

(19)



REPUBLIKA SLOVENIJA
Urad RS za intelektualno lastnino

(10) **SI 22284 A**

(12)

PATENT(21) Številka prijave: **200600123**

(51) Int. Cl. (2006)

A61B 17/70(22) Datum prijave: **17.05.2006**(45) Datum objave: **31.12.2007**

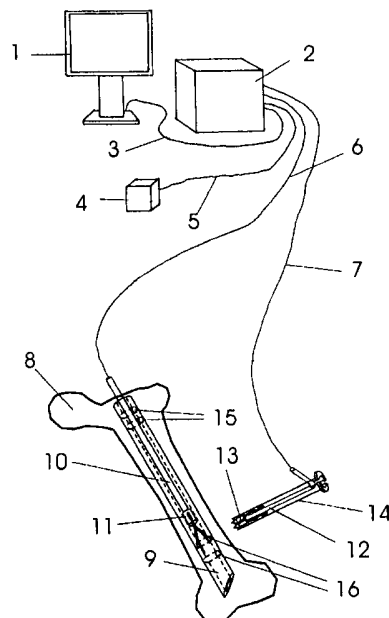
(72) Izumitelji: **KRISTAN Anže, 4240 Radovljica, SI;**
CIMERMAN Matej, 1000 Ljubljana, SI;
BRANDOLI Paolo, 30030 Campalto VE, IT;
FIUS Tadej, 8290 Sevnica, SI;
KREUH Dario, 1000 Ljubljana, SI

(73) Imetniki: **KRISTAN Anže, Štrukljeva 25, 4240 Radovljica, SI;**
CIMERMAN Matej, Prešernova 15, 1000 Ljubljana, SI;
BRANDOLI Paolo, Via Morosina 4/b, 30030 Campalto VE, IT;
FIUS Tadej, Kajuhova ulica 11, 8290 Sevnica, SI;
KREUH Dario, Velebitska 24, 1000 Ljubljana, SI

(74) Zastopnik: **ITEM d.o.o. Zastopniška pisarna za patente in blagovne znamke, Resljeva 16, 1000 Ljubljana, SI**

(54) **NEINVAZIVNO ZAKLEPANJE DISTALNIH LUKENJ NA INTRAMEDULARNIH VOTLIH ŽEBLJIH V KIRURGIJI**

(57) Predmet izuma je neinvazivno zaklepanje distalnih lukenj na intramedularnih votlih žeblih v kirurgiji. Problematika zaklepanja votlih žeblih je vezana predvsem na zaklepanje votlih žeblih v distalnem delu votlega žeblja, ki je zabiti v kost, saj se v distalnem delu kosti zaradi dolžine in individualne specifikacije kanala v kosti votli žebelj torzijsko zvija in odklanja od svoje idealne pozicije, zato je pozicioniranje luknje za zaklepanje votlega žeblja problematično. Neinvazivno zaklepanje, predvsem zaklepanje votlih žeblih v distalnem delu votlega žeblja, ki je zabiti v kost, pri čemer je zaklepanje votlih žeblih po izumu slikovno voden kirurški postopek s pomočjo navigacije, je značilno po tem, da se notranje vodilo (10) z valjem (18) in senzorjem (11) direktno vstavi v kanal intramedularnega votlega žeblja (9), pri čemer se notranje vodilo (10) potisne do distalnih lukenj (16) intramedularnega votlega žeblja (9), kjer se pozicionira in fiksira ter da se v zunanje vodilo (12) vstavi senzor (13) in pozicionira ter fiksira glede na fiksne luknje (29) zunanjega vodila (12).



Neinvazivno zaklepanje distalnih lukenj na intramedularnih votlih žeblih v kirurgiji

Predmet izuma je neinvazivno zaklepanje distalnih lukenj na intramedularnih votlih žeblih v kirurgiji. Pri kirurškem posegu za zaklepanje distalnih lukenj na intramedularnih votlih žeblih se uporabljajo metode, ki so invazivne in dolgotrajne.

Problematika zaklepanja votlih žebelj je vezana predvsem na zaklepanje votlih žebelj v distalnem delu votlega žeblja, ki je zabiti v kost, saj se v distalnem delu kosti zaradi dolžine in individualne specifike kanala v kosti votli žebelj torzijsko zvija in odklanja od svoje idealne pozicije, pri čemer je kirurški postopek za natančno zaklepanje votlih žebelj dolgotrajen, pacient in operacijsko osebje pa je izpostavljeno velikemu sevanju rentgenskim žarkom. Zaklepanje votlega žeblja v proksimalnih luknjah se rešuje s pomočjo kotnih nastavkov in vodil, ki se pritrdijo na vstavljeni votli žebelj v posebej za to prirejeno odprtino, in omogočajo natančno vrtanje in vijačenje vijakov. Ker je pri dolgih kosteh dolžina votlih žebelj daljša, se uporaba kotnih nastavkov in zunanjih vodil za zaklepanje na distalnih luknjah ne uporablja, saj se izgublja natančnost vrtanja zaradi predolge ročice ter torzijskega zvijanja, ki vpliva na vzdolžne odklone in pozicijo lukenj v votlem žeblju.

Znano stanje na področju zaklepanja distalnih lukenj na intramedularnih votlih žeblih v kirurgiji definirata dve metodi.

Prva metoda se imenuje prostoročno zaklepanje, pri čemer se zaklepanje distalnih lukenj opravi s pomočjo medoperativnega slikanja s C-ARM rentgenom. Ko je intramedularni votli žebelj na svojem mestu v kosti, se v proksimalnem delu votlega žeblja uvede zaklepne vijake preko fiksnega kotnega vodila. V distalnem delu pa zaklepanje preko vodil ni učinkovito, ker se votli žebelj v kosti deformira. Lahko se samo ukrivi, lahko pa se tudi torzijsko deformira.

Po prostoročni metodi je treba s pomočjo rentgenskega ojačevalca distalne luknje poiskati. Vizualna projekcija teh lukenj mora biti takšna, da so luknje popolnoma okrogle, pri čemer je postopek iskanja s pomočjo medoperativnega slikanja z rentgenom zamuden in dolgotrajen, saj je potrebo nenehno nastavljanje in spreminjanje položaja rentgenske glave za doseganje optimalne projekcije luknje. Če so luknje ovalne ali elipsoidne v katerikoli smeri, pomeni, da snop rentgenskega ojačevalca ni vzporeden z luknjami. Ko si prikažemo projekcijo okrogle luknje ponovno pod snopom rentgenskega ojačevalca, s svedrom poskušamo najti točko, ko je sveder v centru luknje, pri čemer mora biti kirurg zelo natančen in umirjen. Ko je sveder v

centru luknje, se le-ta pod snopom rentgenskih žarkov projicira kot pika, pri čemer je vrtalna pištola usmerjena vzporedno z luknjo. Nato pričnemo z vrtanjem. Med samim postopkom vrtanja se pod rentgenskim snopom večkrat preveri smer.

Slabost te metode je velika izpostavljenost žarčenja tako pacienta kot tudi operacijskega osebja. Poleg tega pa lahko predstavlja zaklepanje distalnega dela votlega žeblja tudi najdaljši del operacije. V povprečju je operacija zaklepanja distalnega dela votlega žeblja dolga okoli 30 minut.

