

# ОРИГІНАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

*Cogitare hominis est!*

УДК 61:621.397.13/398



## Объективизация эффективности телемедицинской сети «Телекард»

**А.В.Владзимирский, Р.В.Павлович, В.В.Мозговой**

*Донецкий национальный медицинский университет им.М.Горького, Донецк,  
ООО «Тредекс», Харьков, Украина*

### РЕЗЮМЕ, ABSTRACT

Изучена эффективность телемедицинской сети «Телекард». Использование теле-ЭКГ позволяет в 76,5%-99,5% случаев осуществить самостоятельное лечение профильного пациента в условиях центральных районных больниц (транспортировки осуществляются в 0,3-1,8% случаев). Определены показатель диагностического качества и критерий продуктивности телемедицинской сети «Телекард» (Ac - 0,97, N-PAR - 97-100%, G-PAR - 99,5-100%). Интенсивное использование теле-ЭКГ консультаций в рамках областной системы здравоохранения достоверно является фактором снижения количества смертей от болезней системы кровообращения (Укр.ж.телемед.мед.телемат.-2012.-Т.10,№2.-С.4-12).

**Ключевые слова:** теле-ЭКГ, эффективность, «Телекард», смертность

*А.В.Владзимирський, Р.В.Павлович, В.В.Мозговой*

### ОБ'ЄКТИВІЗАЦІЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕЛЕМЕДИЧНОЇ МЕРЕЖІ «ТЕЛЕКАРД»

*Донецький національний медичний університет ім.М.Горького, Донецьк, ТОВ «Тредекс»,  
Харків, Україна*

Вивчена ефективність телемедичної мережі «Телекард». Використання теле-ЕКГ дозволяє в 76,5%-99,5% випадків здійснити самостійне лікування профільного пацієнта в умовах центральних районних лікарень (транспортування здійснюються в 0,3-1,8% випадків). Визначені показник діагностичної якості і критерій продуктивності телемедичної мережі «Телекард» (Ac - 0,97, N-PAR - 97-100%, G-PAR - 99,5-100%). Інтенсивне використання теле-ЕКГ консультацій в рамках обласної системи охорони здоров'я достовірно є чинником зниження кількості смертей від хвороб системи кровообігу (Укр.ж.телемед.мед.телемат.-2012.-Т.10,№2.-С.4-12).

**Ключові слова:** теле-ЕКГ, ефективність, «Телекард», смертність

*A. V. Vladzimirsky, R. V. Pavlovich, V. V. Mozgovoy*

### MEASURING OF EFFICIENCY FOR TELEMEDICINE NETWORK "TELECARD"

*Donetsk National Medical University named after M. Gorky, Ukraine, "Tredex Ltd", Kharkiv, Ukraine*

Efficiency of the telemedicine network "Telecard" had been studied. Tele-ECG allows to successfully treat patient at primary level in 76,5%-99,5% of cases. Only 0,3-1,8% of patients have to be transferred into tertiary medical centers. We found that Net Performance Acceptability Ratio for "Telecard" network is 97-100%, and gross Performance Acceptability Ratio is 99,5-100%. Intensive tele-ECG activity allows to decrease absolutely level of death due to heart and blood vessels diseases (Ukr.z.telemed.med.telemat.-2012.-Vol.10,№2.-P.4-12).

**Key words:** tele-ECG, efficiency, "Telecard", lethality

Одним из ключевых элементов телекардиологии является теле-ЭКГ - процесс передачи данных электрокардиографии по телекоммуникационным линиям связи с целью дистанционной интерпретации, телемедицинского консульти-

рования и дистанционного обучения [1,7,14-15,18,20]. С 2005 года в Украине развивается телемедицинская сеть «Телекард», которая, по состоянию на 1 января 2012 года, является единственной сетью национального масштаба, в ее

