

Адаптаційні можливості учнів сільських та міських загальноосвітніх шкіл за даними аналізу варіабельності серцевого ритму

Луцький інститут розвитку людини Університету «Україна» (м. Луцьк)

Постановка наукової проблеми та її значення. Аналіз останніх досліджень. Науковці виявили низку функціональних, морфологічних і рухових особливостей розвитку сільських школярів, порівняно з міськими [3; 5; 6]. Зокрема, якщо науковими дослідженнями 60–80 років минулого століття фізичний стан та адаптаційні можливості в учнів сільських шкіл мало відрізнялись, а за окремими показниками могли перевищувати такі в міських, то сучасні дані засвідчують виразну тенденцію погіршення фізичного розвитку учнів із села [5; 6; 8]. Зокрема, надлишкова маса є вищою серед сільських дітей США (25 %, $p < 0,001$), порівняно з міськими (19 %). Щорічні темпи зростання ожиріння були на 40–50 % вищі в дітей із сільської місцевості [8]. Низкою досліджень відзначаються загальні тенденції погіршення стану здоров'я сучасних дітей шкільного віку, які проживають у міській і сільській місцевостях [3; 5; 6; 7]. Вивчили поширеність фізичної активності серед сільських та міських жителів США, вищі рівні фізичної активності були вищі в містах, порівняно із сільською місцевістю [8].

Як індикатор функціонального стану організму у віковій фізіології використовуються показники центральної й периферичної гемодинаміки, менше вивчена роль характеристик варіабельності серцевого ритму як інтегральний показник функціонування системи управління. Серцевий ритм (СР) реагує на будь-які дії середовища, відображаючи процеси зростання та дозрівання організму на різних етапах онтогенезу [2]. Тому виникає потреба більш досконалого вивчення функціонального стану організму учнів сільських шкіл на основі варіабельності серцевого ритму.

Завдання дослідження – порівняти адаптивні можливості серцево-судинної системи учнів сільських і міських загальноосвітніх шкіл за даними аналізу варіабельності серцевого ритму.

Методи та організація досліджень. Обстежено 13-річних підлітків, які навчаються в сільських та міських загальноосвітніх школах. Усі діти навчалися в першу зміну, усього обстежено 203 пілітки обох статей сільських і міських ЗОШ (114 – сільські, 89 – міські). Обстеження учнів проводили в школі в ранкові години (9–12 годин), у спокої, лежачи на кушетці, із використанням комп'ютерного електрокардіографа фірми «Нейрософт» Полі-спектр-12.

Як параметри функціонального стану використано показники варіабельності серцевого ритму (ВСР), які розраховані за загальноприйнятими методиками статистичного й спектрального аналізу. Використовувалися такі показники ВРС: RRNN – середнє кардіоінтервалів (мс); SDNN – середнє квадратичне відхилення кардіоінтервалів (мс); RMSSD квадратний корінь із середніх квадратів різниць (мс); індекс вегетативної рівноваги ІВР (у. о.); ПАПР – показник адекватності процесів регуляції (у. о.); ВІР – вегетативний показник ритму (у. о.); ІН – індекс напруження регуляторних систем (у. о.); загальна потужність спектра TP, (мс²); VLF – потужність спектра в діапазоні дуже низьких частот 0,015–0,05 Гц (мс²); LF – потужності спектра в діапазоні низьких частот 0,05–0,15П (мс²); HF – потужність спектра в діапазоні частоти дихання 0,15–0,4 Гц (мс²); VLF %, LF %, HF % розподіл потужності спектра зазначених діапазонів частот у відсотках від їхньої сумарної потужності. Статистична обробка результатів дослідження проведена з використанням пакета програм MS Excel 97.

Виклад основного матеріалу й обґрунтування отриманих результатів дослідження. Нині доказано, що варіабельність серцевого ритму (ВСР) є ефективним методом оцінки функціонального стану організму людини, яка дає змогу прогнозувати розвиток адаптаційних процесів до різних чинників зовнішнього середовища [1; 4].

