

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 243910 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **439602**

(22) Data zgłoszenia: **2021.11.23**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2023.05.29 BUP 22/2023**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2023.10.30 WUP 44/2023**

(51) MKP:

A61H 1/02 (2006.01)

A61H 1/00 (2006.01)

A63B 23/14 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

POLITECHNIKA ŁÓDZKA, Łódź, PL

(72) Twórca(-y) wynalazku:

IGOR ZUBRYCKI, Łódź, PL

KATARZYNA KOTER, Łódź, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Anna Westrych, Łódź, PL

(54) Tytuł:

Pneumatyczne urządzenie do ćwiczenia biernego wyprustu w stawie nadgarstkowym

PL 243910 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest pneumatyczne urządzenie rehabilitacyjne przeznaczone do ćwiczeń biernego wyprostu w stawie nadgarstkowym. Urządzenie wykorzystywane do ćwiczenia biernego wyprostu w stawie nadgarstkowym według wynalazku może zapobiegać wystąpieniu przykurczu zgięciowego nadgarstka, a także przeciwdziała pojawieniu się obrzęku lub zmniejsza jego nasilenie w ręce niedowładnej. Systematyczne poruszanie ręką minimalizuje możliwość wystąpienia niekorzystnych skutków braku aktywności m.in. opuchlizny, a w konsekwencji ryzyka wystąpienia spastyczności.

Z opisu patentowego US 5,738,636 znane jest urządzenie służące do poruszania nadgarstka w formie ciągłego ruchu biernego. Urządzenie ma formę zmotoryzowanej szyny ruchowej do biernej mobilizacji nadgarstka. Zawiera pilot sterujący z zasilaczem, a także opaskę mocującą do mocowania ręki w przedramieniu. Urządzenie posiada umieszczoną na szynie w regulowanej odległości (poprzez śrubę mocującą) obręcz, którą trzyma dłonią osoba poddawana terapii. Do obręczy zamocowany jest uchwyt. Zakres ruchu regulowany jest suwakiem znajdującym się na spodzie urządzenia. Silnik elektryczny (wraz z przekładnią stożkową) porusza szyną między ustawionymi zakresami z regulowaną prędkością. Urządzenie dostępne jest komercyjnie jako Artromot H.

Znane jest także urządzenie Maestra (Kinetec S.A.S), które pozwala na wykonywanie ćwiczeń przywodzenia i odwodzenia nadgarstka. Aktuator urządzenia stanowi silnik elektryczny, który poprzez przekładnię oraz sprzęgło napędza nakładany na oś przekładni uchwyt ręki pacjenta. Uchwyt ten zbudowany jest z umieszczonej wzdłuż osi obejmki, która osadzona jest na wysokości stawu nadgarstkowego. W poprzek osi zamocowana jest regulowana prowadnica, na której umieszczona jest druga elastyczna obejmka przypinana na wysokości paliczków bliższych palców. Ruch obrotowy aktuatora powoduje obrót prowadnicy, a co za tym idzie wyprost nadgarstka i prostowanie się palców. Obejmka utrzymująca nadgarstek pozostaje w stałej pozycji. Przedramię oparte jest na podporze umieszczonej na regulowanej wysokości. Podatność mechaniczną urządzenia zapewnia sprężyna poprowadzona wzdłuż prowadnicy. Urządzenie posiada ekran LCD, przyciski membranowe jako interfejs użytkownika oraz umieszczone w obudowie urządzenia sterowniki silników oraz mikrokontroler. Przyciskami ustawiane są limity ruchu.

Oba powyższe urządzenia opierają się na silnikach elektrycznych z przekładnią oraz konstrukcji mechanicznej zapewniającej prawidłowy ruch nadgarstka i paliczków. Przy dojściu do końca zakresu ruchu w stawie, dodatkowe elementy urządzeń takie jak: sprężyny, czujniki momentu i odpowiednie sterowniki lub sprzęgła bezpieczeństwa odłączają napęd, aby zabezpieczyć przed nadmiernym wygięciem dłoni mogącym uszkodzić stawy.

Z opisu patentowego US 8,214,029 B2 znane jest urządzenie posiadające funkcję mobilizacji nadgarstka, oparte na akuatorze pneumatycznym (sztucznym mięśniu). Urządzenie ma formę egzoskieletu, gdzie po odpowiednim skalibrowaniu do wielkości przedramienia ręki i rozłożenia stawów umieszcza się rękę tak, aby oś obrotu efektora znajdowała się na przedłużeniu osi obrotu stawu nadgarstkowego. Mobilizacja nadgarstka następuje poprzez układ stanowiący zamknięty łańcuch kinematyczny, gdzie jeden z członów stanowi mięsień pneumatyczny. Poprzez dobranie parametrów mięśnia pneumatycznego można otrzymać kontrolowaną podatność urządzenia. Stosując niskie ciśnienie pracy otrzyma się dużą podatność. Tym samym przy dojściu do zakresu ruchu siły działające na pacjenta będą się zwiększać stopniowo i można uniknąć działania sił ponad bezpieczny poziom. Jednakże, konstrukcja urządzenia wymaga kalibracji do dłoni pacjenta.