рамках проведено свыше 150 тысяч теле-ЭКГ консультаций. Технической основой сети является транстелефонный цифровой 12-канальный ЭКГ комплекс «Телекард» [7]. В течение последних лет регулярно публиковались отчеты о работе данной сети, при участии Ассоциации развития украинской телемедицины и электронного здравоохранения были подготовлены и изданы методические рекомендации об организации работы службы теле-ЭКГ в учреждениях здравоохранения [11]. Особого внимания заслуживают многочисленные статьи с описанием практического опыта использования системы в целом ряде областей Украины [3-9,12-13]. По данным ряда авторов преимуществами сети «Телекард» являются: снижение расходов на регу-

лярный контроль больных сердечно-сосудистыми заболеваниями, ускорение предоставления неотложной медицинской помощи и принятия врачебных решений, которые могут предупредить угрожающие для здоровья и жизни пациента патологические состояния, возможность регистрации состояния пациента в тех условиях, когда использование других методов диагностики невозможно или затруднено, дистанционное консультирование как эффективное средство организации медицинского наблюдения за амбулаторными пациентами [3-9,12-13]. С учетом активного использования сети «Телекард» и накопления обширного клинического материала считаем необходимым объективизировать эффективность теле-ЭКГ.

### Цель исследования

Изучить эффективность телемедицинской сети «Телекард» путем расчета объективных критериев и определения

влияния теле-ЭКГ консультаций на уровень exitus letalis вследствие заболеваний системы кровообращения.

### Материал и методы

Для изучения эффективности было предпринято анкетирование ряда лечебно-профилактических учреждений, системно использующих «Телекард», а также проведен анализ и систематизация данных тематических публикаций [3-9,12-13]. Используются методы анализа и синтеза.

Проведено определение критерия продуктивности телемедицинской сети - PAR (от англ. Performance Acceptability Ratio) [1,23]. Расчет критерия проводится в двух вариантах: для всей совокупности критичных и некритичных сбоев (Net Par - N-PAR), отдельно для критичных сбоев (Gross PAR - G-PAR) по следующим формулам:

$$N-PAR = (1 - \text{количество сбоев} / \text{количество сеансов}) * 100\% \quad (1),$$

$$G-PAR = (1 - \text{критичные сбои} / \text{количество сеансов}) * 100\% \quad (2).$$

Проведен расчет показателя диагностического качества телемедицинской системы (Ac) [1,23] по формуле:

$$Ac = a/b \quad (3),$$

где a - количество диагностических данных одного типа (в данном случае - электрокардиограмм), полученных с удовлетворительной диагностической ценностью, b - общее количество диагностических данных этого же типа, переданных во время телемедицинских сеансов.

Критерии определены для выборки случаев теле-ЭКГ консультаций n=9446. Проведено сравнение с литературными данными.

Использован авторский метод объективизации и оценки динамики количества телемедицинских консультаций за определенный период времени [1] путем построения и анализа характеристической кривой.

Было проведено сопоставление абсолютного количества умерших вследствие болезней системы кровообращения в год и абсолютного количества теле-ЭКГ консультаций в год за период 2005-2010 гг. для каждой области Украины и АР Крым. Данные о количества умерших вследствие болезней системы кровооб-

ращения в год взяты из официальных открытых источников Государственной службы статистики Украины и Института демографии и социальных исследований Национальной академии наук Украины [2]. Для обоих рядов данных были по-

строены гистограммы с группировками и определены линии трендов (линейное приближение). Для определения достоверности различий использован непараметрический критерий Манна-Уитни (U).

### Результаты и обсуждение

По результатам анкетирования лечебно-профилактических учреждений, наиболее активно использующих «Телекард», и анализа публикаций мы определили, что основными причинами для проведения теле-ЭКГ консультаций являются: острый инфаркт миокарда, нарушения ритма и проводимости, тромбоэмболия легочной артерии, пароксизмальные тахикардии, заболевания легких. При этом наиболее частые вопросы - первичная диагностика и уточнение диагноза - 95,0-99,0%, оценка проведенного ранее лечения - 1,0-5,0% случаев. Использование сети теле-ЭКГ на основе комплекса «Телекард» позволяет в 76,5%-99,5% случаев осуществить самостоятельное лечение профильного пациента в условиях центральных районных больниц. Летальность (от момента проведения телеконсультации до начала оказания помощи) составляет 0,0-0,2%.

