



Kirurški pristopi v kolenski sklep pri vstavitvi endoproteze kolena

Surgical approaches to the knee joint in total knee arthroplasty

Luka Pilič Turk,¹ Tadej Mavčič,¹ Borut Pompe,² Gregor Kavčič³

Izvleček

Vstavev totalne endoproteze kolena oz. totalna kolenska artroplastika je eden najpogostejših in najuspešnejših posegov v ortopedski kirurgiji po svetu. Razvoj sodobnih komponent in kirurških tehnik je zagotovil odlične dolgoročne rezultate sodobne kolenske artroplastike. Ob tem so se razvijali hkrati tudi različni kirurški pristopi do kolenskega sklepa s ciljem čim boljše preglednosti ob hkratni minimalni poškodbi okolnih tkiv. Poznamo anteromedialni parapatelarni pristop, ki je najbolj razširjen in nudi odlično preglednost sklepa, vendar lahko pride do poškodb živčno-žilnih struktur in težav z drsenjem pogačice. Pristop subvastus ponuja bolj anatomsko oz. manj invazivno možnost, saj mišico *m. vastus medialis* le dvignemo s spodaj ležeče fascije. Prav tako pa s tem pristopom ohranimo iztegovalni mehanizem in neokrnjeno prekrvlenost pogačice. Pri pristopu midvastus do sklepa dostopamo delno skozi mišico *m. vastus medialis*. Zato lahko pride do denervacijskih poškodb mišice. Toda preglednost je dobra, drsenje pogačice pa je tudi brez sproščanja ugodno. Lateralni pristop je redek in tehnično zahtevnejši. Najpogosteje se uporabi pri vstavitvi totalne endoproteze v kolenih z izrazito valgusno deformacijo. Poznamo tudi minimalno invazivne različice prej naštetih pristopov. Klasične pristope lahko za boljšo preglednost dopolnimo še s sproščanjem iztegovalnega aparata, kar lahko opravimo s 3 najpogostejšimi tehnikami: s tehniko poševne incizije mišice *m. rectus*, s t.i. plastiko V-Y in z osteotomijo tibialnega tuberkla.

Abstract

Different surgical approaches were developed to ensure the best exposure and minimal damage to the surrounding tissues. The anterolateral parapatellar approach is the most commonly used and grants great exposure, but damage to the surrounding neurovascular structures and issues with patellar tracking can occur. The Subvastus approach offers a more anatomical and less invasive alternative, as *m. vastus medialis* is only lifted from the underlying fascia. The extensor

¹ Katedra za ortopedijo, Medicinska fakulteta, Univerza v Ljubljani, Ljubljana, Slovenija

² Ortopedska klinika, Univerzitetni klinični center Ljubljana, Ljubljana, Slovenija

³ Oddelek za ortopedsko kirurgijo, Splošna bolnišnica Novo mesto, Novo mesto, Slovenija

Korespondenca / Correspondence: Luka Pilič Turk, e: luka.pilic.turk@gmail.com

Ključne besede: kirurgija kolena; totalna endoproteza kolena; medialni parapatelarni pristop; pristop subvastus; pristop midvastus; lateralni pristop

Keywords: knee surgery; total knee arthroplasty; medial parapatellar approach; subvastus approach; midvastus approach; lateral approach

Prispelo / Received: 24. 10. 2024 | **Sprejeto / Accepted:** 17. 1. 2025

Citirajte kot/Cite as: Pilič Turk L, Mavčič T, Pompe B, Kavčič G. Kirurški pristopi v kolenski sklep pri vstavitvi endoproteze kolena. Zdrav Vestn. 2025;94(3-4):71-81. **DOI:** <https://doi.org/10.6016/ZdravVestn.3580>



Avtorske pravice (c) 2025 Zdravniški Vestnik. To delo je licencirano pod Creative Commons Priznanje avtorstva-Nekomercialno 4.0 mednarodno licenco.

mechanism and the vasculature that supplies the patella remain undisturbed. The Midvastus approach is performed by partially splitting *m. vastus medialis*, which can cause muscle denervation; however, the approach offers great exposure and patellar tracking, even without performing a release. The lateral approach is rarely used and is technically demanding. Its main indication is severe valgus deformity of the knee. Minimally invasive variants of the approaches listed above have also been developed. When better exposure is needed, the approaches can be extended by releasing the extensor mechanism; this can be done by using one of the three most frequent techniques: rectus "snip", modified V-Y plasty and tibial tubercle osteotomy.

1 Uvod

Vstavev totalne endoproteze kolena oz. totalna kolenska artroplastika, ena od metod kolenske artroplastike, je skupaj s totalno kolčno artroplastiko eden najpogostejših in najuspešnejših posegov ne le v ortopedski kirurgiji, temveč tudi v kirurgiji nasploh (1). Opravi se več kot 1.300.000 primarnih in revizijskih posegov letno (2). Zgodovina kolenske endoprotetike sega v 19. stoletje, ko so bili prvi vstavljeni vsadki izdelani iz slonovine (3). Poseg je razcvet doživel v 70. letih 20. stoletja z razvojem prve kondilarne totalne endoproteze (TEP), ki je posnemala obliko stegenice in golenice, ter s cementno učvrstitvijo komponent TEP (4). V naslednjih letih so razvili še patelarno komponento, brez cementno učvrstitev in nove materiale, ki so zagotovili boljšo stabilnost, večjo biološko skladnost ter bili biomehanično ustreznejši (5). Sodobna kolenska artroplastika tako prinaša z zmanjšanjem bolečine, izboljšanim delovanjem sklepa in vesplošno boljšo kakovostjo življenja bolnikom odlične srednjeročne in dolgoročne rezultate (6). Skupaj z razvojem endoproteze so se razvijali tudi različni kirurški pristopi do kolenskega sklepa s ciljem čim boljše preglednosti ob hkratni minimalni poškodbi okolnih tkiv. V sodobni ortopedski kirurgiji se uporabljajo: anteromedialni in anterolateralni parapatelarni pristop, pristopa subvastus in midvastus, lateralni pristop, minimalno invazivni pristopi ter različne dopolnilne tehnike za izboljšanje preglednosti pri zahtevnih primerih (7).