Celem niniejszego wynalazku jest opracowanie urządzenia do ćwiczenia biernego wyprostu w stawie nadgarstkowym o prostszej konstrukcji, które pozbawione jest niedogodności urządzeń ze stanu techniki.

Pneumatyczne urządzenie do ćwiczenia biernego wyprostu w stawie nadgarstkowym zawierające system mocowania ręki i przedramienia, akuator, interfejs użytkownika, mikrokontroler, układ zasilania elektrycznego wraz z regulatorem, układ sterowania, czujnik ugięcia, zawór i układ pneumatyczny według wynalazku charakteryzuje się tym, że system mocowania ręki i przedramienia stanowi szyna stabilizująca zawierająca część nieruchomą i część ruchomą, które połączone są zawiasem, umożliwiającym ruch części ruchomej szyny stabilizującej, przy czym część ruchoma szyny stabilizującej zawiera wkładkę oraz system stabilizujący dłoń w postaci wiązań dociągowych, a część nieruchoma szyny stabilizującej zawiera system stabilizujący przedramię w postaci wiązań dociągowych, ponadto nieruchoma część szyny jest trwale przymocowana do powierzchni zewnętrznej górnej ścianki obudowy

urządzenia. Aktuator stanowi elastyczna membrana usytuowana pomiędzy dolną powierzchnią ruchomej części szyny stabilizującej i powierzchnią zewnętrzną górnej ścianki obudowy urządzenia. Natomiast jeden koniec czujnika ugięcia zamocowany jest przesuwnie w kieszeni, usytuowanej w dolnej powierzchni ruchomej części szyny stabilizującej, a drugi koniec trwale zamocowany jest do wewnętrznej powierzchni górnej ścianki obudowy, przy czym czujnik ugięcia zamocowany jest w taki sposób, że pozwala na pomiar kąta pomiędzy dolną powierzchnią ruchomej części szyny stabilizującej a wewnętrzną powierzchnią ścianki obudowy. Ponadto układ pneumatyczny stanowi membrana, trójnik pneumatyczny, źródło zasilania sprężonym powietrzem i zawór zwrotny, przy czym jeden koniec szyi membrany usytuowany jest w otworze obudowy urządzenia, centralnie usytuowanym pod zawiasem, środkowa część szyi membrany usytuowana jest wewnątrz prowadnicy szyi membrany, a drugi koniec szyi membrany połączony jest z trójnikiem pneumatycznym za pomocą przyłącza membrany o średnicy umożliwiającej połączenie z szyją membrany, zaś zawór zwrotny połączony jest z przyłączem zaworu zwrotnego umożliwiając swobodny odpływ powietrza z membrany, ponadto źródło zasilania sprężonym powietrzem o wydajności przepływu 12–13 l/min i maksymalnym ciśnieniu 110 kPa połączone jest z przyłączem pompy pneumatycznej.

Korzystnie membrana ma postać balonu.

Korzystnie przycisk zasilania, ekran, dioda, przyciski sterujące usytuowane są na zewnętrznej powierzchni jednej z bocznych ścianek obudowy urządzenia lub są osobno dołączone do obudowy urządzenia.

Równie korzystnie źródło zasilania sprężonym powietrzem ma postać pompki elektrycznej oraz akumulatora.

Celowym jest, gdy wkładka wykonana jest z materiału o niskim współczynniku tarcia lub materiału posiadającego teksturę o właściwościach terapeutycznych.

Korzystnie urządzenie zawiera czujnik ciśnienia.

Zaletą rozwiązania jest to, że wynalazek posiada prostszą konstrukcję w stosunku do urządzeń obecnie stosowanych. Ponadto, system mocowania ręki i przedramienia oraz aktuator może być wykonany z materiałów niskowytrzymałych (np. kartonu i materiałów lateksowych o małej grubości). Korzystnym skutkiem rozwiązania jest niski koszt wytworzenia. Aktuator i system mocowania może być zatem jednorazowy, co zwiększa jego higieniczność tak ważną w warunkach szpitalnych. Wynalazek zawiera szynę stabilizującą dłoń pacjenta. Szyna zapewnia poprawne ułożenie dłoni, jednocześnie umożliwiając ruch wzdłużny dłoni, a także dostosowuje jej położenie względem urządzenia w trakcie rehabilitacji bez konieczności kalibracji do wielkości dłoni pacjenta.