С точки зрения организационной эффективности установлено, что уровень выполнения лечебных мероприятий выездными бригадами (например, тромболитика в первые 6 часов после телеконсультации) составляет 0,34%. Транспортировка пациента в лечебно-профилактическое учреждение, оказывающего помощь третичного уровня, по-

сле вызова консультантов Областного центра экстренной медицины («санавиации») имеет место в 4,7-18,5%. Без соответствующего вызова транспортировки по результатам телеконсультации осуществляются в 0,3-1,8% случаев.

При анализе выборки случаев теле-ЭКГ консультаций (n=9446) установлено, что во время трансляции ЭКГ спонтанное прерывание связи имело место в 1,7% случаев, человеческий фактор (ошибочное расположение электродов, дрожь мышц пациента и т.д.) повлиял на качество телеконсультаций – в 1,3%, отмечены программные сбои из-за вирусных атак и нестабильной работы операционной системы – в 0,2% случаев. В целом незначительные технические препятствия встречаются в 3,0% случаев теле-ЭКГ консультации, при этом повторная трансляция ЭКГ нужна лишь в 0,5% случаев.

По формулам 1-3 определен критерий продуктивности телемедицинской сети «Телекард»: значение N-PAR составляет 97-100%, значение G-PAR - 99,5-100%. Количество критических и некритических сбоев взято из публикаций [3-9,12-13]. Полученные данные мы сравнили с аналогичной информацией из литературных источников (табл.1).

Таблица 1. Сравнение объективных критериев эффективности сетей теле-ЭКГ

Критерий	Теле-ЭКГ сеть						
	«Телекард», n=9446	Zaliūnas et al., 2009, n=329 [24]	Schwaab et al., 2005, n=158 [21]	Patten et al., 2004, n=188634 [17]	Ljosland et al., 2000, n=168 [16]	Reifart et al., 1997, n=217 [19]	Shindoh et al., 1995, n=59 [22]
Ac	0,97	0,82	0,93	0,95	1,0	0,86	0,58
N-PAR,%	97-100	79,9	83	-	100	-	58
G-PAR,%	99,5-100	-	99	-	100	-	-

Более высокие, в сравнении с литературными данными, значения критерия продуктивности сети «Телекард» свиде-

тельствуют о высококачественной трансляции ЭКГ во время телеконсультаций. Из данных табл.1 следует, что телеме-

дицинская сеть «Телекард» имеет высокую технологическую эффективность, а собственно комплекс транселефонной ЭКГ, лежащий в основе сети, по функциональным возможностям и качеству

работы соответствует международным стандартам. В таблице 2 представлены данные об абсолютном количестве теле-ЭКГ консультаций для всех областей Украины и АР Крым.

Таблица 2. Динамика абсолютного количества теле-ЭКГ консультаций в областях Украины и АР Крым в 2006-2010 гг.

Административная единица	Год				
	2006	2007	2008	2009	2010
АР Крым	10	0	113	52	0
Винницкая область	2359	2449	4810	10166	4584
Волынская область	445	449	718	728	658
Днепропетровская область	63	550	367	868	619
Донецкая область	1100	1377	1447	1440	1850
Житомирская область	198	734	623	543	526
Закарпатская область	26	140	1063	892	335
Запорожская область	86	138	159	61	221
Ивано-Франковская область	717	668	1109	715	670
Киевская область	20	60	54	53	40
Кировоградская область	777	1243	3525	1315	886
Луганская область	86	0	50	47	0
Львовская область	417	503	362	128	387
Николаевская область	164	96	177	328	375
Одесская область	12	0	0	0	0
Полтавская область	1173	1808	3732	4158	4856
Ровенская область	136	70	80	0	50
Сумская область	493	467	481	991	1112
Тернопольская область	489	980	387	568	300
Харьковская область	515	713	308	410	679
Херсонская область	1290	978	1344	1401	1142
Хмельницкая область	152	705	624	281	414
Черкасская область	139	225	317	181	203
Черновицкая область	238	618	1256	1361	1333
Черниговская область	1330	1431	1608	675	739

Как следует из табл.2 интенсивность использования сети «Телекард» чрезвычайно разнообразна; объективных факторов, влияющих на количество и частоту теле-ЭКГ консультаций нами выявлено не было.

