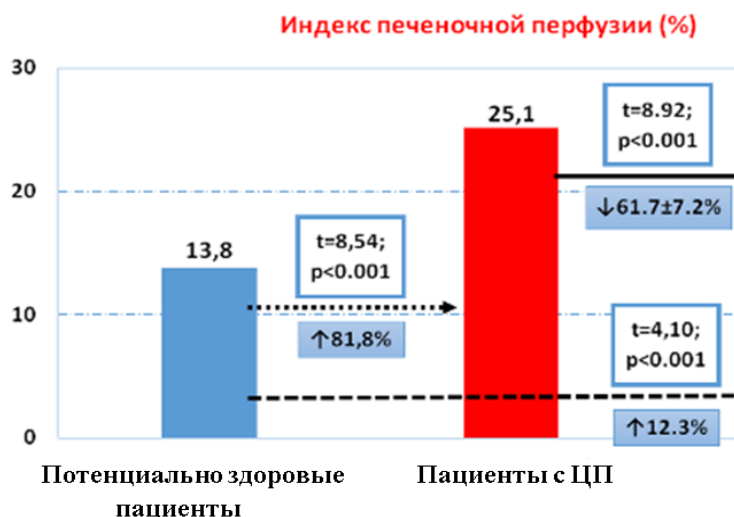
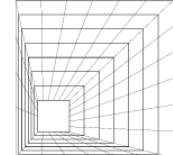


Рисунок 5. Соотношение показателя индекса печеночной перфузии (%) у пациентов с ЦП к значениям у потенциально здоровых лиц (нормативным).

Обобщая полученные результаты оценки показателей перфузии печени по данным КТ можно отметить следующее. По отношению к показателям у потенциально здоровых лиц у пациентов с ЦП значение артериальной перфузии было на 64% выше. В свою очередь, портальная перфузия была на 16,8% ниже. Индекс печеночной перфузии также претерпевал существенные изменения и был на 81,8% выше чем у здоровых лиц (рис. 6).

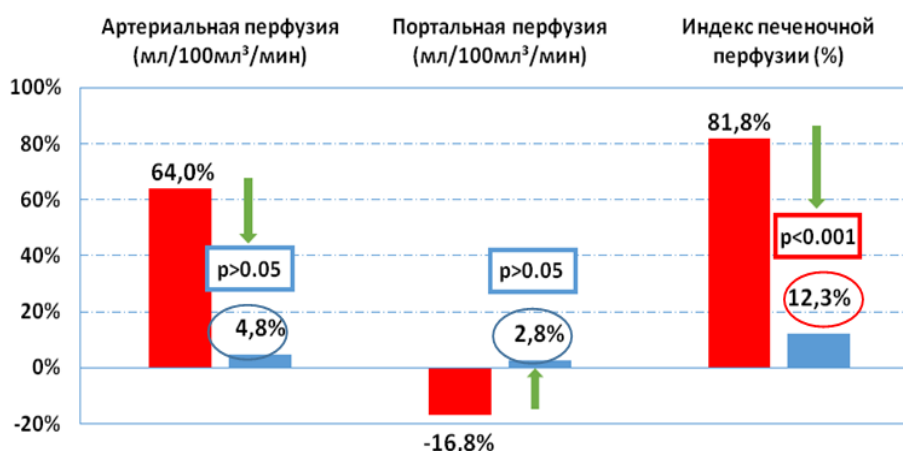
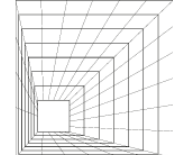


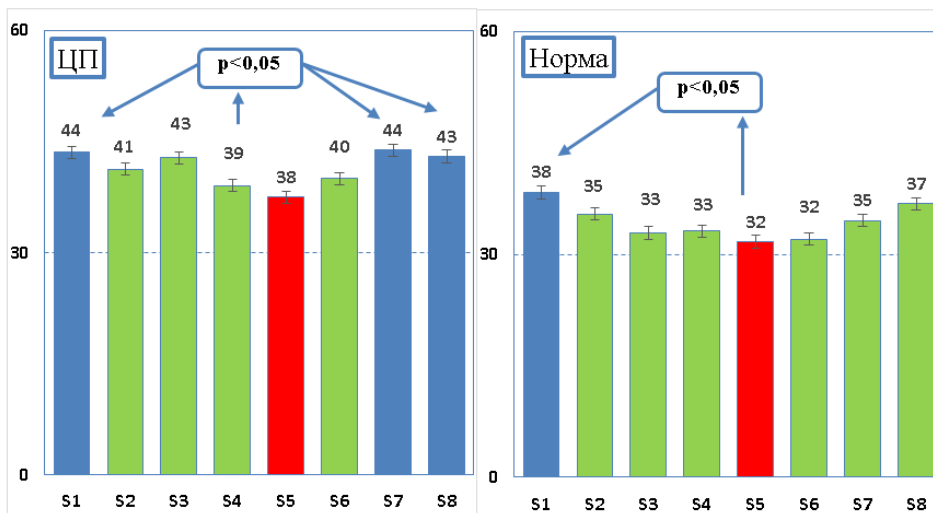
Рисунок 6. Относительное значение показателей печеночной перфузии у пациентов с ЦП к значениям у потенциально здоровых лиц.