2 Priprava bolnika in kožni rez

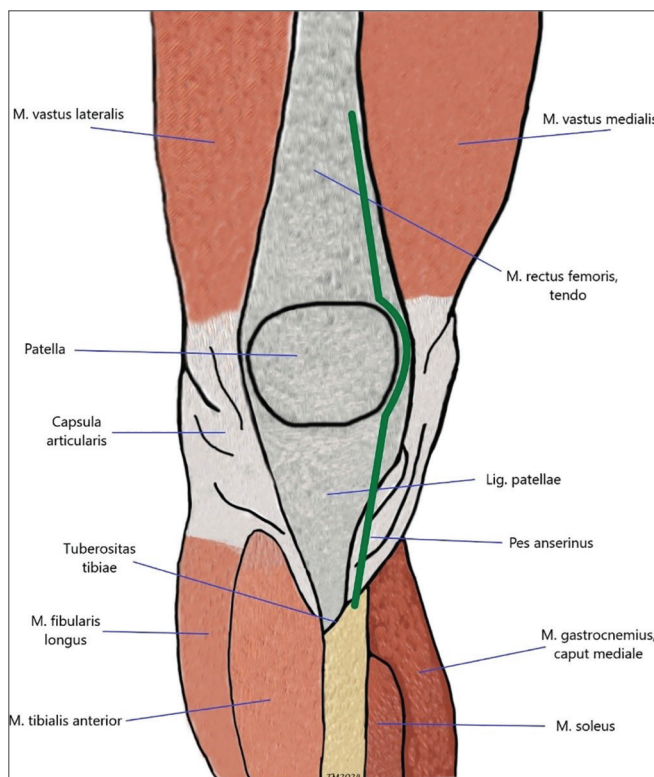
Bolnika namestimo na operacijsko mizo v supiniranjem položaju. Nogo, ki je predvidena za vstavev TEP kolena, pa vpnemo v posebno podporo, ki omogoča fleksijo in ekstenzijo ter nogo samostojno ohranja v želenem položaju (7). Splošno ali spinalno anestezijo lahko za boljše nadzorovanje bolečine dopolnimo z blokiranjem perifernih živcev, kot sta npr. obturatorni blok, ali dodatek LIA (*angl.* local infiltration analgesia) oz. področna infiltrativna analgezija (8). Če gre za splošno

anestezijo, pred operacijo intravensko vbrizgamo tudi kratkodelujoči in nedepolarizirajoči mišični relaksant. Na stegno lahko namestimo Esmarchovo prevezo. Po sterilni pripravi kože in pokrivanju prevezo napihnemo tako, da je noga v flektiranem položaju in označimo pomembne anatomske strukture (8). Sledi kožni rez, ki pri vstavitvi totalne kolenske endoproteze poteka najpogosteje vzdolžno anteromedialno v sredinski črti nad sklepom (8). Kožo in podkožje zarežemo, ko je koleno v fleksiji 60–90°. Tako kožni pokrov lažje pade na medialno in lateralno stran, preglednost pa je s tem boljša (7). Kožni rez se začneja proksimalno 6–10 cm nad zgornjim robom pogačice, poteka čez sredinsko črto pogačice in se distalno konča 6 cm pod spodnjim robom pogačice; v distalnem delu lahko poteka bolj medialno, in sicer nad medialnim robom kosti *tuberositas tibiae* (7,8). Dolžino reza lahko po potrebi tudi podaljšamo in pri tem sledimo načelu, naj bosta oba konca reza v obliki črke »V« in ne črke »U«, kar bi pomenilo, da sta preveč napeta (9). Rez nadaljujemo v podkožno tkivo, sproti krvaveče žilje umirimo z elektrokoagulacijo ter razcepimo globoko fascijo (*fascia cruris*) v enakem poteku, kot smo napravili kožni rez. Rob medialnega režnja se tako nahaja ob tetivi mišice *m. quadriceps femoris*, medialnem robu pogačice in medialnem robu vezi *ligamentum patellae* (10). Nekateri kirurgi s kožnim rezom v delu poteka nad pogačico zavijejo skladno s krivino pogačice, saj naj bi bila brazgotina tako manjša in bi se med celjenjem manj krčila (11). V primeru, da je že prisotna brazgotina od prejšnje operacije in je njen potek ugoden, jo seveda vključimo v kožni rez. Če je prisotnih več brazgotin, izberemo brazgotino, ki je najbolj lateralno, saj večina žilja, ki prehranjuje kožo nad kolenskim sklepom, izvira iz medialnih genikulatnih arterij; če so brazgotine prejšnje operacije zelo poševno, naj novi rez poteka pravokotno nanje (12). Da zaplete celjenja rane po operaciji preprečimo, previdno ravnamo s tkivi in pazimo, da čim manj napenjamo kožo. To lahko dosežemo s podaljšanjem reza. Posebej previdni smo pri bolnikih z naslednjimi dejavniki tveganja: dolgotrajno zdravljenje s kortikosteroidi

ali nesteroidnimi antirevmatičnimi zdravili, revmatoidni artritis, sladkorna bolezen, debelost in kajenje (13).

