

УДК 616.12-008.318-07-053.2

В.В. Бережний, І.В. Романкевич

Застосування визначення варіабельності серцевого ритму у дітей

Національна медична академія післядипломної освіти ім. П.Л. Шупика, м.Київ, Україна

SOVREMENNAYA PEDIATRIYA. 2015.1(65):87-91; doi 10.15574/SP.2015.65.87

У статті висвітлено головні положення використання визначення варіабельності ритму серця як сучасної діагностичної методики. Охарактеризовано способи реєстрації, основні показники, співвідношення між ними та їх зміни при різних фізіологічних і патологічних станах.

Ключові слова: варіабельність серцевого ритму, серцево-судинна патологія, діти.

Аналіз варіабельності ритму серця (ВРС) — це сучасна методика, яка використовується для визначення вегетативних впливів на серце, а також напруженості регуляторно-адаптаційних механізмів. Оцінка ВРС широко застосовувалася у дорослих із гострим інфарктом міокарда та постінфарктним кардіосклерозом, порушеннями ритму серця, серцевою недостатністю та після трансплантації серця. У педіатричній практиці визначення та аналіз показників ВРС використовувались більше в наукових дослідженнях, а переважна більшість практичних лікарів обмежено використовують методику, навіть і в кардіологічній практиці.

Мета дослідження: детально ознайомити широке коло лікарів з можливостями визначення ВРС у практичній роботі, зокрема у педіатрії.

Робота серця, у тому числі частота серцевих скорочень (ЧСС), не є сталою константою та змінюється залежно від зовнішніх та внутрішніх факторів. Саме ці коливання можуть охарактеризувати і вегетативну регуляцію серцево-судинної системи. Варіабельність ритму можна охарактеризувати як виразність коливань частоти ЧСС по відношенню до її середньої [4]. Також завдяки ВРС можна визначити ступінь та можливості адаптаційних процесів [5].

Аналіз ВРС здійснюється за допомогою часової (статистичної, *timedomain*) та частотної (спектральної, *frequensydomain*) характеристик. Тривалість інтервалів NN може бути оцінена за допомогою двох підходів: пряме вимірювання інтервалу та визначення по ЧСС в кожний конкретний момент [17]. Класично проводиться реєстрація ритмограми протягом 5 хвилин та 24 годин (холтеровський моніторинг ЕКГ (ХМ ЕКГ)). Також можуть бути використанні індивідуальні методики з іншою тривалістю запису. Порівняння результатів вимірювань ВРС за допомогою записів різної тривалості є некоректним.

У методиці часового аналізу ВРС використовуються наступні показники ритмограми:

- NN (RR) середня тривалість інтервалів RR;
- SDNN стандартне відхилення всіх нормальних інтервалів RR. В умовах гетерогенного ритму характеризує частотну його адаптацію. Також його величина (дисперсія) корелює з тривалістю оцінки ВРС — чим довше проводиться реєстрація інтервалів NN, тим більший буде SDNN за рахунок змін варіабельності у періоди різної активності;
- SDANN стандартне відхилення середніх інтервалів NN у всіх 5-хвилинних сегментах запису. Використовується для оцінки довгострокових змін ЧСС і активності симпатичного відділу нервової системи (НС);
- RMSSD стандартне (середньоквадратичне) відхилення різниці послідовних інтервалів NN. Показник вказує та характеризує на здатність синусового вузла до концентрації ритму та оцінює короткочасні високочастотні зміни ЧСС та залежить від активності парасимпатичного відділу НС;
- PNN50 відсоток послідовних інтервалів RR, різниця між якими перевищує 50 мс. Характеризує парасимпатичний контур регуляції;
- TINN триангулярний індекс, *triangular interpolation of NN intervals* — це інтеграл щільності розподілу загальної кількості інтервалів NN до максимуму щільності розподілу (рис. 1).