Середня тривалість інтервалів R–R (RRNN) у хлопців, які навчаються в сільських загальноосвітніх школах, становить 755,23±11,61 мс, у міських – 786,36±21,19 мс і статистично значимо не відрізнялась ($p > 0,05$). Високо вірогідне зростання показника ($p < 0,01$) за середньою тривалістю інтервалів R–R відзначається в експериментальній групі в дівчат, 677,94±8,21 мс, у контрольній – 718,30±11,44 мс (табл. 1).

Стандартне відхилення повного масиву кардіоінтервалів (SDNN) у хлопців сільських шкіл статистично значимо менше ($p < 0,05$) і в середньому становить 48,92±2,64 мс, у міських школярів – 60,93±5,03 мс. У дівчат, які навчаються в сільських загальноосвітніх школах, SDNN становить

43,56±2,41 мс, у міських – 52,09±2,94 мс. Нижчий показник SDNN у підлітків, які навчаються в сільських загальноосвітніх школах, указує на посилення симпатичної регуляції, яка пригнічує активність автономного контура, а вищі показники SDNN у підлітків міських ЗОШ свідчать про посилення автономної регуляції, тобто ріст впливу дихання на ритм серця [1].

На погіршення стану механізмів регуляції в хлопців, які навчаються в сільських ЗОШ, указує нормований показник сумарного ефекту регуляції (CV, %): у сільських хлопців CV становив 6,40±0,30 %, що вірогідно нижче ($p<0,05$), порівняно з міськими, у яких цей показник становить 8,25±0,86 %. У сільських школярок він має тенденцію до погіршення й становить 6,32±0,30 %, у міських школярок – 7,09±0,38 %.

Таблиця 1

Варіабельність серцевого ритму в 13-річних підлітків, які навчаються в сільських та міських загальноосвітніх школах

Показники	Хлопці X±S			Дівчата X±S		
	сільські (n=66)	P	міські (n=40)	сільські (n=62)	P	міські (n=49)
RRNN, мс	755,23±11,61	>0,05	786,36±21,19	677,94±8,21	<0,01	718,00±11,44
SDNN, мс	48,92±2,64	<0,05	60,93±5,03	43,56±2,41	<0,05	52,09±2,94
RMSSD, мс	51,26±3,75	>0,05	60,10±6,55	37,73±3,19	>0,05	46,35±3,88
pNN50, %	27,03±2,56	>0,05	29,92±3,51	16,03±2,33	>0,05	22,98±2,81
CV, %	6,40±0,30	<0,05	8,25±0,86	6,32±0,30	>0,05	7,09±0,38
TP, мс ²	3100,91±308,64	>0,05	4046,88±508,72	2847,71±320,03	>0,05	3092,75±310,01
VLF, мс ²	818,81±93,49	<0,05	1328,57±193,29	969,90±123,35	>0,05	1141,42±103,66
LF, мс ²	859,13±87,98	<0,05	1373,42±186,95	658,09±49,11	<0,05	860,64±66,57
HF, мс ²	1386,97±183,73	>0,05	1548,97±216,94	1219,72±253,35	>0,05	1275,63±169,56
LF norm	44,73±1,92	>0,05	50,95±2,79	48,88±2,34	>0,05	52,08±4,43
HF norm	55,27±1,92	>0,05	50,21±2,44	51,12±2,34	>0,05	53,12±2,09
LF/HF	0,99±0,08	>0,05	1,33±0,19	1,24±0,11	>0,05	1,18±0,12
% VLF	29,12±1,74	>0,05	30,69±2,24	37,26±2,37	>0,05	33,87±1,92
% LF	30,85±1,28	>0,05	32,84±1,47	29,31±1,58	>0,05	30,03±1,32
% HF	40,02±1,94	>0,05	35,44±2,23	33,43±2,51	>0,05	35,52±1,92
IBP, у. о.	242,17±22,84	<0,001	127,80±13,96	238,26±19,80	<0,01	167,61±13,16
ПАПР, у. о.	58,46±2,78	>0,05	51,26±3,33	69,35±2,69	>0,05	63,05±2,93
ВІПР, у. о.	7,08±0,46	<0,001	4,16±0,37	7,44±0,47	<0,001	5,32±0,31
ІН, у. о.	170,59±17,67	<0,001	83,91±10,16	184,20±16,15	<0,01	123,77±10,70

