

Dobosiewicz Anna Maria, Miętkowska Paulina, Marszałek Agnieszka, Wendland Sylwia, Chyba Piotr, Duda Grzegorz, Kwiatkowski Szymon. The use of the Valsalva manoeuvre in the evaluation mechanisms regulation of cardiovascular system – study case. *Journal of Education, Health and Sport*. 2017;7(7):927-939. eISSN 2391-8306. DOI <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.893116> <http://ojs.ukw.edu.pl/index.php/johs/article/view/4819>

The journal has had 7 points in Ministry of Science and Higher Education parametric evaluation, Part B item 1223 (26.01.2017).
1223 Journal of Education, Health and Sport eISSN 2391-8306 7

© The Authors 2017;

This article is published with open access at Licensee Open Journal Systems of Kazimierz Wielki University in Bydgoszcz, Poland

Open Access. This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Noncommercial License which permits any noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author(s) and source are credited. This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited. This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited. The authors declare that there is no conflict of interests regarding the publication of this paper.

Received: 01.07.2017. Revised: 10.07.2017. Accepted: 31.07.2017.

Zastosowanie próby Valsalvy w ocenie mechanizmów regulacyjnych układu sercowo-naczyniowego- studium przypadku

The use of the Valsalva manoeuvre in the evaluation mechanisms regulation of cardiovascular system – study case

Anna Maria Dobosiewicz¹, Paulina Miętkowska¹, Agnieszka Marszałek¹, Sylwia Wendland¹, Piotr Chyba¹, Grzegorz Duda¹, Szymon Kwiatkowski¹

¹Koło Naukowe przy Zakładzie Ergonomii i Fizjologii Wysiłku Fizycznego, Collegium Medicum UMK, Toruń, Bydgoszcz, Polska / Scientific Circle Department of Hygiene, Epidemiology and Ergonomics. Division of Ergonomics and Exercise Physiology, Nicolaus Copernicus University in Toruń, Collegium Medicum in Bydgoszcz, Poland

Streszczenie

Próba Valsalvy jest jedną z metod oceniających czynność przywspółczulnego układu nerwowego, która polega na wykonaniu nasilonego wydechu przy zamkniętej głośni. Podczas próby Valsalvy zachodzą charakterystyczne zmiany ciśnienia, czynności pracy serca oraz innych zmiennych hemodynamicznych przedstawiających zmiany w układzie sercowo-naczyniowym, które dzieli się na 4 fazy. Po zakończeniu badania oblicza się wskaźnik Valsalvy, czyli stosunek najdłuższego odcinka RR do najkrótszego odcinka RR. Oceny parametrów układu sercowo-naczyniowego i czynności autonomicznego układu nerwowego można dokonać za pomocą systemu Task Force Monitor®, który składa się z urządzenia do ciągłego pomiaru ciśnienia krwi (*contBP*), elektrokardiografu (*EKG*), kardiografii impedancyjnej (*IKG*) oraz urządzenia do oscylometrycznego pomiaru ciśnienia krwi *oscBP*

(*oscillometric Blood Pressure*). Celem pracy jest zaprezentowanie studium przypadku mężczyzny, w wieku 22 lat, który wykonywał próbę Valsalvy. Próba Valsalvy jest przydatną metodą w ocenie zaburzeń szmerów sercowych, zaburzeń rytmu serca, odruchu z baroreceptorów lub w diagnostyce zastoinowej niewydolności mięśnia sercowego, chorobie niedokrwiennej serca czy neuropatii autonomicznych.

Abstract

Valsalva maneuver is one of the method, with which we can evaluate the parasympathetic nervous system. The person who is doing the maneuver need to conduct a maximal, forced expiration against a closed glottis. During the maneuver we can observe very important changes in the cardiovascular system. The changes can be separated into four phases. The cardiovascular system can be observed by using Task Force Monitor®. The aim of the work is to present a case study of a young man, 22-years old, who did the Valsalva maneuver. Valsalava maneuver can give interesting and valuable information about the organism of the person who is doing the maneuver.