Під час проведення часового аналізу обов'язкове використання SDNN (загальна оцінка варіабельності), TINN (загальна оцінка варіабельності), SDANN (оцінка довгострокового компоненту) і RMSSD (оцінка короткотривалого компоненту).

Також додатково визначається Мо (мода, найчастіший показник), АМо (амплітуда моди, відсоток усіх вимірювань, які відповідають Мо) та ІН (індекс напруження, SI).

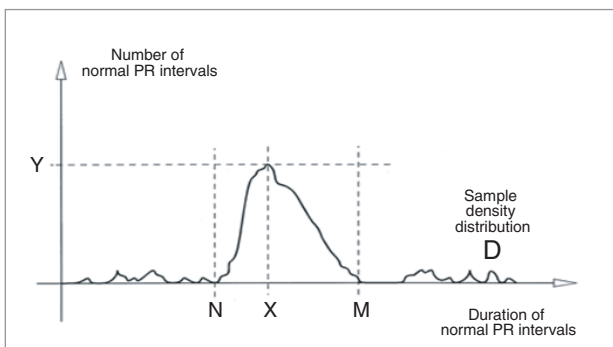


Рис. 1. Трикутна інтерполяція інтервалів NN при під час обчислення триангулярного індексу

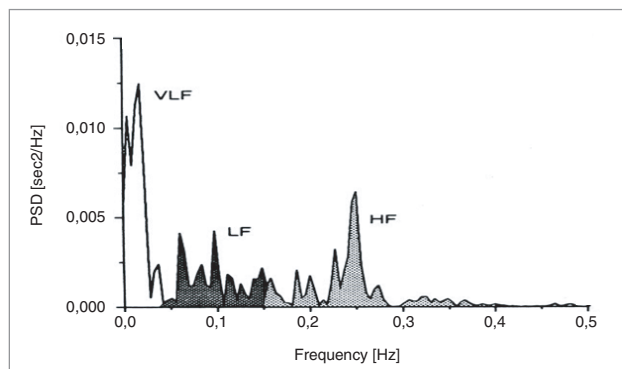


Рис. 2. Складові коливань загального спектра ВРС

Таблиця 1

Кореляція показників частотного та спектрального методів ВРС

SDNN	Загальна потужність спектра
Триангулярний індекс	Загальна потужність спектра
SDANN	ULF
SDNN індекс	Середня потужність спектра за 5 хв. проміжки часу
RMSSD	HF
SDSD	HF
NN50	HF
pNN50	HF

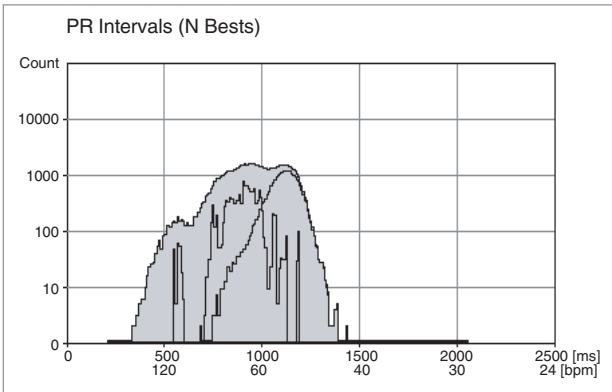


Рис. 3. Розподіл кардіоінтервалів та їх відмінностей при аналізі ВРС

Спектральний аналіз проводять за допомогою реєстрації наступних показників:

- TP (загальної потужності спектра у досліджуваному діапазоні; total power);
- LF (спектр низької частоти з потужністю спектра 0,05–0,15 Гц). Характеризує активність обох відділів НС, більше симпатичного;
- VLF (потужність спектра на частоті менше 0,05 Гц). Спектр відображає активність регуляторних механізмів протягом тривалих періодів часу (місяць,

