

Догоспитальные дистанционные ультразвуковые исследования: реальновременная коммуникационная технология для изолированных и сельских населенных пунктов

L. H. Eadie¹, A. Mort¹, L. Regan², A. S. MacAden², P. Wilson¹

¹Центр сельского здоровья, Университет Абердина, Великобритания

²Национальная служба здравоохранения Хайленда, Больница Рейгмор, Великобритания

Remotely Supported Prehospital Ultrasound: Real-Time Communication Technology for Remote and Rural Communities

L. H. Eadie, A. Mort, L. Regan, A. S. MacAden, P. Wilson

We aim to facilitate prehospital assessment of remote and rural patients using remotely supported ultrasound (US) and a novel communications device. Paramedics can function as remotely supported US operators, guided and advised by hospital-based specialists regarding diagnosis and treatment options. Novel communication technology can link these users in areas with low communications coverage by connecting to multiple cellular networks and/or satellites to stream live US and video images, plus two-way audio. A demonstrator system was used in locations around the Scottish Highlands to stream images to remote reviewers for image interpretation. Connections with live US and audio-visual transmission were successful, with appropriate views provided in 94% scans. This prehospital support US system could facilitate early diagnosis and streamlining of treatment pathways for remote and emergency patients. It could be particularly applicable and useful in rural areas worldwide with poor communications infrastructure and extensive transport times.

Догоспитальная диагностика сокращает время от момента поступления пациента в стационар до начала оказания квалифицированной или специализированной помощи. Более раннее начало лечения потенциально может улучшить исходы, более того – спасти жизнь. В частности, это утверждение относится к пациентам, которые живут на значительном расстоянии от основных центров оказания помощи, например, в Шотландском высокогорье. Бригады скорой помощи в настоящее время ограничены в способах диагностики; на это фоне внедрение догоспитального ультразвукового обследования является актуальным шагом, кото-

рый, тем не менее, требует решения вопросов обучения персонала и обеспечения должного качества интерпретации изображений. Возможным решением является включение квалифицированных специалистов в состав бригад скорой помощи (так происходит в некоторых странах, в частности – в крупных городах). Однако, в удаленных и сельских местностях не представляется возможным укомплектовывать бригады такими редкими и дорогостоящими кадрами, поэтому ультразвуковое исследование (УЗИ) пациента можно провести только при его поступлении в больницу. Мы предлагаем систему с дистанционным доступом: эксперты в области сонографии ассистируют персоналу бригад ско-

рой помощи, проводящим УЗИ вдалеке от больницы, посредством телекоммуникаций. Медицинские работники, проводящие обследование в полевых условиях, могут получать дистанционные консультации по вопросам записи и интерпретации изображений от врачей-экспертов, находящихся в медицинских организациях по сотовой или спутниковой связи. При этом существует возможность транслировать медицинские изображения и данные в реальном времени даже из географических местностей, где имеет место нестабильный доступ к сетям связи. Таким образом, персонал, непосредственно выполняющий УЗИ, нуждается лишь в базовом обучении использованию оборудования, а собственно диагностика будет выполняться теми же специалистами, к которым пациент обратится по прибытию в больницу. Потенциально, это поможет сократить время на принятие решений, транспортировку и подготовку, заранее определить тактику лечения. В тех случаях, если помощь в полном объеме нельзя предоставить амбулаторно, медицинскую организацию извещают о скором поступлении пациента в определенном состоянии. Появляется возможность заранее подготовить персонал, оборудование, помещения и т.д. В экстренном порядке УЗИ обычно используется для оценки состояния пациентов с травмами (определение источника внутреннего кровотечения), а также – транскраниально с целью диагностики внутримозговых кровоизлияний при инсульте или черепно-мозговой травме. В частности, при остром нарушении мозгового кровообращения необходимо определить этиологию (тромбоз кровеносного сосуда или кровотечение). При ишемическом инсульте ранняя тромболитическая терапия может значительно уменьшить вероятность инвалидизации и снизить риск летального исхода [1]. Но этот же метод совершенно не применим к пациентам с геморрагическим инсультом, так как может только ухудшить исход. Мы предполагаем, что УЗИ можно использовать для сбора информации при инсульте и других состояниях в случаях, когда доступ к компьютерной томографии ограничен или отложен ввиду удаленности.

■ ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Оценить эффективность разработанной нами системы догоспитальной ультразвуковой визуализации с дистанционным доступом путем полевых испытаний.

■ МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Десять добровольцев, прежде не имевших опыта работы с УЗИ, обучили основам обращения с

ультразвуковым аппаратом (Sonix Tablet, Analogic Corporation, USA). После этого добровольцы выполнили три сканирования, которые являются частью обычного алгоритма диагностики травмы. Выполнялась визуализация:

- печеночно-почечного углубления (пространства Морисона) для определения наличия свободной жидкости,
- аорта для выявления любого расширения, указывающего на аневризму,
- легкого для поиска признаков пневмоторакса.

Добровольцы также пытались визуализировать головной мозг для определения положения третьего желудочка по отношению к средней линии, согласно методике, описанной Stolz et al. 1999 [2]. Сканирование выполняли в машине скорой помощи в 16 разных местах Шотландского высокогорья. Динамическое ультразвуковое изображение, а также аудио и видео (AV) с фиксированной камеры передавали в реальном времени по коммуникационной системе Omni-Hub™ с использованием устройства измерения пропускной способности (Tactical Wireless, UK); канал связи обеспечивался комбинацией из сетей стандартов 2G и 3G. Две попытки передачи изображений были сделаны по спутниковой связи. Диагностические данные транслировали врачам-экспертам в г. Инвернесс для интерпретации и оценки. Изображения оценивали по их качеству и пригодности для диагностики по пятибалльной шкале от 1 (плохо) до 5 (хорошо). Также учитывали скорость передачи данных и любые проблемы, связанные с оборудованием и подключением.