Для определения сегментов печени с максимальными отклонениями показателей перфузии был проведен сравнительный анализ значений AF, PF, PI между сегментами печени у здоровых лиц и у пациентов с циррозом печени.

Согласно полученным результатам в группе больных с ЦП наибольшее значение фракции артериальной перфузии отмечалось в 1, 7 и 8 сегментах с показателями $43,6 \pm 1,9$, $43,8 \pm 2,0$ и $43,0 \pm 1,7$ мл/100мл/мин соответственно, тогда как в группе здоровых лиц наибольший показатель отмечался в 1 сегменте ($38,4 \pm 1,74$ мл/100мл/мин). Наименьший показатель артериальной перфузии в обеих группах больных отмечался в 5 сегменте, у больных ЦП среднее значение этого показателя составило $37,5 \pm 1,8$ мл/100мл/мин, тогда как у здоровых лиц он составил $31,7 \pm 2,05$ мл/100мл/мин (рис. 7). Повышение показателей перфузии артериальной фракции по всем сегментам в группе больных циррозом печени,



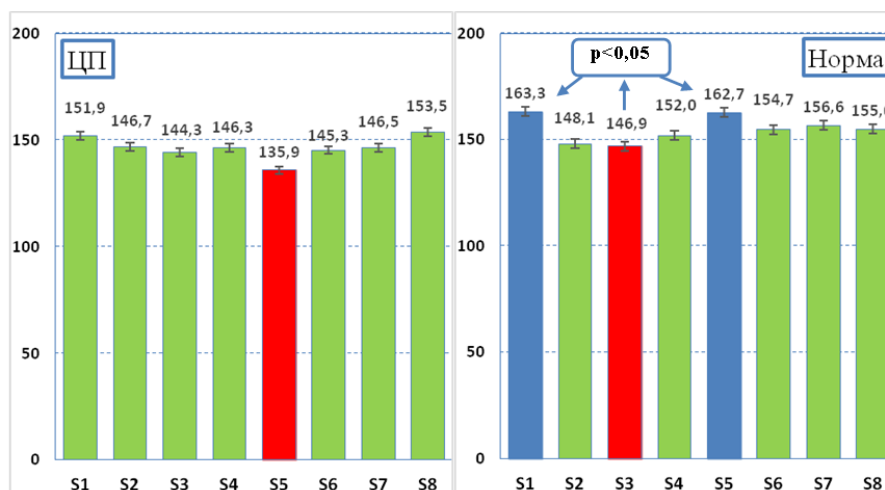
по всей видимости, свидетельствует о компенсаторном увеличении артериального кровотока на фоне снижения кровотока по системе воротной вены.

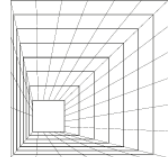


Примечание: красным указан минимальный показатель; синим – показатели с достоверным и зеленым – с недостоверным отличием от минимального значения.

Рисунок 7. Соотношение показателей артериальной фракции (АФ; мл/100мл/мин) МСКТ-перфузии печени по сегментам

Исследование показателей портальной фракции перфузии печени по сегментам показало, что среднее значение его по всем сегментам у больных циррозом печени было приблизительно равным, с максимальным значением в 8 сегменте с показателем $153,5 \pm 8,7$ мл/100мл/мин, и минимальным значением в 5 сегменте с показателем $135,9 \pm 7,7$ мл/100мл/мин. В остальных сегментах достоверного отличия от минимального показателя выявлено не было. Тогда как, у здоровых лиц портальная фракция перфузии печени несколько разнилась. Наибольший показатель сегментарной перфузии во всей группе здоровых лиц был отмечен в 1 и 5 сегментах и составил $163,3 \pm 5,6$ мл/100мл/мин и $162,7 \pm 4,2$ мл/100мл/мин соответственно, тогда как минимальное значение отмечалось в 3 сегменте и составило $146,9 \pm 5,7$ мл/100мл/мин (рис.8). Средние показатели портальной фракции перфузии печени по всем сегментам были занижены у больных ЦП по отношению к здоровым лицам, что характеризует диффузное снижение портального кровотока в связи с наличием диффузного патологического процесса.