Показник активності парасимпатичної ланки вегетативної регуляції RMSSD становив у хлопців сільських шкіл 51,26±3,75 мс і статистично значимо не відрізнявся від показників міських хлопців ($p>0,05$), у яких він дорівнював 60,10±6,55 мс. У дівчат, які навчаються в сільських школах, RMSSD становив 37,73±3,19 мс і також значимо не відрізнявся від показників ровесниць, котрі навчаються в міських ЗОШ ($p>0,05$), у яких він становив 46,35±3,88 мс.

Відносне значення показника ступеня переваги парасимпатичної ланки регуляції над симпатичною (pNN50 %) статистично значимо не відрізнялося в сільських і міських школярів обох статей ($p>0,05$).

На співвідношення між активністю симпатичного й парасимпатичного відділів указує індекс вегетативної рівноваги (ІВР). При парасимпатичній активності індекс буде зменшуватися, при перевазі симпатичної – зростати. У хлопців сільських ЗОШ ІВР становить 242,17±22,84 у. о., і дуже високо вірогідно ($p<0,001$) перевищує показники міських ровесників – 127,80±13,96 у. о. У дівчат, які навчаються в сільських школах, індекс вегетативної рівноваги становить 238,26±19,80 у. о. і вірогідно ($p<0,001$) перевищує показники міських дівчат, що становлять 167,61±13,16 у. о. В. С. Лизогубом установлено, що ІВР в 10–14 років складає 98±9,8 у. о. [4].

Показник адекватності процесів регуляції (ПАПР) статистично значимо не відрізнявся в сільських та міських школярів обох статей ($p>0,05$).

Вегетативний показник ритму (ВІПР) дає змогу судити про парасимпатичні зрушення вегетативного балансу. Чим менше ВІПР, тим більше вегетативний баланс зміщений у парасимпатичну сторону. У хлопців сільської місцевості цей показник становить 7,08±0,46 у. о. і вірогідно вищий ($p<0,001$), порівняно з міськими – 4,16±0,37 у. о. У дівчат, які навчаються в сільських ЗОШ, ВІПР становить

7,44±0,47 у. о. і також є дуже високо вірогідно нижчим ($p<0,001$), порівняно з міськими школярами, у яких становить 5,32±0,31 у. о.

Індекс напруження регуляторних систем (ІН), або стрес-індекс (рис. 1), характеризує ступінь переваги активності центральних механізмів регуляції над автономними. ІН у хлопців сільських ЗОШ становить 170,59±17,67 у. о. й дуже високо вірогідно вищий ($p<0,001$), порівняно з міськими – 83,91±10,16 у. о. У школярок, які навчаються в сільських ЗОШ, ІН становить 184,20±16,15 у. о. та високо вірогідно ($p<0,01$) вищий, ніж у дівчат із міських загальноосвітніх шкіл, у яких він становить 123,77±10,70 у. о. [3].

