

(12)

PATENT

(21) Številka prijave: **202000112**

(51) Int. Cl. (2018.01)

(22) Datum prijave: **19.06.2020**

A61F 5/00

(45) Datum objave: **31.12.2021**

(72) Izumitelj: **Wolf Matej, 4000 Kranj, SI**

(73) Imetnik: **Wolf Matej,
Tavčarjeva ulica 13, 4000 Kranj, SI**

(74) Zastopnik: **PATENTNI BIRO AF d.o.o., Kotnikova ulica 32, p.p. 2706, 1001 Ljubljana, SI**

(54) **MEDICINSKI PRIPOMOČEK ZA NADOMESTITEV IZGUBLJENE ALI OSLABLJENE MIŠIČNE FUNKCIJE, KI OMOGOČA FLEKSIJO ALI EKSTENZIJO UDA V SKLEPU**

(57) Pričujoči izum je na področju medicine in medicinskih pripomočkov uvrščen na področje ortopedskih naprav za nekirurško obravnavo kosti in sklepov. Izum se nanaša na medicinski pripomoček za nadomestitev izgubljene ali oslabljene mišične funkcije, ki omogoča fleksijo ali ekstenzijo uda v sklepu. Bistvo medicinskega pripomočka po izumu je v tem, da za nadomestitev izgubljene ali oslabljene mišične funkcije, ki omogoča fleksijo ali ekstenzijo uda v sklepu, uporablja torzijsko vzmet, ki je ustrezno prednapeta, tako da: - v primeru

manjkajoče aktivnosti aktivne mišice (agonist) za upogib (fleksijo), izteg uda povzroči napetost torzijske vzmeti, v kateri se shrani energija, ki ob sprostitvi antagonist avtomatsko upogne sklep in s tem nadomesti funkcijo agonista; ali - v primeru manjkajoče aktivnosti antagonist za izteg (ekstenzijo) uda, upogib uda povzroči napetost torzijske vzmeti, v kateri se shrani energija, ki ob sprostitvi agonista avtomatsko iztegne ud in s tem nadomesti funkcijo antagonist.

Medicinski pripomoček za nadomestitev izgubljene ali oslabiljene mišične funkcije, ki omogoča fleksijo ali ekstenzijo uda v sklepu

Področje tehnike

Pričujoči izum je na področju medicine in medicinskih pripomočkov uvrščen na področje ortopedskih naprav za nekirurško obravnavo kosti in sklepov. Izum se nanaša na medicinski pripomoček za nadomestitev izgubljene ali oslabiljene mišične funkcije, ki omogoča fleksijo ali ekstenzijo uda v sklepu.

Ozadje izuma in tehnični problem

V anatomiji je gibanje oziroma postopek gibanja izraz, ki vključuje gibanje organov, sklepov, udov in določenih delov telesa. Terminologija gibanja je odvisna od smeri glede na anatomsko pozicijo sklepov. V splošnem sta fleksija in ekstenzija primera kotnega gibanja, pri katerem se dve osi sklepa približata (fleksija oziroma upogibanje) ali oddaljita (ekstenzija oziroma iztegovanje), s čemer se spreminja kot med dvema deloma telesa. Rotacijsko gibanje se na primer dogaja v ramenskem sklepu, in je lahko notranje ali zunanje. Gibanje telesa omogoča mišično tkivo človeškega telesa, ki se v splošnem deli na skeletne mišice, gladke mišice in srčno mišico, pri čemer so skeletne mišice tiste, ki so preko tetiv pritrjene na kosti, in omogočajo gibanje kosti ter posledično delov telesa. Hkrati skeletne mišice zagotavljajo pokončno držo.

Mišice so pogosto v paru, in sicer je ena antagonist, druga pa agonist, pri čemer agonisti povzročajo gibanje, antagonist pa ga omejujejo. Agonist je mišica, ki se v opazovanem gibu krči (krajša), antagonist je mišica, ki se v opazovanem gibu sprošča (daljša) in izvaja obraten gib agonista. Primer antagonističnega para sta biceps in triceps. Dvoglava nadlaktna mišica ali biceps leži na sprednji strani nadlakta, oživčuje pa jo muskulokutani živec (C5 in C6). Je t.i. fleksor komolčnega

sklepa in po moči glavni supinator podlakta. Troglava nadlaktna mišica ali triceps pa je mišica nadlakti sestavljena iz treh glav in skrbi za ekstenzijo komolčnega sklepa. Oživčuje jo radialni živec (C7 do C8). Za upogib oziroma fleksijo roke se torej triceps sprosti, medtem ko se biceps skrči, da dvigne podlaht.

V kolikor pa je kateri izmed živcev ali delov mišice poškodovan, se funkcija mišice izgubi, zaradi česar oseba ni zmožna samostojno skrčiti ali iztegniti uda, v primeru bicepsa in tricepsa roke v komolcu. To pomeni omejeno gibljivost in sposobnost izvajanja povsem vsakdanjih gibov. Ker je funkcija mišice izgubljena, je posledično z običajnimi fizioterapevtskimi napravami ni možno okrepiti. Tehnični problem, ki ga pričujoči izum rešuje, je torej zasnovati medicinski pripomoček za nadomestitev izgubljene mišične funkcije, ki omogoča fleksijo ali ekstenzijo uda v sklepu, pri čemer mora biti pripomoček prilagojen za izvedbo giba, ki ga oseba ni možna izvesti samostojno z uporabo mišic. Pripomoček mora biti čim bolj enostaven za namestitev in uporabo, pri čemer mora omogočati zanesljivo krčenje ali iztegovanje uda, na primer roke v komolcu.

Stanje tehnike

Na področju medicine, kineziologije in fizioterapije je poznanih kar nekaj pripomočkov, ki so namenjeni izboljšanju stanja mišic in njihovih funkcij pri upogibanju in iztegovanju udov, vendar pa so le-ti v celoti prilagojeni za izboljšanje moči v mišicah ali povrnitev njihove funkcije po daljši imobilizaciji zaradi zdravljenja poškodbe. Takšni pripomočki so neprimerni za osebe s poškodovanimi živci, ki oživčujejo mišice, saj ne morejo nadomestiti izgubljene funkcije mišice. Primeri omenjenih pripomočkov so dostopni na strani proizvajalca Dynasplint, opisani pa so tudi v patentnih prijavah US 4485808, US 4508111, US 4538600 in US4947835.