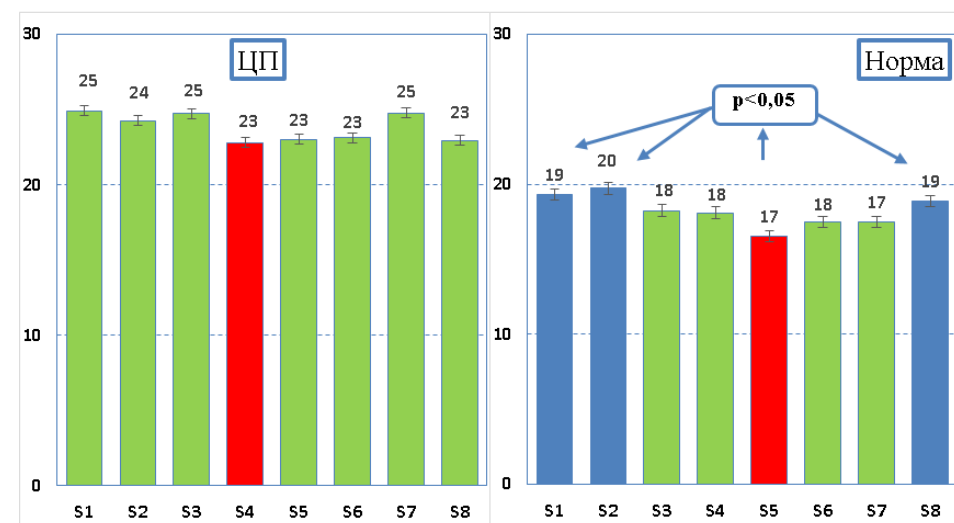




Примечание: красным указан минимальный показатель; синим – показатели с достоверным и зеленым - с недостоверным отличием от минимального значения.

Рисунок 8. Соотношение показателей портальной фракции (PF; мл/100мл/мин) МСКТ-перфузии печени по сегментам

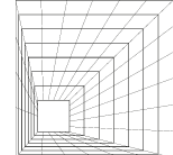
Что касается показателя перфузионного индекса (PI) при МСКТ-перфузии печени у пациентов с ЦП достоверных отличий от минимального значения, определенного в 4 сегменте с показателем в 22,8%, выявлено не было. Наибольший показатель перфузионного индекса выявлен в 1 и 7 сегментах – 24,9% и 24,8 соответственно. У здоровых лиц наименьший показатель PI был выявлен в 5 сегменте и составил 16,5%, достоверные показатели с максимальным значением выявлены в 1, 2 и 8 сегментах (рис.9).



Примечание: красным указан минимальный показатель; синим – показатели с достоверным и зеленым - с недостоверным отличием от минимального значения.

Рисунок 9. Соотношение показателей перфузионного индекса (PI; %) при МСКТ-перфузии печени по сегментам

С учетом сравнительного анализа данных МСКТ-перфузии по сегментам при ЦП и в норме по каждому значению (AF, PF, PI) выделено по два сегмента с максимальными и минимальными показателями. При этом вследствие небольших размеров и хорошего кровоснабжения 1 сегмент не учитывался при анализе перфузионных показателей, и если именно в этой области отмечалось максимальное отклонение, то за основу брался сегмент с приближенным значением. Например, для обследованных с нормальной печенью максимальное значение AF было получено в S1 ($38,4 \pm 2,3$ мл/100мл/мин), но в расчет взят следующий по величине показатель – S8 ($36,8 \pm 2,1$ мл). Минимальное значение AF в этой группе было получено в 5 сегменте ($31,7 \pm 2,2$ мл/100мл/мин). При ЦП эти значения определены соответственно в S7 ($43,8 \pm 2,0$ мл/100мл/мин) и S5 ($37,5 \pm 1,8$ мл/100мл/мин). Портальный кровоток (PF) при норме был максимальным в S5 ($162,7 \pm 4,2$ мл/100мл/мин) и минимальным в S3 ($146,9 \pm 5,7$ мл/100мл/мин); при ЦП – в S8 ($153,5 \pm 8,7$ мл/100мл/мин) и S5 ($135,9 \pm 7,7$ мл/100мл/мин) соответственно. Перфузионный индекс (PI) при норме был максимальным в S2 ($19,7 \pm 1,2$ мл/100мл/мин) и минимальным в S5 ($16,5 \pm 0,8$ мл/100мл/мин); при ЦП – в S3 ($24,7 \pm 1,4$ мл/100мл/мин) и S4 ($22,8 \pm 1,2$ мл/100мл/мин). Следовательно, для нормы и ЦП отобрано 6 показателей, характеризующих сегменты с максимальными отклонениями относительно минимального значения. Всего рассмотрено 12 показателей, из которых S5