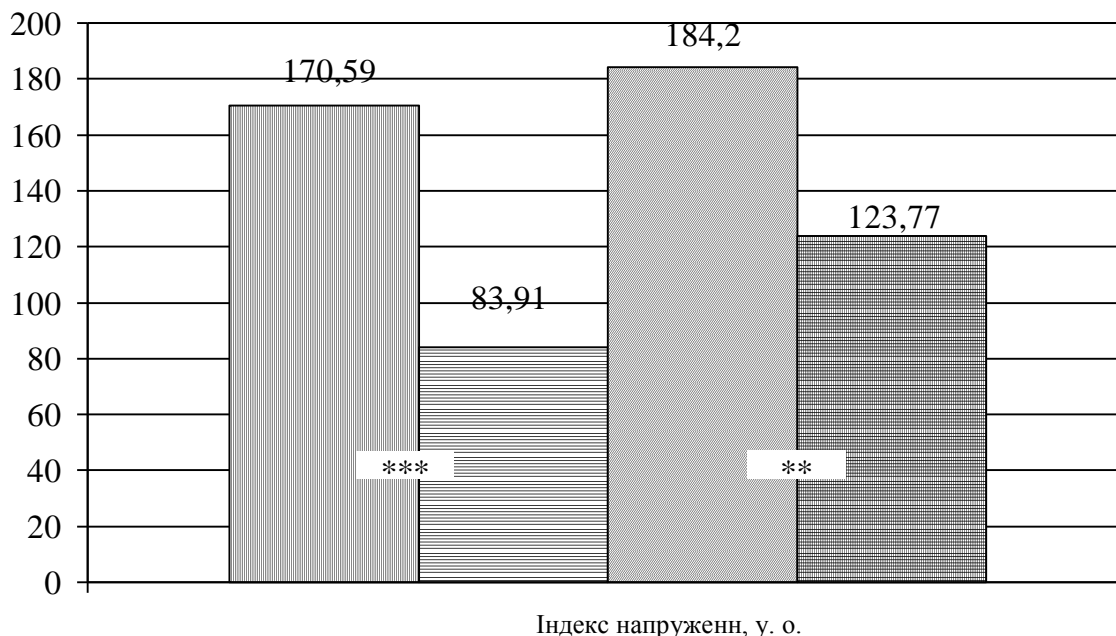


Рис. 1. Індекс напруження регуляторних систем

▨ – сільські хлопці, ▩ – міські хлопці, ▧ – сільські дівчата, ▨ – міські дівчата

Проведено спектральний аналіз варіабельності серцевого ритму з визначенням частотних спектрів у результаті перетворень Фур'є. Частотний спектр, отриманий при аналізі ЕКГ, згідно з рекомендацією Європейської кардіологічної спілки й Північноамериканської спілки електростимуляції та електрофізіології [10], розбивали на три діапазони: дуже низькочастотний (VLF) із межами від 0 до 0,04 Гц, низькочастотний (LF) із межами від 0,04 до 0,15 Гц і високочастотний (HF) із межами від 0,15 до 0,4 Гц.

Загальна потужність спектра (TP), яка відображає сумарну активність вегетативного впливу на серцевий ритм, у хлопців, які навчаються в сільських школах, становить 3100,91±308,64 мс², у міських – 4046,88±508,72 мс². У сільських школярок цей показник дорівнює 2847,71±320,03 мс², у міських – 3092,75±310,01 мс². Статистично значимої різниці в показниках між підлітками сільських і міських шкіл не встановлено ($p>0,05$) [3].

Найбільше питань виникає під час розгляду механізмів формування коливань серцевого ритму в дуже низькочастотному діапазоні спектра (VLF). Фізіологічні чинники, що впливають на них, остаточно не з'ясовані (імовірно, це прояв ренін-ангіотензин-альдостеронової системи, концентрації катехоламінів у плазмі, системи терморегуляції й ін.). Припускають, що основний (білянульовий) пік цього діапазону пов'язаний з активністю надсегментарних, зокрема гіпоталамічних, центрів вегетативної регуляції, які генерують повільні ритми, що передаються до серця через симпатичну нервову систему [1]. Потужність у діапазоні VLF у хлопців, які навчаються в сільських ЗОШ, становить 818,81±93,49 мс², що є значимо нижче ($p<0,05$), порівняно з міськими – 1328,57±193,29 мс². У сільських школярок VLF становить 969,90±123,35 мс², у міських – 1141,42±103,66 мс², що вказує на відсутність суттєвої різниці в показниках ($p>0,05$).