Wykorzystanie czujnika ugięcia oraz pompy o stałym przepływie oraz podatność urządzenia wynikająca z jego konstrukcji zapewnia poziom bezpieczeństwa wymagany w kontakcie z ciałem ludzkim i pozwala na uniknięcie dodatkowych czujników siły/momentu do zapewnienia bezpieczeństwa.

Przedmiot wynalazku przedstawiono w przykładzie wykonania na rysunku, na którym Fig. 1 przedstawia urządzenie w widoku perspektywicznym, Fig. 2 urządzenie w widoku perspektywicznym z uwzględnieniem położenia membrany i czujnika ugięcia, Fig. 3 wnętrze obudowy urządzenia w widoku perspektywicznym, Fig. 4 trójnik pneumatyczny w rzucie bocznym oraz trójnik pneumatyczny w widoku perspektywicznym, Fig. 5 urządzenie przy nienapełnionej membranie oraz urządzenie przy napełnionej membranie, Fig. 6 algorytm działania urządzenia, Fig. 7 tabela skonstruowanej w procesie kalibracji wartości sił działających na ścianki urządzenia w zależności od kąta pomiędzy zewnętrzną górną ścianką obudowy a dolną powierzchnią ruchomej części szyny stabilizującej.

Przykład 1

Pneumatyczne urządzenie do ćwiczenia biernego wyprostu w stawie nadgarstkowym zawiera systemy mocowania ręki i przedramienia, aktuator, interfejs użytkownika, mikrokontroler, układ zasilania elektrycznego wraz z regulatorem, układ sterowania, czujnik ugięcia i zawór zwrotny oraz układ pneumatyczny. System mocowania ręki i przedramienia stanowi szyna stabilizująca zawierająca część nieruchomą 1 i część ruchomą 3, które połączone są zawiasem 12, umożliwiającym ruch części ruchomej szyny stabilizującej 3 podtrzymującej dłoń. Część ruchoma szyny stabilizującej 3 zawiera wkładkę 4 w postaci cienkiej folii oraz system stabilizujący dłoń 13 w postaci wiązań dociągowych wykonanych z elastycznej taśmy, stabilizujących położenie dłoni podczas rehabilitacji. Część nieruchoma szyny stabilizującej 1 zawiera system stabilizujący przedramię 2 w postaci wiązań dociągowych wykonanych z elastycznej taśmy, dzięki którym przedramię jest nieruchome w trakcie ćwiczeń. Nieruchoma część szyny 1 jest trwale przymocowana do powierzchni zewnętrznej górnej ścianki obudowy urządzenia 5.

Aktuator stanowi elastyczna membrana 11 w postaci balonu usytuowana pomiędzy dolną częścią ruchomej części szyny stabilizującej 3 i powierzchnią zewnętrzną górnej ścianki obudowy urządzenia 5. Przy pompowaniu membrana w postaci balonu nie przemieszcza się tylko oddziałuje siłą rozwierając ruchomą część szyny 3 i górną ściankę obudowy 5.

Kąt odwodzenia nadgarstka monitorowany jest poprzez wskazania czujnika ugięcia 16. Jeden koniec czujnika ugięcia 16 zamocowany jest przesuwnie w kieszeni 14, usytuowanej w dolnej części ruchomej części szyny stabilizującej 3, umożliwiając ruch czujnika ugięcia 16 wzdłuż kieszeni w czasie ugięcia, bez jego zerwania i uszkodzenia, zaś drugi koniec czujnika ugięcia 16 jest trwale zamocowany do wewnętrznej powierzchni górnej ścianki obudowy 5. Czujnik w takiej konfiguracji pozwala na pomiar kąta pomiędzy dolną powierzchnią ruchomej części szyny stabilizującej a wewnętrzną powierzchnią ścianki obudowy.