Druga metoda za zaklepanje votlih žebeljev je slikovno voden kirurški postopek s pomočjo navigacije. Sistem vsebuje oddajnike in sprejemnike, programsko opremo in računalnik.

Če za operacijo zlomov dolgih kosti želimo uporabljati to metodo, je treba pred operacijo napraviti CT slikanje zlomljene okončine in markerjev, ki v operativnem postopku služijo za kalibracijo in natančno pozicioniranje pacienta in CT posnetkov. Iz te preiskave se dobijo ustrezni podatki. Ti podatki se prenesejo v računalnik v operacijski dvorani. V operacijski dvorani so na stropu nameščene posebne kamere, s pomočjo katerih se pozicionira položaj pacienta in markerjev. Na poškodovano okončino se namestijo referenčne točke v obliki trikrakih vodil, ki imajo na koncu vsakega kraka kroglico. Te točke se označijo tudi na CT podatkih. Vsi inštrumenti, ki so potrebni za izvedbo reponiranja zloma, imajo markerje, ki jih zaznava kamera ali IR sevalniki. S pomočjo te metode se opravlja vsa operacija.

Slabost te metode je potreba po predoperativnem CT slikanju zlomov dolgih kosti, kar sicer ni običajno, poleg tega pa je tako strojna oprema kot tudi programska oprema izredno draga in zelo kompleksna. Takšni operativni posegi trajajo do trikrat dlje kot prostoročni. Zahteva veliko strojne opreme (kamere, IR sevalnike). Če se sistem med operacijo poruši zaradi kakršnih koli razlogov (izpad elektrike, programske opreme itd.), ga je težko umeriti (kalibrirati). Med samim operacijskim postopkom je vidno polje sledilnikov ključnega pomena, saj se signali s prekinitvijo vidnega polja izgubijo, zato je delo in gibanje operacijskega osebja omejeno. Postopek zahteva dolge priprave pozicioniranja markerjev v pacienta pred CT slikanjem in tudi namestitev referenčnih točk markerjev pred samo operacijo, pri čemer se lahko zgodi, da zaradi robustnosti referenčnih točk kirurg obnjo zadene, s tem pa mora ponoviti namestitev in kalibracijo le-teh.

Po znanem stanju niso rešeni naslednji problemi: velika doza obsevanja pacienta in

operacijskega osebja z rentgenskimi žarki, dolgotrajnost postopka zaklepanja distalnih lukenj, kompliciranost postopka, velika kompleksnost sistema.

Naloga in cilj izuma je takšno neinvazivno zaklepanje distalnih lukenj na intramedularnih votlih žeblih v kirurgiji, ki odpravlja slabosti znanih in odpravlja slabosti ostalih metod. Navzoči izum se je razvil iz konkretne potrebe in želje kirurgov, da bi izboljšali obstoječe postopke, skrajšali čas in zagotovili večjo natančnost zaklepanja votlih žebeljev. Da bi navzoči izum izpolnil vse potrebe in izkoristil prednosti pred drugimi sistemi, je bilo potrebno sistem prilagoditi najpogostejše uporabljenemu tehnološko razvitemu in perspektivnemu implantantu. Da je uporabnost sistema širša od navedenih potreb, priča dejstvo, da lahko razvijalci in izdelovalci votlih žebeljev na podlagi prilagodljivosti in fleksibilnosti izuma izboljšajo funkcionalnost in kompleksnost samih votlih žebeljev, s čimer povečajo njihovo uporabnost, izboljšajo kotno stabilnost, optimizirajo pritrditev vijakov. Pričujoč izum je v izvedbenem primeru namenjen za intramedularne votle žebelje kakor tudi za vse njegove permutacije, ki imajo po vsej dolžini v sredini prečnega prereza luknjo.

Naloga po izumu je rešena z neinvazivnim zaklepanjem distalnih lukenj na intramedularnih votlih žeblih v kirurgiji po neodvisnih patentnih zahtevkih.

Izum bo opisan po izvedbenem primeru in na osnovi slik, ki prikazujejo:

slika 1: celotni sistem,

slika 2: notranje vodilo,

slika 3: zunanje vodilo,

slika 4: modificirano notranje vodilo,

slika 5: intramedularni votli žebelj z izdelanimi utori za vstavitev vodila s senzorjem in prirejeno vodilo,

slika 6: intramedularni votli žebelj z izdelanim profilom kanala za vstavitev vodila s senzorjem in prirejeno vodilo z izdelanim profilom kanala.

Slika 1. prikazuje celotni sistem po izumu za neinvazivno zaklepanje distalnih lukenj na intramedularnih votlih žeblih v kirurgiji pri reponiranju zlomov na dolgih kosteh, pri čemer je sistem sestavljen iz monitorja 1, računalnika 2, VGA kabla 3, oddajnika 4, kabla oddajnika 5, kabla senzorja notranjega vodila 6, kabla senzorja zunanjega vodila 7, notranjega vodila 10, senzorja 11, notranjega vodila 10, zunanjega vodila 12, senzorja zunanjega vodila 13,

cevastega nastavka zunanjega vodila 14.

Ko je intramedularni votli žebelj 9 vstavljen v dolgo kost 8, sistem omogoča natančno, hitro in neinvazivno zaklepanje distalnih lukenj, saj se notranje vodilo 10 in senzor 11 direktno vstavi v kanal intramedularnega votlega žeblja 9, pri čemer se notranje vodilo 10 potisne do distalnih lukenj 16 intramedularnega votlega žeblja 9, kjer se zagodi. Pozicija in rotacija notranjega vodila 10 se s pomočjo senzorja 11 glede na izhodišče lokalnega koordinatnega sistema, ki ga predstavlja oddajnik 4, prenese na računalnik 2 in nato na monitor 1, kjer se izriše v shematski podobi distalne luknje 16 intramedularnega votlega žeblja 9.

Naslednji korak se navezuje na iskanje optimalne pozicije za vrtanje in zaklenitev votlega žeblja s samoreznimi vijaki. Zunanje vodilo 12, v katerem se nahaja senzor 13 zunanjega vodila 12, se vstavi v cevasti nastavek 14 zunanjega vodila 12 ter se ga prostoročno premika in rotira, pri čemer se pozicija in rotacija s pomočjo senzorja 13 zunanjega vodila 12 glede na lokalni koordinatni sistem, ki ga predstavlja oddajnik 4, prenese na računalnik 2 in nato na monitor 1, kjer se izriše v shematski podobi puščice. Ko se shematski prikaz distalne luknje 16 intramedularnega votlega žeblja 9 in shematski prikaz puščice na monitorju 1 postavita v isto optično os, se lahko prične z operativnim delom zaklepanja distalnih lukenj.