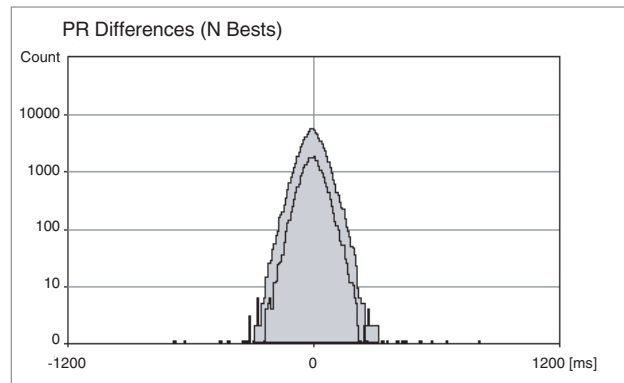


Рис. 4. Гістограма розподілу інтервалів NN протягом доби

сезон, півріччя). Не рекомендується аналіз показника при тривалості аналізу до 5 хвилин, оскільки отримані результати можуть бути некоректними;

- ULF (потужність спектра $\leq 0,003$ Гц). Вивчення спектра ще триває. Його оцінка в практичній діяльності не рекомендується через неможливість коректного аналізу внаслідок короткої тривалості запису ритмограми;
- HF (потужності спектра на частоті 0,15–0,4 Гц). Відображає активність парасимпатичної НС (ПНС);
- LF/HF (співвідношення низько- і високочастотного компонентів). Використовується як показник балансу симпатичного та парасимпатичного відділів ВНС.
- Диференціальний індекс ритму (різниця між шириною гістограми відмінностей між сусідніми інтервалами NN, вимірними на окремих висотах, або середнє значення, розраховане для всіх пар NN).

Співвідношення LF і HF спектрів може змінюватися залежно від вегетативної регуляції серця. Слід зазначити, що компоненти спектра вказують не на тонус окремих відділів ВНС, а на їх вплив на ритм серця [17].

Під час фізичних тренувань зростає ВРС, у тренуваних людей відбувається збільшення загальної потужності