Ponadto układ pneumatyczny stanowi membrana 11, trójnik pneumatyczny 24, źródło zasilania sprężonym powietrzem 21 i zawór zwrotny 19, przy czym jeden koniec szyi membrany usytuowany jest w otworze obudowy urządzenia 15, centralnie usytuowanym pod zawiasem 12. Środkowa część szyi membrany usytuowana jest wewnątrz prowadnicy 17, a drugi koniec szyi membrany 18 połączony jest z trójnikiem pneumatycznym 24 za pomocą przyłącza trójnika membrany 24c o średnicy umożliwiającej połączenie z szyją membrany. Zawór zwrotny 19 połączony jest z przyłączem zaworu zwrotnego 24a umożliwiając swobodny odpływ powietrza z membrany w postaci balonu do atmosfery 11. Ponadto źródło zasilania sprężonym powietrzem 21, połączone z przyłączem trójnika pompy pneumatycznej 24b, stanowi instalacja zewnętrzna o wydajności przepływu 12 l/min i maksymalnym ciśnieniu 110 kPa.

Urządzenie wyposażone jest w mikrokontroler sterujący 22, sterowniki silnika i elektrozaworu, układy kontroli napięcia 23, akumulator 20 lub przyłącze do zewnętrznego zasilania 10. Przycisk zasilania 9, ekran OLED 8, dioda 7, przyciski sterujące 6 umieszczone są na zewnętrznej powierzchni jednej z bocznych ścianek obudowy urządzenia.

Rozwiązanie według wynalazku rozpoczyna pracę przy ustawieniu pozycji zerowej urządzenia (przy nienapełnionej membranie 11), przy czym zapisywana jest wartość rezystancji na czujniku ugięcia 16. Następnie ustawia się górną pozycję ugięcia stawu poprzez bezpośrednie ustawienie dłoni wraz z ruchomą częścią szyny stabilizującej 3 w pozycji zadanej. Następuje zapamiętanie pozycji co związane jest z zapamiętaniem rezystancji czujnika ugięcia 16 w pozycji górnej. Następnie urządzenie samoistnie poprzez zaprogramowaną długość czasu pompuje membranę 11 w postaci balonu tak, aby dłoń znalazła się w pozycji górnej lub w zależności co będzie pierwsze do osiągnięcia określonego czasu pompowania. Kolejno następuje przełączenie urządzenia na wypuszczanie powietrza poprzez zawór zwrotny 19, także do osiągnięcia pozycji dolnej lub do osiągnięcia określonego czasu.

Zastosowanie jako aktuatora elastycznej membrany 11 w postaci balonu powoduje, że urządzenie oddziałuje na dłoń w bezpieczny sposób. Membrana 11 jest zaklinowana pomiędzy dolną powierzchnią ruchomej części szyny stabilizującej 3 i powierzchnią zewnętrzną górnej ścianki obudowy urządzenia 5 pod wpływem wpuszczania powietrza zwiększa swoją objętość. Przy kontakcie membrany 11 z dolną powierzchnią ruchomej części szyny stabilizującej 3 i powierzchnią zewnętrzną górnej ścianki obudowy urządzenia 5, na dolną powierzchnię ruchomej części szyny stabilizującej 3 zaczyna działać siła proporcjonalna do ciśnienia panującego wewnątrz membrany 11. Tym samym nadgarstek mobilizowany jest do ruchu odwodzającego. W przypadku gdy dłoń nie jest w stanie poruszać się dalej (np. dłoń będąca sztywna od spastyczności) siła urządzenia nie przyrasta przy pompowaniu płynu, jak w przypadku sztywnych cylindrów pneumatycznych. Membrana 11 może nadal rozszerzać się na boki, gdyż przyrost ciśnienia jest mniej gwałtowny i możliwy do zmiany poprzez dobranie materiału (elastyczności) membrany.

Podczas działania urządzenia dłoń przesuwa się po górnej powierzchni ruchomej części szyny stabilizującej. Pomiędzy dłonią użytkownika, a górną powierzchnią ruchomej części szyny stabilizującej znajduje się wkładka 4, wykonana z materiału o niskim współczynniku tarcia – cienkiej folii, umożliwiającej beztarciowe poruszanie się wewnętrznej powierzchni dłoni po górnej powierzchni ruchomej części szyny stabilizującej 3 tak, aby dłoń użytkownika nie była drażniona. Alternatywną wersją jest umieszczenie wkładki 4 z tworzywa sztucznego posiadającego teksturę w postaci wypustek stymulujących sensorycznie dłoń.

