



Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 12.V.1966 (P 114 528)

Pierwszeństwo: _____

Opublikowano: 12.IV.1968

Kl. 30 k, 1/02

MKP A 61 km 1/03

UKD

Twórca wynalazku
i
właściciel patentu: Marian Wojtowicz, Łódź (Polska)

Aparat do wspomaganego krążenia krwi

1

Wynalazek dotyczy aparatu do wspomaganego krążenia krwi, mającego zastosowanie w ostrych, hemodynamicznych zaburzeniach, prowadzących do spadku ciśnienia w tętniczym układzie.

Hemodynamiczne zaburzenia są najczęściej wywołane operacyjnym zabiegiem lub zadziałaniem urazu na ustrój. Zaburzenia te występują wtedy, gdy w następstwie spadku oporów na obwodzie, za szybko opróżnia się tętniczy układ ustroju, lub gdy krew w nadmiarze gromadzi się wstecznie od niewydolnych jam serca.

Dotychczas nie było aparatów przeznaczonych wyłącznie do wspomaganego krążenia krwi. Istniejące aparaty do pozaustrojowego krążenia krwi miały na celu dostarczenie organizmowi przez pewien okres czasu niezbędnego minimum przepływu krwi, wystarczającego do utrzymania życia. W ten sposób umożliwiały one przeprowadzanie operacji na otwartym sercu. Bywały przeprowadzane próby, mające na celu przystosowanie tego rodzaju aparatów do wykonywania czynności wspomaganego krążenia krwi. Wymagało to jednak dobudowania do nich całego szeregu bardzo skomplikowanych urządzeń koordynujących, regulujących i kontrolujących działanie poszczególnych składowych części tych aparatów. Podrażało to w znacznym stopniu wykonanie aparatu, komplikowało jego konstrukcję i utrudniało obsługę, stwarzając jednocześnie możliwość częstych awarii,

2

co w warunkach sali operacyjnej było niedopuszczalne i nie do przyjęcia.

Celem wynalazku jest aparat do wspomaganego krążenia krwi o nieskomplikowanej budowie, mający zastosowanie w pierwszym rzędzie w przypadkach zaburzeń hemodynamicznych, prowadzących do nadmiernego spadku ciśnienia krwi w tętniczym układzie.

Cel ten osiągnięto, dzięki aparatowi, w którym dwa zbiorniki jeden z nadciśnieniem i podciśnieniem drugi, poprzez układ przewodów wypełnionych płynem oraz zbiorniki z membranami kierują układem do pozaustrojowego krążenia krwi.

Przedmiot wynalazku jest przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym uwidoczniono ogólny schemat aparatu.

Z hermetycznych zbiorników 1 i 2 są do dwudrogowego zaworu 3 doprowadzone przewody 4 i 5. Jednocześnie zawór 3 jest z jednej strony połączony za pomocą przewodu 6 z ssąco-tłoczącym urządzeniem 7, na przykład z wodną pompą Bunsena, na którym to przewodzie 6 są umieszczone manometr 8 i regulacyjny zawór ciśnienia powietrza 9, z drugiej zaś strony zawór 3 jest poprzez filtr 10 połączony przewodem 11 z ssąco-tłoczącym urządzeniem 7, na którym to przewodzie 11 są umieszczone manometr 12 i regulacyjny zawór ciśnienia powietrza 13. Ze zbiornika 1 jest wyprowadzony przewód 14, który z jednej strony poprzez zwrotny zawór 15 łączy się z przepływomie-

rzem 16, z drugiej zaś strony poprzez zwrotny zawór 18 z przepływomierzem 19. Zawór 15 otwiera się w kierunku przepływomierza 16, natomiast zawór 18 otwiera się w kierunku od przepływomierza 19. Do przepływomierzy 16 i 19 jest podłączony przewód 20, który jest doprowadzony do zacisków 21 i 22. Jednocześnie przepływomierz 16 jest połączony przewodem 20 z przepływomierzem 19. Ze zbiornika 1 jest ponadto, wyprowadzony przewód 26 poprzez przepływomierz 23, do zacisków 24 i 25.