Потужність у діапазоні низькочастотних коливань (LF) слугує маркером інтенсивності вазомоторних хвиль, які модулюються переважно симпатичними впливами. У сільських хлопців LF становить 859,13±87,98 мс², у міських – 1373,42±186,95 мс². У школярок, які навчаються в сільських ЗОШ,

цей показник становить $658,09 \pm 49,11$ мс², у міських – $860,64 \pm 66,57$ мс². Отже, LF вірогідно нижчий ($p < 0,05$) у підлітків обох статей, які навчались у сільських навчальних закладах (рис. 2).

Не виявлено відмінностей між підлітками сільських та міських шкіл за показниками потужності в діапазоні височастотних коливань (HF) ($p > 0,05$). Потужність у цьому діапазоні переважно пов'язана з дихальними рухами й відображає вагусний контроль серцевого ритму, тобто домінуючу активність парасимпатичного відділу нервової системи.

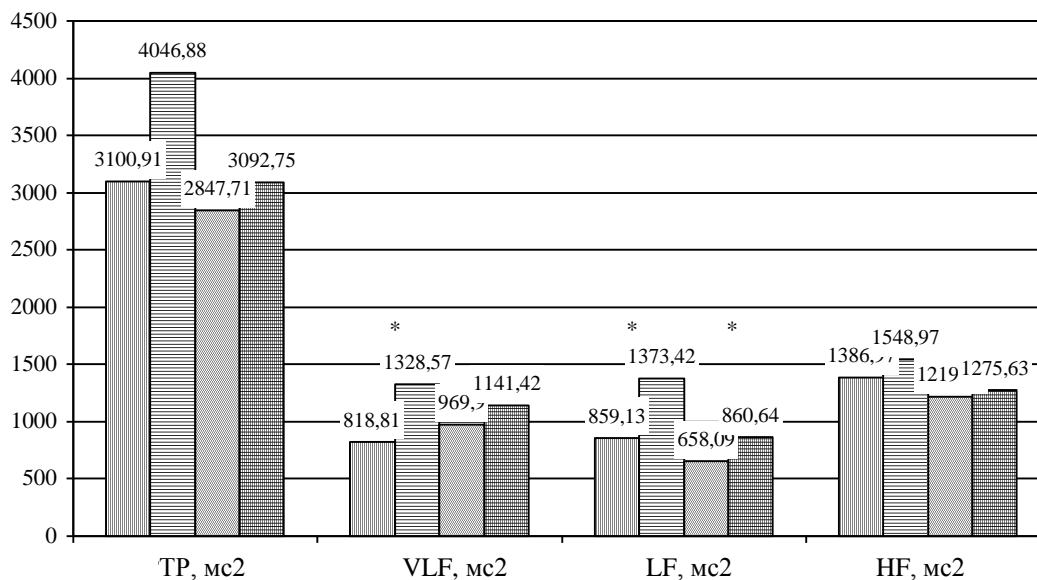


Рис. 2. Спектральний аналіз варіабельності серцевого ритму

▨ – сільські хлопці, ▩ – міські хлопці, ▧ – сільські дівчата, ▨ – міські дівчата

Проаналізовано також потужність кожного з частотних компонентів у відсотках від сумарної потужності коливань. За показниками HF %, LF %, VLF % між підлітками сільських і міських ЗОШ суттєвої різниці не виявлено ($p > 0,05$).

Баланс симпатичних і парасимпатичних впливів оцінюють показником відношення середніх значень низькочастотного (LF погm) і височастотного (HF погm) компонентів варіабельності серцевого ритму, виражених у нормалізованих одиницях (HF/LF). Цей показник статистично значимо не відрізнявся в сільських та міських групах хлопців і дівчат.