Slika 2. prikazuje notranje vodilo 10 in njegovo pozicijo v intramedularnem votlem žeblju 9. Ker so na tržišču različni proizvajalci, se premer kanala v intramedularnih votlih žeblih 9 razlikuje od proizvajalca do proizvajalca, zato je bilo ključnega pomena, da se izdelava notranjega vodila 10, ki je prilagodljivo za različne premere kanala intramedularnega votlega žeblja 9. Notranje vodilo 10, ki je sestavni del celotnega sistema, je narejeno iz votle okrogle cevke 17, na kateri je pritrjen valj z ležiščem 18 senzorja 11. Ležišče v valju 18 je namenjeno senzorju 11, pri čemer se skozi podolgovato odprtino 21 na strani valja 18 senzor 11 fiksira. Na vrhu valja z ležiščem 18 za senzor 11 sta pritrjena dva med seboj oddaljena ploščata lističa 19. Ukrivljenost ploščatih lističev 19 navzven opravlja funkcijo vzmeti in omogoča prilagajanje različnim premerom kanala intramedularnih votlih žebeljev 9. Na zunanji strani čisto na koncu ploščatih lističev 19 se nahajata kroglasti izboklini 20. Glavna naloga in funkcija kroglastih izboklin 20 je, da se zagodijo v distalne luknje 16 intramedularnega votlega žeblja 9. Fiksna pozicija in rotacija senzorja 11 glede na pozicijo in orientacijo kroglastih izboklin 20 je vnaprej znana in se računsko upošteva pri končni poziciji in orientaciji distalnih lukenj 16 intramedularnega votlega žeblja 9 v lokalnem koordinatnem sistemu.

Notranje vodilo 10 se vstavi na zgornjem koncu intramedularnega votlega žeblja 9. Ker sta

ploščata lističa 19 s kroglastima izboklinama 20 širša od premera kanala intramedularnega votlega žeblja 9, jih mora kirurg pred vstavitvijo v kanal intramedularnega votlega žeblja 9 stisniti skupaj. Da se ta postopek izvede čim bolj enostavno, glede na to, da je intramedularni votli žebelj 9 že zabiti v kosti in bi bilo zelo nerodno, da kirurg to opravi v telesu skozi odprtino rane, se s pomočjo cevastega nastavka 22 za vstavev notranjega vodila 10 stiskanje ploščatih lističev 19 opravi zunaj odprtine rane pacienta, pri čemer se ploščata lističa 19 stisneta in potisneta skupaj z notranjim vodilom 10 v cevast nastavek 22, ta pa se nato porine v kanal intramedularnega votlega žeblja 9. Cevast nastavek 22 za vstavev notranjega vodila 10 se po vstavitvi notranjega vodila 10 v intramedularni votli žebelj 9 odmakne in potisne po kablu 6 senzorja 11 proč od vhoda v intramedularni votli žebelj 9.

Ko je notranje vodilo 10 vstavljeno v kanal intramedularnega votlega žeblja 9, se obrne za 45 do 90 stopinj v smeri urinega kazalca od položaja posteriornih lukenj 15 intramedularnega votlega žeblja 9, pri čemer se notranje vodilo 10 počasi potiska naprej proti distalnim luknjam 16 intramedularnega votlega žeblja 9. Da imajo kirurgi boljšo predstavo o globini in približni poziciji ter oddaljenosti notranjega vodila 10 od distalnih lukenj 16 intramedularnega votlega žeblja 9, je na zunanji strani votle okrogle cevke 17, ki gleda iz kanala intramedularnega votlega žeblja 9, narisana milimetrška skala. Ti podatki omogočajo kirurgu boljšo kontrolo pri vstavljanju notranjega vodila 10 in približevanju distalnim luknjam 16 intramedularnega votlega žeblja 9. Ko se notranje vodilo 10 približa najnižji distalni luknji 16 intramedularnega votlega žeblja 9, se notranje vodilo 10 obrne v obratni smeri urinega kazalca, za rotacijski kot iz začetka vstavitve v kanal intramedularnega votlega žeblja 9. Da si kirurg bolje predstavlja, za koliko je vodilo obrnjeno, so v pomoč vzdolžno narisane barvne črte, ki označujejo 45-stopinjske kote na votli okrogli cevki 17, ki gleda iz intramedularnega votlega žeblja 9. Ko je kirurg notranje vodilo 10 obrnil nazaj v približni položaj lukenj, se s počasnim premikanjem naprej in nazaj ter majhnimi rotacijami v ali proti smeri urinega kazalca približuje poziciji najnižje distalne luknje 16 intramedularnega votlega žeblja 9. Ker ima notranje vodilo 10 na svojem koncu vzmetni nastavek iz dveh ploščatih lističev 19 in kroglasti izboklini 20, se le-te zagozdijo v distalno luknjo 16 intramedularnega votlega žeblja 9 v trenutku, ko je notranje vodilo 10 v pravem položaju, glede na obstoječe distalne luknje 16 intramedularnega votlega žeblja 9. Zagozditev v distalno luknjo 16 intramedularnega votlega žeblja 9 se zazna na votli okrogli cevki 17, ki jo kirurg drži s prsti z rahlim trzajem. Ko je notranje vodilo 10 v distalni luknji 16 intramedularnega votlega žeblja 9, se ga ne da več rotirati ali premikati zaradi kroglastih izboklin 20, ki so oblikovane tako, da se zelo dobro prilegajo distalni luknji 16

intramedularnega votlega žeblja 9 po vzdolžni osi intramedularnega votlega žeblja 9. Ko želimo poiskati naslednjo distalno luknjo 16 intramedularnega votlega žeblja 9, je potrebno malo močneje povleči ali obrniti votlo okroglo cevko 17, pri čemer se okroglasti izboklini 20 iztakneta in sprostita notranje vodilo 10. Zagozdeno notranje vodilo 10 oddaja svojo pozicijo in rotacijo v lokalnem koordinatnem prostoru z izhodiščem v oddajniku 4 s pomočjo senzorja 11, ki je fiksiran v posebnem ležišču valja 18. Pozicija in rotacija senzorja 11 se preneseta preko kabla 6 senzorja 11 na računalnik 2 in nato v shematski podobi distalne luknje 16 intramedularnega votlega žeblja 9 na monitor 1. S tem je definicija pozicije in rotacije distalne luknje 16 intramedularnega votlega žeblja 9 končana in kirurg lahko začne z iskanjem sredinske osi distalne luknje 16 intramedularnega votlega žeblja 9 s pomočjo zunanega vodila 12.

Slika 3. prikazuje zunanje vodilo 12 in cevast nastavek 14 zunanega vodila 12 v njuni funkcionalni povezavi, pri čemer je zasnova zunanega vodila 12 in cevastega nastavka 14 zunanega vodila 12 narejena tako, da lahko kirurgi pri operacijskem postopku vrtanja in vijačenja uporabljajo standardna orodja.

