

## Порівняння телеметричних комплексів для дистанційної ЕКГ-діагностики

О.С.Лавренко, В.В.Томенко, Л.І.Ткач, О.В.Цілуйко, Н.А.Андрєєва

*Полтавська станція швидкої медичної допомоги, Полтава, Україна*

### РЕЗЮМЕ, ABSTRACT

Впровадження дистанційних консультативних центрів в роботу станцій швидкої медичної допомоги для дистанційної ЕКГ-діагностики дозволяє істотно підвищити рівень надання медичної допомоги хворим кардіологічного профілю на догоспітальному етапі на тлі економії витрат (Укр.журнал телемедицини та мед.телематики.-2010.-Т.8,№2.-С.177-181).

**Ключові слова:** ЕКГ, діагностика, телемедицина

*О.С.Лавренко, В.В.Томенко, Л.І.Ткач, О.В.Цілуйко, Н.А.Андрєєва*

### СРАВНЕНИЕ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОЙ ЭКГ-ДИАГНОСТИКИ

*Полтавская станция скорой медицинской помощи, Полтава, Украина*

Внедрение дистанционных консультативных центров в работу станций скорой медицинской помощи для дистанционной ЭКГ-диагностики позволяет существенно повысить уровень оказания медицинской помощи больным кардиологического профиля на догоспитальном этапе на фоне экономии расходов (Укр.журнал телемедицины и мед.телематики.-2010.-Т.8,№2.-С.177-181).

**Ключевые слова:** ЭКГ, диагностика, телемедицина

*О.С.Лавренко, В.В.Томенко, Л.І.Ткач, О.В.Цілуйко, Н.А.Андрєєва*

### COMPARISON OF TELEMETRY SYSTEMS FOR DISTANT ECG DIAGNOSTIC

*Poltava Ambulance Medical Care Station, Poltava, Ukraine*

Introduction of the distant ECG referral centers in workflow of ambulance medical care stations allows improve quality of the medical care for the patients with cardiological pathology and achieve economical efficiency (Ukr.z.telemed.med.telemat.-2010.-Vol.8,№2.-P.177-181).

**Key words:** ECG, diagnosis, telemedicine

Серцево-судинні захворювання лідирують серед причин смертності й інвалідності дорослого населення економічно розвинених країн світу й мають тенденцію до прогресування. В останні роки смертність населення України від серцево-судинних захворювань неухильно зростає, а тривалість життя скорочується. Така тенденція спостерігається й у більшості країн Центральної й Східної Європи.

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, тривалість життя людей як у західних, так і в східних державах на 50% визначається наявністю захворювань органів кровообігу. Рівень смертності від серцево-судинних захворювань у нашій державі істотно вищий, ніж в інших економічно розвинених країнах. За даними Міністерства охорони здоров'я, смертність від серцево-судинних захворювань в Україні становить 63,4%. Щорічно в Україні реєструється близько 50 тисяч випадків гострих

інфарктів міокарда (ІМ) і 20 тисяч мозкових інсультів. Особлива небезпека серцево-судинних захворювань полягає в гострому несподіваному початку і високій смертності при відсутності своєчасної допомоги (половина випадків смертності від ІМ припадає на перші 2 години розвитку патології).

Зважаючи на це, актуальність своєчасної діагностики й лікування захворювань серцево-судинної системи (насамперед, гострого коронарного синдрому та фатальних порушень ритму) на сьогоднішній день не викликає сумніву.

У числі проблем, що істотно знижує можливість своєчасної діагностики гострого коронарного синдрому, можна виділити: пізні звертання хворого за медичною допомогою (47,3% випадків розвитку ІМ час звернень по допомогу в станцію ШД м. Полтави перевищував 2 години); недоліки роботи лікарів першого контакту щодо опитування хворих з

кардіальними скаргами (єдиний діагностичний критерій відносно розвитку ГКС без елевації ST); проблеми інтерпретації складних ЕКГ.

Розвиток кардіологічної служби в країні передбачає вдосконалювання діагностики гострих форм ішемічної хвороби серця (ІХС), своєчасне надання невідкладної кардіологічної допомоги хворим і максимальне наближення спеціалізованої допомоги до населення.