Słowa kluczowe: próba Valsalvy, zmiennie hemodynamiczne, autonomiczny układ nerwowy, układ sercowo-naczyniowy

Keywords: Valsalva maneuver, hemodynamic changes, autonomic nervous system, cardiovascular system

Wstęp

Autonomiczny układ nerwowy (AUN) odgrywa zasadniczą rolę w utrzymaniu homeostazy organizmu. Ścisłej kontroli ze strony AUN podlega m.in. funkcjonowanie układu sercowo-

naczyniowego, przewodu pokarmowego i układu moczowo-płciowego, a także termoregulacja oraz kontrola aktywności dobowej.

Aktywność autonomicznego układu nerwowego (AUN) można badać w sposób bezpośredni oraz pośredni. W przeszłości metody oceny autonomicznej funkcji były niedostępne lub były zbyt inwazyjne. Najnowsze osiągnięcia w technologii i opracowywanie autonomicznych testów spowodowały dostęp do nieinwazyjnych metod oraz umożliwiły dostęp do klinicznych badań autonomicznych funkcji. Metody bezpośrednie opierają się m. in. na oznaczaniu stężeń amin katecholowych w dobowej zbiorce moczu, co umożliwia ocenę pobudzenia części współczulnej AUN. Mankamentem tej metody jest brak możliwości oceny tempa sekrecji tych związków oraz krótkoczasowych zmian pobudzenia adrenergicznego wybiórczo w poszczególnych narządach. Wyniki badań oznaczania noradrenaliny w osoczu żylnym charakteryzują się dużą zmiennością danych i wymagają dokonywania kilkakrotnych pomiarów. Inną rzadko stosowaną metodą, ze względu na inwazyjność i wysokie koszty jest dożylna podanie noradrenaliny znakowanej izotopem (metoda izotopowa) [1].

Metody pośrednie oceny aktywności autonomicznego układu nerwowego są stosowane powszechnie w odniesieniu do odruchowej regulacji układu sercowo-naczyniowego. Spośród nich, najczęściej wykorzystywane to: zestaw testów Ewinga i test pochyleniowy. Do oceny przywspółczulnego układu nerwowego należy m.in. próba Valsalvy, test głębokiego oddychania oraz aktywna pionizacja. Test izometrycznego napinania mięśni oraz test oziębienia prowadzą do wzrostu ciśnienia tętniczego krwi, dzięki temu umożliwiają ocenę współczulnego układu nerwowego [1,3,5].

Zasadniczą wartością tych metod jest nieinwazyjność oraz powtarzalność wyników zarówno podczas kilkakrotnego wykonywania badań w ciągu dnia, jak i w przeciągu dłuższego czasu [1,2,3].

Jedną z metod oceniających czynność układu przywspółczulnego jest próba Valsalvy, która polega na wykonaniu intensywnego wydechu przy zamkniętej głośni. Badanie prowadzi do wielu zmian hemodynamicznych i pobudzenia odruchów autonomicznego układu nerwowego poprzez wzrost ciśnienia w klatce piersiowej i jamie brzusznej. W czasie próby Valsalvy zachodzą charakterystyczne zmiany ciśnienia oraz częstości pracy serca i innych zmiennych hemodynamicznych przedstawiających zmiany w układzie sercowo- naczyniowym, które dzieli się na 4 fazy. Zachodzące zmiany ocenia się za pomocą wskaźnika Valsalvy. Jest to stosunek najdłuższego odcinka RR do najkrótszego odcinka RR [2].

Celem badania była obserwacja zmian ciśnienia tętniczego, częstości skurczów serca i innych zmian hemodynamicznych zachodzących w układzie sercowo-naczyniowym podczas wykonywania próby Valslavy.