Dokument US 4370977 opisuje izboljšano opornico za koleno in komolec. Opornica za koleno vključuje pritrdilne manšete za stegno in meča, identične stranske člene s tečajem, ki omogoča vnaprej določeno stopnjo gibanja v kolenu. Torzijska vzmet se lahko uporabi za inhibicijo štiriglave stegenske mišice ali za nastavljanje napetosti pri

rehabilitacijskih vajah. Torzijska vzmet se lahko opremi s posebnim vijakom, s katerim se imobilizira koleno in fleksija ter ekstenzija nista možni. Tudi opisana opornica za komolec deluje na podoben način kot zgoraj opisana kolenska opornica, pri čemer tečaj omogoča gibanje v komolcu in vzmet inhibira biceps ali zagotavlja želeno napetost pri vajah za rehabilitacijo. Opisana vzmet ne omogoča nadomestitev mišične funkcije, na primer, ne more sama po sebi upogniti ali iztegniti komolec pacienta.

Patentna prijava JP2008272312 opisuje opornico za koleno, ki pomaga izboljšati moč noge. Vključuje podporo za zgornji del noge, podporo za spodnji del noge, par torzijskih vzmeti za povezavo obeh podpor, ter ustrezne pritrdilne manšete. Ko se koleno upogne in se teža prenese na podporo za zgornji del noge, se elastična energija shrani v torzijskih vzmeteh in se vrne preko zadnjega dela za podporo stegna ter zadnjega dela za podporo meč. Posledično se med tekom ali podobno aktivnostjo elastična energija uporablja za potisk stegna od zadaj, kar izboljšuje moč mišice.

Patentna prijava JP2009279130 je edini izmed naštetih dokumentov, ki se nanaša na pomoč pri upogibanju in iztegovanju uda v komolcu, kolenu ali zapestju, pri čemer se za premik uporablja zračni cilindar nameščen na podpori za zgornjo kost nad sklepom ter na podpori za spodnjo kost pod sklepom. Ta rešitev je po svoji zasnovi drugačna od pričujočega izuma.

Opis rešitve tehničnega problema

Bistvo medicinskega pripomočka po izumu je v tem, da za nadomestitev izgubljene ali oslabljenе mišične funkcije, ki omogoča fleksijo ali ekstenzijo uda v sklepu, uporablja torzijsko vzmet, ki je ustrezno oblikovana in/ali prednapeta, tako da:

- v primeru manjkajoče aktivnosti aktivne mišice (agonist) za upogib (fleksijo), izteg uda povzroči napetost torzijske vzmeti, v kateri se shrani energija, ki ob sprostitvi antagonista avtomatsko upogne sklep in s tem nadomesti funkcijo agonista; ali

- v primeru manjkajoče aktivnosti antagonista za izteg (ekstenzijo) uda, upogib uda povzroči napetost torzijske vzmeti, v kateri se shrani energija, ki ob sprostitvi agonista avtomatsko iztegne ud in s tem nadomesti funkcijo antagonista.

V primeru pripomočka za upogib je torzijska vzmet oblikovana tako, da sta izhajajoča kraka vzmeti obrnjena v isto smer ali pa je med njima približno pravi kot ali kot do okoli 135° . V primeru pripomočka za izteg je torzijska vzmet oblikovana tako, da sta izhajajoča kraka v nasprotnih smereh in praktično vodoravna (oziroma v isti osi).

Medicinski pripomoček je lahko prilagojen za komolec, koleno, zapestje ali katerikoli drug sklep, ki za svoje gibanje potrebuje delujoč antagonistični par mišic.

Prednostno je medicinski pripomoček oblikovan kot opornica za komolec, ki ima vsaj:

- zgornjo manšeto za pritrditev na nadlaht,
- spodnjo manšeto za pritrditev na podlaht,
- torzijsko vzmet, ki povezuje:
 - vsaj eno spodnjo podporno palico na drugi strani pritrjeno v zgornjo manšeto, in
 - vsaj eno zgornjo podporno palico na drugi strani pritrjeno v spodnjo manšeto,

pri čemer je en krak torzijske vzmeti pritrjen na zgornjo podporno palico, drugi krak torzijske vzmeti pa na spodnjo podporno palico.

Torzijska vzmet je lahko narejena iz kateregakoli primerne materiala, prednostno iz nerjaveče žice za vzmeti, pri čemer je njena R_{mr} 5 Nmm/° ali več. Omenjena konstanta pomeni, kakšen navor je potreben, da se vzmet upogne oziroma premakne za eno stopinjo. Prednostno je R_{mr} višja od 10 Nmm/° , da lahko izvede povratni gib pri odrasli osebi. V odvisnosti od izbrane moči vzmeti se lahko pripomoček po izumu prilagodi glede na potrebe in fizične značilnosti uporabnika, pri čemer imajo otroci in tisti z nižjo težo ali močjo mišic vzmeti z nižjo R_{mr} konstanto, odrasli in močnejši pa vzmeti z višjo konstanto R_{mr} .

Torzijska vzmet se aktivira z iztegom ali upogibom roke, tako da se v njej shrani energija, ki omogoča povratni gib roke. Mišična funkcija, katere delovanje se nadomešča s pripomočkom, se definira z izbiro oblike torzijske vzmeti kot je opisano

zgoraj. Torzijski vzmeti sta lahko dve, po ena na vsaki strani komolca, pri čemer sta posledično tudi podporni palici ob nadlahti in podlahti dve (leva in desna)

Dodatno ima lahko pripomoček dve vzmeti, vsako na eni strani komolca, lahko pa je po izbiri opremljena tudi s primernim omejevalcem gibanja, ki prepreči izteg ali upogib v vnaprej določenih kotih. Vzmet ima lahko tudi zaklep, ki omogoča aktivacijo ali deaktivacijo delovanja vzmeti. Zaklep je lahko zasnovan na katerikoli primeren način, nekatere možne in prednostne izvedbe pa so opisane spodaj.