Этическое разрешение на исследование было выдано North of Scotland Research Ethics Committee (ref: 14/NS/0087).

■ РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Среди 16 локаций, из которых пытались осуществить передачу данных (рис.), в одном месте сигнал был недостаточно мощным, попытка трансляции оказалась безуспешной. В остальных точках скорость передачи данных варьировалась от 22 до 1900 кбит/с (в среднем – около 1250 кбит/с). Более высокое качество AV-трансляции (оцененное 4/5 или 5/5) связано с более высокой скоростью загрузки (1021 кбит/с, диапазон 336-839). Для передач AV с оценками 1/5 или 2/5 осуществлялись со скоростью порядка 553 кбит/с (диапазон 447-1657).

Средняя задержка передачи составила 300 мс (114 мс при использовании сотовой связи и 2072 мс – спутниковой), что нельзя считать значимым ограничением для участников экспериментальной ►►



Рис. 1. Географические локации проведения ультразвуковых исследований и передачи данных в полевых условиях (синей точкой обозначено место неуспешной попытки)

телесонографической сети. Балльная оценка трансляции данных ультразвуковых исследований врачами-экспертами приведена в таблице.

Как следует из приведенных в таблице данных врачи-эксперты признали изображения пригодными для диагностики в большинстве случаев при исполь-

Таблица. Экспертные оценки переданных изображений УЗИ

| Критерии / Средний диапазон оценок | Сотовая связь (n=21) | Спутниковая связь (n=2) |
|---|----------------------|-------------------------|
| Адекватность коммуникаций для диагностики | 4 (2-5) | 3 (3-3) |
| Качество коммуникаций | 2 (1-5) | 3,5 (3-4) |

РЕЗЮМЕ

Цель исследования – разработать метод догоспитального дистанционного ультразвукового обследования (телесонографии) пациентов, проживающих в сельских и изолированных населенных пунктах, с использованием современных коммуникационных технологий. Парамедики и средний медицинский персонал могут непосредственно выполнять сонографию при дистанционном сопровождении и консультировании по поводу диагноза и тактики лечения со стороны квалифицированных специалистов. Новая коммуникационная технология может объединять пользователей, находящихся в местности с низким покрытием связи, обеспечивая их подключение к различным сотовым операторам или спутниковой связи для обмена статичными и динамичными сонографическими изображениями и организации двусторонней аудиосвязи. В демонстрационном режиме систему использовали в местностях Шотландского высокогорья для отправки удаленным экспертам изображений с целью их интерпретации. Качество связи при дистанционной реальновременной сонографии и аудиовизуальной конференции было хорошим; порядка 94,0% изображений имели полностью приемлемый уровень диагностической ценности. Предложенная система догоспитального дистанционного ультразвукового обследования позволяет осуществить раннюю диагностику, своевременно определить оптимальную тактику лечения, в том числе – в экстренных ситуациях. В частности, система может эффективно применяться по всему миру в труднодоступных сельских местностях и районах со слабо развитой телекоммуникационной и транспортной инфраструктурой.

Ключевые слова: телесонография, догоспитальная помощь, мобильная и беспроводная связь.

Key words: teleultrasonography, pre-hospital care, mobile and wireless communications.

ЛИТЕРАТУРА

1. Saver JL, Fonarow GC, Smith EE et al. Time to Treatment with Intravenous Tissue Plasminogen Activator and Outcome from Acute Ischaemic Stroke. JAMA. 2013 Jun 19;309(23):2480-8. doi: 10.1001/jama.2013.6959.
2. Stolz E, Gerriets T, Fiss I et al. Comparison of Transcranial Color-Coded Duplex Sonography and Cranial CT Measurements for Determining Third Ventricle Midline Shift in Space-Occupying Stroke. AJNR Am J Neuroradiol. 1999 Sep;20(8):1567-71.

зовании сотовой связи, хотя ее качество (стабильность, надежность) не всегда было хорошим. В целом, 94,0% всех изображений грудной клетки были записаны и переданы успешно, как и 67,0% изображений средней линии мозга.

ВЫВОДЫ

Данная работа показывает, что догоспитальная телесонография осуществима даже в условиях Шотландского высокогорья при нестабильном доступе к беспроводным сетям связи. Метод потенциально может применяться в сельской местности при оказании неотложной медицинской помощи. Нами постоянно проводится оптимизация системы, на следующем этапе планируется осуществление клинических испытаний. Система догоспитальной телесонографии может существенно улучшить раннюю диагностику и определение тактики лечения для пациентов во всем мире, в частности – в труднодоступных районах с плохой коммуникационной инфраструктурой.

Ограничения. Так как в работе не проводили статистический анализ, в заключениях возможны ошибки первого рода.

БЛАГОДАРНОСТИ

Это исследование было финансировано Highlands & Islands Enterprise, UK Technology Strategy Board's Space and Life Sciences Catapult, University of Aberdeen's dot.rural Digital Economy Hub и TAQA Bratani. //