Было проведено сопоставление абсолютного количества умерших вследствие болезней системы кровообращения и абсолютного количества теле-ЭКГ консультаций в год с построением гистограмм и линий трендов. В результате были получены следующие варианты трендов (рис.1):

1). Снижение количества смертей на фоне нарастающего количества телеконсультаций – 29,0% (7).

2). Снижение количества смертей на фоне колеблющегося среднего количества телеконсультаций – 25,0% (6).

3). Снижение количества смертей на фоне нулевого или крайне малого количества телеконсультаций – 17,0% (4).

4). Незначительные колебания количества смертей на фоне колеблющегося среднего количества телеконсультаций – 12,5% (3).

5). Повышение или незначительные колебания количества смертей на фоне повышения количества телеконсультаций - 12,5% (3).

6). Повышение количества смертей на фоне нулевого или крайне малого количества телеконсультаций – 4% (1).

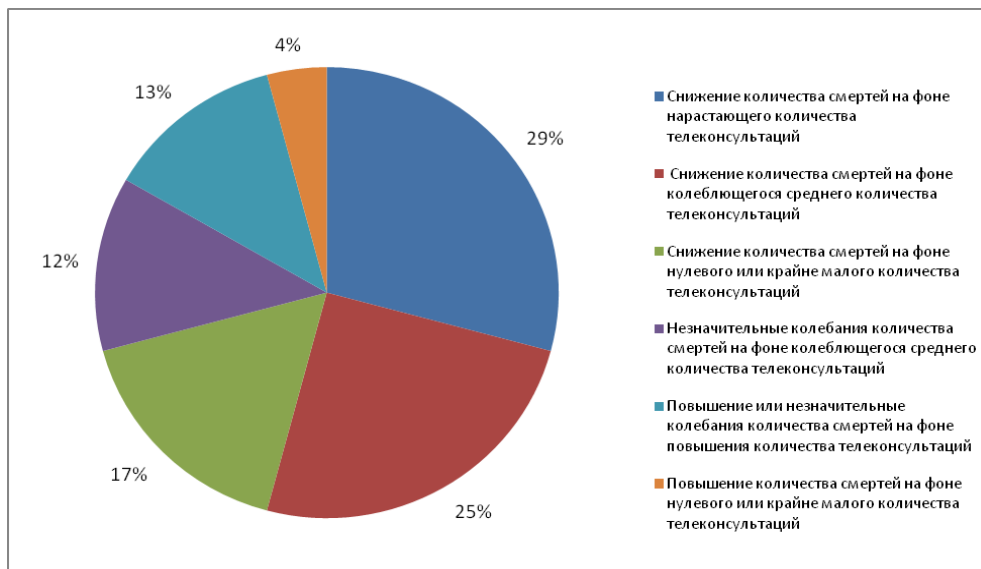


Рисунок 1. Соотношения трендов абсолютного количества умерших вследствие болезней системы кровообращения и абсолютного количества теле-ЭКГ консультаций в год в областях Украины и АР Крым (2006-2010 гг.)

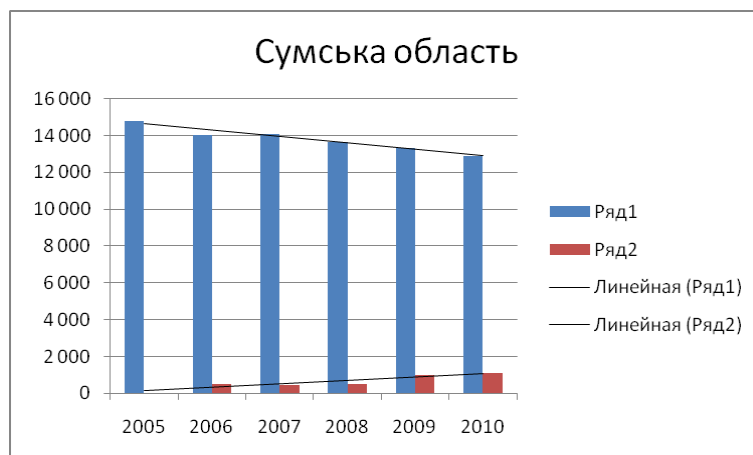


Рисунок 2. Характерное взаимодействие трендов: снижение количества смертей на фоне нарастающего количества телеконсультаций