V prvi izvedbi zaklepa je lahko spodnji krak vzmeti, ki se poveže na spodnjo podporno palico, z le-to povezan na fleksibilen način preko zapornega elementa, ki ga trdno poveže na podporno palico ali pa ravno toliko odmakne od nje, da je vzmet ne potegne s seboj navzgor, zaradi česar se roka ne upogne. Element se lahko kontrolira preko nekega sprožilca/gumba in bodisi pritisne na element, da se povezava ohrani ali pa da krak vzmet sprosti ter posledično odmakne od podporne palice.

V drugi izvedbi zaklepa je lahko namesto zapornega elementa uporabljen par močnih magnetov, pri čemer je en nameščen na kraku vzmeti, drugi pa na spodnji podporni palici. Z gumbom na zunanosti pripomočka se lahko premakne distančnik oblikovan kot podolgovat element z naraščajočo višino, ki se s svojim višjim delom lahko vrine med oba magneta, s čemer prekine povezavo med vzmetjo in spodnjo podporno palico. Ob vzpostavljeni povezavi med vzmetjo in spodnjo podporno palico je distančnik samo s svojim nizkim (ploščatim) delom med magnetoma, kar ne vpliva na njuno medsebojno privlačnost.

Manšete so lahko poljubnega tipa, njihova pritrditev pa je lahko izvedena s pomočjo trakov z zankami in kaveljčki, s pomočjo gumbov ali katerihkoli drugih načinov za namestitve medicinskih pripomočkov na del telesa pacienta. Manšet za pritrditev je lahko tudi več. Prednostno se pripomoček razteza tudi preko ramenskega sklepa, pri čemer je na področju ramena oblikovan na katerikoli primeren način za ramenske opornice ali druge pripomočke, saj je tako izboljšana stabilnost roke.

Podporne palice so lahko enodelne ali pa teleskopske, da se lahko pripomoček prilagaja rokam različnih dolžin. Prednostno so narejene iz plastike, aluminija, fiberglasa, karbonskih vlaken ali katerihkoli drugih primernih materialov za stik s kožo, z torzijsko vzmetjo pa se pritrdijo s pomočjo razdružljive zveze, kot je pritrditev s pomočjo posebno oblikovanega pritrdilnega elementa kot je opisan zgoraj za variante z zaklepom ali s pomočjo varjenja ali katerekoli druge nerazdružljive zveze, če pripomoček nima zaklepa in se delovanja vzmeti ne more prekiniti. Vzmet je lahko pritrjena tudi s pomočjo vijaka z matico, pri čemer ima vijak luknjo, skozi katero se napelje krak vzmeti. Podporne palice imajo lahko katerikoli obliko prereza (lahko so okrogle ali ploščate), pri čemer se vstavijo v ustrezna vpetja ali žepe v pritrdilnih manšetah pripomočka po izumu.

Opisana rešitev za komolec je uporabna tudi za izvedbo medicinskega pripomočka za upogib ali izteg noge v kolenu ali tudi gležnju, pri čemer ima pripomoček oblikovan kot opornica za koleno vsaj:

- zgornjo manšeto za pritrditev na stegno,
- spodnjo manšeto za pritrditev na meča,
- torzijsko vzmet, ki povezuje:
 - zgornjo podporno palico na drugi strani pritrjeno v zgornjo manšeto, in
 - spodnjo podporno palico na drugi strani pritrjeno v spodnjo manšeto,
 pri čemer je en krak torzijske vzmeti pritrjen na zgornjo podporno palico, drugi krak torzijske vzmeti pa na spodnjo podporno palico.

Torzijska vzmet je lahko narejena iz kateregakoli primerne materiala, prednostno iz nerjaveče žice za vzmeti, R_{mr} pa je vsaj 15 Nmm/° , da lahko izvede povratni gib. Torzijski vzmeti sta lahko tudi dve, na vsaki strani kolena po ena.

Torzijska vzmet se aktivira z iztegom ali upogibom noge, tako da se v njej shrani energija, ki omogoča povratni gib noge. V primeru pripomočka za upogib je torzijska vzmet oblikovana tako, da sta izhajajoča kraka vzmeti obrnjena v isto smer ali pa je med njima približno pravi kot ali kot do okoli 135° . V primeru pripomočka za izteg je torzijska vzmet oblikovana tako, da sta izhajajoča kraka v nasprotnih smereh in praktično vodoravna (oziroma v isti osi).

Uporaba medicinskega pripomočka po izumu je primerna za osebe, ki so zaradi bolezni ali poškodbe izgubile funkcijo ene izmed mišic v antagonističnem paru, na primer:

- Izgube funkcije bicepsa zaradi poškodbe živca C5 in/ali C6,
- Izgube funkcije tricepsa zaradi poškodbe živca C7 in/ali C8,
- Izgube funkcije ene izmed mišic v kateremkoli antagonističnem paru.

Ob uporabi pripomočka po izumu v primeru poškodbe živca C5 in/ali C6 se tako ob iztegu roke shrani energija v torzijski vzmeti, ki ob sprostitvi tricepsa, potegne roko v pokrčen položaj.

Nadalje, opisani pripomoček se lahko nadgradi tako, da lahko nadomesti še katero mišično funkcijo. V primeru pripomočka za roko se lahko nadomesti tudi manjkajočo, omejeno ali oslABLjeno funkcijo mišic, ki omogočajo pronacijo ali supinacijo roke. Pronacija je gib, ko se dlan pri roki obrne navzdol, supinacija pa je gib, ko se dlan obrne navzgor, če je roka pred telesom. Za tako nadgradnjo ima pripomoček vsaj sledeče komponente:

- zgornjo manšeto za pritrditev na nadlaht,
- spodnjo manšeto za pritrditev na podlaht,
- torzijsko vzmet, ki povezuje:
 - zgornjo podporno palico na drugi strani pritrjeno v zgornjo manšeto, in
 - spodnjo podporno palico na drugi strani pritrjeno v spodnjo manšeto,
 pri čemer je en krak torzijske vzmeti pritrjen na zgornjo podporno palico, drugi krak torzijske vzmeti pa na spodnjo podporno palico,
- komolčni tečaj z omenjeno torzijsko vzmetjo,
- vsaj en element za povratni gib, prednostno elastiko, ki se jo na enem delu lahko namesti okoli palca roke, in
- vsaj dva stabilizacijska obroča, ki sta nameščena na vsako izmed dveh spodnjih podpornih palic, pri čemer ima obroč bližje zapestju ustrezno oblikovano odprtino za namestitev drugega dela elastike.