3 Anteromedialni parapatelarni pristop

Zgodovinsko se vsi v nadaljevanju omenjeni pristopi za totalno kolensko artroplastiko primerjajo z anteromedialnim parapatelarnim pristopom, ki ga je leta 1878 prvič opisal Bernhard von Langenbeck in še dandanes velja za zlati standard (14). Standardnemu anteromedialnemu kožnemu rezu sledi ostra disekcija podkožnih tkiv in maščevja, ovojnice *bursae suprapatellaris* (burzo lahko tudi v celoti izluščimo) ter *fascie cruris*, kar omogoči dostop do naslednjih struktur: *tendo m. quadriceps femoris*, *retinaculum patellae*, *margo medialis patellae* in *ligamentum patellae*, ki se narašča na *tuberculum tibiae* na golenici (15). Krvaveče žilje sproti koaguliramo z električnim skalpelom – kutorjem, da preprečimo nastanek globokih ali povrhnjih hematomov po operaciji (16). Če je bolnik zelo debel, lahko za lažje obračanje pogačice navzven podkožje z raspatorjem topo ločimo od fascije ter tako na lateralni strani ustvarimo »žep«, v katerega pozneje v poteku pristopa umaknemo pogačico (7). S pomočjo Langenbeckovega retraktorja prikazemo proksimalni del kite *tendo m. quadriceps femoris*, kjer začnemo rez v sklepno ovojnico. Rez nadaljujemo ob medialnem robu tetive, pri čemer puščamo 3–4 mm pas tetive na mišici *m. vastus medialis*, kar olajša pozneje šivanje ovojnice (15,16). Nadalje poteka rez vzdolž krivine *margo medialis patellae* (spet puščamo nekajmilimetrski pas medialnega retinakuluma na pogačici za lažje šivanje) in nato še 3–4 cm na anteromedialno površino golenice vzdolž struktur *ligamentum patellae* oz. *tuberculum tibiae*; glede na potrebe operacije pa lahko tudi dlje (8,15) (Slika 1). Koleno iztegnemo in zasukamo pogačico, kar omogoči sproščanje lateralne femoropatelarne plike ter ekscizijo *corpusa adiposum infrapatellare*. Koleno potem spet skrčimo, a pogačica tako ostane subluksirana lateralno. V distalni medialni kot reza uvedemo Hohmannov retraktor in z električnim skalpelom odluščimo nekaj milimetrov periosta golenice, nato pa z retraktorjem v obliki črke »Z« ovojnico in globoki del vezi *ligamentum collaterale mediale* umaknemo v posteromedialni kot kolena (7,8,15). Prednost anteromedialnega parapatelarnega pristopa je predvsem v tem, da že v osnovi, brez dopolnilnih tehnik, nudi odličen pregled nad sklepom: tudi pri zahtevnejših primerih (npr. pri bolnikih s čezmerno telesno maso); zaradi svoje razširjenosti in uveljavljenosti pa se je mogoče hitro priučiti varne izvedbe (7,8). Slabosti vključujejo destabilizacijo pogačice zaradi okvare iztegovalnega mehanizma na



Slika 1: Anteromedialni parapatelarni pristop (desno koleno).

Vir: Tadej Mavčič, lasten arhiv.

spoju mišice *m. vastus medialis* in kite *tendo quadriceps* ter možno poškodbo pomembnih živcev in žilja za koleno (8). Po medialnem rezu in eksciziji strukture *corpus adiposum infrapatellare* je lahko žila *a. superior lateralis genus* namreč edina arterija, ki še prehranjuje to področje. Zato moramo biti pri sproščanju lateralnega retinakuluma pogačice pazljivi, da je ne poškodujemo (15). Paziti moramo tudi na *ramus infrapatellaris n. sapheni*, ki oživčuje anteromedialni del kolena, saj na medialnem delu sklepa ta izstopi skozi fascijo in poteka v podkožju (16). Poškodba živca lahko vodi v nastanek nevroma; zato se v primeru poškodbe priporoča resekcija subkutanelega dela živca (8).

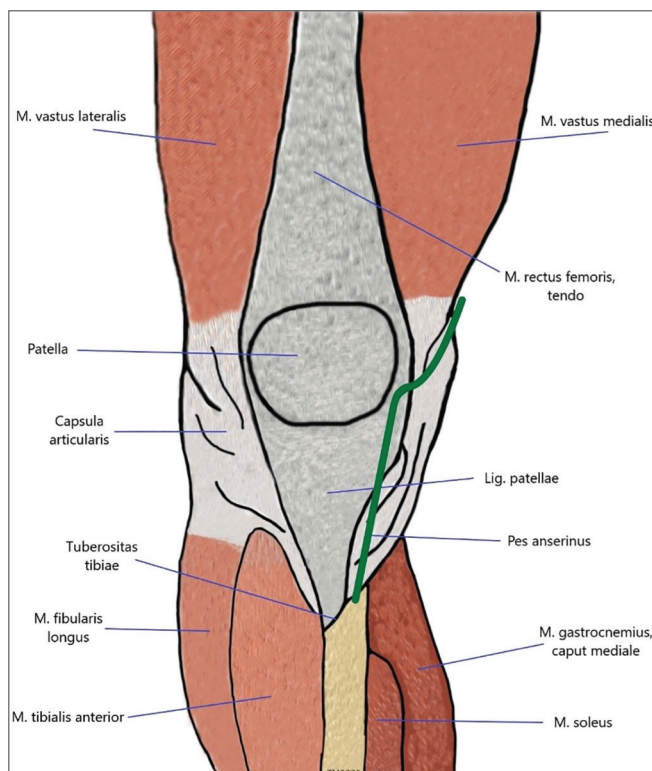
3.1 Insallova različica pristopa

Leta 1971 je ameriški kirurg John Insall opisal posebno prilagoditev originalnega Langenbeckovega parapatelarnega pristopa, ki je znana kot Insallova različica (17). V primerjavi z Langenbeckovim pristopom naj bi Insallova različica zaradi poteka reza skozi sklepno ovojnico povzročala manjšo motnjo iztegovalnega mehanizma in s tem omogočila boljšo stabilnost po operaciji v primerjavi z Jonesovo različico, ki vključuje žaganje pogačice. Izogne pa se tudi poškodbi površja