Серед державних програм, розроблених МОЗ України з метою зниження смертності внаслідок серцево-судинних захворювань, основним документом є «Державна Програма попередження і лікування серцево-судинних і судинно-мозкових захворювань на 2006-2010 роки», затверджена постановою Кабінету Міністрів України № 761 від 31.05.2006 р., яка включає такі напрямки:

- реорганізація служби екстреної медичної допомоги (швидка медична допомога, медицина катастроф) із забезпеченням принципу «терапевтичного» вікна;
- реорганізація госпітального етапу ургентного лікування (спеціалізовані відділення кардіореанімації, нейросудинні відділення) із впровадженням таких сучасних стратегій лікування, як терапевтична (тромболізис та інші), інтервенційна (ургентна ангіопластика й стентування) і хірургічна (при геморагічних інсультах);
- матеріально-технічне забезпечення лікувальних установ і його стандартизація.

Найважливішим методом правильної діагностики серцево-судинних захворювань є реєстрація ЕКГ. Варто підкреслити, що і на сьогоднішній день електрокардіографія зберігає позиції базового інструментального методу діагностики в кардіології й обов'язкова для верифікації гострого коронарного синдрому, різних класів аритмій і блокад серця. Вибір електрокардіографії з метою об'єктивізації захворювань серцево-судинної системи обумовлений наступними передумовами:

- високою чутливістю й інформативністю електрокардіограм;
- простотою реєстрації, безпекою, доступністю й низькою вартістю електрокардіографії;
- широким поширенням у клінічній практиці;
- знанням методики й основ інтерпретації ЕКГ більшістю лікарів.

Безсумнівно, що саме в невідкладній кардіології значення транстелефонної передачі ЕКГ досить суттєве. У зв'язку із цим одним зі шляхів підвищення рівня діагностики ГКС є впровадження в клінічну практику телеметрич-

них технологій і забезпечення бригад швидкої медичної допомоги й поліклінічних відділень телеметричними пристроями для передачі ЕКГ із метою забезпечення її своєчасної й грамотної розшифровки. Це дозволяє скоротити час від появи перших симптомів захворювання до надання кваліфікованої медичної допомоги в повному обсязі, реалізуючи перший напрямок Програми по забезпеченню «терапевтичного» вікна, що в багатьох випадках допомагає зберегти життя й здоров'я пацієнтів.

Використання телемедичних технологій у практичній медицині активно поширюється у всіх розвинених країнах світу й органічно доповнює традиційні методики діагностики й лікування.

У клінічній практиці можливості телемедицини досить широкі й можуть бути згруповані в наступні позиції:

- первинна діагностика патологічного стану в ургентних ситуаціях для узгодження лікувальної тактики й питань транспортування;
- дистанційний моніторинг застосування медикаментозної терапії хворим з порушеннями ритму під контролем медпрацівників на місцях;
- керівництво діями середнього медичного персоналу при відсутності лікаря локально;
- одноразові або тривалі консультації з надання спеціалізованої допомоги при відсутності фахівця локально.

Складовою будь-якої телемедичної системи є три компоненти: лікар-фахівець телемедичного центру; канал зв'язку (телефонна лінія, радіозв'язок); медичний працівник безпосередньо біля ліжка пацієнта. Впровадження в роботу телеметричних технологій дозволяє вирішити проблему покращення якості надання допомоги кардіологічним хворим на догоспітальному етапі. З цієї метою відповідно до наказу МОЗ України № 500 «Про заходи щодо удосконалення надання екстреної медичної допомоги населенню в Україні» на базах станцій швидкої медичної допомоги повинні функціонувати дистанційні телеметричні консультативні центри (ДТЦ), які надають консультативну допомогу медичним працівникам системи екстреної медичної допомоги для вирішення термінових питань інтерпретації біомедичних сигналів (ЕКГ та інших), незалежно від місця їх знаходження. Принцип роботи ДТЦ полягає в співпраці двох спеціалістів – лікаря або фельдшера бригади ШД, що знаходиться біля хворого, і фахівця телеметричного центру, що оцінює результати

обстеження (ЕКГ, а в подальшому і не тільки) та допомагає встановити правильний діагноз.