Zunanje vodilo 12, ki je sestavni del celotnega sistema, je narejeno iz kotno ukrivljene votle okrogle cevke 23, na kateri je pritrjen valj z ležiščem 24 senzorja 13 zunanega vodila 12. Ležišče v valju 24 je namenjeno senzorju 13 zunanega vodila 12, v katerega se fiksira senzor 13 zunanega vodila 12. Pozicija in rotacija senzorja 13 zunanega vodila 12 se preneseta preko kabla 7 senzorja 13 zunanega vodila 12 na računalnik 2 in nato v shematski podobi puščice na monitor 1. Na spodnji strani valja z ležiščem 24 senzorja 13 zunanega vodila 12 sta pritrjena dva med seboj oddaljena ploščata lističa 25 zunanega vodila 12. Ukrivljenost ploščatih lističev 25 zunanega vodila 12 navzven opravlja funkcijo vzmeti. Ploščata lističa 25 zunanega vodila 12 sta obrnjena v nasprotno smer od ploščatih lističev 19 notranjega vodila 10 zaradi tega, da senzor 13 zunanega vodila 12, ki se nahaja v valju 24 zunanega vodila 12, pride čim bližje površini, pod katero se nahaja distalna luknja 16 intramedularnega votlega žeblja 9. Na zunanji strani čisto na koncu ploščatih lističev 25 zunanega vodila 12 se nahajata kroglasti izboklini 26 zunanega vodila 12. Glavna naloga in funkcija kroglastih izboklin 26 zunanega vodila 12 je, da se zagozdijo v fiksne luknje 29 zunanega vodila 12 na cevastem nastavku 14 zunanega vodila 12. Fiksna pozicija in rotacija senzorja 13 zunanega vodila 12 glede na pozicijo in orientacijo kroglastih izboklin 26 zunanega vodila 12 je vnaprej znana in se računsko upošteva pri končni poziciji in orientaciji, ko se išče sredinska os distalnih lukenj 16 intramedularnega votlega žeblja 9 v lokalnem koordinatnem sistemu.

Cevast nastavek 14 zunanjega vodila 12 ima na zgornjem delu ploščat rob 27, ki je namenjen lažjemu udarjanju s kladivom. V ploščat rob 27 cevastega nastavka 12 je vzdolžno s telesom cevastega nastavka 14 zunanjega vodila 12 narejen podolgovat utor 28, ki služi za nasaditev kotno ukrivljene votle okrogle cevke 23 zunanjega vodila 12, pri čemer je utor 28 toliko poglobljen, da se pri udarcu kladiva za potrebe fiksacije cevastega nastavka 14 zunanjega vodila 12 kotno ukrivljena votla okrogla cevka 23 ne poškoduje. V spodnjem delu cevastega nastavka 14 zunanjega vodila 12 se nahajata fiksirni luknji 29, ki imata dovolj velik premer, da se vanj zagotovi kroglasta izboklina 26 zunanjega vodila 12. Spodnji del cevastega nastavka 14 zunanjega vodila 12 ima nazobčan rob 30, da ga lahko kirurg, ko najde optimalno pozicijo glede na sredinsko os distalnih lukenj 16 intramedularnega votlega žeblja 9, fiksira na kost.

Pred pričetkom iskanja sredinske osi distalnih lukenj 16 intramedularnega votlega žeblja 9, katerih shematska podoba je izrisana na monitorju 1, mora kirurg zunanje vodilo 12 vstaviti v cevast nastavek 14 zunanjega vodila 12, pri čemer se morajo kroglaste izbokline 26 zunanjega vodila 12 zagotovi v fiksirne luknje 29 cevastega nastavka 14 zunanjega vodila 12, hkrati pa se mora kotno ukrivljena votla okrogla cevka 23 zagotovi v podolgovat utor 28 cevastega nastavka 14 zunanjega vodila 12. Ko je temu pogoju zadoščeno, pomeni, da se cevasti nastavek 14 zunanjega vodila 12 z vstavljenim zunanjim vodilom 12 obnaša kakor ena entiteta. Postopek se nadaljuje tako, da se cevast nastavek 14 zunanjega vodila 12 premika po površini kože pacienta, dokler ni v pravilnem položaju glede na sredinsko os na monitorju 1 prikazane shematske podobe distalnih lukenj 16 intramedularnega votlega žeblja 9. Premikanje in rotacija cevastega nastavka 14 zunanjega vodila 12 se v realnem času izrisuje v shematski podobi puščice na monitorju 1, kar omogoča zelo enostavno manipulacijo.

Ko je najden najprimernejši položaj cevastega nastavka 14 zunanjega vodila 12, se v kožo zareže odprtina in odmakne mišična masa tako, da lahko cevast nastavek 14 zunanjega vodila 12 pride do kosti. Na kosti se izvede še fina manipulacija oz. natančno pozicioniranje cevastega nastavka 14 zunanjega vodila 12. Ko je cevast nastavek 14 v optimalnem položaju glede na distalno luknjo 16 intramedularnega votlega žeblja 9, se izvede postopek fiksacije. Kirurg s kladivom udari po ploščatem robu 27 cevastega nastavka 14 zunanjega vodila 12 in fiksira nazobčan rob 30 cevastega nastavka 14 zunanjega vodila 12 v kost. Po končani fiksaciji se iz cevastega nastavka 14 zunanjega vodila 12 zunanje vodilo 12 izvleče. Notranje vodilo 10, ki se nahaja v intramedularnem votlem žeblju 9 in je zagoteno v najnižjo distalno luknjo 16 intramedularnega votlega žeblja 9, pa se izvleče do naslednje distalne luknje 16 intramedularnega votlega žeblja 9, kjer počaka do faze, ko je najnižja distalna luknja 16

intramedularnega votlega žeblja 9 zaklenjena z vijakom in je cevasti nastavek 14 zunanjega vodila 12 odstranjen, tako da se ga pripravi za novo namestitev.

Slika 4. prikazuje modificirano vodilo 31 s senzorjem 33, kot eno od možnih modifikacij vodila s senzorjem, ki se jih vstavi v intramedularni votli žebelj 9 za potrebe neinvazivnega zaklepanja distalnih lukenj. Gre predvsem za vodilo, katerega funkcionalnost ostaja zelo podobna kakor pri notranjem vodilu 10 ali zunanjem vodilu 12 in ne prinaša kakšnih bistvenih sprememb, pri čemer je glavna sprememba v izvedbenem konceptu samega vodila, ki pa je narejeno tako, da ga lahko uporabimo tako za notranje vodilo 10 kakor tudi za zunanje vodilo 12. Modificirano vodilo 31 s senzorjem 33 je sestavljeno iz votle okrogle cevke z ležiščem 32 senzorja 33 modificiranega vodila 31, pri čemer ima votla okrogla cevka 32 na zgornji strani navoj 34 za pritrditev distančnega valja 35, senzorjem 33 modificiranega vodila 31 in distančnim valjem 35, pri čemer ima distančni valj 35 na spodnji strani notranji navoj 36 za pritrditev votle okrogle cevke 32, kroglastima izboklinama 37 distančnega valja 35, vzmeti 38 in kabla 39 senzorja 33 modificiranega vodila 31. Postopek zaklepanja distalnih lukenj 16 intramedularnega votlega žeblja 9 se zaradi modificiranega vodila 31 s senzorjem 33 razlikuje v začetni fazi vstavljanja v intramedularni votli žebelj 9 po tem, da ne potrebujemo cevastega nastavka 22. Preostali postopek zaklepanja distalnih lukenj 16 intramedularnega votlega žeblja 9 je enak kakor pri opisu pod sliko 2., pri čemer se funkcija vzmeti iz notranjega vodila 10 in zunanjega vodila 12, ki ga opravljata ploščata lističa 19 in 25 prenese na vstavljeno vzmet 38 distančnega valja 35. Kroglasti izboklini 37 distančnega valja 35 se tako uklonita glede na premer kanala intramedularnega votlega žeblja 9, medtem ko modificirano vodilo 31 potuje po kanalu. Ko modificirano vodilo 31 s senzorjem 33 zadene v distalne luknje 16 intramedularnega votlega žeblja 9, se kroglasti izboklini 37 distančnega valja 35 zagostijo v distalne luknje 16 zaradi vzmeti 38, ki ju pritiska narazen. Ostala funkcionalnost in postopek zaklepanja je identičen kakor pri funkcionalnem opisu notranjega vodila 10 in zunanjega vodila 12 vključno s prenosom pozicije in rotacije senzorja 33 preko kabla 39 senzorja 33 modificiranega vodila 31 na računalnik 2 in nato v shematski podobi na monitor 1.