facies articularis patellae (7,8). Rez sklepne ovojnice, ki navadno poteka tik ob medialnem robu pogačice oz. 1 cm od njega, pri Insalovi različici poteka prek pogačice, natančneje prek spoja medialne tretjine in dveh lateralnih tretjin površine pogačice (17). *Ligamentum patellare* najprej vertikalno ostro zarežemo do kostne površine. Medialni del tkiv nato z ostro disekcijo odluščimo s sprednje površine pogačice ter zavijemo navzdol tik ob *margo medialis patellae*. S tem pa ne pustimo nobene ga tkiva tik ob pogačici, da bi ga morali pozneje šivati; medialni *retinaculum patellae* tako prišijemo na tkiva na lateralnih dveh tretjinah pogačice (17). Drsenje pogačice lahko preverimo tako, da roba ovojnice najprej približamo z le 3 šivi in koleno skrčimo do 90°. Če šivi ostanejo celi tudi v fleksiji, pretiranega lateralnega vleka oz. motenj drsenja pogačice najverjetneje ni (18). Insalova različica omogoča odličen pregled nad sklepom. Toda lahko privede do zapletov po operaciji, kot so izpah, delni izpah ali stresni zlom pogačice, redkeje pa tudi do avaskularne nekroze pogačice (7,8,19).

4 Pristop subvastus

Pristop subvastus oz. pristop southern ponuja bolj »anatomsko« alternativo pristopom, ki vključujejo obsežne artrotomije in posegajo v iztegovalni mehanizem. Pristop subvastus so prvič omenili leta 1929, za uporabo totalne kolenske artroplastike pa ga je populariziral Hoffman leta 1991 (20). Primeren je za bolnike z nižjim indeksom telesne mase (ITM), ki imajo mobilna obsklepna mehka tkiva in dosegajo poln obseg giba v sklepu. Relativne kontraindikacije pa so: predhodni in revizijski posegi, ki lahko pustijo brazgotinsko tkivo (npr. osteotomije distalne stegenice ali proksimalne golenice), čezmerna telesna masa ter kontraktуре sklepa (21). Po standardnem anteromedialnem kožnem rezu, disekciji podkožja in zaustavitvi krvavitve si prikažemo inferiorni rob mišice *m. vastus medialis*, pogačico in vez *ligamentum patellae* ter pri tem pazimo, da ne poškodujemo mišične fascije (8). Kita *m. vastus medialis* se narašča na superiorni medialni kot pogačice in oklepa z osjo stegenice kot 50–60°; vlakna tetive potekajo v isti smeri kot mišične vitre. Mišico s pomočjo škarij ali pa s topo disekcijo s prstom odluščimo s spodaj ležečega pretina (*septum intermusculare femoris mediale*). Rez ovojnice v obliki črke »L« začnemo posteromedialno, in sicer pod inferiornim robom mišice. Nadaljujemo pa ga lateralno do roba, imenovanega *margo medialis patellae*, kjer zavijemo pod kotom 90° stopinj navzdol ob pogačici in kiti *ligamentum patellae* (20,21) (Slika 2). Pozorni moramo biti, da ne poškodujemo živcev in žil v kanalu,



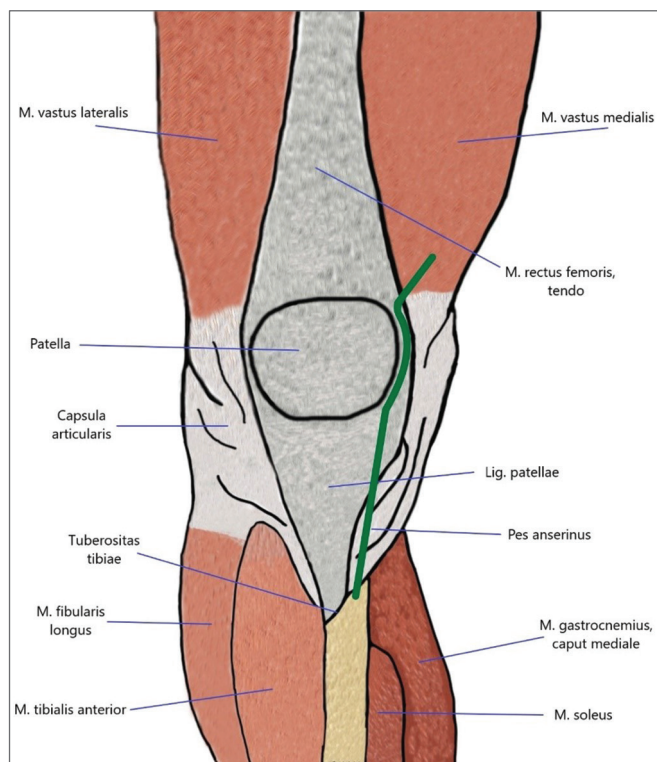
Slika 2: Pristop subvastus (desno koleno).