Якщо СШМД I категорії або позакатегорійні і працюють автономно (як правило, у великих містах), створення ДТЦ необхідне безпосередньо на базі станцій. Це потрібно через ряд особливостей надання медичної допомоги на догоспітальному етапі:

- робота в цілодобовому режимі;
- обмеженість в часі для обмірковування ситуації і обстеження пацієнтів, що знаходяться в тяжкому стані (економія часу при передачі ЕКГ на ДТЦ замість виклику спеціалізованої кардіологічної бригади);
- необхідність в телефонних консультаціях щодо лікування і тактики ведення хворих;
- необхідність реєстрації і розшифровки ЕКГ всім хворим, які знаходяться в тяжкому стані, хворим з нестабільною гемодинамікою, патологією органів грудної і черевної порожнини з метою своєчасного виявлення атипичних форм ГКС або порушень ритму;
- необхідність виключення гострої серцевої патології у пацієнтів, які не госпіталізуються.

ДТЦ Полтавської СШМД функціонує з 1994 року. До 2004 року основою функціонування ДТЦ була аналогова телеметрична система «ДКЦ - ЕЛЕКТРОНІКА», яка в 2004 році замінена на аналоговий телеметричний апаратно-програмний комплекс «Імпульс – Р4». Доопрацювання аналогової системи дозволило покращити якість прийому кардіограм (підсилення сигналу ЕКГ-передавача апаратними засобами на етапі безпосередньої передачі кодованого сигналу, очистка та фільтрація цифрового сигналу в комп'ютері програмним забезпеченням, архівація даних ЕКГ-обстеження, збереження інформації на жорсткому диску комп'ютера, що в подальшому значно полегшує статистичну та експертну роботу СШМД.

Щорічно через ДТЦ проводиться більше 3000 екстрених консультацій, що займає 16-18% від загальної кількості ЕКГ-обстежень, проведених за рік. Кількість прийнятих ЕКГ складає 2-25 за добу.

В зв'язку з появою на ринку України цифрових телеметричних комплексів вітчизняного виробництва, протягом 2009 року на базі Полтавської швидкої медичної допомоги проводилась апробація двох таких систем:

- кардіологічного телеметричного комплексу UNET виробництва компанії "ЮТАС", м. Київ, з повнофункціональним ЕКГ апаратом «ЮКАРД - 100»;

- кардіологічного телеметричного цифрового комплексу «ТЕЛЕКАРД» виробництва ТОВ «Компанія TREDEX», м. Харків, з периферійним ЕКГ-передавачем.

Вищеназвані цифрові системи суттєво відрізняються за способом передачі сигналу від «Імпульс – Р4», що є аналоговим телеметричним комплексом.

Робота з даними системами дала можливість порівняти приймальні бази та периферійні пристрої різних систем. Порівняння проводилося згідно вимог, які визначилися в ході користування телеметричними системами в умовах швидкої медичної допомоги (табл.1).

Як видно, суттєвої різниці між приймальними станціями різних систем не існує. Проблема якості отриманих ЕКГ в різних системах обумовлена різним причинами.

- Аналогова система – телефонна лінія не ідеальна, вона має ненульовий рівень власних шумів, фазове тремтіння, частотні перешкоди, пов'язані з мережним наведенням і цілою групою інших ефектів. Тому самим суттєвим недоліком даного методу передачі є погіршення співвідношення сигнал/шум. Відбувається додавання шумів телефонної лінії до сигналу ЕКГ. І ніяка фільтрація не зможе повністю розділити сигнал і додану до нього перешкоду, тому що вони існують одночасно в одному каналі зв'язку і їхні спектри частково перекриваються.

- Цифрова система передачі даних полягає в своєрідному кодуванні сигналу і передачі його по лініях зв'язку в вузькому діапазоні, що зводить до мінімуму накладання шумів на сигнал електрокардіограми, що передається, а незадовільна якість отриманих ЕКГ пов'язана з поганим контактом електродів з тілом пацієнта при обстеженні хворих в незручних для лікаря і пацієнта умовах.