Slika 5. prikazuje izvedbeno možnost za neinvazivno zaklepanje distalnih lukenj 51 s strani proizvajalcev votlih žbljev, pri čemer proizvajalec razvije in izdelava intramedularni votli žebelj 40 z izdelanimi utori 41 za vstavitev prirejenega vodila 43 s senzorjem 45. Intramedularni votli žebelj 40 je v bistvu navaden intramedularni votli žebelj 9, ki pa ima v svojem kanalu izdelane

utore 41, ki služijo za vstavev in vodenje prirejenega vodila 43 do distalne luknje 51, kjer se prirejeno vodilo 43 s pomočjo pozicijskega utora 42 tudi ustavi in zagodzi, kar omogoči senzorju 45 prirejenega vodila 43, da poda preko kabla 50 senzorja 45 prirejenega vodila 43 pozicijo in rotacijo distalne luknje 51 računalniku 2 in nato v shematski podobi izriše distalne luknje 51 na monitorju 1. Prirejeno vodilo 43 je po tem izvedbenem primeru sestavljeno iz votle okrogle cevke 44 z ležiščem senzorja 45 prirejenega vodila 43, ki ima na svojem zgornjem koncu navoj 46 za pritrditev valja 47 z distančnimi zatiči 49, senzorjem 45 prirejenega vodila 43, ki je z kablom 50 senzorja 45 prirejenega vodila 43 povezan na računalnik 2 in valjem 47 z distančnimi zatiči 49, ki ima na svojem notranjem spodnjem koncu notranji navoj 48 za pritrditev na votlo okroglo cevko 44. Postopek zaklepanja distalnih lukenj 51 intramedularnega votlega žeblja 40 z izdelanimi utori 41 za vstavev prirejenega vodila 43 s senzorjem 45 in prirejenega vodila 43 se ne razlikuje od že prej omenjenih postopkov pod sliko 1., 2., 3. in 4., saj se v funkcionalnem smislu spremeni samo izvedba vodil in intramedularnega votlega žeblja, kar pa ne vpliva na sam postopek zaklepanja votlih žebeljev. Bistvena prednost takšnega izvedbenega primera je v tem, da lahko proizvajalec votlih žebeljev glede na postopek zaklepanja distalnih lukenj 51 po tem izumu začne z izdelavo še boljših in kvalitetnejših votlih žebeljev, ki bodo bolje prilagojeni specifični zlomov dolgih kosti in zaklepanju le-teh po neinvazivni metodi.

Slika 6. prikazuje izvedbeno možnost za neinvazivno zaklepanje distalnih lukenj 54 s strani proizvajalcev votlih žebeljev, pri čemer proizvajalec razvije in izdela intramedularni votli žebelj 53 z izdelanim profilom kanala 56, pri čemer je lahko kanal intramedularnega votlega žeblja 53 različnih profilov od elipsoidnega, trikotnega, kvadratnega do šest in več kotnega za vstavev prirejenega profilnega vodila 57, ki mora biti enake oblike kakor profil kanala 56. Intramedularni votli žebelj 53 je v bistvu navaden intramedularni votli žebelj 9, ki pa ima izdelan profil kanala 56, ki služi za vstavev in vodenje prirejenega profilnega vodila 57 do distalne luknje 54, kjer se prirejeno profilno vodilo 57 s pomočjo zunanjega distančnega zaustavljalca 63 tudi ustavi, kar omogoči senzorju 59 prirejenega profilnega vodila 57, da poda preko kabla 68 senzorja 59 prirejenega profilnega vodila 57 pozicijo in rotacijo distalne luknje 54 računalniku 2 in nato v shematski podobi izriše distalne luknje 54 na monitorju 1. Prirejeno profilno vodilo 57 je po tem izvedbenem primeru sestavljeno iz votle okrogle cevke 58 z ležiščem senzorja 59 prirejenega profilnega vodila 57, ki ima na svojem zgornjem koncu navoj 60 za pritrditev profilnega valja 61, senzorjem 59 prirejenega profilnega vodila 57, ki je s