Vir: Tadej Mavčič, lasten arhiv.

imenovanem *canalis adductorius* (7). Za lažji odmik pogačice in boljši pregled nad sklepom izrežemo ovojnico *bursa suprapatellaris* ter nato pogačico, iztegovalni mehanizem in mišico pa zadržimo lateralno z ukrivljenim Hohmannovim retraktorjem ali z retraktorjem »Z«. Ekscizija struktur *bursa infrapatellaris* in *corpus adiposum infrapatellare* ni obvezna (8,21). Pristop subvastus ohrani nepoškodovana večino medialnega žilja, ki prehranjuje pogačico, in celoten iztegovalni mehanizem. Prav tako je nujno le minimalno sproščanje lateralnega retinakuluma za zagotovitev dobrega drsenja pogačice (20). Izguba krvi med operacijo je manjša, rehabilitacija po operaciji pa je zaradi manjše invazivnosti pristopa hitrejša; prav tako naj bi bila tudi bolečina in s tem potreba po analgetikih pomembno manjša (7,22). Slabost pristopa je možna slabša preglednost nad sklepom in težave pri obračanju pogačice navzven med posegom. Izvedba je lahko težavna pri bolnikih z veliko sorazmerno mišično maso (8,23).

5 Pristop midvastus

Težave z doseganjem zadostne preglednosti nad sklepom pri uporabi pristopa subvastus so spodbudile razvoj kompromisa, ki so ga poimenovali pristop midvastus. Prvi ga je opisal Engh leta 1997 (24). Tudi pri



Slika 3: Pristop midvastus (desno koleno).

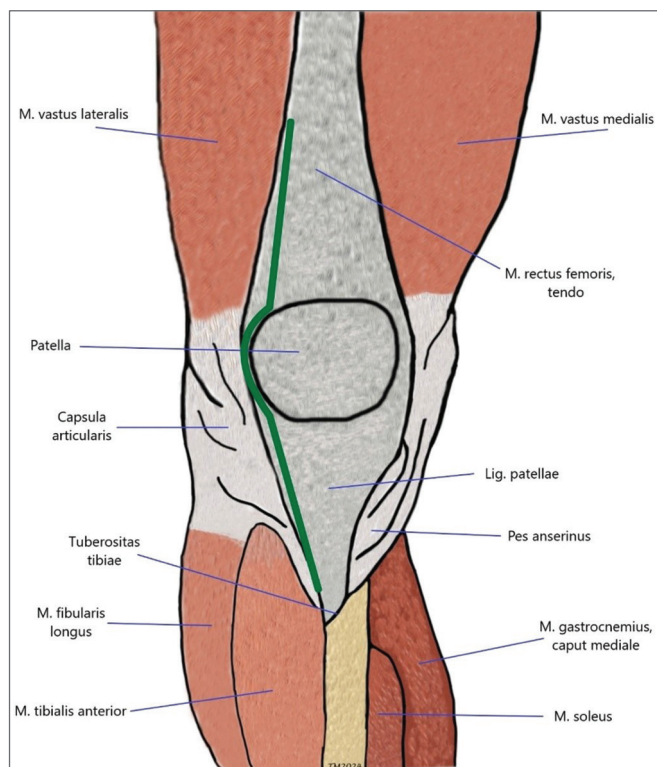
Vir: Tadej Mavčič, lasten arhiv.

pristopu midvastus do sklepa dostopamo deloma skozi mišico *m. vastus medialis*. Pristop začnemo s standardnim anteromedialnim kožnim rezom in rez nadaljujemo v podkožje vse do povrhnje fascije, ki pokriva mišico *m. vastus medialis*. Fascijo zarežemo distalno in rez v dolžini približno 5 cm nadaljujemo proksimalno. Tako se postopno zmanjša napetost iztegovalnega mehanizma in omogoči mobilizacija mišice *m. quadriceps femoris* (24,25). Sklepno ovojnico razdelimo z električnim nožem v črti vzporedno z medialnim robom in 1 cm medialno od medialnega roba pogačice. Tolikšen pas ovojnice in paratenona namreč pozneje potrebujemo za lažje zapiranje oz. šivanje (7). Disekcijo mišice *m. vastus medialis* začnemo proksimalno in lateralno ter vlakna razdelimo v ravni črti dolžine 4–6 cm do proksimalnega dela medialnega roba pogačice. Tam rez ovojnice nadaljujemo ob pogačici in končamo na mestu *tuberositas tibiae* oz. ga podaljšamo glede na potrebe posega (8). Mišična vlakna s topo disekcijo v celoti razdelimo v skladu s smerjo njihovega poteka. Pri tem pazimo, da ne poškodujemo kite *m. quadriceps femoris* (Slika 3). Podobno kot pri pristopu subvastus tudi tukaj prerežemo ovojnico suprapatelarne burze, medtem ko ekscizija infrapatelarne burze in korpusa *adiposum infrapatellare* ni obvezna (26). Pogačico lahko obrnemo navzven ali pa jo le delno izpahnemo lateralno. Za lažje

obračanje pogačice navzven pa je priporočljivo sprostiti kito *ligamentum patellofemorale*. V naslednjem koraku v lateralni žleb ob metafizi golenice uvedemo Hohmannov retraktor ali retraktor Z, da pogačico in iztegovalni mehanizem zadržimo na lateralni strani. Za boljšo preglednost in fleksijo lahko sprostimo subperiost ob tibialnem narastišču kite *ligamentum patellae* (25,26). Mnenja o dolgoročnih koristih pristopa midvastus so deljena. V več raziskavah so pri skoraj polovici preiskovancev s tem pristopom zabeležili denervacijske elektromiografske spremembe v mišici *m. vastus medialis*, medtem ko pri medialnem parapatelarnem pristopu opisanih sprememb ni bilo. Prav tako je prikaz sklepa pri debelejših pacientih in ob fleksijskih kontrakturah slab (7,8). Prednosti pristopa so manjša izguba krvi in manjša potreba po lateralnem sproščanju ligamentov, popolna ohranitev iztegovalnega mehanizma, kar pomaga pri hitrejši rehabilitaciji, boljše drsenje pogačice v primerjavi s parapatelarnimi pristopi in večja varnost za živce in žilje za mišice *m. vastus medialis* v primerjavi s pristopom subvastus (7,8,27).