Ze zbiornika 2 do zacisków 27 i 28 jest wyprowadzony przewód 29. Jednocześnie ze zbiornika 2 jest wyprowadzony przewód 30, który jest połączony z przepływomierzem 31, oraz poprzez zwrotny zawór 32 z przepływomierzem 33. Zwrotny zawór 32 otwiera się w kierunku przepływomierza 33. Z przepływomierza 33 jest wyprowadzony przewód 34 do zacisków 35 i 36, oraz przez zwrotny zawór 37, do przepływomierza 31. Zwrotny zawór 37 otwiera się w kierunku przepływomierza 31.

Przewód 38 przez zacisk 21 jest połączony z przewodem 20 oraz przez zacisk 28 z przewodem 29, jak również doprowadzony do zbiornika 39 przedzielonego membraną 40. Przewód 41 przez zacisk 35 jest połączony z przewodem 34 i przez zacisk 25 z przewodem 26 oraz doprowadzony do zbiornika 42 przedzielonego membraną 43. Przewód 44 przez zacisk 27 jest połączony z przewodem 29 i przez zacisk 22 z przewodem 20, jak również doprowadzony do zbiornika 45, przedzielonego membraną 46. Przewód 47 przez zacisk 24 jest połączony z przewodem 26 i przez zacisk 36 z przewodem 34 oraz ze zbiornikiem 48 przedzielonym membraną 49. Ze zbiornika 39 jest wyprowadzony przewód 50 do zacisków 51 i 52, ze zbiornika 42 jest wyprowadzony przewód 53 do zacisków 54 i 55, ze zbiornika 45 jest wyprowadzony przewód 56 do zacisków 57 i 58, a ze zbiornika 48 jest wyprowadzony przewód 59 do zacisków 60 i 61.

Przewód 50 przez zacisk 51 i przewód 56 przez zacisk 58 są połączone z przewodem 62, prowadzącym do tętnicy, na którym jest umieszczony zacisk 63. Przewód 53 przez zacisk 54 i przewód 59 przez zacisk 61 są połączone z przewodem 64, prowadzącym do żyły, na którym jest umieszczony zacisk 65. Przewód 59 przez zacisk 60 i przewód 53 przez zacisk 55 łączą się z przewodem 66, doprowadzonym do utleniacza 67. Przewód 56 przez zacisk 57 i przewód 50 przez zacisk 52 łączą się z przewodem 68, wyprowadzonym z utleniacza 67. Przewody 66 i 68 są połączone przewodem 69 z zaciskiem 70.

Przed użyciem aparatu, zbiornik 1 wypełnia się w około $\frac{2}{3}$ jego objętości płynem, na przykład destylowaną wodą i ustawia się zawór 3 tak, by przewód 4 był połączony z przewodem 11, a przewód 5 z przewodem 6. Po włączeniu ssąco-tłoczącego urządzenia 7 ustala się za pomocą regulacyjnych zaworów 9 i 13 ciśnienie tak, by w zbiorniku 1 było nadciśnienie, odpowiadające prawidłowemu ciśnieniu w tętniczym układzie chorego, natomiast w zbiorniku 2 było ciśnienie nie-

znacznie niższe od ciśnienia istniejącego w dużych naczyniach żylnych chorego.

Po wyjałowieniu tej części aparatu, w której ma krążyć krew, zaciskiem 70 odcina się połączenie przewodów 66 i 68 za pomocą przewodu 69, a następnie końcówki przewodów 62 i 64 łączą się z wyprowadzeniami zbiornika zastępczej krwi, po czym otwiera się jednocześnie zaciski 21, 35, 27, 24, 51, 54, 57 i 60 zamykając jednocześnie zaciski 28, 25, 22, 36, 58, 61, 55 i 52.

