

ИЗОБРАЖЕНИЯ, ВЗВЕШЕННЫЕ ПО МАГНИТНОЙ ВОСПРИИМЧИВОСТИ ТКАНЕЙ В ОЦЕНКЕ ОКСИГЕНАЦИИ МОЗГА ПРИ ИШЕМИЧЕСКОМ ИНСУЛЬТЕ

Прокопович А. В., Шкарда П. Н., Новицкий Ю. Г.

УЗ «Гродненская областная клиническая больница», Гродно, Беларусь

Актуальность. Изображения, взвешенные по магнитной восприимчивости (susceptibility weighted imaging – SWI), – это относительно новая техника магнитно-резонансной томографии (МРТ), в основе которой лежат различия восприимчивости тканей к магнитному полю. Магнитная восприимчивость является естественным свойством тканей организма человека, которая отражает магнитный ответ вещества на внешнее магнитное поле. Различия восприимчивости между веществами приводят к локальной неоднородности магнитного поля и, как следствие, более быстрой T2*-релаксации, что приводит к потере сигнала на МР-последовательностях, чувствительных к T2*-эффектам. SWI особо чувствительны к кровоизлияниям, кальцию, отложениям железа, венозной крови. Венозная кровь обладает парамагнитными свойствами ввиду её деоксигенации – молекулы гемоглобина венозной крови (дезоксигемоглобин) имеют 4 неспаренных электрона. Потеря сигнала на SWI прямо пропорциональна количеству неспаренных электронов, присутствующих в ткани. SWI – это достаточно новая и уникальная МР последовательность. В большинстве традиционно используемых МРТ-техник обычно стараются снизить артефакты, вызванные неоднородной чувствительностью к магнитному полю, SWI – это использование той самой восприимчивости к неоднородностям магнитного поля для получения изображений. Это обеспечивает уникальную взвешенность изображений, которая не может быть получена обычными МР последовательностями. Она крайне чувствительна к минимальным количествам парамагнетиков. Она даже более чувствительна, чем GRE последовательности. За счёт присущей ей чувствительности повышается пространственная разрешающая способность, что позволяет получать более тонкие срезы [1, 2]. SWI обеспечивает уникальный контраст, похожий на BOLD изображения, которые широко используются в функциональных МР-исследованиях. При гипоперфузии какого-либо участка головного мозга в связи с дефицитом артериального кровоснабжения возникает фокальная вазодилатация. Что в свою очередь вызывает относительное замедление цир-

куляции крови и повышение экстракции кислорода из крови в ишемическом участке. Это приводит к повышению концентрации дезоксигемоглобина в венозной крови в зоне поражения. Так как дезоксигемоглобин является парамагнетиком, он может быть определён на SWI. Следовательно, венозные сосуды в ишемическом участке лучше видны и дают снижение сигнала. Такое локальное усиление сосудистого рисунка может быть потенциально использовано как маркер зоны ишемического поражения головного мозга. Тот же принцип может быть использован для идентификации ишемической полутени (пенумбры) в стадии острого инсульта. Острые нарушения мозгового кровообращения требуют применения срочных лечебных мероприятий, что обуславливает актуальность проблемы. В Беларуси заболеваемость инсультом в 2-2,5 раза выше, чем в европейских странах. Инсульт занимает третье место среди причин смерти и первое – среди причин инвалидности. В острой стадии болезни погибают 25-30% пациентов.

Цель. Изучить возможности SWI-изображений для оценки изменений в головном мозге при ишемическом инсульте.

Материалы и методы исследования. Мы исследовали 28 томограмм пациентов: 14 без патологических изменений на диффузионно-взвешенных изображениях (DWI) и без подозрения на ишемический инсульт при направлении на МРТ (контрольная группа) и 14 исследований пациентов с подтвержденными на DWI ишемическими изменениями, которым выполнялось МРТ в течение 3-х часов после возникновения клинической картины инсульта, направленных в стационар для проведения тромболитической терапии. Исследования выполнялись на магнитно-резонансном томографе Hitachi Echelon 1.5T. Параметры протокола SWI: TR: 65 ms TE: 40 ms, Flip Angle: 23, Slice thickness: 2.8 mm, bandwidth: 82 kHz, FOV: 220 mm, Reconstruction Matrix: 512, NSA: 1, RAPID: factor 1.6. Полученные SWI изображения обрабатывались в Fiji – программный пакет с открытым исходным кодом для анализа биологических и медицинских изображений [3]. Серии изображений в формате DICOM импортировались в Fiji в виде стэка, с последующим построением проекции по оси Z по минимальной интенсивности сигнала (MinIP).

Результаты и их обсуждение. Для контрольной группы пациентов полученное изображение разделялось на правое и левое полушария головного мозга и независимо обрабатывалось плагином Ridge Detection. Данный плагин реализует алгоритм анализа криволинейных структур на изображениях [4]. При анализе SWI изображений головного мозга пациентов с ишемическим инсультом анализировалось

не все полушарие, а две симметричные зоны – в бассейне сосуда, где возник инсульт, и симметрично на противоположной (здоровой) стороне. При анализе изображений использовались идентичные настройки программы: Sigma: 1.48, Lower Threshold: 1.87, Upper Threshold: 13.09, Dark line: true. В результате обработки были получены значения длин всех гипоинтенсивных криволинейных структур на SWI изображениях, в нашем случае – вен. Далее рассчитывались соотношения сумм длин вен у каждого пациента в обеих группах. При анализе двух групп с помощью критерия Стьюдента были выявлены статистически значимые различия между исследуемыми группами пациентов ($P= 0.00065$) – усиление венозного рисунка на SWI томограммах, что подтверждает возникновение вазодилатации в зоне ишемического инсульта, замедление кровотока и более выраженную деоксигенацию венозной крови.

Выводы. Изображения, взвешенные по неоднородности магнитного поля (SWI), позволяют качественно оценить перфузию головного мозга при ишемическом инсульте, за счет способности детектировать изменения оксигенации крови.

Литература

1. Haacke, E. M. Susceptibility-weighted imaging: technical aspects and clinical applications, part 1 / E.M. Haacke, S. Mittal, Z. Wu // AJNR Am J Neuroradiol. – 2009. – № 30. – P. 19-30.
2. Mittal, S. Susceptibility-weighted imaging: technical aspects and clinical applications, part 2 / S. Mittal, Z. Wu, J. Neelavalli // AJNR Am J Neuroradiol. – 2009. – № 30. – P. 232-252.
3. Schindelin, J. Fiji: an open-source platform for biological-image analysis / J. Schindelin, I. Arganda-Carreras, E. Frise // Nature methods – 2012. – Vol. 9, № 7. – P. 676-682.
4. Steger, C. An unbiased detector of curvilinear structures / C. Steger // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. – 1998. – Vol. 20, № 2. – P. 113-125.