

Періодичні зміни діяльності серця і судинного тону у здорових людей

І. М. Хомазюк

Кафедра терапії II Київського інституту удосконалення лікарів

Періодичні зміни гемодинаміки, як відомо, зумовлені не лише зміною фаз серцевого скорочення, а й диханням, а також більш повільними змінами тону судин. Описані періодичні коливання артеріального тиску третього і четвертого порядку і, нарешті, добова періодика [2, 4, 6, 7, 8, 9, 11, 14, 15, 16, 17, 18].

Періодичні зміни гемодинаміки раніше брали до уваги, переважно, за змінами артеріального тиску і наповненням периферичних судин.

Останнім часом для функціонального аналізу кровообігу широко застосовується детальний аналіз фазової структури серцевого скорочення і тону різних судинних ділянок. Періодичні зміни цих величин у таких дослідженнях, як правило, не враховувались, а пов'язані з ними помилки частково виключались при підрахуванні середніх величин. При цьому упускаються додаткові можливості функціональної оцінки стану серцево-судинної системи, які можна одержати на підставі аналізу періодичних ритмів гемодинаміки. Це пояснюється тим, що періодичні ритми мало досліджені.

Методика досліджень

Наші дослідження періодичних змін діяльності серця і судинного тону проведені у 87 здорових людей віком від 20 до 64 років. Усі обслідувані не мали в анамнезі захворювань легень і серцево-судинної системи, а при дослідженні у них не було виявлено патологічних змін ЕКГ, ФКГ, БКГ і дихання. Артеріальний тиск коливався в межах нормальних показників. Тривалість серцевого циклу у фазі дихання не виходила за межі 0,68—1,0 сек.

Досліди провадились на шестиканальному кардіографі фірми «Альвар». Синхронно реєстрували дихальні потоки повітря за допомогою відкритого маскового опору Ø 15 мм і фотоелектричного датчика, дихальні рухи грудної клітки з допомогою вакуумного пневмографа малої ємкості і фотоелектричного датчика кардіографа, біопотенціали серця, фонокардіограму, сфігмограми сонної, стегнової і променевої артерій, пальцеву плетизмограму. Аналіз фазової структури систоли лівого шлуночка здійснювався за методом Блюмбергера [13] з доповненнями Карпмана [3].

Всі досліджувані показники (тривалість серцевого циклу, асинхронний період, період підвищення внутрішньшлуночкового тиску, періоди напруження і вигнання, в тому числі швидкого і уповільненого, механічна і електрична систоли, протодіастола, внутрішні систолічні показники усіх періодів, коефіцієнт Блюмбергера, швидкість поширення пульсової хвилі) визначали окремо у фазі дихання в кількох дихальних комплексах. Дані фазового аналізу зіставляли з належними показниками для даного ритму серцевої діяльності.

Результати досліджень та їх обговорення

Синхронна реєстрація пальцевих плетизмограм, сфігмограм, судин м'язового та еластичного типу, тонів і біопотенціалів серця дозволила дослідити у здорових людей періодичні ритми в системі кровообігу та їх взаємовідношення.

Тривалість фаз серцевого скорочення, тонус і наповнення судин у стані спокою та у стійких станах при функціональних навантаженнях періодично змінюються передусім залежно від дихання.

Такий аналіз динаміки серцевого скорочення залежно від дихання наведений нами окремо. Було встановлено, що під час вдиху скорочується тривалість систоли, в тому числі тривалість асинхронного періоду, періоду підвищення тиску і фази вигнання. При спокійному диханні зміни тривалості систоли лівого шлуночка серця незначні, але відносно більш чітко змінюється період підвищення внутрішлуночково-го тиску, що більш за все характеризує зміни скоротливої функції міокарда і тривалість діастолі. Середні величини, що характеризують динаміку серцевого скорочення у фази дихання, наведені у табл. 1.