Рисунок 3. Характерное взаимодействие трендов: снижение количества смертей на фоне колеблющегося среднего количества телеконсультаций



Рисунок 4. Характерное взаимодействие трендов: снижение количества смертей на фоне нулевого или крайне малого количества телеконсультаций



Рисунок 5. Характерное взаимодействие трендов: незначительные колебания количества смертей на фоне колеблющегося среднего количества телеконсультаций

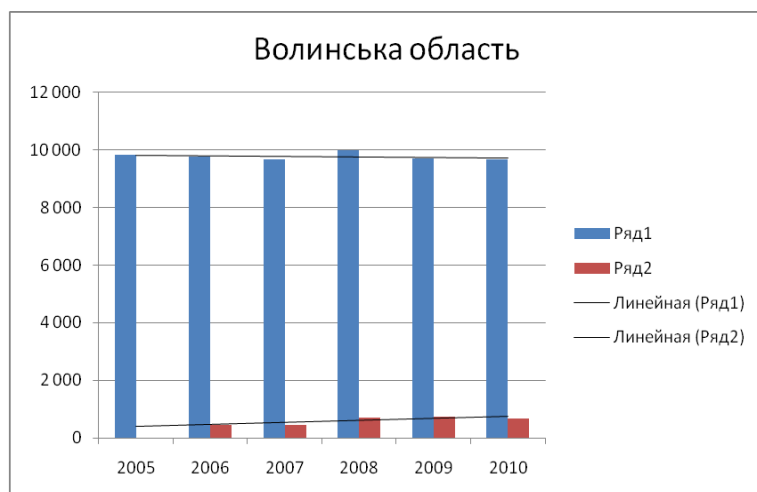


Рисунок 6. Характерное взаимодействие трендов: повышение или незначительные колебания количества смертей на фоне повышения количества телеконсультаций

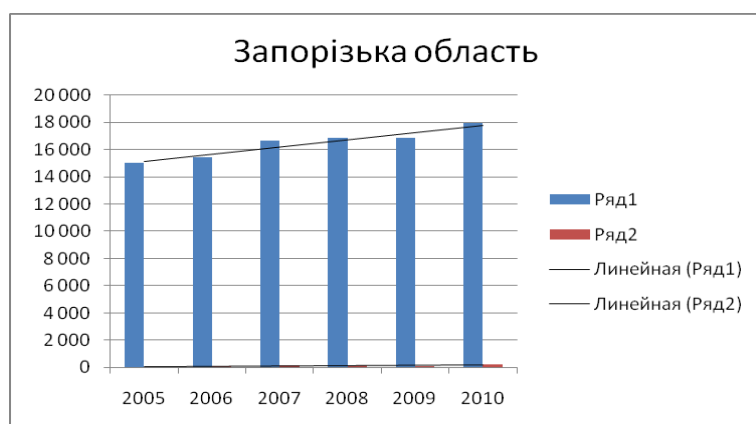


Рисунок 7. Характерное взаимодействие трендов: повышение количества смертей на фоне нулевого или крайне малого количества телеконсультаций

Безусловно, на уровень смертей от болезней кровообращения в каждой отдельной области влияет огромное количество различных факторов (демографических, экологических, медико-организационных, социальных и т.д. и т.п.). Однако, анализируя первый и второй варианты взаимодействия трендов (суммарно – 54,0%), мы можем утверждать, что телемедицина (точнее теле-ЭКГ) является одним из серьезных факторов повышения качества медицинской помощи, а следовательно – снижения количества смертей от болезней кровообращения (рис.2 и рис.3). Отметим, что в ряде областей уровень смертей с 2005