Opis przypadku

Osobą badaną był zdrowy mężczyzna (wiek 22 lat, wzrost 178 cm i masa ciała 75 kg, BMI=23,67). Kryterium wykluczenia z badania stanowiło brak chorób oraz urazów wymagających specjalistycznego leczenia. W wywiadzie badany zaznaczał, że styl jego żywienia jest nieregularny; zazwyczaj nie spożywa śniadania. Je dużo owoców, mniej warzyw, stosunkowo często mięso i dużo produktów mlecznych lub na bazie mleka. Wyraźnie zaznaczał również, że relatywnie mało pije, często nie przekraczając 1 litra wypijanej w ciągu dnia wody, z powodu braku odczuwania pragnienia, ale również głodu. Alkohol, w ilościach wręcz śladowych, nie spożywa kawy, nie pali papierosów. Nieco częściej zdarza mu się wypijać herbatę.

Badany uprawia regularnie aktywność fizyczną tj. codziennie jeździ rowerem, minimum 40 minut, ze średnią intensywności. Wykonuje ćwiczenia wytrzymałościowe i siłowe z wykorzystaniem ciężaru własnego ciała, zwane treningiem kalistenicznym.

Protokół badania

Eksperyment badawczy został przeprowadzony w warunkach spełniających kryteria badań czynnościowych autonomicznego układu nerwowego. Badania odbywały się w tzw. bunkrze chronobiologicznym, jest to pomieszczenie wyciszone, przyciemnione z systemem klimatyzacji utrzymującym stałe warunki temperatury i wilgotności powietrza.

W celu wyeliminowania wpływu dodatkowego czynnika stresu wynikającego z udziału w nietypowym doświadczeniu, osoba badana była bardzo dokładnie informowana i zaznajamiana z metodyką badania, specyfiką zastosowanych metod badawczych przed rozpoczęciem eksperymentu [6].

Opis próby

Próba Valsalvy to jedna z nieinwazyjnych metod oceniających odruch z baroreceptorów tętniczych. Próba polega na wykonaniu natężonego wydechu powietrza przy zamkniętej

głośni, po wykonaniu maksymalnego wdechu. Podczas próby zwiększa się ciśnienie w klatce piersiowej, co wywołuje zmiany hemodynamiczne oraz uruchamia liczne odruchy ze strony AUN. Do wykonania badania niezbędny jest manometr z ustnikiem przez, który badany będzie wykonywał nasilony wydech oraz elektrokardiograf [2,4].

Badany po uprzednim wykonaniu maksymalnego wdechu, wykonuje nasilony wydech przez ustnik połączony z manometrem. Należy utrzymać wartość ciśnienia 40 mmHg (nie należy przekroczyć wartości 50 mmHg) przez 10-30 sekund. Dane ciśnienie musi być utrzymywane minimum 7 sekund aby móc zaobserwować zmiany napięcia autonomicznego układu nerwowego oraz zmiany hemodynamiczne [2,4].

Po zakończeniu badania oblicza się wskaźnik Valsalvy. Jest to stosunek najdłuższego odstępu RR po wypuszczeniu powietrza do najkrótszego odcinka RR obserwowanego podczas wykonywania natężonego wydech. Norma dla wskaźnika Valsalvy to od 1,11 do 1,20 [2].

$$\text{Wskaźnik Valsalvy} = \frac{RR_{max}}{RR_{min}}$$

Ocena czynności układu sercowo-naczyniowego i autonomicznego układu nerwowego

Parametry pacjenta zebrane zostały za pomocą urządzenia *Task Force® Monitor* (TFM) model 3040i firmy CNSystemc. TFM, które umożliwia nieinwazyjną diagnostykę układu sercowo – naczyniowego i autonomicznego układu nerwowego. Cały system składa się z następujących elementów: urządzenia do ciągłego pomiaru ciśnienia krwi (*contBP*), elektrokardiografu (*EKG*), kardiografii impedancyjnej (*IKG*) oraz urządzenia do oscylometrycznego pomiaru ciśnienia krwi *oscBP* (*oscillometric Blood Pressure*). Wszystkie sygnały biologiczne rejestrowane i parametry hemodynamiczne wyliczane przez system, zbierane są w trybie beat-to-beat, wyjątek stanowią parametry otrzymane z urządzenia *oscBP*.