6 Lateralni pristop

Lateralni pristop so prvič opisali leta 1982, dodatno pa ga je razvil Keblish s sodelavci leta 1991 in ga priporočil za sproščanje lateralnih tkiv pri težkih valgusnih deformacijah kolena (28,29). Pristop je uporaben tudi, če se pričakujejo motnje drsenja pogačice, kar lahko s tem pristopom preprečimo, saj vključuje sproščanje lateralnih tkiv ob pogačici (7). Tehnično je lateralni pristop zahtevnejši, saj je anatomija v primerjavi z ostalimi pristopi obrnjena, pogačico pa je treba deloma izpahniti medialno. Ohranjeni pa so tako prekrvlenost pogačice kot medialna tkiva, ki so pri valgusnem kolenu zelo ohlapna (8,29). Kožni rez mora biti rahlo ukrivljen, da brazgotina, ko se popravi valgusna deformacija, poteka ravno. Na lateralni strani kolena ter v proksimalnem delu kožni rez sledi obliki stegenice, v srednjem delu poteka vzporedno z lateralnim robom pogačice, distalno pa sledi lateralnemu robu tuberkla golenice (*tuberculum tibiae*). Nato razdelimo globoko fascijo med mišicami *m. biceps femoris* in proge *tractus iliotibialis* in prikazemo vez *ligamentum collaterale laterale*. Artrotomijo začnemo ob lateralnem robu tetive mišice *m. quadriceps femoris*, nadaljujemo ob lateralnem robu pogačice in zaključimo približno 3 cm distalno od tuberkla golenice (*tuberculum tibiae*); distalni del pa naj poteka približno 1,5 cm lateralno od tega tuberkla (8,30) (Slika 4). Priporočljivo je sprostiti periost z lateralne golenice ter s tem distalno narastišče proge *tractus iliotibialis* z Gerdijevim



Slika 4: Lateralni pristop (desno koleno).

Vir: Tadej Mavčič, lasten arhiv.

tuberklom (*tuberculum anterolaterale*). Obračanje pogačice navzven medialno je lahko zelo zahtevno in ga moramo olajšati z rezom v mišico *m. vastus lateralis* oz. z minimalnim lateralnim sproščanjem narastišča kite *ligamentum patellae* ali pa v skrajnem primeru z osteotomijo tibialnega tuberkla (7). Pri šivanju sklepne ovojnice je včasih težko povsem približati robove; zato je pomembno, da med operacijo ohranimo *corpus adiposum infrapatellare* (maščevje Hoffa) ter žilje, ki ga prehranjuje, maščevje pa nato všijemo med robova za t. i. plastiko Hoffa (29). Lateralni pristop najpogosteje uporabimo pri vstavitvi TEP v kolenu z veliko valgusno deformacijo ($>15^\circ$), ki jo spremljata zunanja rotacija golenice ali pa fleksijska kontraktura (7,8). Edina kontraindikacija je varusna deformacija sklepa (30). Prednosti pristopa so ohranitev prekrvljenosti in preprečitev lateralnega delnega izpaha pogačice, pri velikih valgusnih deformacijah pa lateralni pristop omogoča neposreden dostop do lateralnega kompartmenta. Slabosti vključujejo redkost in tehnično zahtevnost ter težavno medialno obračanje pogačice navzven, ki v nekaterih primerih zahteva osteotomijo tibialnega tuberkla (7,29,30).

7 Minimalno invazivni pristopi

Koncept minimalno invazivne vstavitve kolenske

endoproteze je v začetku 90. let uvedel Repicci s sodelavci, ko je vstavev unikondilarne kolenske endoproteze izpeljal skozi skrajšani kožni rez in artrotomijo (31). Nato so ostali pionirji prilagodili znane kirurške pristope pri vstavitvi TEP kolena tako, da so ustrezali merilom minimalno invazivne kirurgije (*angl.* minimally invasive surgery, MIS): anteromedialni parapatelarni pristop je postal pristop z ohranitvijo kvadricepsa oz. mini-medialni parapatelarni pristop. Pristop midvastus je postal mini-midvastus pristop in pristop subvastus pa mini-subvastus pristop (32). Minimalne invazivnosti ne opredeljuje le dolžina kožnega reza, ampak predvsem manjša poškodba tkiv kolena ter s tem hitrejša okrevanje in boljši vsesplošni izid za bolnika po načelih izboljšane okrevanja po operaciji (*angl.* Enhanced Recovery After Surgery, ERAS) (33). Kontraindikacije za MIS vključujejo debelost, omejeno skrčitev (pod 90°), hudo valgusno in varusno deformacijo ter kronična stanja, kot je npr. revmatoidni artritis. Dolžino kožnega reza različni avtorji navajajo med 8 cm (2) in vse do 10 cm (33), poteka pa v isti črti kot kožni rez za klasične pristope. Polovica reza naj poteka nad sredinsko črto sklepa, polovica pa pod njim; izjemoma je lahko daljši del pod sredinsko črto (31). Podkožje previdno zarežemo do retikuluma pogačice, si prikažemo mišico *m. vastus medialis* in med tem hkrati elektrokoaguliramo krvaveče žile. Nato lahko izbiramo med 4 navedenimi pristopi in le med retrakcijo ali pa obračanjem pogačice navzven (34). Tehnično najenostavnejši je mini-medialni parapatelarni pristop, pri katerem je rez v kito *m. quadriceps femoris* omejen na 4 cm oz. na 2 cm, če gre za pristop z ohranitvijo kvadricepsa. Pri mini-midvastus pristopu razdelimo mišična vlakna *m. vastus medialis* na meji med distalno in sredno tretjino mišice v smeri poteka vlaken v dolžini 2 cm ter artrotomijo nadaljujemo ob medialnem robu pogačice. Pristop mini-subvastus zahteva dvig mišice *m. quadriceps femoris* v anteriornem delu in rez ob inferiornem robu mišice *m. vastus medialis* (7,34,35). Težavo predstavljajo bolniki moškega spola z veliko relativno mišično maso. Zato zaradi težav s selekcijo bolnikov pristop ni popularen (35). Prednosti minimalno invazivnih pristopov so manjša izguba krvi, po operaciji manjše bolečine, hitrejša mobilizacija in s tem krajša hospitalizacija ter estetsko ugodnejši vidik krajše brazgotine (33,34). Slabosti so predvsem nepravilen položaj in poravnava komponent, poškodba kože zaradi natega, denervacijske poškodbe ob pristopu mini-midvastus oz. zaradi hematoma ob pristopu mini-subvastus, raztrganje iztegovalnega aparata in poškodbe v lateralnem kompartmentu zaradi slabe preglednosti, ki lahko pripeljejo do sindroma kompartment