Вкорочення тривалості фаз систоли не завжди точно прив'язується до вершини кривої вдиху і може зміщатися до його початку, кінця або навіть до початку видиху, а максимальна тривалість фаз нерідко зміщується в паузу між циклами дихання. Феномен зміщення був описаний для дихальної аритмії [5, 10].

Ми гадаємо, що причиною зміщення є відмінність у тривалості латентних періодів реакцій, відповідальних за регуляцію взаємовідношень між диханням і кровообігом.

Вкорочення фаз систоли на видиху виникає в зв'язку з акселераторними нервовими впливами на серце, які, як правило, поєднуються з позитивними дромо- та інотропними впливами, а також збільшенням притоку крові до правого і зменшенням притоку до лівого шлуночка серця. Під час вдиху збільшується не лише відносний, а й абсолютний симпатичний тонус [19]. Тиск у порожнинах серця і магістральних судинах під час вдиху знижується, але, як правило, уже в другій половині вдиху починається підвищення артеріального тиску. Ці закономірності динаміки артеріального тиску у фази дихання вперше були описані Ейнбродтом (1860). Підвищення артеріального тиску виникає, незважаючи на зменшення крові до лівого серця, і є результатом підвищення судинного тону [12].

В артеріях м'язового і еластичного типу підвищується швидкість поширення пульсової хвилі. На рис. 1 наведена поліграма здорової жінки, що демонструє дихальну періодичну структуру серцевого скорочення і швидкості поширення пульсової хвилі.

Підвищення тону судин можна розглядати як компенсаторну реакцію, що обмежує зниження артеріального тиску під час вдиху в зв'язку із зниженням внутрігрудного тиску і зменшенням притоку крові до лівого серця.

Періодичні зміни тривалості фаз серцевого скорочення кількісно повторюються не в кожному циклі дихання за рахунок їх змін у повільному ритмі, ніж дихальні хвилі [1]. Ці повільніші коливання фаз систоли в ряді випадків можуть змінювати типове для дихання динаміку. Повільні періодичні коливання виявляються також у зміні швидкості поширення пульсової хвилі і кровонаповнення периферичних судинних ділянок. На рис. 2 наведений поліграфічний запис дихальних змін тону і наповнення судин пальців лівої і правої рук.

Зміни наповнення судин, зумовлені диханням, диференціюються не

Таблиця 1

Середні показники динаміки скорочення серця в фази дихання у здорових людей

Показники скорочення серця	Вдих			Видих			Діапазон дихальних коливань	
	M	m	t	M ₁	m ₁	t ₁	Різниця між циклами дихан.	t різниці
В секундах								
Серцевий цикл	0810	000982	82,485	0863	00137	62,99	0053	3,136
Асинхронне скорочення	0046	000123	37,398	0053	000119	44,538	0007	4,090
Підвищення внутрішньолуночного тиску	0033	0000888	37,162	0041	0000924	44,372	0008	6,250
Напруга	0079	000133	58,96	0094	000118	79,66	0015	8,47
Вигнання	0244	00168	145,24	0251	00188	133,51	0007	2,78
Вигнання швидке	0088	00135	65,19	0091	00155	58,71	0003	1,456
Вигнання уповільнене	0156	00169	92,31	0160	00169	94,67	0004	0,167
Систола механічна	0277	000212	130,66	0292	000205	142,44	0015	5,08
Систола електромеханічна	0324	000241	134,44	0345	000243	141,98	0021	6,140
Систола електрична	0333	000311	107,07	0343	000269	127,51	0010	2,433
Діастола	0486	000873	55,67	0518	000996	52,01	0032	2,424
В процентах								
ВСП вигнання	75,502	0354	213,28	72,867	0327	222,83	2,625	5,446
ВСП уповільненого вигнання	48,255	0450	107,23	46,410	0442	105,00	1,845	2,92
ВСП швидкого вигнання	27,246	0367	75,06	26,457	0467	56,65	0789	1,285
ВСП напруги	24,498	0335	73,128	27,133	0335	80,994	2,635	5,569
ВСП асинхронне скорочення	14,269	0345	41,36	15,238	0307	49,635	0,969	2,097
ВСП підвищення внутрішньолуночного тиску	10,229	0271	37,75	11,895	0262	45,40	1,666	4,419
Асинхронне скорочення/Напруга	58,045	1,063	54,605	56,087	0,761	73,701	1,958	1,498
Підвищення внутрішньолуночного тиску/Напруга	41,955	1,063	39,468	43,913	0868	50,59	1,958	1,427
Швидкість підвищення внутрішньолуночного тиску в мм рт. ст./сек	2397,0	64,280	37,29	1894,0	36,794	51,48	503,000	6,790
Вигнання/Напруга	3,153	00614	51,352	2,799	00252	110,28	0374	5,63
Механічна систола/Електрична систола	0833	000654	127,37	0858	000623	136,92	0020	2,21