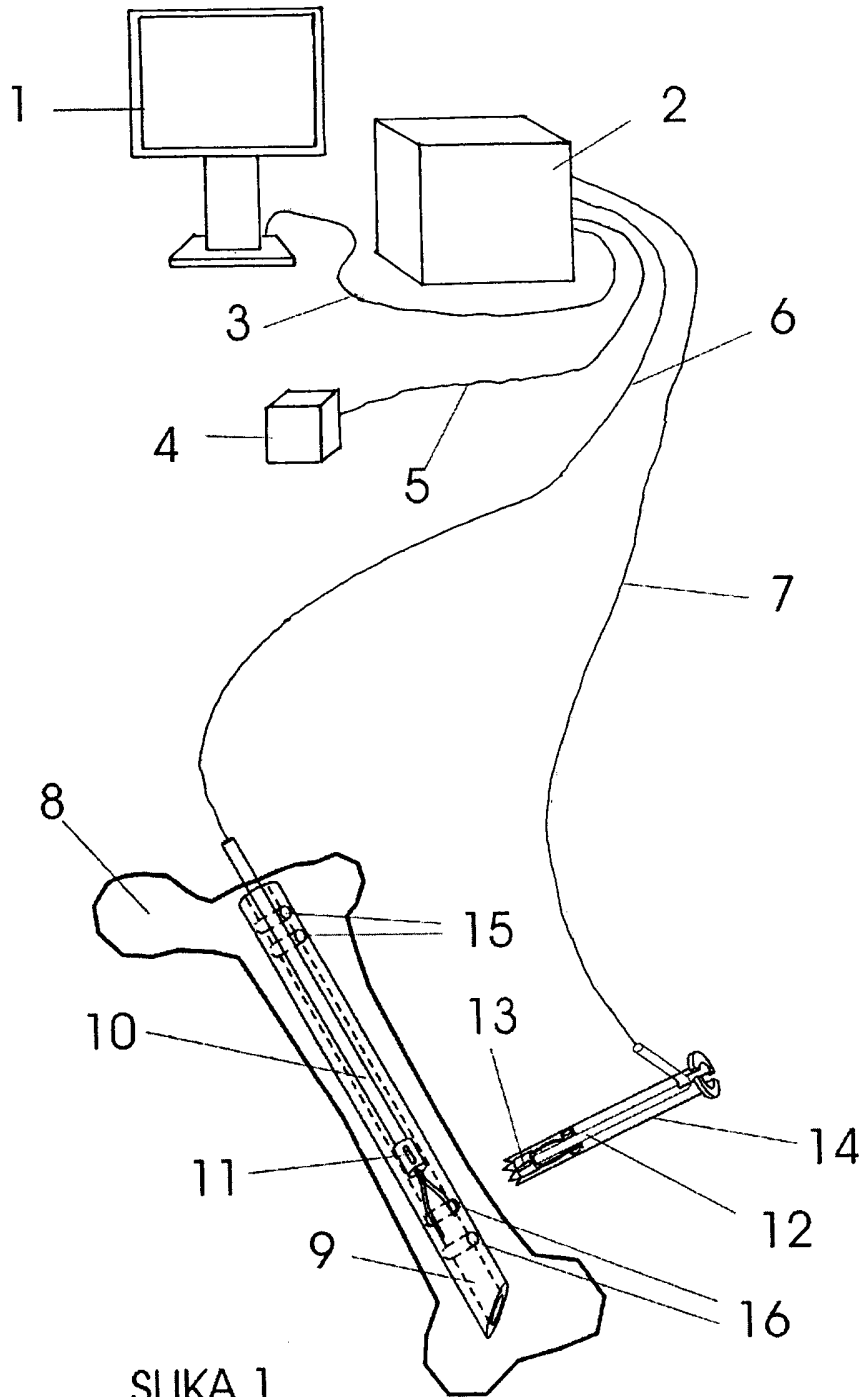
kablom 68 senzorja 59 prirejenega profilnega vodila 57 povezan na računalnik 2, profilnim valjem 61, ki ima na svojem notranjem spodnjem koncu notranji navoj 62 za pritrditev na votlo okroglo cevko 61 in distančnim zaustavljalcem 63, ki ima pritrditveni valj 64 s konusnim zunanjim navojem 65, ki služi za fiksiranje zaustavljalne okrogle ploščice 66 na določeni distanci votle krogle cevke 58. Zaustavljalna okrogla ploščica 66 ima notranji konusni navoj 67, v katerega se navije zunanji konusni navoj 65 pritrditvenega valja 64. Postopek zaklepanja distalnih lukenj 54 intramedularnega votlega žeblja 53 z izdelanimi profilom kanala 56 za vstavitev prirejenega profilnega vodila 57 s senzorjem 59 in prirejenega profilnega vodila 57 se ne razlikuje od prej že omenjenih postopkov pod sliko 1., 2., 3., 4. in 5., saj se v funkcionalnem smislu spremeni samo izvedba vodil, intramedularnega votlega žeblja in zaustavitev vodila na poziciji distalne luknje, kar pa ne vpliva na sam postopek zaklepanja votlih žebeljev. Razlika od prejšnjih izvedbenih primerov je v tem, da se zaustavitev vodila na distalnih luknjah ne zgodi zaradi notranje zagozditve vodila v poziciji distalne luknje, marveč zaradi zunanjega distančnega zaustavjalca 63, pri čemer je to izvedljivo zaradi profilnega kanala 56 intramedularnega votlega žeblja 53. Distančni zaustavljalec 63 se lahko uporabi tudi pri izvedbenem primeru, opisanemu pod sliko 5., in to tako, da proizvajalec intramedularnega votlega žeblja naredi v kanalu intramedularnega votlega žeblja 40 samo utor 41 in mu ni potrebno izdelovati tudi pozicijskega utora 42 za zagozditev vodila na pozicijo distalnih lukenj, saj to funkcijo prevzame zunanji distančni zaustavljalec 63.

Kot sredstva za pozicioniranje in fiksiranje senzorja 11 v distalnih luknjah 16 intramedularnega votlega žeblja 9 so bila na osnovi izvedbenih primerov opisane kroglaste izbokline 20 na ploščatih lističih 19, kroglaste izbokline 37 z vzmetjo 38 in distančni zatiči 49 ter posebno oblikovani notranji profili votlih žebeljev 40, 53 in vodil 43, 57. V okviru izuma pa so tako na izvedbenih primerih opisana kot tudi druga iz opisanega izuma strokovnjaku očitna sredstva in načini za pozicioniranje in fiksiranje senzorja 11 v distalnih luknjah 16 intramedularnega votlega žeblja 9.

PATENTNI ZAHTEVKI

1. Neinvazivno zaklepanje distalnih lukenj na intramedularnih votlih žeblih v kirurgiji, predvsem zaklepanje votlih žeblov v distalnem delu votlega žebja, ki je zabiti v kost, pri čemer je zaklepanje votlih žeblov slikovno voden kirurški postopek s pomočjo navigacije, označeno s tem, da se notranje vodilo (10) z valjem (18) in senzorjem (11) direktno vstavi v kanal intramedularnega votlega žebja (9), pri čemer se notranje vodilo (10) potisne do distalnih lukenj (16) intramedularnega votlega žebja (9), kjer se pozicionira in fiksira ter da se v zunanje vodilo (12) vstavi senzor (13) in pozicionira in fiksira glede na fiksne luknje (29) zunanjega vodila (12).
2. Neinvazivno zaklepanje distalnih lukenj po zahtevku 1, označeno s tem, da je senzor (11) na notranje vodilo (10) pritrjeno v valju (18), ki ima sredstva za pozicioniranje in fiksiranje v distalnih luknjah (16) intramedularnega votlega žebja (9).
3. Neinvazivno zaklepanje distalnih lukenj po zahtevku 2, označeno s tem, da so sredstva za pozicioniranje in fiksiranje v distalnih luknjah (16) intramedularnega votlega žebja (9) izvedena kot kroglaste izbokline (20) na ploščatih lističih (19) ali kot kroglasti izboklini (37) z vzmetjo (38) ali kot distančni zatiči (49).
4. Neinvazivno zaklepanje distalnih lukenj po zahtevku 1, označeno s tem, da je notranjost votlega žebja (40, 53) kanal z izdelanim profilom in je notranje vodilo (44, 57) oblikovano tako, da je voden, pozicionirano in fiksirano v tem profilu.
5. Neinvazivno zaklepanje distalnih lukenj po zahtevku 1, označeno s tem, da je v postopku pozicioniranja v cevastem nastavku (14) zunanje vodilo (12) kot kotno ukrivljena cevka (23) z valjem (24) in je v valju (24) vstavljen senzor (13) in pozicioniran ter fiksiran glede na fiksne luknje (29) cevastega nastavka (14).