Za zagotavljanje pronacije (uporabnik torej lahko sam dlan obrne navzgor, ne pa tudi z dlanjo navzdol), se elastika namesti prednostno na vodilo na zunanji strani podlahti in se vodi po zapestju na spodnji strani dlani do korena palca na roki.

Za zagotavljanje supinacije (uporabnik torej lahko sam dlan obrne navzdol, ne pa navzgor), pa se elastika namesti prednostno namesti na notranje vodilo na podlahti in se vodi po zapestju na zgornji strani dlani do korena palca na roki.

Elastika se lahko dodatno napelje preko ustreznega valjčka ali podobnega elementa, ki je vpet na nasprotni strani obroča kot elastika, saj se tako zmanjšajo točkovne obremenitve elastike. Za enakomernejšo razporeditev sil se pri obeh pripomočkih prednostno elastika na palec namesti s pomočjo rokavice podobne kolesarski rokavici. To pozitivno vpliva na prekrvavitev palca ob dolgotrajni aktivni uporabi pripomočka, ki je lahko ob varianti brez rokavice oslABLJENA.

Namesto elastike se kot element za povratni gib lahko uporabi ustrezno oblikovan ležaj v obliki obroča, ki nalega okoli roke, in ki ima v svoji notranjosti ustrezne vzmeti ali uteži, ki roko vračajo v želeno pozicijo. Ena izvedba ležaja je prednostno naoljen valjni ležaj, ki bi namesto proste rotacije vedno gravitiral v stabilno stanje. Kompletan zasuk je s tem ležajem nemogoč. Valjni ležaj ima v svoji notranjosti ustrezno število prostih listnatih vzmeti, dva valjčka pa sta pritrjena eden na notranji, drugi pa na zunanji obod. Pri izvedbi z ležajem je nujno naleganje notranjega obroča ležaja na roko brez drsenja, pri obročih brez ležajev pa obroči ob koži drsijo.

Omenjeni obroči so prednostno dvodelni oziroma se odpirajo, tako da se roka lahko namesti v pripomoček, pri čemer se obroči prednostno ne dotikajo roke ali pa so v rahlem dotiku z roko. Pomembno je le, da obroči roke ne stisnejo. Na podporne palice se obroči namestijo na katerikoli znan način, prednostno se vpnejo na podporne palice s pomočjo ušes ali vijačenja.

Zgornja manšeta je lahko prilagojena tako, da poteka čez ramo kot do sedaj znani pripomočki, ki se namestijo preko ene rame do druge pod pazduhe okoli trupa. Ta del manšete je lahko iz katerihkoli primernih materialov in se prednostno namešča s pomočjo Velcro trakov s kaveljčki in zankami.

Opisana nadgradnja medicinskega pripomočka po izumu, ki lahko nadomesti več kot eno manjkajočo funkcijo mišic, se lahko izvede v različnih kombinacijah, in sicer lahko pripomoček omogoča nadomeščanje:

- funkcije upogiba,
- funkcije iztega,
- funkcije upogiba in pronacije,
- funkcije upogiba in supinacije,
- funkcije iztega in pronacije, ali
- funkcije iztega in supinacije.

Med razvojem izuma je bilo ugotovljeno tudi, da je medicinski pripomoček primeren tudi za osebe z izrazito oslabljeno mišično funkcijo, katerih živcev sicer niso poškodovani, so pa mišična tkiva tako oslABLJENA, da upogiba ali iztega same ne morejo izvesti.

Medicinski pripomoček za nadomestitev izgubljene ali oslabljene mišične funkcije, ki omogoča fleksijo ali ekstenzijo uda v sklepu po izumu bo v nadaljevanju natančneje opisa s pomočjo izvedbenih primerov ter slik, ki prikazujejo:

- | | |
|----------|--|
| Slika 1a | Oblika torzijske vzmeti za pripomoček za upogib |
| Slika 1b | Oblika torzijske vzmeti za pripomoček za izteg |
| Slika 1c | Možna izvedba oblike torzijske vzmeti iz slike 1a in 1b |
| Slika 2 | Shema principa delovanja medicinskega pripomočka po izumu |
| Slika 3 | Izvedbeni primer medicinskega pripomočka po izumu za komolec |
| Slika 4 | Izvedbeni primer medicinskega pripomočka po izumu za koleno |
| Slika 5 | Izvedbeni primer medicinskega pripomočka za komolec, ki omogoča tudi nadomeščanje mišične funkcije za supinacijo |
| Slika 6 | Izvedbeni primer medicinskega pripomočka za komolec, ki omogoča tudi nadomeščanje mišične funkcije za pronacijo |

Medicinski pripomoček po izumu je lahko prilagojen za komolec, koleno, zapestje ali katerikoli drug sklep, ki za svoje gibanje potrebuje delujoč antagonistični par mišic. Prednostno je medicinski pripomoček oblikovan kot opornica za komolec, ki ima vsaj:

- zgornjo manšeto za pritrditev na nadlaht,

- spodnjo manšeto za pritrditev na podlaht,
- torzijsko vzmet, ki povezuje:
 - zgornjo podporno palico na drugi strani pritrjeno v zgornjo manšeto, in
 - spodnjo podporno palico na drugi strani pritrjeno v spodnjo manšeto,
 pri čemer je en krak torzijske vzmeti pritrjen na zgornjo podporno palico, drugi krak torzijske vzmeti pa na spodnjo podporno palico.

Torzijska vzmet se aktivira z iztegom ali upogibom roke, tako da se v njej shrani energija, ki omogoča povratni gib roke. Mišična funkcija, katere delovanje se nadomešča s pripomočkom, se definira z izbiro oblike torzijske vzmeti. V primeru pripomočka za upogib je torzijska vzmet oblikovana tako kot kaže slika 1a, da sta izhajajoča kraka vzmeti obrnjena v isto smer ali pa je med njima približno pravi kot ali kot do okoli 135° . V primeru pripomočka za izteg pa je torzijska vzmet oblikovana tako kot kaže slika 1b, da sta izhajajoča kraka v nasprotnih smereh in praktično vodoravna (oziroma v isti osi). Slika 1c kaže prednostno izvedbo oblike torzijske vzmeti, kjer sta oba izhajajoča kraka med seboj pravokotna.