фигурировал 5 (41,7%) раз, S3 и S8 по 2 (16,7%) раза, остальные (S2; S4; S7) по 1 разу, а в 6 сегмент максимально выраженных перфузионных колебаний не отмечено (рис. 10).

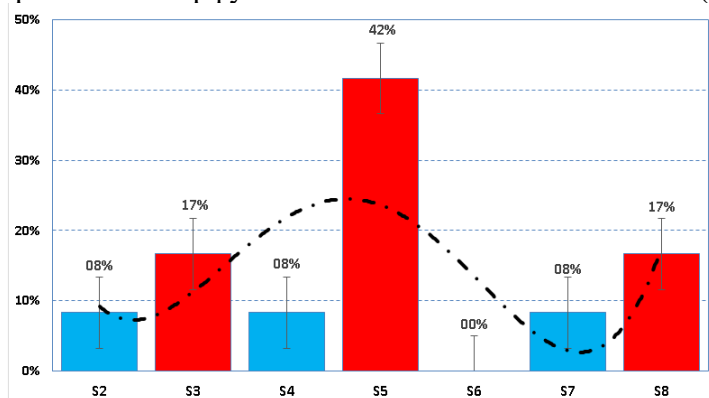


Рисунок 10. Частота максимальных отклонений показателей МСКТ-перфузии по сегментам печени

Соответственно, оптимальными точками для верификации МСКТ-перфузионных показателей печени являются сегменты S3, S5 и S8, по которым среднее значение АФ составило $41,1 \pm 1,1$ при ЦП и $33,8 \pm 1,3$ мл/100мл/мин у здоровых с погрешностью относительно среднего значения по всем восьми сегментам - $0,7-1,7\%$ ($41,4 \pm 0,7$ и $34,4 \pm 0,9$ мл/100мл/мин). Среднее значение РР составило $144,6 \pm 4,9$ при ЦП и $154,9 \pm 3,1$ мл/100мл/мин у здоровых с погрешностью - $0-1,2\%$ ($146,3 \pm 3,1$ и $154,9 \pm 1,9$ мл/100мл/мин соответственно). Среднее значение РИ составило $23,6 \pm 0,7\%$ мл при ЦП и $17,9 \pm 0,4\%$ мл у здоровых с погрешностью - $1,1-1,8\%$ ($23,8 \pm 0,4\%$ и $18,2 \pm 0,3\%$).

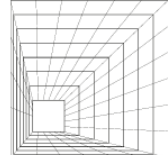
Особенности портальной гемодинамики при циррозе по данным МСКТ-перфузии по отношению к нормативным значениям характеризуются достоверным снижением портального кровотока (РР) и увеличением перфузионного индекса (РИ) при раздельном посегментном исследовании только в одном из 8 сегментов печени (S5; $p < 0,05$), тогда как компенсаторное нарастание артериальной фракции (АФ) на фоне развития внутрипеченочного блока достоверно определено в пяти сегментах (S3, S5-8; $p < 0,05$). В свою очередь совокупный анализ по всем сегментам печени выявил достоверную разницу по отношению к норме по всем показателям перфузионной компьютерной томографии.