W wyniku panującego w zbiorniku 1 nadciśnienia, nagromadzony w nim płyn wypływając przewodem 14 zatrzymany zwrotnym zaworem 18 przepływa przez zwrotny zawór 15 do przepływomierza 16, na którym zostaje uwidoczniiona szybkość przepływu, a dalej przewodami 20 i 38 do zbiornika 39, wypycha membranę 40 w kierunku przewodu 50 i wypełnia zbiornik 39 w całości. Równocześnie ze zbiornika 1 przewodem 26, przez przepływomierz 23 i przewód 47, płyn przepływa do zbiornika 48, a wypychając membranę 49 w kierunku przewodu 59 całkowicie wypełnia zbiornik 48.

Równocześnie w wyniku występującego w zbiorniku 2 podciśnienia, membrana 43 w zbiorniku 42 jest przemieszczana w kierunku przewodu 41, zaś membrana 46 w zbiorniku 45 jest przemieszczona w kierunku przewodu 44. Ruch membrany 43 na skutek zwolnionego zacisku 54, powoduje wypełnienie przez przewód 64 zbiornika 42 konserwowaną krwią.

Po czym zamyka się zaciski 21, 35, 27, 24, 51, 54, 57 i 60, a otwiera się zaciski 28, 25, 22, 36, 58, 61, 55 i 52, w wyniku czego płyn ze zbiornika 39 przewodami 38 i 29 zostaje wciągnięty do zbiornika 2 a jego miejsce po przeciwnej stronie membrany 40 zajmuje utlenowana krew, która ze zbiornika 42 przewodami 53 i 66 przez utleniacz 67 i przewodami 68 i 50 wpływa do zbiornika 39. W miejscu krwi, ze zbiornika 1 przewodem 26 przez przepływomierz 23 i przewód 41 do zbiornika 42 po przeciwnej stronie membrany 43 wpływa płyn.

W tym samym czasie płyn ze zbiornika 1 przewodem 14 przez zawór 15, przepływomierz 16, przewody 20 i 44 wypełnia zbiornik 45 przemieszczając membranę 46 w kierunku przewodu 56. Ze zbiornika 48 płyn przewodami 47 i 34, przez zawór 37 i przepływomierz 31 a dalej przewodem 30 zostaje wciągnięty do zbiornika 2, a w jego miejsce lecz po przeciwnej stronie membrany 49 przewodami 59 i 64 wpływa konserwowana krew.

Następnie podłącza się końcówki przewodów 62 i 64 do naczyniowego układu chorego, zamykając następnie zaciski 28, 25, 22, 36, 58, 61, 55 i 52 i otwierając jednocześnie zaciski 21, 35, 27, 24, 51, 54, 57 i 60. W rezultacie płyn ze zbiornika 1 przewodem 14, przez zawór 15 i przepływomierz 16, przewodami 20 i 33 wpływa do zbiornika 39, wypierając z niego za pomocą membrany 40 utlenowaną krew, która przewodami 50 i 62 wpływa do tętniczego układu chorego.

Jednocześnie zbiornik 42 zostaje opróżniony z płynu, który przewodami 41, i 34 przez zawór 37 przepływomierz 31 i przewodem 30 zostaje wciągnięty do zbiornika 2, natomiast miejsce płynu w

zbiorniku 42 po przeciwnej stronie membrany 43 zajmuje krew, płynąca przewodami 53 i 64 z żylnego układu chorego. W tym samym czasie ze zbiornika 45 płyn przewodami 44 i 29 zostaje wciągnięty do zbiornika 2, zaś miejsce płynu w zbiorniku 45 po przeciwnej stronie membrany 46 zajmuje utlenowana krew, która ze zbiornika 48 przewodami 59 i 66 przepływa przez utleniacz 67 i jako utlenowana przez przewody 68 i 56 wpływa do zbiornika 45.

Jednocześnie ze zbiornika 1 przewodem 26, przez przepływomierz 23 i przewodem 47 płyn wpływa do opróżniającego się zbiornika 48 po przeciwnej stronie membrany 49. Zamknięcie zacisków 21, 35, 27, 24, 51, 54, 57 i 60 w sposób zsynchronizowany przy jednoczesnym otworzeniu zacisków 28, 25, 22, 36, 58, 61, 55 i 52 powtarza cykl napełniania krwią chorego zbiornika 48, podawania choremu utlenowanej krwi ze zbiornika 45, podawania przez utleniacz 67 krwi ze zbiornika 42 do zbiornika 39. Cykle te powtarzają się naprzemiennie w dalszym ciągu.