Slika 2 prikazuje shemo principa delovanja medicinskega pripomočka po izumu. Pripomoček ima torej ustrezno oblikovano torzijsko vzmet, tako da omogoča eno izmed spodnjih funkcij:

- a) v primeru manjkajoče aktivnosti aktivne mišice (agonist) za upogib (fleksijo), izteg uda povzroči napetost torzijske vzmeti, v kateri se shrani energija, ki ob sprostitvi antagonista avtomatsko upogne sklep in s tem nadomesti funkcijo agonista; ali
- b) v primeru manjkajoče aktivnosti antagonista za izteg (ekstenzijo) uda, upogib uda povzroči napetost torzijske vzmeti, v kateri se shrani energija, ki ob sprostitvi agonista avtomatsko iztegne ud in s tem nadomesti funkcijo antagonista.

Torej v primeru a) je torzijska vzmet oblikovana tako, da sta izhajajoča kraka vzmeti obrnjena v isto smer ali pa je med njima približno pravi kot ali kot do okoli 135° . Uporabnik iztegne roko, s čemer premaguje silo vzmeti s pomočjo delujočega tricepsa roke. Ko želi roko upogniti, pa potem le sprostí triceps, kar pomeni, da sila vzmeti prevlada in premakne spodnji del roke proti zgornjemu. V kolikor je vzmet

opremljena z omejevalcem gibanja, se upogib roke konča pri kotu, ki je bil vnaprej nastavljen z omejevalcem.

V primeru pripomočka za izteg (b) pa je torzijska vzmet oblikovana tako, da sta izhajajoča kraka v nasprotnih smereh in praktično vodoravna (oziroma v isti osi). Uporabnik pri upogibu roke v komolcu torej premaguje silo vzmeti, ob sprostitvi bicepsa, pa sila vzmeti prevlada in povzroči izteg roke. V kolikor je vzmet opremljena z omejevalcem gibanja, se upogib roke konča pri kotu, ki je bil vnaprej nastavljen z omejevalcem.

Slika 3 prikazuje izvedbeni primer medicinskega pripomočka 1 po izumu za komolec, pri čemer ima pripomoček 1:

- zgornjo manšeto 1a za pritrditev na nadlaht,
- spodnjo manšeto 1b za pritrditev na podlaht,
- torzijsko vzmet 3, ki povezuje:
 - zgornjo podporno palico 2a na drugi strani pritrjeno v zgornjo manšeto 1a, in
 - spodnjo podporno palico 2b na drugi strani pritrjeno v spodnjo manšeto 1b, pri čemer je en krak 3a torzijske vzmeti 3 pritrjen na zgornjo podporno palico 2a, drugi krak 3b torzijske vzmeti 3 pa na spodnjo podporno palico 2b.

Slika 4 prikazuje izvedbeni primer medicinskega pripomočka 21 po izumu za koleno, pri čemer ima pripomoček 21:

- zgornjo manšeto 21a za pritrditev na stegno,
- spodnjo manšeto 21b za pritrditev na meča,
- torzijsko vzmet 23, ki povezuje:
 - zgornjo podporno palico 22a na drugi strani pritrjeno v zgornjo manšeto 21a, in
 - spodnjo podporno palico 22b na drugi strani pritrjeno v spodnjo manšeto 21b,
 pri čemer je en krak 23a torzijske vzmeti 23 pritrjen na zgornjo podporno palico 22a, drugi krak 23b torzijske vzmeti 23 pa na spodnjo podporno palico 22b.

Slika 5 prikazuje izvedbeni primer medicinskega pripomočka 10 za komolec, ki omogoča tudi nadomeščanje mišične funkcije za supinacijo, pri čemer je pripomoček 10 sestavljen iz sledečih komponent:

- zgornje manšete 10a za pritrditev na nadlaht,
- spodnje manšete 10b za pritrditev na podlaht,
- torzijske vzmeti 13, ki povezuje:
 - zgornjo podporno palico 12a na drugi strani pritrjeno v zgornjo manšeto 10a, in
 - spodnjo podporno palico 12b na drugi strani pritrjeno v spodnjo manšeto 10b,

pri čemer je en krak torzijske vzmeti 13 pritrjen na zgornjo podporno palico 12a, drugi krak torzijske vzmeti 13 pa na spodnjo podporno palico 12b;

- vsaj dva obroča 14, ki ne stiskata roke in dovoljujeta premik le-te in elastiko 15, pri čemer se elastika namesti prednostno namesti na notranje vodilo na podlahti in se vodi po zapestju na zgornji strani dlani do korena palca na roki.

Slika 6 prikazuje izvedbeni primer medicinskega pripomočka 100 za komolec, ki omogoča tudi nadomeščanje mišične funkcije za pronacijo, pri čemer je pripomoček 100 sestavljen iz sledečih komponent:

- zgornje manšete 100a za pritrditev na nadlaht,
- spodnje manšete 100b za pritrditev na podlaht,
- torzijske vzmeti 103, ki povezuje:
 - zgornjo podporno palico 102a na drugi strani pritrjeno v zgornjo manšeto 100a, in
 - spodnjo podporno palico 102b na drugi strani pritrjeno v spodnjo manšeto 100b,

pri čemer je en krak torzijske vzmeti 103 pritrjen na zgornjo podporno palico 102a, drugi krak torzijske vzmeti 103 pa na spodnjo podporno palico 102b;

- vsaj dva obroča 104, ki ne stiskata roke in dovoljujeta premik le-te in elastiko 105, pri čemer se elastika namesti prednostno na vodilo na zunanji strani podlahti in se vodi po zapestju na spodnji strani dlani do korena palca na roki.