Щодо роботи на базі будь-яких телефонних ліній, то якість переданих ЕКГ (до 10 % від загальної кількості) залежить від типу телефонної мережі (аналогова/цифрова) стаціонарного зв'язку, якості та рівня покриття мобільного зв'язку.

Швидкість отримання ЕКГ з цифрового ЕКГ-передавача залежить від якості накладених електродів і в середньому складає близько 3 хвилин, що вносить труднощі в своєчасну діагностику життєво небезпечних кардіальних станів. Консультація в таких випадках може бути запізнілою.

Повнофункціональний ЕКГ апарат дозволяє спостерігати на своєму екрані якість накладення електродів і сам сигнал з моменту

ввімкнення приладу, ще до передачі, запису ЕКГ до приймальної станції. Безпосередньо запис потрапляє до бази станції в автоматичному режимі (без участі лікаря-консультанта) приблизно за 1 хвилину.

В аналоговій системі не передбачений програмний аналіз ЕКГ, що потребує рутинного шифрування кожної прийнятої ЕКГ лікарем-консультантом.

Таблиця 1. Порівняння баз приймальних станцій різних систем

Вимоги	Аналогова система	Цифрова система	Повнофункціональний ЕКГ-апарат
Настроювання, експлуатація обладнання не повинні потребувати додаткових витрат, модернізації існуючих ліній зв'язку	+	+	+
Простота й універсальність роботи	+	+	+
Висока якість переданих ЕКГ	±	±	±
Можливість роботи на базі будь-яких телефонних ліній	±	±	±
Висока швидкість передачі ЕКГ	+	-	+
Уніфікована база даних ЕКГ-обстежень: зберігання даних на жорсткому диску комп'ютера для наступного порівняння та аналізу	+	+	+
Можливість програмного аналізу ЕКГ	-	+	+
Можливість роздрукування висновку отриманого дослідження, передача даних в електронному вигляді	+	+	+

Таблиця 2. Порівняння периферичних пристроїв приймальних станцій різних систем

Вимоги	Аналогова система	Цифрова система	Повнофункціональний ЕКГ-апарат
Швидка візуалізація ЕКГ (на моніторі оператора, апарата, термопапері)	+	-	+
Потреба в додаткових зовнішніх пристроях для передачі ЕКГ	+	+	-
Достатня швидкість передачі ЕКГ	+	-	+
Відповідність передачі ЕКГ міжнародним стандартам (EN 1064 (SCP-ECG))	-	-	+
Необхідність акустичного каналу для отримання консультації	+	+	±
Необхідність консультації всіх переданих ЕКГ	+	+	-
Можливість залишити ЕКГ на місці виклику	-	-	+
Компактність укладки, малі габарити і вага, висока якість комплектуючих	+	+	±
Стабільна робота в умовах різких коливань температури і вологості	+	+	+
Механічна стійкість	+	+	+
Спрощення елементів керування (буквально кнопка «вкл./викл.» і кнопка «передати»);	+	+	+
Акумуляторна батарея, що забезпечує тривалу роботу без підзарядки	+	+	+

Візуалізація ЕКГ при роботі аналогової системи відбувається на моніторі оператора одразу ж після включення передавача, а присутність голосового зв'язку під час передачі дає змогу своєчасно попередити персонал, що передає ЕКГ, наприклад, про фатальні порушення серцевого ритму. При користуванні повнофункціональним кардіографом ЕКГ з'являється на моніторі ЕКГ-апарата одразу ж після включення.

Під час передачі ЕКГ цифровим передавачем голосового зв'язку з оператором немає, дані можуть бути отримані після закінчення передачі. Враховуючи час передачі ЕКГ, який складає декілька хвилин, слід визначити це як недолік при розвитку критичних станів у кардіологічних хворих.

При користуванні повнофункціональним ЕКГ – апаратом для передачі ЕКГ необхідності у додаткових периферійних пристроях, на відміну від аналогового і цифрового

передавачів, немає. Крім того, повнофункціональний апарат дозволяє зберігати записи ЕКГ, а роздруковувати та передавати їх в і будь який інший момент.