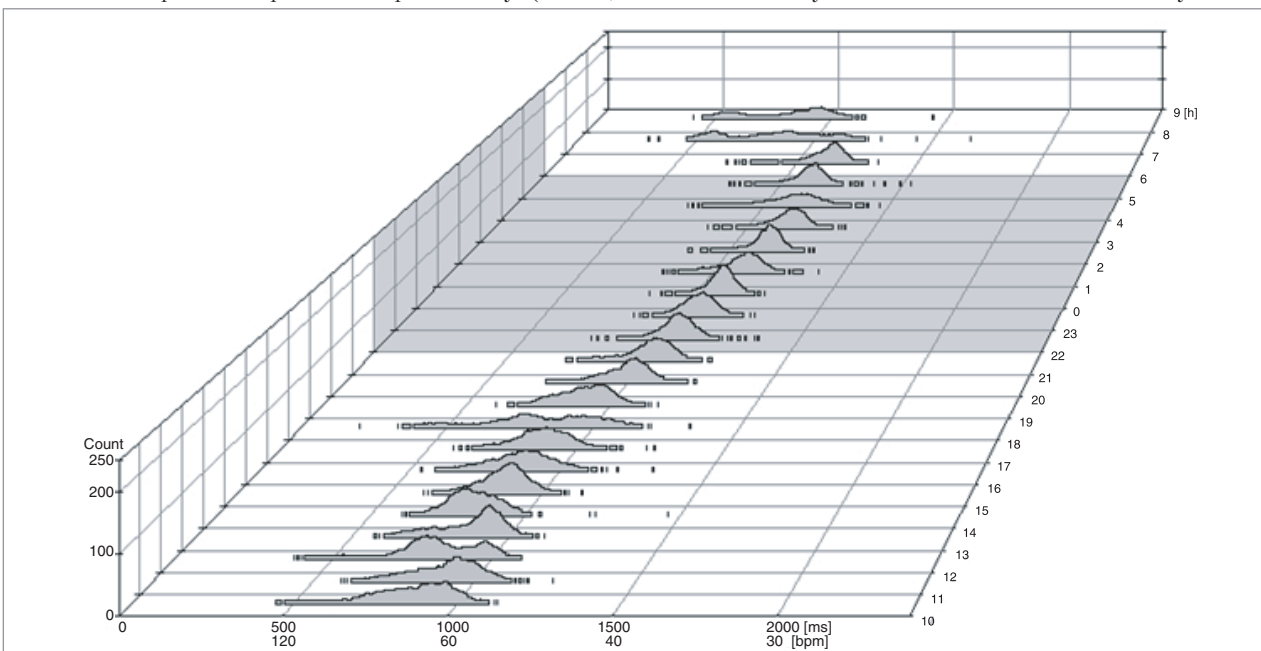


Рис. 5. Графічне зображення нелінійного кореляційного аналізу ВРС (графік Лоренца) в нормі та при частій шлуночковій екстрасистолії

спектра, в той час як під час симпатичної активації вона знижується.

Співвідношення показників часового та частотного аналізу ВРС наведено в табл. 1.

Для аналізу ВРС можуть застосовуватися також геометричні методи, графік Лоренца. Принцип використання геометричних методів аналізу ВРС полягає у побудові гістограми розподілу інтервалів NN (рис. 3). Основними показниками, які використовуються в даному випадку, є M_0 , AM_0 , VAR (варіаційний розмах). При нормальному розподілі інтервалів M_0 буде наближеною до середнього арифметичного значення та більшість інтервалів незначно відрізнятимуться від неї.

Графік Лоренца — це графічне зображення послідовних пар інтервалів NN у двовимірній системі координат, в результаті чого будується кореляційна ритмограма (скаттерограма) (рис. 5). Даний точковий розподіл є показовим при порушеннях серцевого ритму та провідності, внаслідок чого його форма може змінюватись.

Перевагою геометричних методів є легкість сприйняття та наочність.

Для коректної побудови графіка під час геометричного аналізу необхідно проводити запис ритмограми не менше 20 хвилин, оптимально 24 години. Основною перевагою цього підходу в аналізі ВРС є відносна нечутливість до якості аналізу серій інтервалів NN.

Зі збільшенням віку зменшується вплив симпатичних стимулів на серце, особливо виразних у дітей першого року життя, та зростання тонуусу вагуса, що проявляється збільшенням показника SDNN та середньої тривалості кардіоциклу (RR) [10].

Більша варіабельність добових показників варіабельності ритму серця у грудних дітей та у ранньому дитячому віці порівняно зі старшими дітьми була виявлена у дослідженні M.M. Massin та співавт., що дослідники пов'язали з великою тривалістю сну загалом та сном у денний час у немовлят, що змінює циркадний ритм активності протягом доби [14]. Протилежні зміни були виявлені M.S. Silvetti та співавт., які показали достовірну відмінність SDNN, SDNNi, pNN50 і rMSSD між дітьми віком 1–5 років та 6–10 років, також з віком зростала варіабельність ритму, на що вказувало збільшення SDNN та SDANN [21]. S. Santeri та співавт. не виявили відмінностей у показниках ВРС, визначених під час 5-хвилинної проби у хлопчиків та дівчаток, а також залежно від зросту, маси тіла, індексу маси тіла серед здорових дітей віком 6–8 років [19]. Проте в іншому дослідженні було виявлено прямий зв'язок між rNN50 і rMSSD та величиною індексу маси тіла у здорових дітей [21]. I. Султанова та співавт. встановили зростання загальної частоти спектра регуляції та окремих його складових, а також появу домінування впливу СНС у дівчат-підлітків зі збільшенням віку [12].

Достовірне зниження SDNN при переході зі стану спокою до розумового навантаження у людей, які зазнають постійного стресу на роботі, проте не спектра LF, виявлено К.О. Апихтінін (2010) [1].