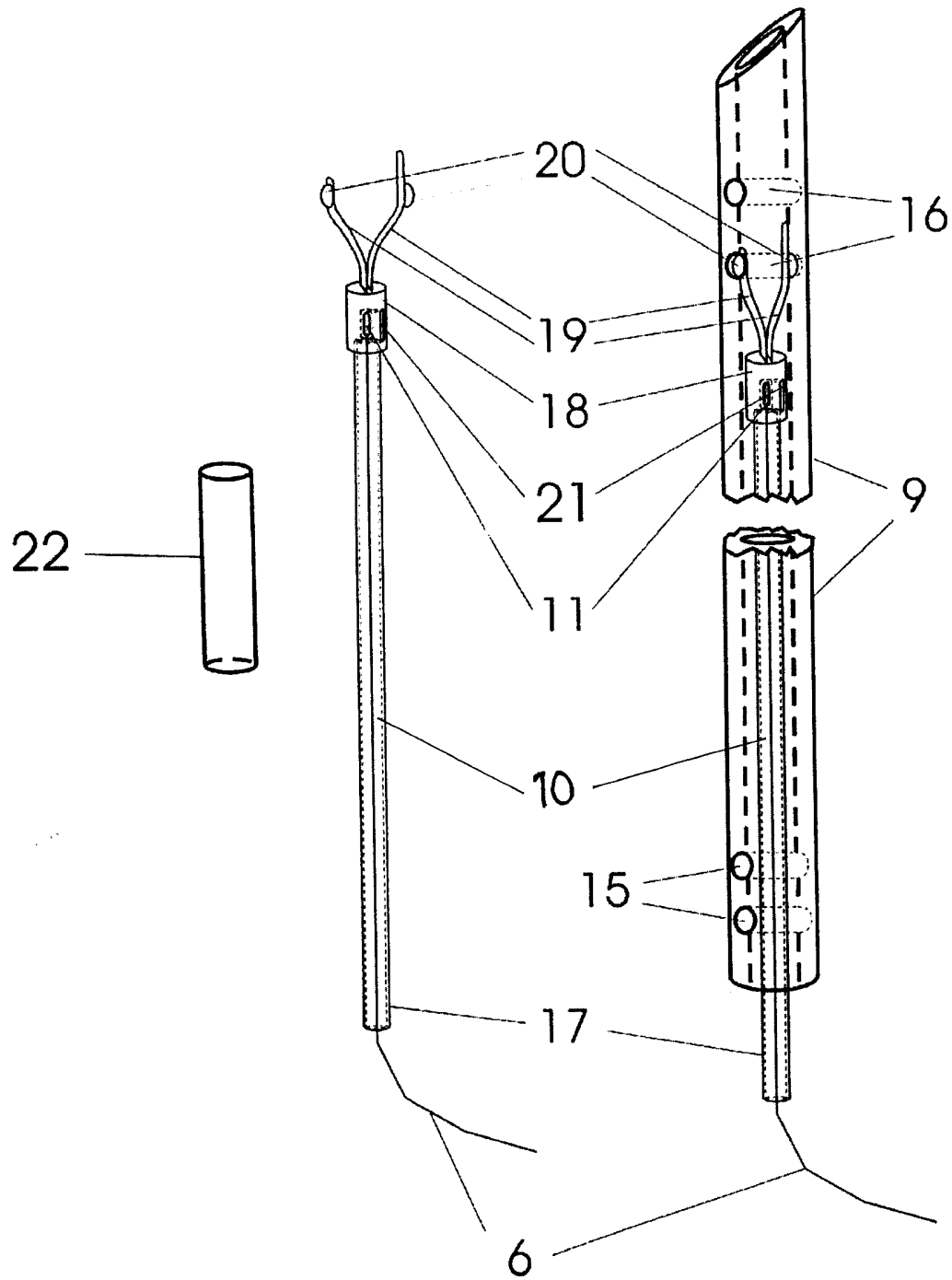
1/6



SLIKA 1

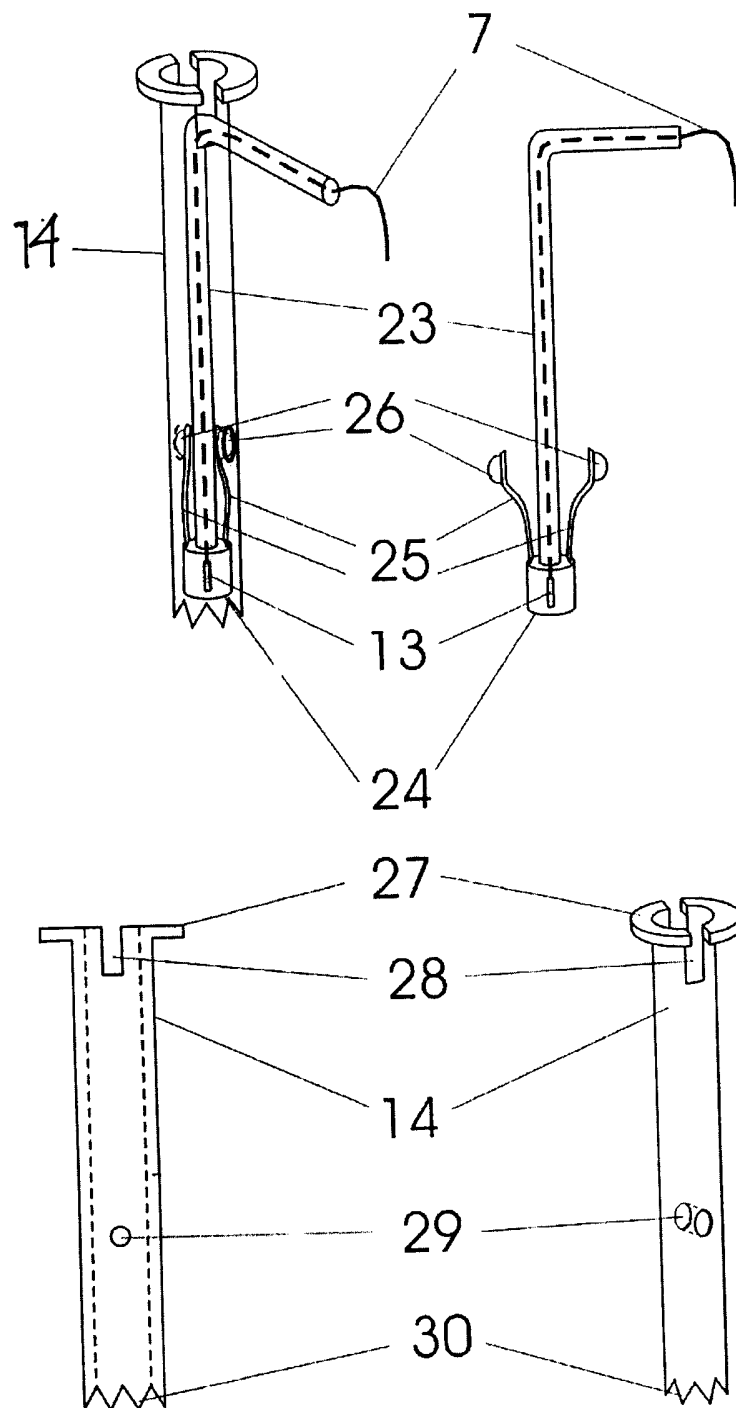
2/6

SLIKA 2