Analizie poddano następujące parametry: interwał RR [ms] czyli odstęp pomiędzy dwoma pikami R w EKG – RRI (*RR-Interval*), częstość akcji serca HR (*HeartRate*), skurczowe ciśnienie krwi - sBP (*systolic Blood Pressure*) [mmHg], rozkurczowe ciśnienie krwi - dBP (*diastolic Blood Pressure*) [mmHg] oraz średnie ciśnienie krwi tętniczej - mBP (*mean Blood Pressure*) [mmHg]. Parametry wykorzystano do obliczenia wskaźnika Valsalvy [2].



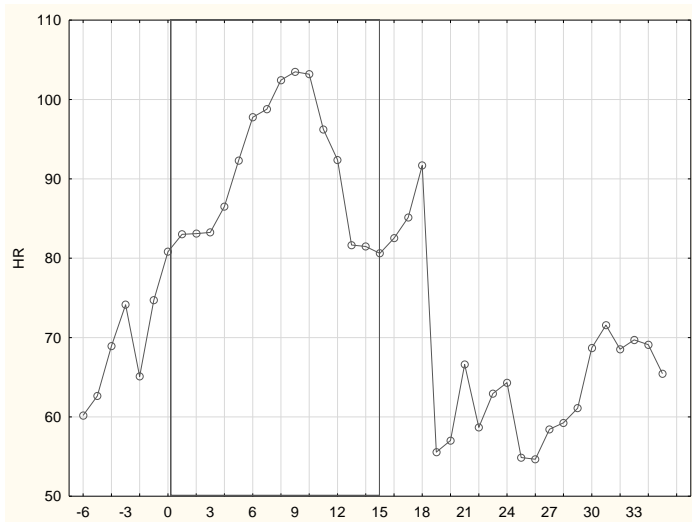
Ryc. 1 System Task Force Monitor

Wyniki

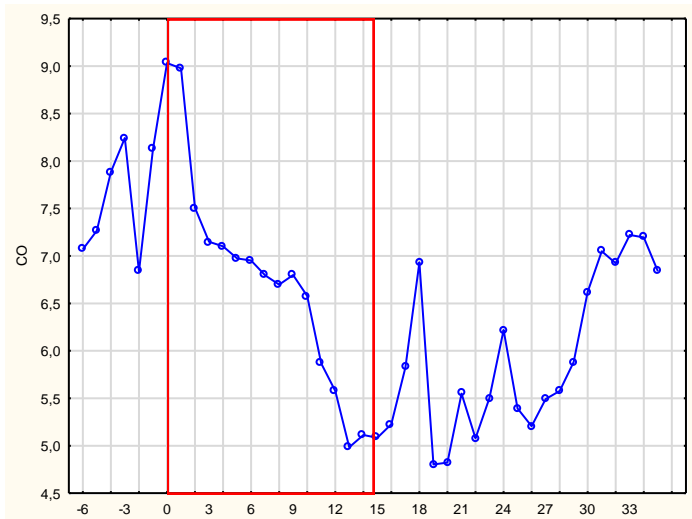
Zarejestrowane zmiany (w trybie beat to eat) parametrów hemodynamicznych podczas próby Valsalvy przedstawiono w tabeli 1 oraz na rycinach 2, 3, 4 i 5. UzyskanowskiąznikValsalvyrówny 1,47 ($RR_{max}/RR_{min}=1097,7/744,3$).