Висновки й перспективи подальших досліджень. Отже, вивчивши стан учнів сільських та міських загальноосвітніх шкіл, ми встановили, що в підлітків сільських шкіл виявлено зниження функціонального стану організму та механізмів регуляції за показниками варіабельності серцевого ритму: індексом напруження регуляторних систем, індексом вегетативної рівноваги й вегетативним показником ритму, що загалом указує на зниження адаптаційних можливостей і погіршення функціонального стану. Переважання в спектральній складовій повільних та дуже повільних коливань (LF- і VLF-компоненти) у сільських школярів, порівняно з міськими, також відображає стан напруги регуляторних систем організму.

Розробка методів корекції функціонального стану учнів сільських загальноосвітніх шкіл сприятиме покращенню здоров'я підлітків.

Список використаної літератури

1. Баевский Р. М. Анализ вариабельности сердечного ритма в космической медицине / Р. М. Баевский // Физиология человека. – 2002. – Т. 28. – № 2. – С. 70–82.
2. Берсенева И. А. Оценка адаптационных возможностей организма у школьников на основе анализа вариабельности сердечного ритма в покое и при ортостатической пробе : автореф. дис.... канд. биол. наук / И. А. Берсенева. – М., 2000. – 16 с.
3. Гордійчук В. Функціональні особливості варіабельності серцевого ритму в учнів сільських та міських шкіл / В. І. Гордійчук, В. В. Чижик // V симпозиум «Особливості формування та становлення психофізіологічних функцій людини в онтогенезі», 21–22 травня 2012 р. – Черкаси, 2012. – С. 25.

4. Лизогуб В. С. Онтогенез психофізіологічних функцій людини : автореф. дис.... д-ра біол. наук : спец. 03.00.13 / Лизогуб Володимир Сергійович ; Київ. нац. ун-т ім. Т. Шевченка. – К., 2001. – 29 с.
5. Хахуля В. М. Підвищення ефективності системи фізичного виховання дітей середнього шкільного віку сільських шкіл / В. М. Хахуля, О. М. Бурла // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету імені Т. Г. Шевченка. Серія : Педагогічні науки. Фізичне виховання та спорт. – Чернігів, 2011. – Вип. 86. – Т. 1. – С. 201–204.
6. Amusa L. O. Scientific Research and Essays / L. O. Amusa, D. T. Goon1, A. K. Amej, A. L. Toriola // Academic Journals 7 October, 2011. – Vol. 6 (22). – P. 4665–4680.
7. Kitney R. J. Trancient interaction between blood pressure, respiration and heart rate in man / R. J. Kitney, N. Fulton, A. N. McDonald, D. A. Linkens // J. Biomed. Eng. – 1985. – V. 7. – P. 217
8. Martin S. L. Urban, Rural, and Regional Variations in Physical Activity / S. L. Martin, G. J. Kirkner, K. Mayo, C. E. Matthews, J. L. Durstine, J. R. Hebert // J Rural Health. – 2005 Summer. – 21 (3). – P. 239–244.
9. Tambalis K. D. Greek children living in rural areas are heavier but fitter compared to their urban counterparts: a comparative, time-series (1997–2008) analysis / K. D. Tambalis, D. B. Panagiotakos, L. S. Sidossis // J Rural Health. – 2011 Summer. – 27 (3). – P. 270–277.
10. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart Rate Variability // Circulation – 1996. – Vol. 93. – P. 1043–1065.