Позитивним ефектом (збільшують варіабельність) на ВРС володіють β -адреноблокатори, інгібітори АПФ та серцеві глікозиди, а також нейротропні препарати, зокрема трициклічні антидепресанти [11,16].

На думку окремих спеціалістів, ВРС відображає вегетативний баланс організму та використовується з метою діагностики ВСД, але така точка зору є не до кінця вірною. Зміни ЧСС протягом часу не є лінійним відображенням стану вегетативної нервової системи [18]. Варіабель-

ність ритму серця відображає не лише стан вегетативної нервової системи, але й характер регулятивних механізмів загалом [12]. Доведено зв'язок рівня гормонів щитовидної залози в сироватці крові із показниками спектральних характеристик ВРС, а саме M_0 , IN та LF з показниками три- та тетраїодтироніном [5]. Окрім цього ВРС залежить від «здоров'я» серця. Також ВРС залежить не лише від відповіді синусового вузла на вплив вегетативних центрів, але й від стану провідної системи серця (зокрема сино-атріальної провідності), функціонування додаткових шляхів проведення та функціонального стану міокарда [11]. Інтерпретація ВРС є проблематичною при гетерогенних ритмах, а також при миготливій аритмії та тріпотінні передсердь.

До можливих показань до використання ХМ ЕКГ для визначення ВРС вітчизняні автори зараховують: перенесений інфаркт міокарда, включаючи випадки з розвитком дисфункції лівого шлуночка; хронічну серцеву недостатність; гіпертрофічну кардіоміопатію; цукровий діабет (виявлення ознак діабетичної поліневропатії) [8]. Також ВРС необхідно аналізувати в усіх випадках проведення ХМ ЕКГ з приводу порушень ритму та провідності, оцінки ішемії.

Перші дослідження ВРС, як у дорослих так і у дітей, проводились при серцево-судинній патології, адже вона часто супроводжується зміною ЧСС.

Зменшення часових показників ВРС відмічено у дітей першого року життя з вродженими вадами серця та дилатативною кардіоміопатією, що свідчить про зниження впливу ПНС на серцеву регуляцію [9]. Проте автори не виключають внеску медикаментозної терапії у підвищення показників ВРС та його протекторного ефекту. Такі ж особливості — зниження варіабельності ритму за рахунок активації СНС — виявлено у підлітків з первинною артеріальною гіпертензією [2]. Окрім цього показники частотного спектра (LF компонент та зниження HF) корелювали з показниками АТ [22]. Зменшення ВРС асоціюється з підвищеним ризиком розвитку шлуночкових аритмій високих градацій за Лауном [8]. Також зниження спектра за рахунок хвиль VLF достовірно асоціюється з раптовою серцевою смертю внаслідок розвитку фатальних аритмій [20].

Л.Ф. Богмат та співавт., досліджуючи ВРС у хворих на кардіологічну патологію дітей з різною фракцією викиду, встановили підвищення активності як симпатичного, так і парасимпатичного відділу нервової системи зі зменшенням фракції менше 50% [3].

Досліджено ВРС не лише при кардіологічній патології, але й при інших соматичних захворюваннях у дітей.

Е.М. Гурьянова та співавт. (2002) вивчали ВРС у дітей з легкої та середньої важкості формами бронхіальної астми в період ремісії з метою визначення вегетативного стану організму за допомогою запису ритмограм тривалістю 200 циклів та виявили властиве хворим переважання парасимпатичної регуляції та підвищену активність симпатичного відділу НС [7]. В іншому дослідженні ВРС у дітей з неконтрольованою бронхіальною астмою встановлено переважання загалом ПНС в стані спокою, зростання загального спектра адаптаційних механізмів та зростання активності СНС при збільшенні навантаження [6]. Деяко інші дані отримали К.М. Амосова та співавт. (2004) при дослідженні ВРС та ехографічних змін правого шлуночка у хворих з хронічним обструктивним захворюванням легень — переважання активності симпатичного відділу НС із виснаженням регуляторних механізмів з боку n. vagus, так, як це відбувається при лівошлуночкової серцевій недостатності. Показники ВРС також знаходились