Time	Beat	RRI	HR	sBP	dBP	mBP
0	8	742,417	80,817	122,386	72,859	96,443
0,74	9	722,708	83,021	121,335	73,122	96,659
1,46	10	712,75	84,181	120,996	73,329	95,336
2,17	11	722	83,102	120,785	72,727	96,53
2,9	12	720,667	83,256	120,653	72,454	94,706
3,62	13	693,375	86,533	120,262	72,427	92,494
4,31	14	678,333	88,452	119,54	71,975	91,59
4,99	15	650,083	92,296	118,811	71,618	90,789
5,64	16	632,75	94,824	118,23	71,29	90,347
6,27	17	613,667	97,773	117,708	71,087	90,204
6,89	18	607,375	98,786	117,365	70,733	90,958
7,49	19	594	101,01	117,241	70,847	89,214
8,09	20	585,667	102,447			
8,67	21	579,708	103,5			
9,25	22	581,417	103,196			
9,83	23	588,042	102,034			
10,42	24	596,042	100,664			
11,02	25	623,375	96,25			
11,64	26	649,333	92,402			
12,29	27	704,417	85,177			
12,99	28	734,708	81,665			
13,73	29	736,417	81,476	121,769	75,457	95,04
14,47	30	741,375	80,931	122,767	76,24	95,683
15,21	31	744,333	80,609	124,103	76,259	97,898
15,95	32	727,083	82,521	123,813	75,728	95,917
16,68	33	704,75	85,137	123,011	74,284	97,396
17,38	34	657,667	91,232	124,596	75,706	94,938
18,04	35	654,375	91,691	128,946	81,041	93,693
18,69	36	1080	55,556	133,884	78,956	106,047
19,77	37	1052	57,034	133,822	79,569	104,801
20,83	38	900,667	66,617	134,103	81,339	104,838
21,73	39	1022,38	58,687	134,244	80,495	106,987
22,75	40	953,333	62,937	133,942	80,908	106,179
23,7	41	932,75	64,326	133,76	80,644	106,883
24,64	42	1093	54,895	133,647	78,66	106,89
25,73	43	1097,67	54,661	132,61	77,264	103,667
26,83	44	1026,67	58,442	130,664	76,373	101,942
27,85	45	1012,38	59,267	129,619	75,62	99,209
28,87	46	982,042	61,097	128,615	74,49	99,342

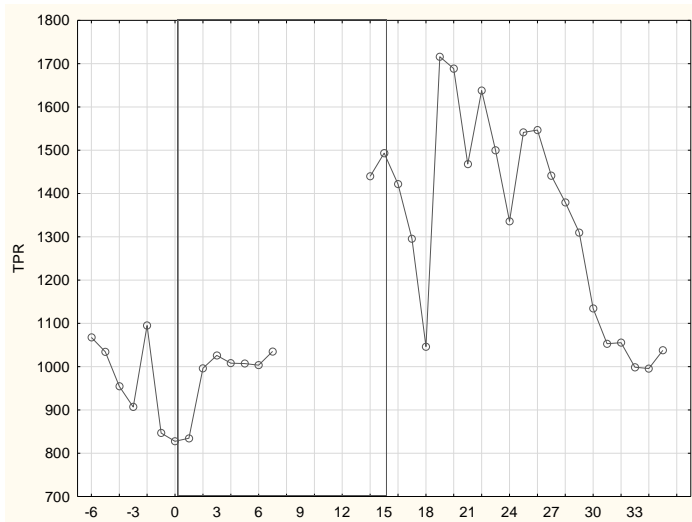
Tab. 1 Zmiany parametrów hemodynamicznych w zależności od czasu trwania próby Valsalvy