Міжнародному стандарту передачі інформації ISO 11073-91064:2009 (SCP-ECG) (який передбачає, що передача ЕКГ повинна супроводжуватися такою інформацією: дані про пацієнта, дані про умови обстеження, дані про лікаря) відповідає тільки повнофункціональний ЕКГ-апарат «Юкард - 100».

Отримати інтерпретацію ЕКГ при роботі аналогового, цифрового передавачів можна отримати по акустичному каналу від оператора ДТЦ, а при застосуванні повнофункціонального ЕКГ-апарата така необхідність відсутня – дані можуть бути отримані на моніторі апарата.

При користуванні аналоговим та цифровим передавачами необхідна консультація абсолютно всіх переданих ЕКГ, в той час як залежно від рівня фахової підготовки персоналу, який передає ЕКГ, така необхідність існує у 7-49% випадків. Всі інші ЕКГ передаються виключно з ціллю архівації, що значно знижує рівень навантаження на персонал ДТЦ.

При користуванні аналоговим та цифровим передавачами на місці виклику швидкої медичної допомоги роздрукованої ЕКГ не залишається, що має значення при госпіталізації пацієнта у стаціонар чи наступному зверненні його за місцем проживання.

Периферійні пристрої всіх систем мають компактні укладики, високу якість комплектуючих, стабільно працюють в умовах різких коливань температури і вологості, стійкі до механічних ушкоджень, прості у користуванні (буквально кнопка «вкл./викл.» і кнопка «передати»), тривало працюють без підзарядки від акумуляторної батареї. Аналоговий та цифровий передавачі мають малі габарити і вагу порівняно з повнофункціональним кардіографом. При порівнянні різних телемет-

ричних комплексів для дистанційної ЕКГ-діагностики встановлено:

- користування комплексами не вимагає від персоналу додаткових навичок;
- якість отриманих ЕКГ незалежно від застосованих комплексів суттєво не відрізняється;
- повнофункціональний ЕКГ-апарат має переваги над ЕКГ-передавачами через значно більші функціональні можливості та відповідність міжнародним стандартам передачі даних.

Незалежно від типу телеметричного комплексу, який застосовувався для дистанційної ЕКГ-діагностики, досягнуто основних показників якості надання допомоги хворим кардіологічного профілю:

- своєчасна діагностика гострої коронарної патології (185 випадків гострого інфаркту міокарду, 216 випадків гострого коронарного синдрому без елевачії ST);
- своєчасна діагностика/припинення життєвонебезпечних порушень серцевого ритму загальнопрофільними бригадами (43 випадки пароксизмів шлуночкової тахікардії);
- надання кваліфікованої допомоги в тому числі початок проведення тромболітичної терапії персоналом загальнопрофільних виїзних бригад;
- відсутність консультативних виїздів кардіологічних бригад (до початку функціонування ДТЦ щорічно складало до 10000 викликів за рік).

Таким чином, впровадження дистанційних консультативних центрів в роботу станцій швидкої медичної допомоги дозволяє на практиці реалізувати основну перевагу телемедицини - істотне підвищення рівня надання медичної допомоги на догоспітальному етапі при кардинальній економії витрат.

## Література і вебліографія

1. Крамаренко А.В. Сравнение аналоговых и цифровых технологий передачи ЭКГ по телефонным линиям связи / А.В.Крамаренко, Р.В.Павлович // Укр.ж.телемед.мед.телемат. - 2007. - Т. 5, №1. - С. 93-98.
2. Павлович Р.В. Оценка эффективности работы всеукраинской телемедицинской сети транстелефонной электро-

- кардиографии «Телекард» за период 2005-2007 гг. / Р.В.Павлович // Укр.ж.телемед.мед.телемат. - 2007. - Т. 5, № 1. - С. 10-16.
3. Orlov O. Wireless ECG monitoring by telephone / O.Orlov, D.Drozhdov, C.Doarn [et al] // Telemed. J.E.Health. – 2001. – Vol. 7. – P. 33-38.

Надійшла до редакції: 22.09.2009.

© О.С.Лавренко, В.В.Томенко, Л.І.Ткач, О.В.Цілуйко, Н.А.Андрєєва

Кореспонденція: Лавренко О.С.,  
вул. Володарського, 6, 36000, Полтава, Україна  
E-mail: tly-amb@rambler.ru