Kontrola pracy urządzenia polega na ustawieniu pozycji dolnej ruchomej części szyny stabilizującej 3 poprzez wypuszczenie powietrza z membrany 11 za pomocą otwarcia zaworu zwrotnego 19. Po wyświetleniu na ekranie 8 informacji o ustawieniu w pozycji dolnej i naciśnięciu przycisku sterującego

6, następuje zapisanie pozycji dolnej z czujnika ugięcia 16. Następnie na ekranie 8 pojawia się informacja o konieczności ustawienia ręki w pozycji górnej, a zapisanie pozycji górnej czujnika ugięcia 16 następuje po ponownym naciśnięciu przycisku sterującego 6. Program pracy urządzenia polega na pompowaniu powietrza ze źródła zasilania sprężonym powietrzem 21 aż do osiągnięcia zapisanej pozycji górnej. Po osiągnięciu pozycji górnej następuje odcięcie dopływu sprężonego powietrza poprzez wyłączenie źródła zasilania sprężonym powietrzem 21 oraz otwarcie zaworu zwrotnego 19 do czasu dojścia do zapisanej pozycji dolnej. Następnie powtórzenie cyklu aż do zakończenia programu.

Sposób kontroli bezpieczeństwa urządzenia wymaga określenia kąta ugięcia pomiędzy zewnętrzną powierzchnią ścianki górnej obudowy 5 a powierzchnią dolną ruchomej części szyny stabilizującej 3. Kąt mierzony jest za pomocą czujnika ugięcia 16 podczas jednego cyklu pracy źródła zasilania sprężonym powietrzem 21 w postaci pompy pneumatycznej o stałym przepływie. W urządzeniu według wynalazku wykorzystywane są przybliżone wartości siły zapisane w tabeli skonstruowanej w procesie kalibracji dla kątów L pomiędzy 0–90 stopni. Kalibracja przeprowadzana jest poprzez załączenie źródła zasilania sprężonym powietrzem 21, a następnie ustawienie ruchomej części szyny stabilizującej 3 pod kątem L i unieruchomienie jej. Po uruchomieniu źródła zasilania sprężonym powietrzem 21, maksymalna siła oddziałująca na zewnętrzną powierzchnię ścianki górnej obudowy urządzenia 5 lub powierzchnię dolną ruchomej części szyny stabilizującej 3 mierzona jest za pomocą zewnętrznego czujnika siły. Zarejestrowanie długości czasu pracy źródła zasilania sprężonym powietrzem 21 Kn przy osiągnięciu maksymalnej siły Sn pozwalają na utworzenie tabeli dla różnych wartości sił maksymalnych.

W czasie pracy urządzenia mierzony jest ciągły czas pracy źródła zasilania sprężonym powietrzem 21 oraz kąt ugięcia w trakcie jednego cyklu pracy. Tabela stosowana jest poprzez porównanie interpolowanej wartości maksymalnego czasu pompowania do aktualnego czasu pompowania i jeśli czas pompowania jest większy niż maksymalny dla określonego kąta ugięcia i siły maksymalnej, następuje przerwanie dalszego pompowania i wypuszczenie powietrza poprzez zawór 19 odprowadzający powietrze do atmosfery.

Przykład 2

Urządzenie zbudowane jest jak opisano w przykładzie 1, z tym, że źródło zasilania sprężonym powietrzem 21 ma postać pompki elektrycznej o wydajności przepływu 13 l/min oraz maksymalnym ciśnieniu 110 kPa. Ponadto, że przycisk zasilania 9, ekran 8, dioda 7, przyciski sterujące 6 są osobno dołączone do obudowy urządzenia.

Wykaz pozycji:

- 1 – nieruchoma część szyny stabilizującej;
- 2 – system stabilizujący przedramię;
- 3 – ruchoma część szyny stabilizującej;
- 4 – wkładka;
- 5 – obudowa urządzenia;
- 6 – przycisk sterujący;
- 7 – dioda;
- 8 – ekran;
- 9 – przycisk zasilania;
- 10 – zewnętrzne zasilanie;
- 11 – membrana;
- 12 – zawias;
- 13 – system stabilizujący dłoń;
- 14 – kieszeń;
- 15 – otwór w obudowie urządzenia;
- 16 – czujnik ugięcia;
- 17 – prowadnica szyi membrany;
- 18 – koniec szyi membrany;
- 19 – zawór zwrotny;
- 20 – akumulator;
- 21 – źródło zasilania sprężonym powietrzem;
- 22 – mikrokontroler;
- 23 – układy kontroli napięcia;

- 24 – trójnik pneumatyczny;
- 24a – przyłącze zawory zwrotnego;
- 24b – przyłącze pompy pneumatycznej;
- 24c – przyłącze membrany.