Таблиця 2
Нормальні величини показників ВРС*

Показник	5-хвилинний запис	5-годинний запис
SDNN	59,8 ± 5,3	141 ± 38
SDANN	44 ± 4,3	70 ± 27
SDNNi	37 ± 3,2	54 ± 15
RMSSD	42,4 ± 6,1	27 ± 12
pNN (%)	21,1 ± 5,1	9 ± 7
HF	12 ± 10	291 ± 454
LF	14 ± 1	913 ± 719
VLF	Дані відсутні	1913 ± 1328
ULF	Дані відсутні	16592 ± 10525
LF/HF	1,6	Дані відсутні

Примітка. Згідно з Heart Rate Variability, Standards of Measurement, Physiological Interpretation and Clinical Use. Task Force of the European Society of Cardiology the North American Society.

у тісному взаємозв'язку з показниками систолічної та діастолічної дисфункції правого шлуночка і систолічним тиском у легеневій артерії [4].

У дітей з гастроєзофагальною рефлюксною хворобою виявлено підвищення активності симпатичного відділу НС та виразне напруження адаптаційних процесів,

а також позитивну кореляцію показників ВРС із виразністю рефлюксу та розвитком вторинного езофагіту [13].

Під час дослідження показників ВРС у лежачому положенні, в ортостазі та з урахуванням частоти дихання, А.М. Wawryk та співавт. встановили високу діагностичну цінність методики у виявленні початкових ознак автономної дисфункції у дітей з цукровим діабетом [23].

Цікавим є дослідження з вивчення частотних показників ВРС у дітей з травмою головного мозку [15]. Показано достовірне зниження LF/HF співвідношення при зростанні внутрішньочерепного тиску понад >30 mm Hg та центральним перфузійним тиском <40 mm Hg. Також у дітей з більшим показником за шкалою Глазго спостерігалось зменшення співвідношення LF/HF.

Перспективним напрямком вивчення ВРС у педіатричній практиці є дослідження його у дітей із підвищеним ризиком раптової смерті.

Методика оцінки ВРС на даний момент є чутливим діагностичним методом оцінки стану вегетативної нервової системи через аналіз ритмічності роботи серця, як у здорових, так і у хворих на різну патологію дітей та підлітків (табл. 2).