W czasie pracy aparatu obserwuje się w przepływomierzach 16, 31 i 23 ilość przepływu płynu, która to wielkość jest równa ilości przepływu krwi. I tak w przepływomierzu 16 uwidacznia się ilość przepływu krwi podawanej choremu, w przepływomierzu 31 — ilość krwi pobieranej od chorego do aparatu, a w przepływomierzu 23 — ilość krwi przechodzącej przez utleniacz 67. Ilość krwi podawanej, pobieranej i przepływającej przez utleniacz 67 reguluje się zaciskami 63, 65 i 70.

Gdy w czasie pracy aparatu ciśnienie w tętniczym układzie chorego przewyższy ciśnienie w zbiorniku 1, krew zmieni kierunek przepływu i przewodami 62 i 50 popłynie do zbiornika 39, względnie przewodami 62 i 56 do zbiornika 45 w zależności od tego, które z zsynchronizowanych zacisków będą otwarte lub zamknięte.

Podobnie, jeśli w żylnym układzie chorego spadnie ciśnienie poniżej poziomu ciśnienia panującego w zbiorniku 2, wtedy krew w przewodzie 64 zmieni kierunek i zamiast wpływać do zbiorników 42 względnie 48 będzie wpływać z tych zbiorników do żył chorego. Wielkość tego rodzaju zwrotnych przepływów krwi będzie uwidaczniać się na przepływomierzach 19 i 33, z których przepływomierz 19 wskazuje zwrotny przepływ krwi w przewodzie 62, natomiast przepływomierz 33 wskazuje zwrotny przepływ krwi w przewodzie 64.

Za pomocą aparatu według wynalazku można utrzymywać ciśnienie krwi w tętniczym układzie chorego na określonym poziomie, a równocześnie można regulować dopływ żylny krwi do prawej części serca, przelewając w razie potrzeby jej nadmiar do tętniczego układu, przepuszczając ją jednocześnie przez utleniacz, co nie doprowadza do obniżenia poziomu utlenowania krwi w tętniczym układzie chorego.

Utrzymując właściwy stosunek ciśnienia między tętniczą a żylną krwią za pomocą właściwie dobranego ciśnienia w zbiorniku 1, zapewnia się żądany przepływ krwi przez układ włosowatych naczyń w ustroju chorego, zapewniając tym samym odpowiednie utlenowanie organizmu. Regulacja

tętniczego ciśnienia i regulacja dopływu żylny krwi do prawego przedsionka serca odbywa się w sposób automatyczny w wyniku ustalenia odpowiednich poziomów ciśnienia w zbiornikach 1 i 2, co upraszcza obsługę aparatu i wyklucza możliwość zaistnienia przykrych w konsekwencji pomyłek.

Regulując przepływ krwi z ustroju do zbiorników 42 i 49, można obniżać ciśnienie tętniczej krwi, zmniejszając przez to krwawienie w operacyjnej ranie. Przez utrzymywanie ciśnienia w tętniczym układzie na właściwym poziomie, aparat spełnia rolę stabilizatora krążenia krwi. Równocześnie wspomaga on pracę serca przez odpowiednie wypełnienie krwią tętniczego układu, oraz przez regulację dopływu krwi do prawego przedsionka.

Aparat według wynalazku może być również wykonany w uproszczonej wersji a mianowicie bez przepływomierzy i utleniacza, bez przepływomierzy i z utleniaczem, z niektórymi przepływomierzami i bez utleniacza względnie z niektórymi przepływomierzami i z utleniaczem. Zależne to jest od potrzeby utlenowania krwi oraz od stopnia konieczności przeprowadzanej kontroli wszystkich lub niektórych przepływów.