по 2010 годы с небольшими отклонениями постепенно снижался; при этом «Телекард» там либо не использовался, либо отмечены единичные эпизоды его применения (вариант 3 – 17%). Мы сравнили показатели в группе областей, где наблюдалось снижение уровня смертей: в 5 из них – на фоне интенсивного использования телекардиологии (национальные лидеры), а в 4 - на фоне не использования (но при наличии оборудования). Первую группу составили Винницкая, Кировоградская, Полтавская, Сумская, Харьковская, области. Вторую – АР Крым, Киевская, Луганская, Одесская области (табл.3).

Таблица 3. Динамика снижения количества смертей от болезней кровообращения в ряде административных единиц

Год	Административная единица								
	Винницкая	Харьковская	Кировоградская	Полтавская	Сумская	АР Крым	Киевская	Луганская	Одесская
2005	21856	32707	11259	18141	14811	20099	22323	27876	24109
2006	20946	32043	11194	17361	14003	20283	21791	27316	24117
2007	20470	31882	11323	17412	14069	20453	21661	26657	23663
2008	19889	31786	11646	17611	13654	20322	21254	26761	23249
2009	19275	30571	10641	17025	13301	19315	20340	25131	22720
2010	19549	30269	10984	16586	12880	19682	20337	25562	23089

Руководствуясь данными табл.3 мы подсчитали на сколько процентов снижался уровень смертей каждый год и соответственно определили среднее значение для каждой группы.

В областях, не использовавших телемедицину, средний процент ежегодного снижения количества смертей составил  $3,7 \pm 2,5\%$ , а в областях, лидирующих в стране по применению «Телекард» -

$5,0 \pm 3,4\%$  (различия достоверны  $p=0,0012$ , согласно U-критерию).

По данным литературы в 70,0% случаев теле-ЭКГ консультации содержат элемент дистанционного обучения, который прямо указывает на возможность использования телекардиологических сетей как инструмента для непрерывного медицинского образования [3-9,12-13]. Мы объективизировали учебные аспекты сети «Телекард». Известен метод опре-

деления эффективности телемедицинской деятельности, базирующийся на построении и анализе характеристической кривой, отражающей зависимость количества телеконсультаций от времени [1]. Мы провели построение и анализ «зубцовой» кривой для областей - лидеров в сфере теле-ЭКГ; в большинстве случаев наблюдалась элевация, т.е. постоянное наращивание количества теле-

консультаций, свидетельствующее о продолжающемся активном развитии сети. В Черниговской области мы установили наличие стабильного плато (рис.8) - в данном случае фиксируется факт эффективно работающей, состоявшейся теле-ЭКГ сети, в которой органично сочетаются клиническая деятельность и непрерывное медицинское образование.

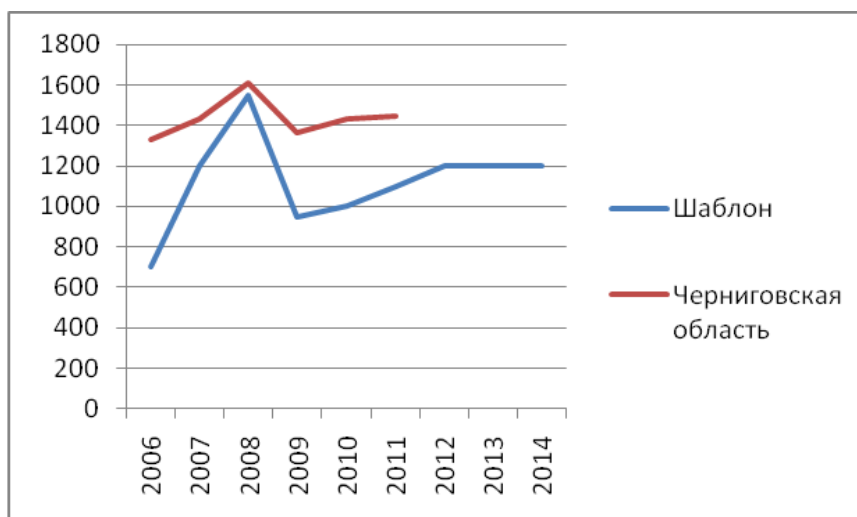


Рисунок 8. Зависимость количества телеконсультаций от времени (сравнение шаблонной кривой и кривой для сети «Телекард» в Черниговской области)