Zastrzeżenia patentowe

1. Pneumatyczne urządzenie do ćwiczenia biernego wyprostów w stawie nadgarstkowym zawierające system mocowania ręki i przedramienia, aktuator, interfejs użytkownika, mikrokontroler, układ zasilania elektrycznego wraz z regulatorem, układ sterowania, czujnik ugięcia, zawór i układ pneumatyczny, **znamiennie tym**, że system mocowania ręki i przedramienia stanowi szyna stabilizująca zawierająca część nieruchomą (1) i część ruchomą (3), które połączone są zawiasem (12), umożliwiającym ruch części ruchomej szyny stabilizującej (3), przy czym część ruchoma szyny stabilizującej (3) zawiera wkładkę (4) oraz system stabilizujący dłoń (13) w postaci wiązań dociągowych, a część nieruchoma szyny stabilizującej (1) zawiera system stabilizujący przedramię (2) w postaci wiązań dociągowych, ponadto nieruchoma część szyny (1) jest trwale przymocowana do powierzchni zewnętrznej górnej ścianki obudowy urządzenia (5), zaś aktuator stanowi elastyczna membrana (11) usytuowana pomiędzy dolną powierzchnią ruchomej części szyny stabilizującej (3) i powierzchnią zewnętrzną górnej ścianki obudowy urządzenia (5), natomiast jeden koniec czujnika ugięcia (16) zamocowany jest przesuwnie w kieszeni (14), usytuowanej w dolnej powierzchni ruchomej części szyny stabilizującej (3), a drugi koniec trwale zamocowany jest do wewnętrznej powierzchni górnej ścianki obudowy (5), ponadto układ pneumatyczny stanowi membrana (11), trójnik pneumatyczny (24), źródło zasilania sprężonym powietrzem (21) i zawór zwrotny (19), przy czym jeden koniec szyi membrany usytuowany jest w otworze obudowy urządzenia (15), centralnie usytuowanym pod zawiasem (12), środkowa część szyi membrany usytuowana jest wewnątrz prowadnicy szyi membrany (17), a drugi koniec szyi membrany (18) połączony jest z trójnikiem pneumatycznym (24) za pomocą przyłącza membrany (24c) o średnicy umożliwiającej połączenie z szyją membrany, zaś zawór zwrotny (19) połączony jest z przyłączem zaworu zwrotnego (24a) umożliwiając swobodny odpływ powietrza z membrany (11), ponadto źródło zasilania sprężonym powietrzem (21), o wydajności przepływu 12–13 l/min i maksymalnym ciśnieniu 110 kPa, połączone jest z przyłączem pompy pneumatycznej (24b).
2. Urządzenie według zastr. 1, **znamiennie tym**, że membrana (11) ma postać balonu.
3. Urządzenie według zastr. 1, **znamiennie tym**, że przycisk zasilania (9), ekran (8), dioda (7), przyciski sterujące (6) usytuowane są na zewnętrznej powierzchni jednej z bocznych ścianek obudowy urządzenia lub są osobno dołączone do obudowy urządzenia.
4. Urządzenie według zastr. 1, **znamiennie tym**, że źródło zasilania sprężonym powietrzem (21) ma postać pompki elektrycznej oraz akumulatora (20).
5. Urządzenie według zastr. 1, **znamiennie tym**, że wkładka (4) wykonana jest z materiału o niskim współczynniku tarcia lub materiału posiadającego teksturę o właściwościach terapeutycznych.
6. Urządzenie według zastr. 1, **znamiennie tym**, że zawiera czujnik ciśnienia.