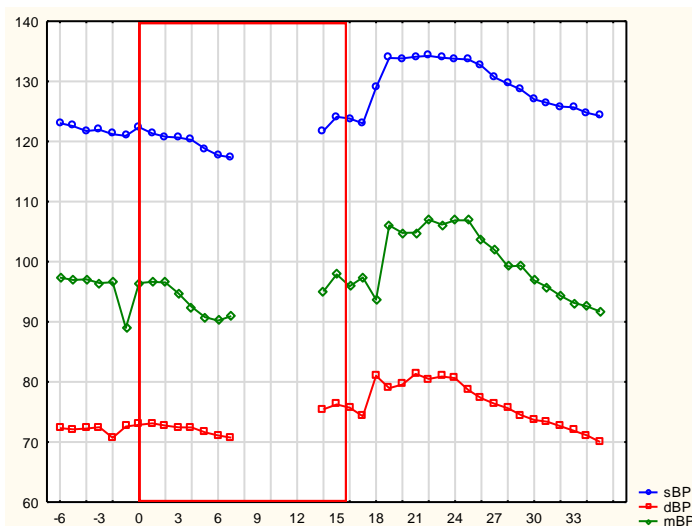
Ryc. 2 Zmiany częstości skurczów serca w zależności od czasu trwania próby Valsalvy



Ryc. 3 Zmiany pojemności minutowej serca w zależności od czasu trwania próby Valsalvy



Ryc. 4 Zmiany całkowitego oporu naczyniowego w zależności od czasu trwania próby Valsalvy



Ryc. 5 Zmiany ciśnienia skurczowego, rozkurczowego oraz średniego krwi w zależności od czasu trwania próby Valsalvy

Dyskusja

Próba Valsalvy prowokuje zmiany ciśnienia oraz częstości skurczów serca, które może podzielić się na 4 fazy. Podczas 1-szej fazy dochodzi do krótkotrwałego wzrostu ciśnienia tętniczego (sBP i dBP), wyrzutu lewej komory (LVEF) oraz całkowitego oporu naczyniowego (TPR). Na samym początku TPR rośnie w wyniku wzrostu ciśnienia w klatce, a późniejszą przyczyną wzrostu jest stopniowe obniżenie działania nerwu błędnego i

podbudzenie układu współczulnego. Tak więc podwyższenie ciśnienia oraz narastanie całkowitego oporu obwodowego wpływa na zmniejszenie podatności tętniczej oraz zwiększenie obciążenia następczego lewej komory. Również wzrasta zapotrzebowanie mięśnia sercowego na tlen, dzieje się to w wyniku zwiększenia skurczowego ciśnienia tętniczego i częstości skurczów serca. W 2-giej fazie dochodzi do obniżenia średniego i skurczowego ciśnienia tętniczego, pojemności minutowej serca (CO), objętości wyrzutowej (SV). Zmiany te spowodowane są spadkiem objętości późnorozkurczowej oraz ciśnienia końcoworozkurczowego. Poprzez dodatnie ciśnienie w klatce piersiowej i pobudzenie współczulne dochodzi do zwiększania obwodowego oporu naczyniowego. Odbarczanie baroreceptorów wpływa na narastanie skurczów serca. W fazie 3-ciej następuje obniżenie całkowitego oporu naczyniowego, które spowodowane jest spadkiem ciśnienia w klatce piersiowej. Zmiana TPR prowadzi do ustabilizowania podatności tętniczej, obniżenia obciążenia następczego lewej komory oraz ciśnienia tętniczego. Wzrost skurczów serca jest związany z dalszym odbarczaniem baroreceptorów oraz odruchem wewnątrzsercowym – Barinbridge. Zwiększony powrót żylny prowadzi do wzrostu objętości wyrzutowej, pojemności minutowej i ciśnienia tętniczego – prawo Franka- Starlinga.

Faza 4-ta, która jest ostatnią fazą, następuje tuż po zakończeniu natężonego wydechu. Dochodzi w niej do odruchowego spowolnienia pracy serca na skutek pobudzenia baroreceptorów. Te ostatnie z kolei, są pobudzane poprzez zwiększenie ciśnienia tętniczego, które powoduje chwilowe i względne „nadcisnienie”[2]. W fazie 4-tej ostatecznie dochodzi do normalizacji:

- ciśnienia tętna
- ciśnienia tętniczego krwi
- produktu podwójnego
- obciążenia następczego
- SV
- podatności tętniczej [2]

Kilkanaście sekund po wydechu, możliwe jest, że wartości CO będą podwyższone, a opór naczyniowy – zmniejszony [2].