Patentni zahtevki

1. Medicinski pripomoček za nadomestitev izgubljene ali oslABLJENE mišične funkcije, ki omogoča fleksijo ali ekstenzijo uda v sklepu, značilen po tem, da:
 - v primeru manjkajoče aktivnosti mišice agonista za fleksijo, izteg uda povzroči napetost torzijske vzmeti, v kateri se shrani energija, ki ob sprostitvi antagonista avtomatsko upogne sklep in s tem nadomesti funkcijo agonista; ali
 - v primeru manjkajoče aktivnosti antagonista za ekstenzijo uda, upogib uda povzroči napetost torzijske vzmeti, v kateri se shrani energija, ki ob sprostitvi agonista avtomatsko iztegne ud in s tem nadomesti funkcijo antagonista,
 pri čemer je v primeru pripomočka za upogib je torzijska vzmet oblikovana tako, da sta izhajajoča kraka vzmeti obrnjena v isto smer ali pa je med njima približno pravi kot ali kot do okoli 135° , v primeru pripomočka za izteg je torzijska vzmet oblikovana tako, da sta izhajajoča kraka v nasprotnih smereh in praktično vodoravna oziroma v isti osi.

2. Medicinski pripomoček po zahtevku 1, značilen po tem, da je lahko prilagojen za komolec, koleno, zapestje ali katerikoli drug sklep, ki za svoje gibanje potrebuje delujoč antagonistični par mišic.

3. Medicinski pripomoček po zahtevku 1 ali zahtevku 2, ki je oblikovan kot opornica za komolec, ki ima vsaj:
 - zgornjo manšeto za pritrditev na nadlaht,
 - spodnjo manšeto za pritrditev na podlaht,
 - torzijsko vzmet, ki povezuje:
 - vsaj eno spodnjo podporno palico na drugi strani pritrjeno v zgornjo manšeto, in
 - vsaj eno zgornjo podporno palico na drugi strani pritrjeno v spodnjo manšeto,
 pri čemer je en krak torzijske vzmeti pritrjen na zgornjo podporno palico, drugi krak torzijske vzmeti pa na spodnjo podporno palico.

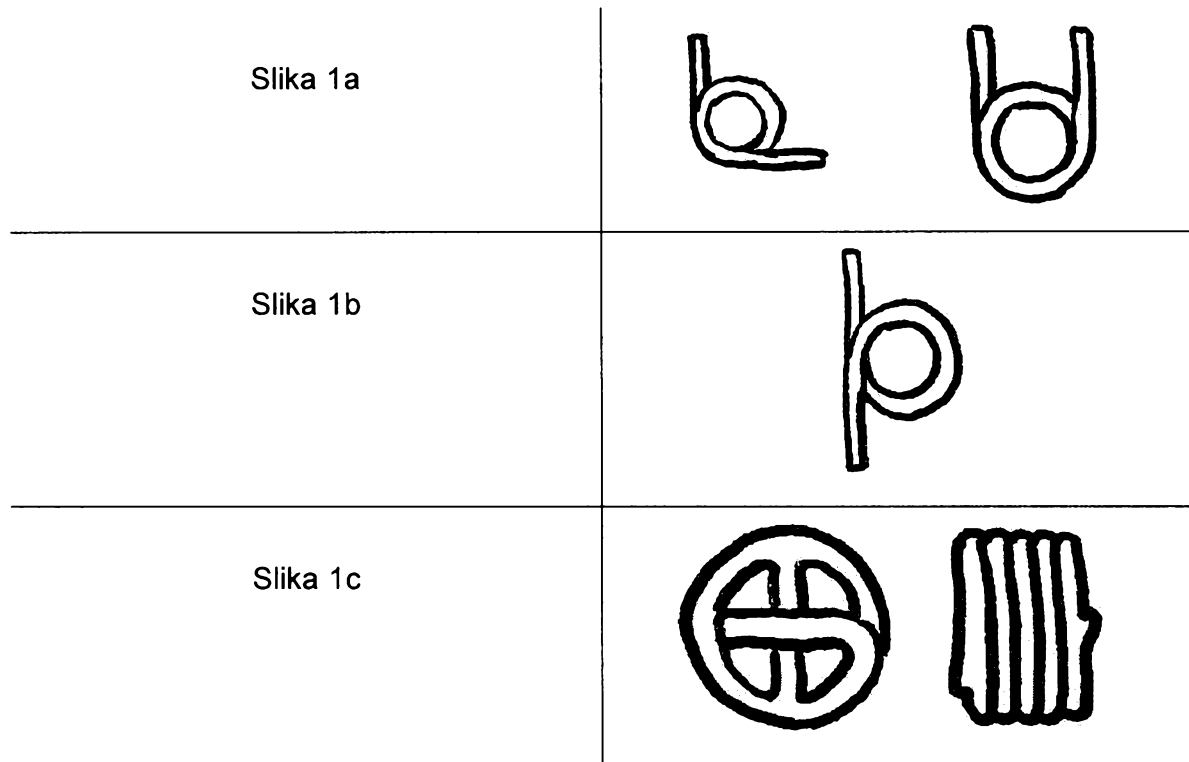
4. Medicinski pripomoček po zahtevku 1 ali zahtevku 2, ki je oblikovan kot opornica za koleno, ki ima vsaj:
- zgornjo manšeto za pritrditev na stegno,
 - spodnjo manšeto za pritrditev na meča,
 - torzijsko vzmet, ki povezuje:
 - zgornjo podporno palico na drugi strani pritrjeno v zgornjo manšeto, in
 - spodnjo podporno palico na drugi strani pritrjeno v spodnjo manšeto,
- pri čemer je en krak torzijske vzmeti pritrjen na zgornjo podporno palico, drugi krak torzijske vzmeti pa na spodnjo podporno palico.
5. Medicinski pripomoček po kateremkoli zahtevku od 3 do 4, značilen po tem, da sta torzijski vzmeti dve, po ena na vsaki strani komolca, pri čemer sta tudi podporni palici ob nadlahti in podlahti dve, in sicer na levi in desni strani.
6. Medicinski pripomoček po kateremkoli zahtevku od 3 do 5, značilen po tem, da je torzijska vzmet narejena iz kateregakoli primerne materiala, prednostno iz nerjaveče žice za vzmeti, njena R_{mr} pa je večja od 5 Nmm/° , prednostno večja od 15 Nmm/° , da lahko izvede gib pri odrasli osebi, pri čemer se konstanto R_{mr} vzmeti izbere glede na potrebe in fizične značilnosti uporabnika, tako da je za otroke in uporabnike z nižjo težo ali močjo mišic R_{mr} vzmeti manjši.
7. Medicinski pripomoček po kateremkoli zahtevku od 3 do 6, značilen po tem, da je vsaj ena vzmet opremljena s primernim omejevalcem gibanja, ki prepreči izteg ali upogib v vnaprej določenih kotih in/ali ima vzmet zaklep, ki omogoča aktivacijo ali deaktivacijo delovanja vzmeti.
8. Medicinski pripomoček po zahtevku 7, značilen po tem, da je zaklep nameščen na spodnji krak vzmeti, ki se poveže na spodnjo podporno palico, z le-to povezan na fleksibilen način preko zapornega elementa, ki ga trdno poveže na podporno palico ali pa ravno toliko odmakne od nje, da je vzmet ne potegne s seboj navzgor, zaradi česar se roka ne upogne, pri čemer se zaklep lahko kontrolira