Rysunki

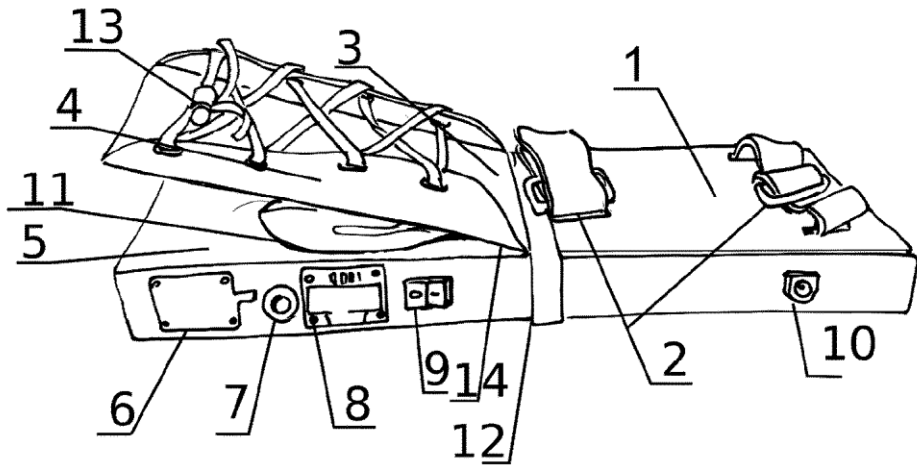


Fig. 1

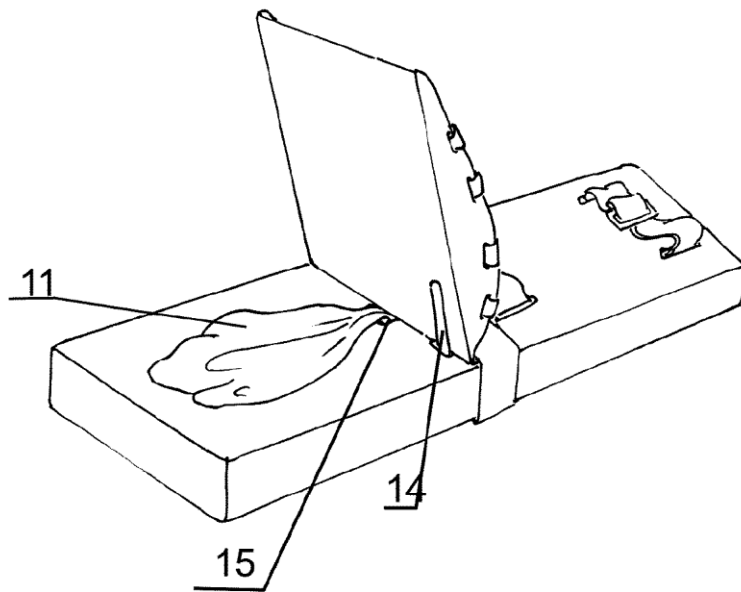


Fig. 2

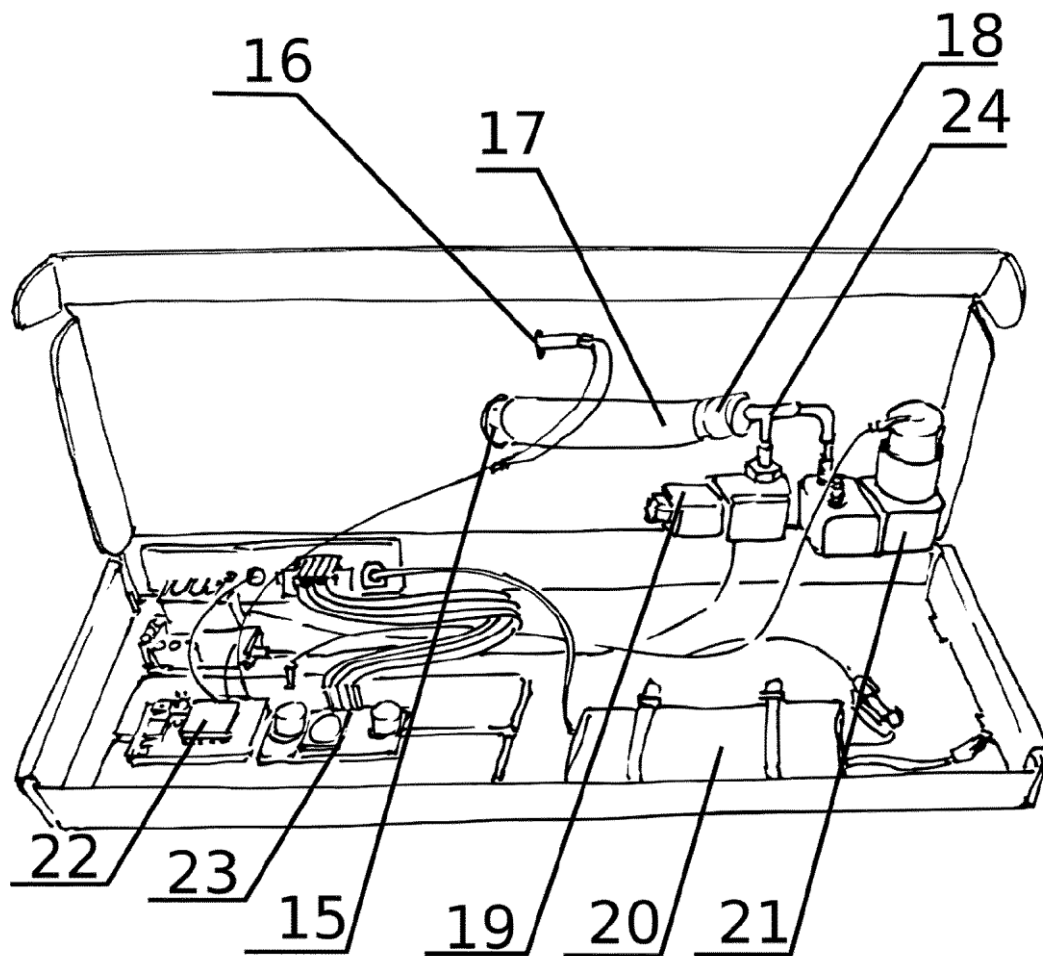


Fig. 3

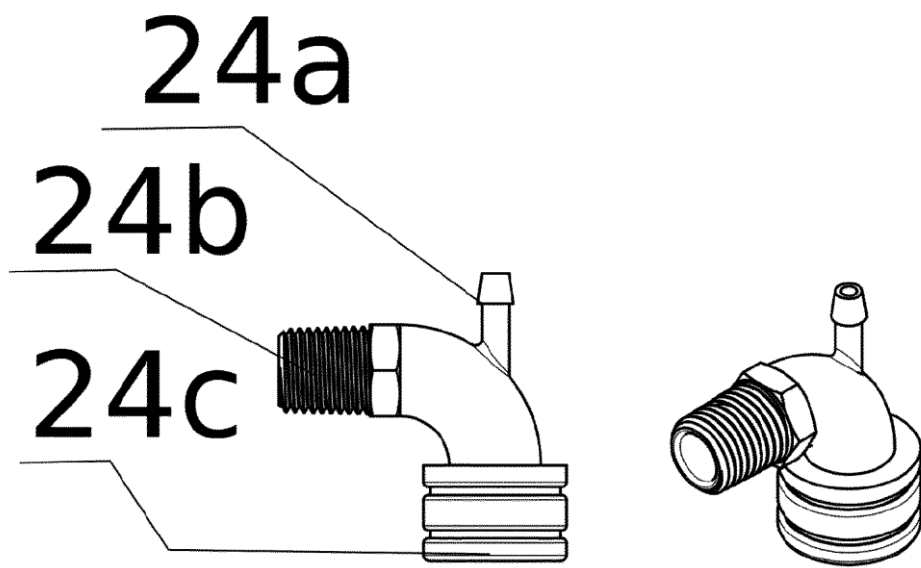