Этап снижения наблюдается в Винницкой и Кировоградской областях – мы будем продолжать отслеживать динамику количества теле-ЭКГ консультаций в

дальнейших исследованиях, оптимистически рассчитывая на установление плато в ближайшее время.

### Выводы

Объективизирована и доказана эффективность работы всеукраинской телемедицинской сети «Телекард».

Использование сети теле-ЭКГ на основе комплекса «Телекард» позволяет в 76,5%-99,5% случаев осуществить самостоятельное лечение профильного пациента в условиях центральных районных больниц. Транспортировки пациентов в вышестоящие лечебно-профилактические учреждения по результатам телеконсультации осуществляются в 0,3-1,8% случаев. Определены показатель диагностического качества и критерий продуктивности телемедицинской сети «Телекард» (Ac - 0,97, N-PAR - 97-100%, G-PAR - 99,5-100%). При сравнении полученных значе-

ний с литературными установлен факт высококачественной трансляции ЭКГ, высокой технологической эффективности системы «Телекард» и ее соответствия международным стандартам по функциональным возможностям и качеству работы. Интенсивное использование теле-ЭКГ консультаций в рамках областной системы здравоохранения достоверно является фактором снижения количества смертей от болезней системы кровообращения ( $p=0,0012$ ).

В ряде областей Украины фиксируется факт эффективно работающей теле-ЭКГ сети, в которой органично сочетаются клиническая деятельность и непрерывное медицинское образование.