Выводы. Анализ проведенных результатов исследования МСКТ перфузии печени позволяет сделать следующие выводы:

1. Метод КТП печени позволяет количественно оценить показатели кровотока и гемодинамики печени. При этом Показатели ПКТ с «условной нормой» у потенциально здоровых пациентов были в пределах: АФ $20,8 \pm 0,7$ (10,3-42,5) мл/100мл³/мин, РР $180,5 \pm 2,4$ (139,8-230,5) мл/100мл³/мин, НРИ $13,8 \pm 0,3\%$ (8,9-18,7).
2. С использованием КТП печени возможно выявить степень тяжести нарушения перфузионных показателей печени у пациентов с ЦП и портальной гипертензией.
3. При проведении МСКТ-перфузии рекомендуется определение среднего значения всех расчетных параметров (РР, АФ и РИ) в трех сегментах печени – S3, S5 и S8, в которых выявлены максимальные отклонения от нормативных значений.

Проведенный анализ еще раз подтвердил высокую значимость диагностической оценки показателей перфузии печени по данным КТ. Это, безусловно, можно отнести к одному из перспективных направлений научных исследований в отношении оценки клинко-диагностической значимости ПКТ.

Список литературы.



1. Назыров Ф.Г., Икрамов А.И., Джураева Н.М., Бабаджанов А.Х., Амирхамзаев А.Т. Объемная динамическая перфузионная компьютерная томография при диффузных заболеваниях печени. Хирургия Узбекистана. №4, 2019г. стр. 72-79
2. Сташук Г.А., Мойсюк Я.Г., Смирнова Д.Я., Сумцова О.В. КТ-перфузия печени как неинвазивный метод оценки гемодинамики печеночной паренхимы у пациентов с фиброзом и циррозом в исходе хронического вирусного гепатита С. Вестник рентгенологии и радиологии. 2021;102(6):359-368. <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2021-102-6-359-368>
3. Babadjanov A. Kh, Djuraeva N.M. Amirhamzaev A.T. The features of liver perfusion in various hepatic diseases and portal hypertension according to data of multidetector computed tomography. American Journal of Medicine and Medical Sciences 2020, 11(14): 509-514
4. Bretas EAS, Torres US, Torres LR, et al. Is liver perfusion CT reproducible? A study on intra- and interobserver agreement of normal hepatic haemodynamic parameters obtained with two different software packages. Br J Radiol. 2017;90(1078):20170214. doi:10.1259/bjr.20170214
5. Huang R, Rao HY, Yang M, et al. Histopathology and the predominantly progressive, indeterminate and predominately regressive score in hepatitis C virus patients after direct-acting antivirals therapy. World J Gastroenterol. 2021; 27(5): 404-15. <https://doi.org/10.3748/wjg.v27.i5.404>.
6. Jiang H, Zheng T, Duan T, Chen J, Song B. Non-invasive in vivo Imaging Grading of Liver Fibrosis. J Clin Transl Hepatol. 2018;6(2):198–207.
7. Li Y, Pan Q, Zhao H. Investigation of the values of CT perfusion imaging and ultrasound elastography in the diagnosis of liver fibrosis. Exp Ther Med. 2018;16(2):896–900. doi:10.3892/etm.2018.6269
8. Nazirov F.G., Djuraeva N.M., Vakhidova N.T, Omonov O.A., Salimov U.R., Amirhamzaev A.T. Diagnostic informativity of volume MDCT-angiography and MR- cholangiography in pre- and intraoperative periods for the examination of donors of a liver fragment. Journal of Life Science and Biomedicine. J Life Sci Biomed, 9 (6):, 2019
9. Ronot M, Laporq B, Van Beers BE, Vilgrain V. CT and MR perfusion techniques to assess diffuse liver disease [published online ahead of print, 2019 Nov 25]. Abdom Radiol (NY). 2019;10.1007/s00261-019-02338-z.
10. Seyyedi S, Liapi E, Lasser T, Ivkov R, Hatwar R, Stayman JW. Low-Dose CT Perfusion of the Liver using Reconstruction of Difference. IEEE Trans Radiat Plasma Med Sci. 2018;2(3):205–214.
11. Talakić E, Schaffellner S, Kniepeiss D, Mueller H, Stauber R, Quehenberger F, et al. CT perfusion imaging of the liver and the spleen in patients with cirrhosis: Is there a correlation between perfusion and portal venous hypertension? Eur Radiol. 2017;27:4173-4180.
12. Yaraş S, Sezgin O, Üçbilek E, et al. Significant decrease in liver stiffness detected by two dimensional shear-wave elastography after treatment with direct-acting antiviral agents in patients with chronic hepatitis C. Turk J Gastroenterol. 2020; 31(2): 142-7. <https://doi.org/10.5152/tjg.2020.19418>.