preko nekega sprožilca/gumba in bodisi pritisne na element, da se povezava ohrani ali pa da krak vzmet sprosti ter posledično odmakne od podporne palice.

9. Medicinski pripomoček po zahtevku 7, značilen po tem, da je zaklep par močnih magnetov, pri čemer je en nameščen na kraku vzmeti, drugi pa na spodnji podporni palici, in se z gumbom na zunanosti pripomočka se lahko premakne distančnik oblikovan kot podolgovat element z naraščajočo višino, ki se s svojim višjim delom lahko vrine med oba magneta, s čemer prekine povezavo med vzmetjo in spodnjo podporno palico.
10. Medicinski pripomoček po kateremkoli zahtevku od 3 do 9, značilen po tem, da je manšeta poljubnega tipa, njihova pritrditev pa je lahko izvedena s pomočjo trakov z zankami in kaveljčki, s pomočjo gumbov ali katerihkoli drugih načinov za namestitve medicinskih pripomočkov na del telesa pacienta, pri čemer se pripomoček prednostno razteza tudi preko ramenskega sklepa.
11. Medicinski pripomoček po kateremkoli zahtevku od 3 do 10, značilen po tem, da so podporne palice:
 - vstavljene v ustrezna vpetja ali žepe v pritrdilnih manšetah;
 - so lahko enodelne ali pa teleskopske,
 - so narejene iz plastike, aluminija, fiberglasa, karbonskih vlaken ali katerihkoli drugih primernih materialov za stik s kožo, ter
 - se s torzijsko vzmetjo povežejo s pomočjo razdružljive zveze v primeru prisotnega zaklepa ali s pomočjo varjenja ali katerekoli druge nerazdružljive zveze, če pripomoček nima zaklepa in se delovanja vzmeti ne more prekiniti.
12. Medicinski pripomoček po kateremkoli izmed predhodnih zahtevkov, značilen po tem, da lahko nadomesti še katero mišično funkcijo, na primer mišic, ki omogočajo pronacijo ali supinacijo roke, pri čemer ima pripomoček še vsaj en element za povratni gib, prednostno elastiko, ki se jo na enem delu lahko namesti okoli palca roke, in vsaj dva stabilizacijska obroča, ki sta nameščena na vsako

izmed dveh spodnjih podpornih palic, pri čemer ima obroč bližje zapestju ustrezno oblikovano odprtino za namestitev drugega dela elastike.

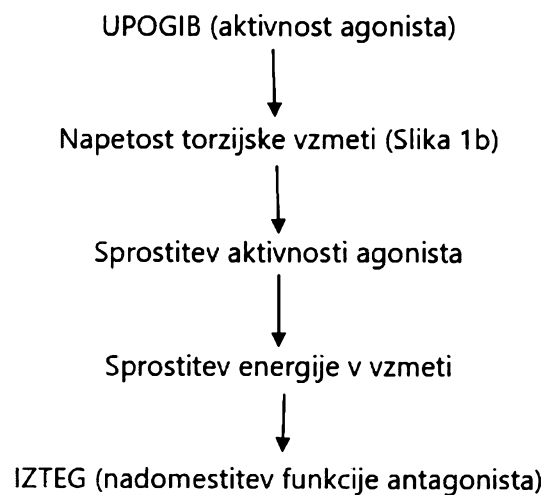
13. Medicinski pripomoček po predhodnem zahtevku, značilen po tem, da se za zagotavljanje pronacije elastika namesti prednostno na vodilo na zunanji strani podlahti in se vodi po zapestju na spodnji strani dlani do korena palca na roki; za zagotavljanje supinacije pa se elastika namesti prednostno namesti na notranje vodilo na podlahti in se vodi po zapestju na zgornji strani dlani do korena palca na roki.
14. Medicinski pripomoček po kateremkoli zahtevku od 12 do 13, značilen po tem, da se elastika napelje preko ustreznega valjčka ali podobnega elementa, ki je vpet na nasprotni strani obroča kot elastika, saj se tako zmanjšajo točkovne obremenitve elastike in/ali da se elastika na palec namesti s pomočjo rokavice podobne kolesarski rokavici.
15. Medicinski pripomoček po kateremkoli zahtevku od 12 do 14, značilen po tem, da nadomesti mišične funkcije izbrane v skupini, v kateri so:
 - funkcija upogiba,
 - funkcija iztega,
 - funkcija upogiba in pronacije,
 - funkcija upogiba in supinacije,
 - funkcija iztega in pronacije, in
 - funkcija iztega in supinacije.
16. Medicinski pripomoček po kateremkoli izmed predhodnih zahtevkov za uporabo pri osebah, ki so zaradi bolezni ali poškodbe izgubile funkcijo ene izmed mišic v antagonističnem paru, na primer:
 - Izgube funkcije bicepsa zaradi poškodbe živca C5 in/ali C6,
 - Izgube funkcije tricepsa zaradi poškodbe živca C7 in/ali C8,
 - Izgube funkcije ene izmed mišic v kateremkoli antagonističnem paru.