(33-35). Prav tako zahtevajo prilagojen instrumentarij, na voljo pa so tudi posebne komponente za MIS vstavitve TEP kolena (35).

8 Tehnike za boljšo preglednost pri zahtevnih primerih

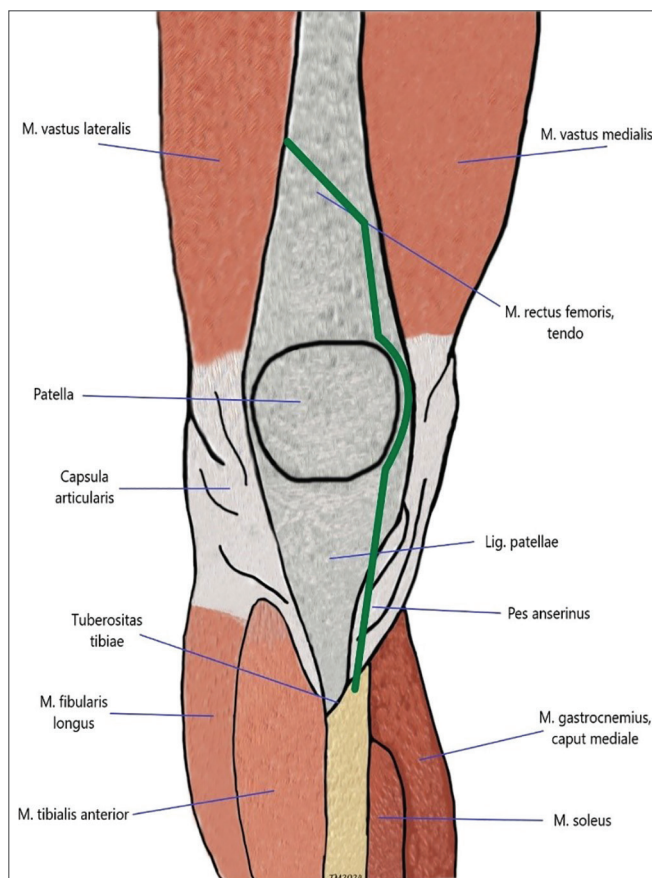
Pri revizijskih operacijah, kostni ali fibrozni ankilozi sklepa, travmatski poškodbi, okužbi sklepa ali zahtevnih anatomske stanjih je pogosto potrebno uporabiti posebne tehnike, da bi zagotovile zadostno preglednost nad sklepom (7,8). Standardni anteromedialni parapatelarni pristop lahko v takšnem primeru dopolnimo s subperiostalnimi sproščanjem tkiv s proksimalne tibije, z zunanjo rotacijo tibije in z lateralnim sproščanjem retinaculuma pogačice (7). Med obračanjem pogačice navzven in krčitvijo kolena je treba posebno pozornost nameniti narastišču kite *ligamentum patellae* na kosti tibialnega tuberkla. Če opazimo, da se medialna vlakna začnejo trgati z narastišča, moramo klasični pristop dopolniti še s sproščanjem iztegovalnega aparata (8), ki ga lahko opravimo s 3 najpogostejšimi tehnikami: tehniko poševnega reza mišice *m. rectus*, plastiko V-Y ali pa osteotomijo tibialnega tuberkla (7,8).

8.1 Poševna incizija mišice *m. rectus*

Poševna incizija mišice *m. rectus* je najpogostejše uporabljena tehnika za izboljšanje preglednosti pri artroplastiki in pri oteženi skrčitvi kolena, če vzrok leži v zgornjem delu iztegovalnega mehanizma; sicer je treba narediti osteotomijo tibialnega tuberkla (36). Metodo je prvi opisal Insall (37). Artrotomijo opravimo na enak način kot pri anteromedialnem parapatelarnem pristopu, nato pa rez podaljšamo v kito mišice *m. rectus femoris* pod kotom 45° proksimalno in lateralno; pozorni smo, da ne poškodujemo žile *a. superior lateralis genus*, ki poteka na tem mestu (8,36) (Slika 5). Vlakna popolnoma prerežemo in jih nato z resorbilno nitjo zašijemo nazaj. Okrevanje je nekoliko daljše, protokola po operaciji pa ni potrebno prilagajati (36). Dolgoročni rezultati so enaki kot pri klasičnem anteromedialnem parapatelarnem pristopu (7).