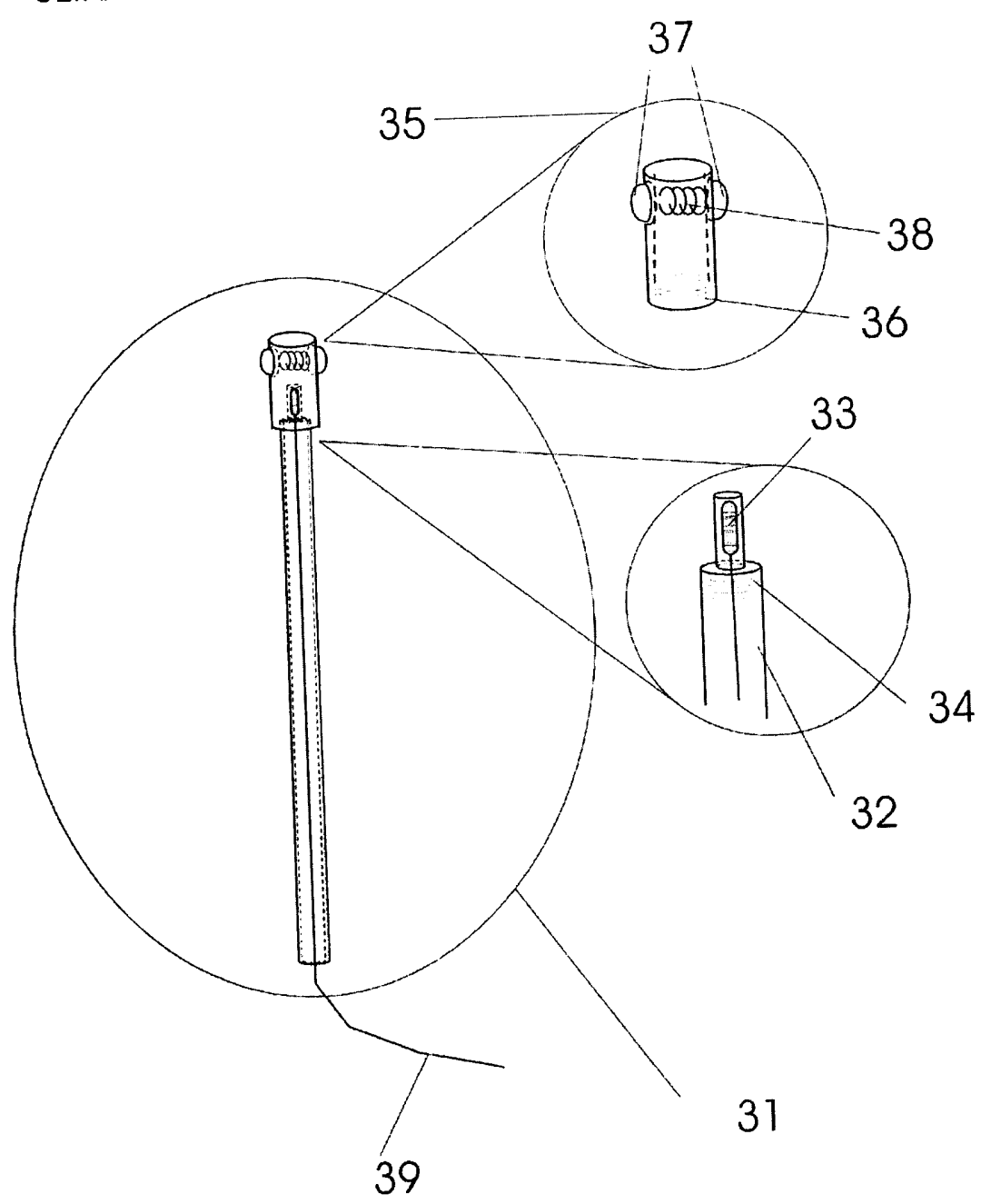


3/6

SLIKA 3

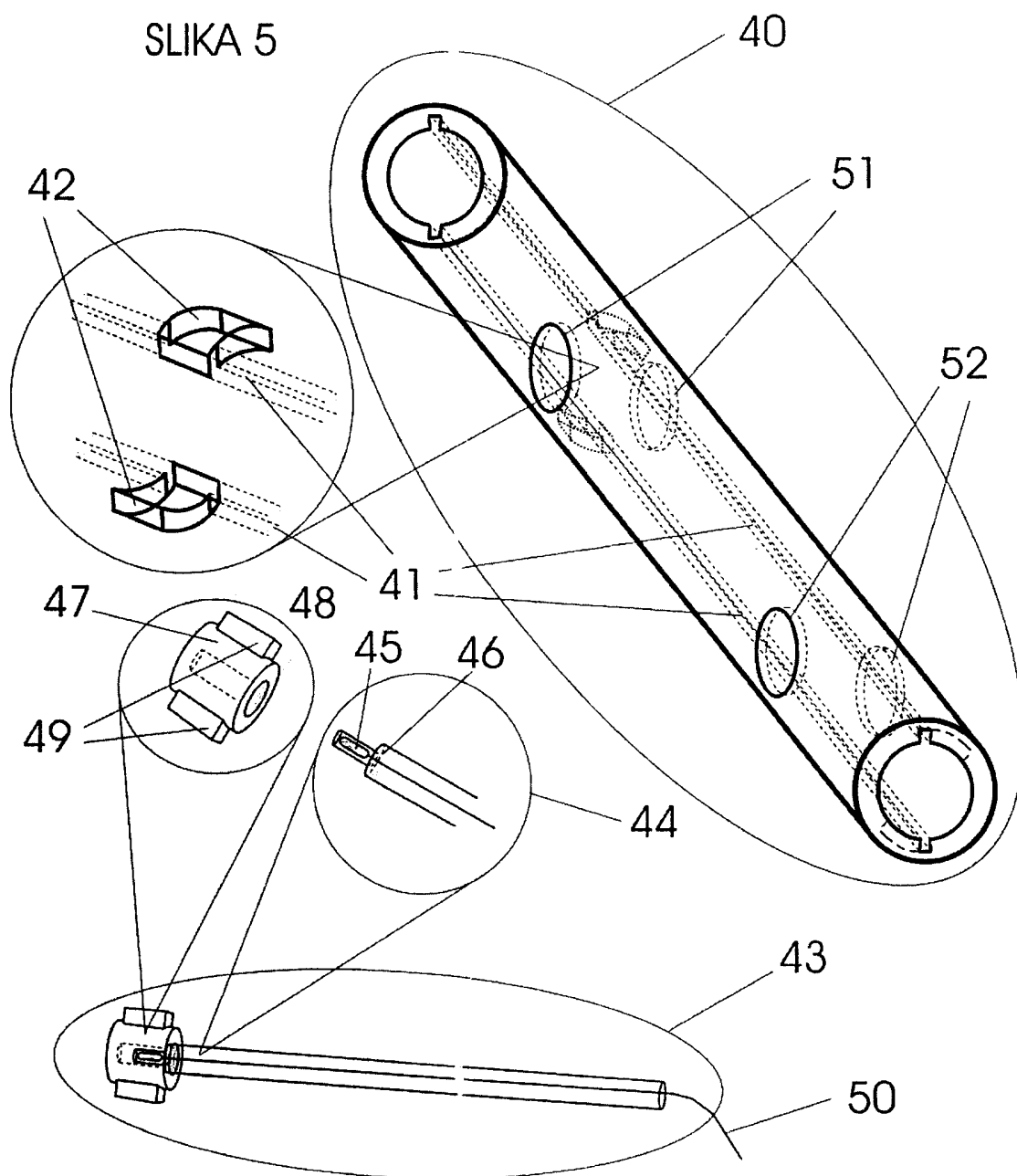


SLIKA 4



5/6

SLIKA 5



6/6

SLIKA 6