Po przeprowadzeniu próby Valsalvy możliwe jest wyliczenie wskaźnika Valsalvy. Osoba badana uzyskała wynik 1.47. Możliwe jest wyróżnienie norm, które są charakterystyczne

dla wieku osoby badanej. W tym przypadku, osoba badana zaliczana będzie do przedziału wiekowego 21-25 lat, a norma dla tego przedziału wiekowego wynosi ≥ 1.43 . Oznacza to, że osoba badana mieści się w normie. Na podstawie otrzymanych wyników można również stwierdzić, że podczas przeprowadzania próby Valsalvy, w organizmie osoby badanej, zaszły zmiany, które są oczekiwane w trakcie trwania tego badania.

Kliniczne zastosowanie próby Valsalvy.

Próba Valsalvy może mieć zastosowanie kliniczne w niżej wymienionych sytuacjach/przypadkach:

a) ocena szmerów serca

Za pomocą opisywanej próby można różnicować szmery wewnątrzsercowe [2]. W czasie trwania pierwszych faz próby Valsalvy, amplituda szmerów pochodzenia lewokomorowego zwiększa się. Zaś na początku fazy III - ciej i IV -tej zwiększeniu ulega amplituda szmerów prawokomorowych i dopiero po jakimś czasie, zwiększają się szmery lewokomorowe [2].

b) ocena odruchu z baroreceptorów

Przy wykonywaniu próby Valsalvy angażowana jest zarówno część współczulna jak i przywspółczulna autonomicznego układu nerwowego. Możemy ocenić integralność łuków odruchowych z baroreceptorów sercowo-płucnych oraz tętnicznych [2]. Wymienione odruchy nie są jednak jedynymi, które dzięki próbie Valsalvy możemy ocenić. Możliwa jest również ocena m.in. odruchu z chemoreceptorów czy też odruchu z receptorów, które są odpowiedzialne za świadomy skurcz mięśni prążkowanych [2].

c) Ocena zaburzeń rytmu serca

Częstoskurcze pochodzenia nadkomorowego również mogą być diagnozowane oraz leczone za pomocą próby Valsalvy [1]. W IV-tej fazie dochodzi do pobudzenia nerwu błędnego, który inicjuje kaskadę mechanizmów, które mogą być pomocne w diagnozowaniu częstoskurczów. W przypadku, gdy podczas trwania próby mechanizmy te nie zachodzą, możemy wykluczyć pewne aspekty przebiegu częstoskurczu pochodzenia nadkomorowego [2].

d) diagnostyka pacjentów z zastoinową niewydolnością serca

Podczas próby Valsalvy u pacjentów z zastoinową niewydolnością serca można zaobserwować brak spadku ciśnienia tętniczego zarówno w fazie I-szej jak i III-ciej [2].

Nie występuje również prawidłowa sinusoidalna krzywa ciśnienia, zamiast niej pojawia się tzw. krzywa prostokątna. Jej pojawienie się, może być spowodowane zmianami w fazie I-szej i III-ciej oraz brakiem nadciśnienia z odbicia w fazie IV [2]. Z kolei w przypadku występowania niewydolności serca faza I-sza i III-cia przebiegają prawidłowo, u pacjentów zmagających się z tą jednostką chorobową [2].

e) diagnostyka neuropatii autonomicznych

Próba Valsalvy znajduje szerokie zastosowanie w przypadku chorób związanych z zaburzeniami funkcjonowania autonomicznego układu nerwowego. Możemy wykorzystywać ją m.in. do oceny zaawansowania autonomicznej neuropatii cukrzycowej, w chorobie Parkinsona czy u chorych, którzy cierpią na poalkoholową neuropatię autonomiczną [2].