ЛІТЕРАТУРА

- Апихтін К. О. Вплив препарату Вітам на варіабельність серцевого ритму осіб напруженої розумової праці / К. О. Апихтін // *Environmental and Health*. — 2010. — № 1. — С. 55—59.
- Ахназарянц Є. Л. Варіабельність серцевого ритму у подростков с первичной артериальной гипертензией [Электронный ресурс] / Є. Л. Ахназарянц // *Здоровье ребенка*. — 2011. — № 8 (35). — Режим доступу: <http://www.library.zsmu.edu.ua>. — Название с экрана.
- Богмат Л. Ф. Варіабельність серцевого ритму у дітей с различным уровнем функционирования правогожелудочка сердца [Электронный ресурс] / Л. Ф. Богмат, Т. А. Головка, Э. Л. Ахназарянц // *Здоровье ребенка*. — 2011. — № 6 (33). — Режим доступу: <http://www.mif-ua.com/archive/article/26246>. — Назва з екрану.
- Варіабельність серцевого ритму її зв'язок з морфофункціоналим станом правого шлуночка у хворих на хронічне легеневе серце внаслідок хронічного обструктивного захворювання легень / К. М. Амосова, Л. Ф. Конопльова, Д. О. Решотко [та ін.] // *Укр. пульмонолог. журн.* — 2004. — № 3. — С. 33—36.
- Воронич С. М. Фізіологічні аспекти аналізу показників варіабельності серцевого ритму підлітків з латентним гіпотиреозом / С. М. Воронич, Б. М. Павліківська, Н. М. Воронич-Семченко // *Фізіологічний журн.* — 2010 — Т. 56, № 5. — С. 53—61.
- Герасимова О. В. Варіабельність серцевого ритму у дітей з неконтрольованою бронхіальною астмою / О. В. Герасимова // *Буковин. мед. вісн.* — 2011. — Т. 15, № 4 (60). — С. 173—176.
- Гурьянова Е. М. Особенности вариабельности сердечного ритма у детей с бронхиальной астмой / Е. М. Гурьянова, Л. Н. Игишева, А. Р. Галеев // *Вісн. Харківського нац. ун-ту*. — 2002. — № 545. — С. 54—58.
- Жарінов О. Й. Стандарти клінічного застосування холтерівського моніторингу ЕКГ [Електронний ресурс] / О. Й. Жарінов, У. П. Черняга—Ройко, М. С. Сороківський // *Мистецтво лікування*. — Режим доступу: <http://www.m-l.com.ua/?aid=16>. — Назва з екрану.
- Кисленко О. А. Диагностическое значение вариабельности сердечного ритма у детей грудноговозраста с патологиейсердечно-сосудистой системы / О. А. Кисленко, Н. П. Котлукова, М. П. Романова // *Детскаябольница*. — 2012. — № 3. — С. 23—27.
- Кравцова Л. А. Нормативные параметры циркадной вариабельности ритма сердца у детей первого года жизни / Л. А. Кравцова, Л. М. Макаров, М. А. Школьникова // *Вестн. аритмол.* — 2000. — № 19. — С. 43—44.
- Макаров Л. М. Противоречивые аспекты анализа вариабельности ритма сердца при холтеровском мониторинговании / Л. М. Макаров. — Режим доступу : <http://www.med2000.ru>. — Назва з екрану.
- Особливості варіабельності серцевого ритму у двічат підліткового віку різних соматотипів Прикарпатського регіону / Султанова І., Іванишин І., Лісовський Б., Арламовський Р. // *Вісн. Львів. ун-ту*. — 2013. — Вип. 62. — С. 294—301. — (Серія біологічна).
- Особливості варіабельності серцевого ритму у дітей з гастроєзофагальною рефлексною хворобою / Боярська Л. М., Іванова К. О., Кравець Л. В., Левчук Т. О. // *Запорожский мед. журн.* — 2014. — № 2 (83). — С. 39—43.
- Circadian rhythm of heart rate and heart rate variability / M. M. Massin, K. Maeynsa, N. Withofsa [et al.] // *Arch. Dis. Child.* — 2000. — Vol. 83. — P. 179—182.
- Heart rate variability after acute traumatic brain injury in children / Biswas A. K., Scott W. A., Sommerauer J. F., Lockett P. M. // *Critical Care Medicine*. — 2000. —Vol. 28. — Is. 12. — P. 3907—3912.
- Heart rate variability in children with tricyclic antidepressant intoxication / E. C. Dinleyici, Z. Kilic, S. Sahin [et al.] // *Critical Care*. — 2013. — Vol. 17 (Suppl. 2). — P. 270—275.
- Heart Rate Variability. Standards of Measurement, Physiological Interpretation, and Clinical Use. Task Force of the European Society of Cardiology the North American Society // *Circulation*. — 1996. — Vol. 93. — P. 1043—1065.
- Heart rate variability: a review / RajendraU. A., Joseph K. P., Kannathal N. [et al.] // *Med Bio Eng Comput.* — 2006. — Vol. 44. — P. 1031—1051.
- Normal values for heart rate variability parameters in children 6—8 years of age: the PANIC Study [Electronic resource] / Santeri Seppala, Tomi Laitinen, Mika P. Tarvainen [et al.] // *Clinical Physiology and Functional Imaging*. — 2013. — Access mode :http://www.researchgate.net/publication/261102154_Normal_values_for_heart_rate_variability_parameters_in_children_68_years_of_age_the_PANIC_Study. — Title from screen.
- Short-Term Heart Rate Variability Strongly Predicts Sudden Cardiac Death in Chronic Heart Failure Patients / La Rovere M. T., Pinna G. D., Maestri R. [et al.] // *Circulation*. — 2003. — Vol. 107. — P. 565—570.