лише на основі коливань наповнення в ритмі дихання, але виявляються під час проби з глибоким дихальним циклом і затримкою дихання. На наведеній поліграмі здорової жінки демонструються коливання наповнення судин під час глибокого дихального циклу і наступної затримки

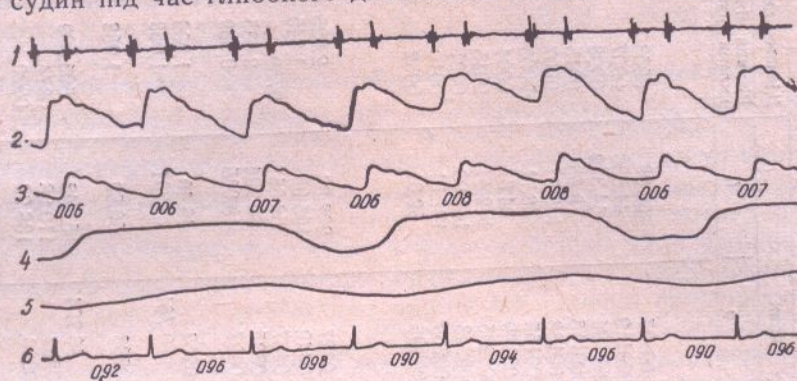


Рис. 1. Зміни структури серцевого скорочення і швидкості поширення пульсової хвилі у фазі дихання.

1 — фонокардіограма, 2 — сфігмограма сонної артерії, 3 — сфігмограма променевої артерії, 4 — пневмотахограма, 5 — пневмограма, 6 — електрокардіограма II. Швидкість руху паперу 50 мм/сек. Цифрові дані наведені нижче в таблиці.

Фази серцевого скорочення	Вдих	Видих
Тривалість серцевого скорочення	090	096
Асинхронне скорочення	006	006
Період підвищення внутрішлункового тиску	003	004
Швидкість підвищення внутрішлункового тиску	2164,0	1625,0
Напруга	009	010
Вигнання	025	026
Вигнання швидке	009	009
Вигнання уповільнене	016	017
Вигнання	2,778	2,60
Напруга	028	030
Систола механічна	034	036
Систола електромеханічна	035	036
Систола електрична		
Механічна систола/Електрична систола	0800	0833
Діастола	056	060
ВСП вигнання в %	73,529	72,222
ВСП напруги в %	26,471	22,778

дихання. Глибокий вдих супроводжується зменшенням наповнення судин, яке змінюється далшим їх розширенням.

У здорових людей пальцеві плетизмограми лівої і правої рук не завжди симетричні, хоч їх хвилі чергуються в приблизно однаковому ритмі.