f) diagnostyka choroby niedokrwiennej serca

U pacjentów z chorobą niedokrwinną serca, podczas trwania próby Valsalvy, można zaobserwować podobne zmiany jak u pacjentów z zastoinową niewydolnością serca, a mianowicie występowanie krzywej prostokątnej [2]. W fazie II-giej i IV-tej występuje osłabiona odpowiedź w formie zmian ciśnienia tętniczego krwi i częstości pracy serca [2]. Dodatkowo próba Valsalvy może przyczynić się, na krótko, do poprawy stosunku pomiędzy ilością zużywanego i odbieranego tlenu w obszarach serca, które nie są właściwie ukrwione. Taka sytuacja jest możliwa dzięki spadkowi napięcia lewej komory w czasie trwania II-giej fazy.

Poza szerokim zastosowaniem w ocenie oraz diagnostyce chorób nie tylko kardiologicznych, wykonywanie próby Valsalvy, w niektórych stanach chorobowych jest przeciwwskazane. Nie wykonujemy opisywanej próby m. in. w przypadku:

- ostrego zawału mięśnia sercowego
- tętniaka rozwarstwiającego aorty
- niestabilnej dławicy piersiowej bolesnej
- zaburzeń krążenia mózgowego

Jak wynika z informacji zawartych powyżej, próba Valsalvy może dostarczyć wielu cennych informacji o stanie zdrowia pacjenta. Dokładna analiza informacji otrzymanych po przeprowadzeniu badania, może ułatwić postawienie diagnozy, jednak nie zastąpi wizyty u specjalisty.

Bibliografia

1. Rydlewska A., Ponikowska B., Borodulin-Nadzieja L. i wsp. Ocena aktywności autonomicznego układu nerwowego związanej z odruchową regulacją układu sercowo-naczyniowego i oddychania. *Kardiol. Pol.* 2010; 68 (8): 951–957
2. Krauze T., Guzik P., Wysocki H. Zastosowanie próby Valsalvy w ocenie układu krążenia. *Folia Cardiol.* 2006; 13 (2): 101–107
3. Zalewski P, Słomiński, Klawe J, Tafil-Klawe M, Functional assessment of autonomic nervous system by using the Task Force Monitor ® system, *Acta Bio-Optica et InformaticaMedica*. Inżynieria Biomedyczna,2008, 228-234.
4. Bałczewska D, Ptaszyński P, Cygankiewicz I. Odruch z baroreceptorów tętnicznych: metody oceny i zastosowanie kliniczne. *Przegląd Lekarski* 2015; 72 (11): 682-689
5. Low P. A, Tomalia V.A, Park Ki-Jong. Autonomic function tests: some clinical Applications. *Journal of clinical neurology* 2013; 9(1):1-8.
6. Pracka D., Pracki T., Klawe J., i WSP. Zmiana jakości snu po zastosowaniu jasnego światła podczas pracy u pielęgniarek. *Sen* 2003; 3 (3):75-78.
7. Zalewski P, Klawe J.J, Pawlak J, Tafil-Klawe M, Bitner A, Lewandowski A. Zmiany parametrów kurczliwości mięśnia sercowego u osób zdrowych po jednym zabiegu kriostymulacji ogólnoustrojowej. *Acta Bio-Optica et InformaticaMedica* 4/2011, vol. 17.
8. Fortin J., Klinger Th., Wagner Ch., Sterner H., Madritsch Ch., Grüllenberger R., Hacker A , Habenbacher W. , Skrabal F. The Task Force Monitor – A Non-invasive Beat-to-beat Monitor for Hemodynamic and Autonomic Function of the Human Body
9. Zalewski P., Klawe J. , Tafil Klawe M., Buszko K., Panowicz I. Ocena odruchu z baroreceptorów tętnicznych po zabiegu kriostymulacji ogólnoustrojowej u osób zdrowych, *Acta Bio-Optica et InformaticaMedica* 1/2010, vol. 16