### Литература и веб-библиография



1. *Владимирский А.В.* Телемедицина [монография]. - Донецк: ООО «Цифровая типография», 2011. – 437 с.
2. Державна служба статистики України. Інститут демографії та соціальних досліджень Національної Академії Наук України - 2011.-Режим доступу: <http://database.ukrcensus.gov.ua/PXWEB2007/index.htm>.
3. *Крамаренко А.В., Павлович Р.В.* Сравнение аналоговых и цифровых технологий передачи ЭКГ по телефонным линиям связи // Український журнал телемедицини та медичної телематики. - 2007. - Т. 5, № 1. - С. 93-98.
4. *Крамаренко А.В., Павлович Р.В., Павлютин Л.В.* Диагностическая ценность транстелефонной ЭКГ: приближение к стандарту.-2002.-Режим доступу: [http://www.tredex-company.com/article\\_show.php?id=28](http://www.tredex-company.com/article_show.php?id=28).
5. *Мухортова А.Н., Здобникова Л.И., Павлович Р.В.* Опыт использования транстелефонного электрокардиографического комплекса «Телекард» на автомобилях скорой медицинской помощи в Николаеве // Укр.ж.телемед.мед.телемат.-2009.-Т.7,№2.-С.192-196.
6. *Откидач П.В., Штінова Н.В.* Розвиток телемедицини в Чернігівській області на базі КПЗ "Чернігівський обласний кардіологічний диспансер" // Укр.ж.телемед.мед.телемат.-2009.-Т.7,№2.-С.197-202.
7. *Павлович Р.В.* Всеукраинская телемедицинская сеть ургентной ЭКГ-диагностики "Телекард" в 2005-2008 гг. // Укр.ж.телемед.мед.телемат.-2009.-Т.7,№1.-С.95-100.
8. *Прядко А.Ю., Пилипенко В.В., Рыбалко Г.С., Самойлова О.В.* Опыт применения телемедицинской электрокардиографической системы в Донецкой области // Укр.ж.телемед.мед.телемат.-2008.-Т.6,№1.-С.15-18.
9. *Тарнавський М.* Мережа дистанційного ЕКГ консультування хворих. – 2008.- Режим доступу: <http://dolynarl.blogspot.com>.
10. Транстелефонный цифровой 12-канальный ЭКГ комплекс «Телекард» - ЭКГ по телефону.- 2009.- Режим доступу: [http://www.tredex-company.com/product\\_show.php?id=13](http://www.tredex-company.com/product_show.php?id=13).
11. Телемедична мережа на основі комплексу транстелефонної електрокардіографії «Телекард». Методичні рекомендації затверджені МОЗ України / Владимирський А.В., Ігнатенко Г.А., Слабкий Г.О., Климовицький В.Г., Павлович Р.В., Осташко В.Г., Вакуленко К.С., Мар'єнко Я.Л.- Київ, 2011.- 64 с.
12. *Шклярєнко М.П., Мар'єнко Я.Л.* Клінічний досвід використання системи передачі ЕКГ «Телекард» у Полтавській області // Укр.ж.телемед.мед.телемат.-2008.-Т.6,№2.-С.178-183.
13. *Шкробанець І.Д., Тащук В.К.* Клінічний досвід використання транстелефонної електрокардіографії в Чернівецькій області // Укр.ж.телемед.мед.телемат.-2009.-Т.7,№1.-С.92-94.
14. *Bahaadinbeigy K, Yogesan K, Wootton R.* A survey of the state of telemedicine in Western Australia. J Telemed Telecare. 2010;16(4):176-80.
15. *Jepsen HH, Egstrup K.* Direct referral of patients with ST-elevation acute myocardial infarction to primary percutaneous coronary intervention. Pre-hospital use of telemedicine and risk stratification. Ugeskr Laeger. 2007 Nov 19;169(47):4043-7.
16. *Ljosland M, Weydahl PG, Stumberg S.* Prehospital ECG reduces the delay of thrombolysis in acute myocardial infarction. Tidsskr Nor Laegeforen. 2000 Aug 20;120(19):2247-9.
17. *Patten M, Maas R, Bauer P et al.* Suppression of paroxysmal atrial tachyarrhythmias-results of the SOPAT trial. Eur Heart J. 2004 Aug;25(16):1395-404.
18. *Piancone RM, Abbenante G, Accettulli-Bocola FA et al.* Prehospital thrombolysis for the treatment of ST-elevation acute myocardial infarction. Three-year results in the province of Foggia. G Ital Cardiol (Rome). 2008 Nov;9(11):763-9.
19. *Reifart N, Weil HJ, Göhring S, Dietl J.* The reliability of a new 12-channel ECG with telephone transmission. Dtsch Med Wochenschr. 1997 Sep 19;122(38):1137-40.
20. *Sparenberg AL, Russomano T, de Azevedo DF.* Transmission of digital electrocardiogram (ECG) via modem connection in southern Brazil. Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc. 2004;5:3396-9.
21. *Schwaab B, Katalinic A, Riedel J, Sheikhzadeh A.* Pre-hospital diagnosis of myocardial ischaemia by telecardiology: safety and efficacy of a 12-lead electrocardiogram, recorded and transmitted by the patient. J Telemed Telecare. 2005;11(1):41-4.
22. *Shindoh M, Nishi S, Kurita S et al.* Tele-ECG transmission for patients with out-of-hospital cardiac arrest in Osaka City. Masui. 1995 Jun;44(6):890-4.
23. Starpahc Systems Report.-Vol.2-Operational Performance.-Lockheed Misseles&Space Company,1977.-285 p.
24. *Zaliūnas R, Benetis R, Vanagas G et al.* Implementation of international transtelephonic ECG platform for patients with ischemic heart disease. Medicina (Kau-nas). 2009;45(2):104-10.

Надійшла до редакції: 25.09.2012.

© А.В.Владимирський, Р.В.Павлович, В.В.Мозговой

Кореспонденція: *Владимирський А.В.,*  
 Вул. Артема, 106, 83048, Донецьк, Україна  
 E-mail: [avv@telemed.org.ua](mailto:avv@telemed.org.ua)