Детальний аналіз великої кількості періодів у кожному дослідженні показує, що повільні періодичні зміни тону і наповнення судин у різних судинних ділянках, як правило, не зовсім симетричні, але між ними існують досить гармонічні взаємовідношення. З цих складних взаємовідношень на основі центральної координації, видимо, склада-

ються зага-
мо, досить
Повільні
дин ми ро

під назво-
бе — Гері-
шеннями

Дега-
і тону с-
ливості м-
ня тиску,
повільних

Отже
і тонів с-
дихання
і наповне

вдиху три-
сової хви-
щення ти-
нюється

величина
Конс-
толи щод-

змін фаз
Анал-
феричних
використ-
во-судин

1. Гольд
2. Кова
3. Карп
- ств. чл.
4. Коси
5. Незл
- диогра
6. Петр

ються загальні гемодинамічні параметри, які у стійких станах, як відомо, досить стабільні.

Повільні зміни фаз серцевого скорочення, тону і наповнення судин ми розглядаємо як хвилі четвертого порядку, відомі в літературі

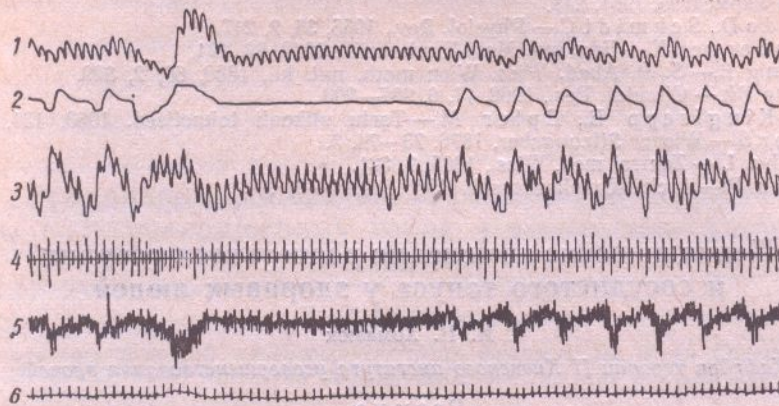


Рис. 2. Глибокий дихальний цикл з дальшою затримкою дихання.
1, 3 — плетизмограма середніх пальців лівої і правої рук, 2 — пневмотахограма, 4 — фонокардіограма, 5 — балістокардіограма, 6 — електрокардіограма II.
Швидкість руху паперу 5 мм/сек.

під назвою «хвилі Меєра». Їх не можна класифікувати як хвилі Траубе — Герінга, тому що вони не пов'язані з проявами гіпоксії або порушеннями ритму дихання і реєструються у практично здорових людей.

Детальний аналіз періодичних змін динаміки серцевого скорочення і тону судин розширює можливості функціонального аналізу скоротливості міокарда, особливо на основі змін тривалості періоду підвищення тиску, зміни якого найбільш значні у фазі дихання і протягом більш повільних періодичних змін гемодинаміки.

Отже, у здорових людей при синхронній реєстрації біопотенціалів і тонів серця, пульсу, наповненні периферичних судинних ділянок і дихання виявлені періодичні зміни фаз серцевого скорочення, тону і наповнення судин у фазі дихання і в більш повільному ритмі. Під час вдиху тривалість фаз систоли скорочується, швидкість поширення пульсової хвилі збільшується. Найістотніші зміни тривалості періоду підвищення тиску, і, отже, фази напруження в цілому. Меншою мірою змінюється період вигнання. Коливання систоли зумовлені її складовими величинами.

Констатоване фізіологічне зміщення максимальних змін фаз систоли щодо фаз дихання і вплив хвиль третього порядку на величину змін фаз серцевого скорочення.

Аналіз динаміки серцевого скорочення тону і наповнення периферичних судин залежно від дихання і більш повільних хвиль може бути використаний для детального дослідження функціонального стану серцево-судинної системи і взаємовідношень між диханням і кровообігом.