Fig. 4

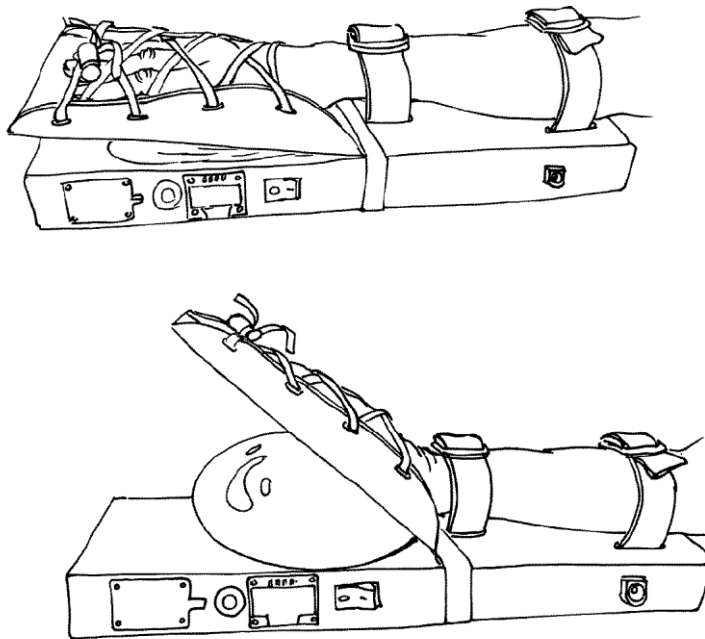


Fig. 5

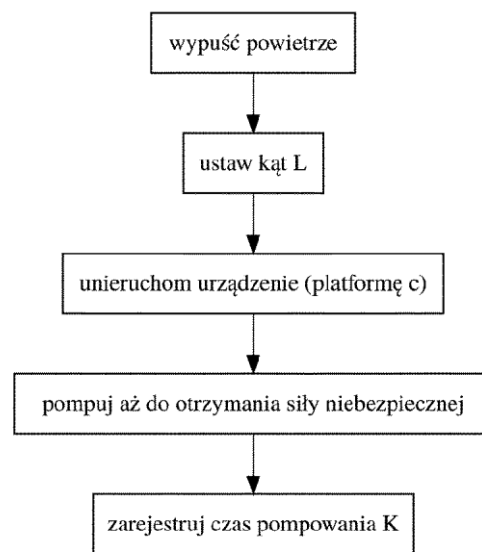


Fig. 6

kat	sila S_1	...	sila S_N
L_1	czas K_{11}		czas K_{1N}
...
L_M	czas K_{M1}		czas K_{MN}

Fig. 7