Obsługa aparatu jest prosta i sprowadza się do kontroli jego pomiarowych części, to znaczy przepływomierzy i manometrów. Wewnętrzna objętość części aparatu przeznaczonych do krążenia krwi, to znaczy ta część, z której krwi nie można wycofać, tak zwana martwa przestrzeń aparatu, wynosi zaledwie około 40 ml, co zapewnia małą stratę krwi w czasie przeprowadzanego zabiegu.

Zastrzeżenia patentowe

1. Aparat do wspomaganego krążenia krwi, **znamienny tym**, że zbiornik (39) przedzielony membraną (40), jest z jednej strony membrany (40) połączony ze zbiornikiem (1) przewodem (38), a przez zacisk (21) przewodami (20) i (14), oraz ze zbiornikiem (2) przewodem (38) i przez zacisk (28) przewodem (29), zaś z przeciwnej strony membrany (40) zbiornik (39) jest połączony ze zbiornikiem (42) przewodem (50), przez zacisk (52) przewodami (68), (69) i (66), a dalej przez zacisk (55) przewodem (53), oraz przewodem (50) przez zacisk (51) z przewodem (62), natomiast zbiornik (42) przedzielony membraną (43) jest z jednej strony tej membrany połączony przewodem (41) przez zacisk (25) przewodem (26) ze zbiornikiem (1), a przewodem (41), przez zacisk (35) przewodami (34) i (30) ze zbiornikiem (2), zaś z przeciwnej strony membrany (43) przewodem (53) przez zacisk (54) z przewodem (64), nadto zbiornik (45) przedzielony membraną (46) jest z jednej strony membrany (46) połączony przewodem (44), przez zacisk (22) przewodami (20) i (14) ze zbiornikiem (1), a przewodem (44), przez zacisk (27) przewodem (29) ze zbiornikiem (2), zaś z przeciwnej strony membrany (46) zbiornik (45) przewodem (56), przez zacisk (57) przewodami (68), (69) i (66), przez zacisk (60) przewodem (59) jest połączony ze

zbiornikiem (48), oraz przewodem (56) przez zacisk (58) z przewodem (62), podczas gdy zbiornik (48) przedzielony membraną (49) jest z jednej strony membrany (49) połączony przewodem (47), przez zacisk (24) przewodem (26) ze zbiornikiem (1), oraz przewodem (47), przez zacisk (36) przewodami (34) i (30) ze zbiornikiem (2), zaś z przeciwnej strony membrany (49) zbiornik (48) przewodem (59) przez zacisk (61) jest połączony z przewodem (64), przy czym zbiornik (2) przewodem (5) przez dwudrogowy zawór (3) i przewodem (6), na którym są umieszczone manometr (8) i regulacyjny zawór (9) jest połączony z ssąco-tłoczącym urządzeniem (7), a poza tym zbiornik (1) przewodem (4) przez dwudrogowy zawór (3) i przewód (11), na którym są umieszczone monometr (12) i regulacyjny zawór (13), połączony jest z ssąco-tłoczącym urządzeniem (7).

2. Aparat według zastrz. 1, **znamienny tym**, że do przewodów (66) i (68) jest podłączony utle-

niacz (67), natomiast na przewodzie (69) jest umieszczony zacisk (70).

3. Aparat według zastrz. 1, **znamienny tym**, że między przewodem (14) a przewodem (20) znajduje się zwrotny zawór (15), otwierający się w kierunku przewodu (20) oraz przepływomierz (16), natomiast między przewodem (34) a przewodem (30) znajduje się zwrotny zawór 37, otwierający się w kierunku przewodu 30 oraz przepływomierz (31), podczas gdy na przewodzie (26) między zbiornikiem (1) a zaciskiem (25) względnie zaciskiem (24) jest przepływomierz (23).
4. Aparat według zastrz. 1, **znamienny tym**, że na przewodzie (20) między zaciskiem (21) względnie zaciskiem (22) a przewodem (14) jest przepływomierz (19) i zwrotny zawór (18), otwierający się w kierunku przewodu (14), natomiast między przewodem (30) a przewodem (34) jest przepływomierz (33) i zwrotny zawór (32) otwierający się w kierunku przewodu (34).