21. Silveti M. S. Heart rate variability in healthy children and adolescents in partially related to age and gender / M. S. Silveti // *Int. J. Cardiol.* — 2001. — Vol. 81 (2–3). — P. 169–74.
22. Sympathetic predominance an essential hypertension: a study employing spectral analysis of heart rate variability [Electronic resource] / Guzzetti S., Piccaluga E., Casati R. [et al.] // *Journal of Hypertension.* — 1988. — Access mode : www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3183374. — Title from screen.
23. Wawryk A. M. Power Spectral Analysis of Heart Rate Variability in Children and Adolescents With IDDM / A. M. Wawryk, D. J. Bates, J. J. Couper // *Diabetes Care.* — 1997. — Vol. 20 (9). — P. 1416–1421.

Применение определения вариабельности ритма сердца у детей

В.В. Бережной, И.В. Романкевич

Национальная медицинская академия последипломного образования им. П.Л. Шупика, г. Киев, Украина

В статье показаны основные положения использования вариабельности ритма сердца как современной диагностической методики. Описаны способы регистрации, основные показатели, соотношение показателей между собой и их изменение при различных физиологических и патологических состояниях.

Ключевые слова: вариабельность сердечного ритма, сердечно-сосудистая патология, дети.

SOVREMENNAYA PEDIATRIYA. 2015.1(65):87-91; doi 10.15574/SP.2015.65.87

Using heart rate variability study in children

V. Berezhnoy, I. Romankevych

P.L. Shupik National Medical Academy of Postgraduate Education, Kiev, Ukraine

In the article main position of diagnostic heart rate variability show. The registration method, the most important sings and they physiological and pathological change describe.

Key words: heart rate variability, cardio-vascular pathology, children.

Сведения об авторах:

Бережной Вячеслав Владимирович — д-р мед. н., проф., зав. каф. педиатрии №2 Национальная медицинская академия последипломного образования им. П.Л. Шупика. Адрес: г. Киев, ул. Богатырская, 30. Тел. (044) 412-16-70.

Романкевич Иванна Васильевна — ассистент каф. педиатрии №2 Национальная медицинская академия последипломного образования им. П.Л. Шупика. Адрес: г. Киев, ул. Богатырская, 30. Тел. (044) 412-16-70.

Статья поступила в редакцию 18.12.2014 г.

НОВОСТИ

Кожный тест поможет определить болезни Альцгеймера и Паркинсона

Доктор Ильдефонсо Родригес–Лейва (Ildefonso Rodriguez–Leyva) и его коллеги из университета Сан-Луис-Потоси (University of San Luis Potosi) считают, что анализ кожных покровов может оказаться хорошим инструментом для определения болезней мозга, поскольку эти ткани имеют общее происхождение в эмбриогенезе (из эктодермы). Исследование показало, что, действительно, при накоплении аномальных белков в мозге их можно найти и в коже.

В эксперименте принимало участие 65 человек: 12 здоровых и 53 с болезнью Паркинсона, Альцгеймера или возрастной деменцией. У них брали биопсию

небольшого участка кожи за ухом и исследовали концентрации нескольких белков. В результате оказалось, что у 20 человек с болезнью Альцгеймера и у 16 с Паркинсоном уровень тау- и альфа-синуклеина в коже был повышен по сравнению со контрольной группой и пациентами, страдающими другими видами деменции. Кроме того, у участников с болезнью Паркинсона обнаружили более высокий уровень альфа-синуклеина.

Доктор Родригес–Лейва собирается представить результаты исследования в апреле на ежегодной встрече Американской академии неврологии (American Academy of Neurology).

Источник: med-expert.com.ua