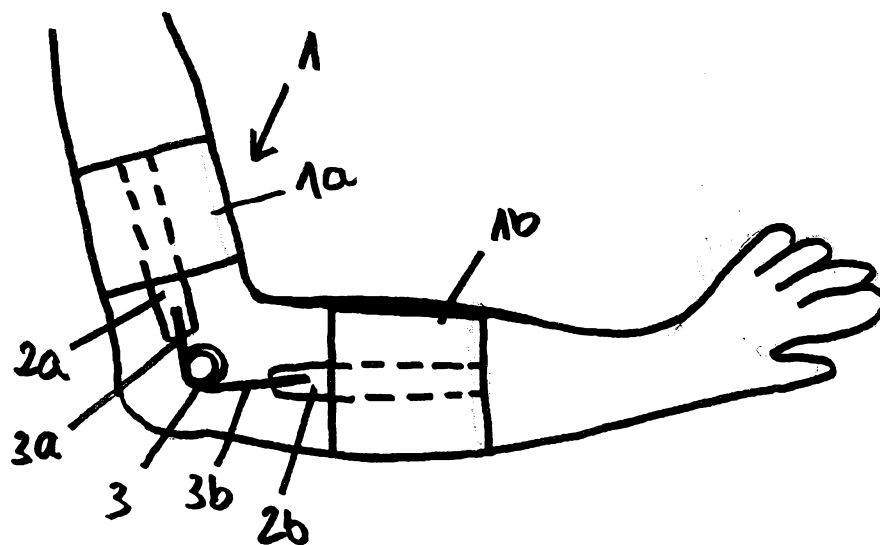
a) Manjkajoča/oslabljena funkcija
agonista



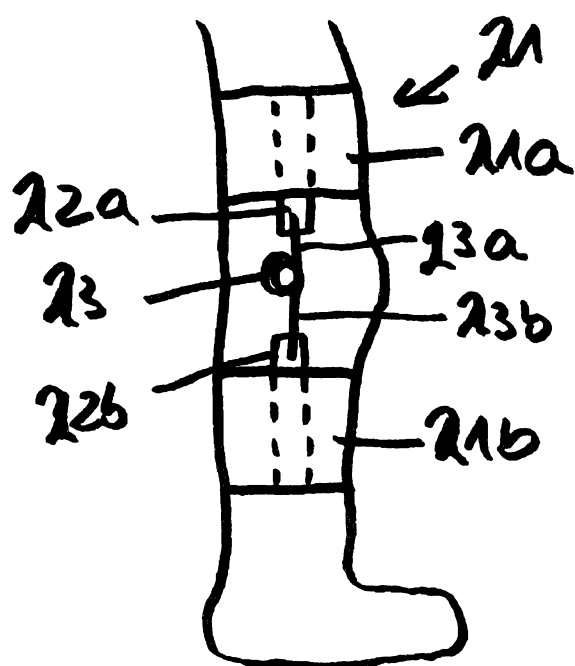
b) Manjkajoča/oslabljena funkcija
antagonista



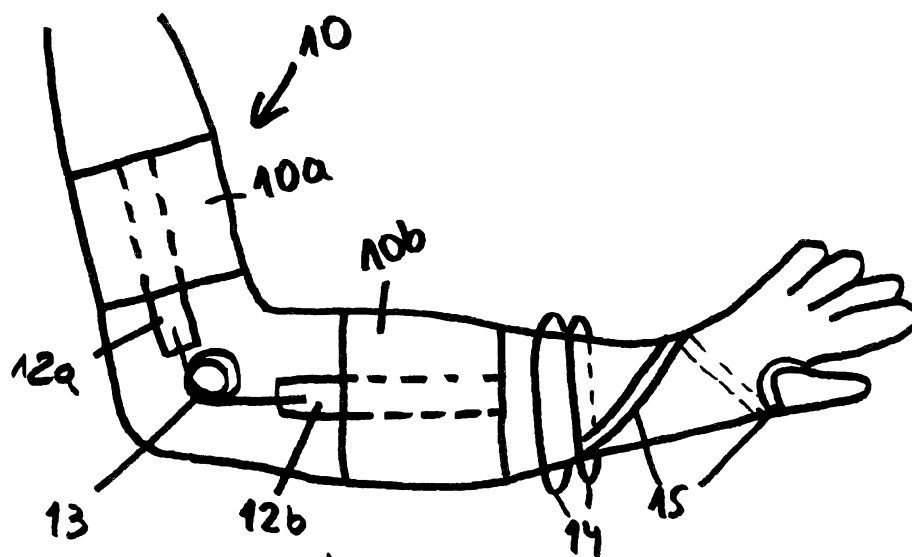
Slika 2



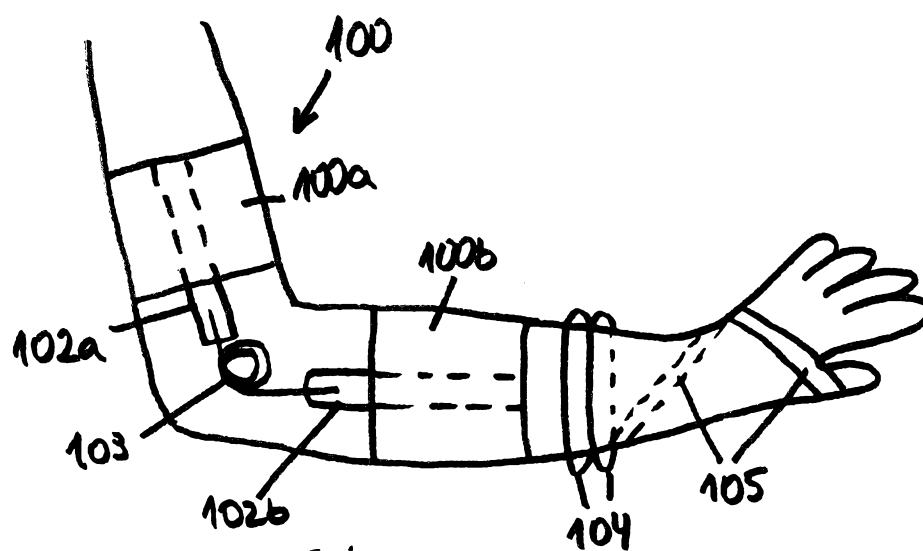
Slika 3



Slika 4



Slika 5



Slika 6