Література

1. Гольдак К., Вольф Д.— Атлас и руководство по фонокардиографии, М., 1964.
2. Ковалевский Н. О.— Труды 1860—1890 гг. Казань, 1895.
3. Карпман В. Л.— В сб.: Физиология и патология сердца, посвящ. 60-летию дей- ств. чл. АМН СССР проф. В. В. Парина, 1963, 240.
4. Косицкий Г. И.— Бюлл. exper. биол. и мед., 1958, 45, 2, 26.
5. Незлин В. Е. и Карпай С. Е.— Анализ и клиническая оценка электрокардиограммы, М., 1959.
6. Петров И. Р.— Кислородное голодание головного мозга. 1949.

7. Рожанский Н.—Труды физиол. лабор. Донского университета, 1920, 2, 3.
8. Сергиевский М. В.—Дыхательный центр млекопитающих животных. М., 1950.
9. Стражеско Н. Д.—Известия Киевского университета. 1908, 11.
10. Фогельсон Л. И.—Клиническая электрокардиография, М., 1957.
11. Хомазюк А. И.—В кн.: Актуальные вопросы патологии сердечно-сосудистой системы. Укрмедгиз, 1961, 243.
12. Aviado D., Schmidt C.—Physiol. Rev., 1955, 35, 2, 247.
13. Blumberger K.—Erg. inn. Med. Kinderheilk, 1942, 62, 424.
14. Hering E.—S. B. Akad. Wiss. Wien math. nat. kl., 1869, 60, 2, 829.
15. Killip Th.—Circulat. Res., 1962, 11, 6, 987—993.
16. Käär-Kingisepp E., Epler M.—Tartu ulikooli toimetised. 1963, 134, 65.
17. Mayer S.—Wiener Sitzungsber, 1876, 73—74, 3.
18. Traube L.—Zentral med. Wiss., 1865, 3, 881.
19. Ulrich P.—Arch. Kreislaufforsch, 1963, 40, 1—2, 97.

Периодические изменения деятельности сердца и сосудистого тонуса у здоровых людей

И. Н. Хомазюк

Кафедра терапии II Киевского института усовершенствования врачей

Резюме

У 87 здоровых людей с помощью поликардиографической методики Блумбергера и синхронной регистрации пневмотахограммы изучена динамика сердечного сокращения в фазы дыхания. Выявлены периодические изменения фаз сердечного сокращения в фазы дыхания. Во время вдоха закономерно укорачивается продолжительность систолы и в том числе асинхронный период, период повышения давления и фаза изгнания. При регистрации сфигмограмм сонной, бедренной, лучевой артерий и пальцевой плетизмограммы констатируется увеличение скорости распространения пульсовой волны в артериях эластического и мышечного типа в фазу вдоха. Периодические изменения продолжительности фаз сердечного сокращения, тонуса и наполнения сосудов конечностей повторяются не в каждом цикле дыхания за счет изменений в более медленном ритме, чем дыхательные волны. Эти более медленные колебания фаз систолы в ряде случаев могут изменять типичную для дыхания их динамику.

Анализ динамики сердечного сокращения в фазы дыхания и более медленных волн может быть использован для детального исследования сократительной функции миокарда и взаимоотношений между дыханием и кровообращением.

Periodic Changes in Cardiac Activity and Vascular Tonus in Healthy Subjects

I. N. Khomazyuk

Department of therapy of the Second Kiev Post-Graduate Institute for Physicians

Summary

Blumberger's polycardiographic method and synchronous recording of pneumotachograms were used to study the dynamics of cardiac contraction in respiratory phases in 87 healthy subjects. Periodic changes of cardiac contraction phases in respiratory phases were detected. During inspiration there is a regular reduction in the duration of the systole, including the asynchronous period, the period of pressure rise and phases of ejection. During recording of the sphygmograms of the carotid, femoral and radial arteries and the digital plethysmogram, an increase was found in the rate of propagation of the pulse wave in arteries of the elastic and muscle type in the inspiration phase. Periodic changes in the duration of cardiac contraction phases, the tonus and repletion of the vessels are not quantitatively repeated in every respiration cycle owing to changes in a slower rhythm than respiratory waves. This slower fluctuations in systole phases may change the typical respiration dynamics in some cases.