Аномалії

Науковці виявили низку функціональних, морфологічних і рухових особливостей розвитку сільських школярів, порівняно з міськими. Серцевий ритм реагує на будь-які дії середовища, виникає потреба більш досконалого вивчення функціонального стану організму учнів сільських шкіл на основі варіабельності серцевого ритму. Мета дослідження – порівняти адаптивні можливості серцево-судинної системи учнів сільських та міських загальноосвітніх шкіл за даними аналізу варіабельності серцевого ритму. Обстежено 13-річних підлітків обох статей сільських і міських ЗОШ (114 – сільські, 89 – міські). Обстеження проводили з використанням комп'ютерного електрокардіографа фірми «Нейрософт» Полі-спектр-12. Вивчивши стан учнів сільських та міських загальноосвітніх шкіл ми встановили, що в підлітків сільських шкіл виявлено зниження функціонального стану організму та механізмів регуляції за показниками варіабельності серцевого ритму: індексом напруження регуляторних систем, індексом вегетативної рівноваги та вегетативним показником ритму, що загалом указує на зниження адаптаційних можливостей і погіршення функціонального стану. Переважання в спектральній складовій повільних та дуже повільних коливань (LF- і VLF-компоненти) у сільських школярів, порівняно з міськими, також відображає стан напруги регуляторних систем організму.

Ключові слова: *варіабельність серцевого ритму, учні сільських та міських шкіл, стан напруги адаптації учнів сільських шкіл.*

Виктор Чижик, Виктор Гордийчук. Адаптационные возможности учащихся сельских и городских общеобразовательных школ по данным анализа вариабельности сердечного ритма. *Учёные установили ряд функциональных, морфологических и двигательных особенностей развития сельских школьников по сравнению с городскими. Сердечный ритм реагирует на любые действия среды, возникает потребность более досконального изучения функционального состояния организма учащихся сельских школ на основе вариабельности сердечного ритма. Цель исследования – сравнить адаптивные возможности сердечно-сосудистой системы учащихся сельских и городских общеобразовательных школ по данным анализа вариабельности сердечного ритма. Обследовано 13-летних подростков обоих полов сельских и городских СОШ (114 – сельские, 89 – городские). Обследование проводилось с использованием компьютерного электрокардиографа фирмы «Нейрософт» Поли-спектр-12. Изучив состояние учащихся сельских и городских общеобразовательных школ мы установили, что у подростков сельских школ выявлено снижение функционального состояния организма и механизмов регуляции по показателям вариабельности сердечного ритма: регуляторных систем, индекса вегетативного равновесия и вегетативного показателем ритма, что в целом указывает на снижение адаптационных возможностей и ухудшение функционального состояния. Преобладание в спектральной составляющей медленных и очень медленных колебаний (LF- и VLF-компоненты) в сельских школьниках, по сравнению с городскими, также отображает состояние напряжения регуляторных систем организма.*

Ключевые слова: *сельские ученики, вариабельность сердечного ритма, индекс напряжения, спектральный анализ.*

Viktor Chizhyk, Viktor Gordeichuk. Adaptive Abilities of Pupils of Rural and Urban General Schools According to the Analysis of Heart Rate Variability. *Scientists have discovered range of functional, morphological and motor peculiarities of development of rural and urban pupils. Heart rate reacts on any changes of the environment. There is a need of more profound study of functional organism condition of rural pupils on the basis of heart rate variability. The aim of the research is to compare adaptive abilities of cardiovascular system of pupils of rural and urban general schools according to the analysis of heart rate variability. We have examined teenagers aged 13 of both sexes who study at rural and urban general schools (114 pupils from rural schools, 89 pupils from urban schools).*

Examination was conducted using computer electrocardiograph «Neurosoft» Poly-spectrum-12. After the examination we came to a conclusion that teenagers from rural schools are characterized by decreasing of organisms functional condition and regulatory mechanisms according to indices of heart rate variability: regulatory system, vegetative balance index, rhythm vegetative index. These are the indices that indicate decreasing of adaptive abilities and functional condition worsening. Dominance in spectral component of slow and very slow fluctuations (LF- and VLF-components) among rural pupils in comparison with urban ones also portrays condition of organism's regulative systems tension.

Key words: *rural pupils, heart rate variability, tension index, spectral analysis.*