8.2 Plastika V-Y

Osnove te tehnike sta prva opisala Coonse and Adams, prilagoditev, imenovano plastika »V-Y«, pa Scott in Siliski (38). V začetku rez ovojnice poteka kot pri anteromedialnem pristopu. Toda proksimalno ga v apeksu kite mišice *m. quadriceps femoris* podaljšamo



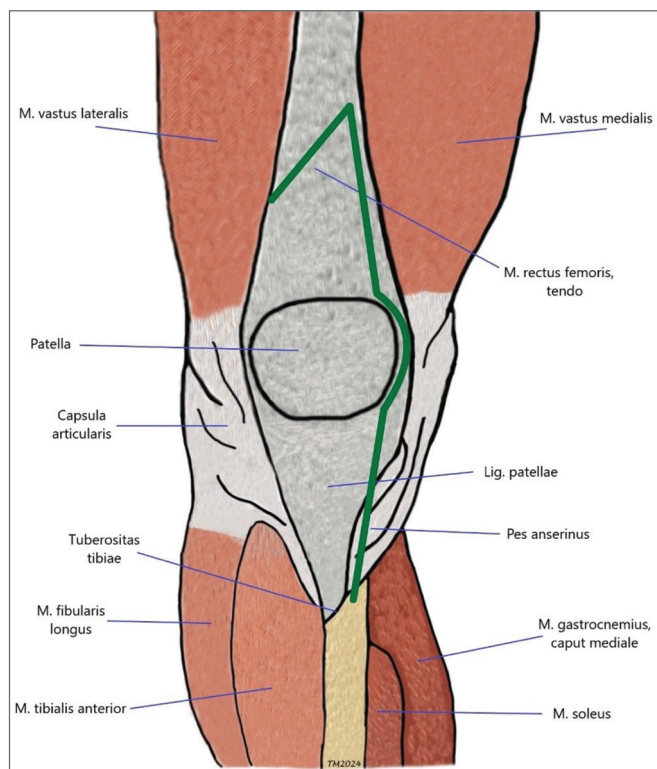
Slika 5: Poševna incizija mišice *m. rectus* (desno koleno).

Vir: Tadej Mavčič, lasten arhiv.

pod kotom 45° lateralno vzdolž mišice *m. vastus lateralis* do najbolj proksimalnega dela *tractusa iliotibialis*. Pri tem pazimo na žilo *a. superior lateralis genus* (39) (Slika 6). Pri šivanju reza lahko pogačico in pripadajoči del kite mišice *m. quadriceps femoris* pomaknemo nižje in tako iz oblike reza »V« dobimo obliko »Y«. S tem podaljšamo iztegovalni mehanizem in zagotovimo zadostno skrčitev, kadar gre za kontraktуре. Šivamo z resorbilno nitjo in dovolimo zgodnjo pasivno mobilizacijo v omejenem območju. Ustrezno dolžino iztegovalnega mehanizma določimo tako, da koleno z gravitacijo doseže skrčitve 90° (39). Prednosti tehnike je, da se ohranita tako *tuberculum tibiae* kot *ligamentum patellae*, odlična preglednost in možnost podaljšanja iztegovalnega mehanizma, slabosti pa dolgotrajnejša imobilizacija po operaciji, zmanjšana moč mišice *m. quadriceps femoris* in zaostanek v iztegnitvi (7,8,40).

8.3 Osteotomija tibialnega tuberkla

Tehniko osteotomije tibialnega tuberkla je prvi opisal Dalin, njeno prilagoditev pa Whiteside in Ohl (41). Uporabljamo jo predvsem pri nizko ležeči pogačici



Slika 6: Plastika V-Y (desno koleno).

Vir: Tadej Mavčič, lasten arhiv.

(*patella baja*) in omejeni skrčitvi zaradi kratkega iztegovalnega mehanizma, da preprečimo iztrganje ligamenta pogačice in podaljšamo iztegovalni mehanizem. Tehnika preide v poštev pri revizijskih vstavitvah TEP kolena, ko anteromedialni pristop ne omogoči zadostne preglednosti (42). V primeru, da želimo le boljšo preglednost, je priporočljivo ohraniti mehka tkiva na lateralni strani, in tuberkel po kostnem rezu le zasukati lateralno. Luknje za poznejšo učvrstitev je priporočljivo izvrstati še pred osteotomijo, saj na ta način tuberkel ponovno učvrstimo na povsem enako mesto na golenici (8). Če je cilj podaljšati iztegovalni mehanizem, pa tuberkel povsem mobiliziramo ter ga pomaknemo proksimalno, da zagotovimo zadostno dolžino iztegovalnega mehanizma in polno skrčitev kolena (43). Učvrstitev lahko opravimo na dva načina, in sicer z vijaki ali s cerklažnimi žicami. Prednosti cerklaže so enostavnejša učvrstitev, vendar mora proksimalni prečni rez biti pod kotom, da preprečimo poznejše premikanje tuberkla proksimalno, slabosti pa so draženje tkiv zaradi žic in bimetalna reakcija (7,43). Čeprav je učvrstitev s 3 ali 4 bikortikalnimi vijaki bolj zanesljiva, je vijake težje usmeriti mimo tibialnega debela proteze, lahko pa so tudi moteči, če preveč segajo iz kosti (8). Dovolimo lahko zgodnjo pasivno mobilizacijo po operaciji. Aktivno iztegovanje pa je priporočljivo za nekaj časa odložiti (7,8). S to tehniko se izognemo

zmanjšani moči kvadricepsa in zaostanku v iztegnitvi, lahko pa pride do slabega celjenja kosti ali kože in do avulzijskega zloma tuberkla (42,43).

9 Primerjava kirurških pristopov do kolena

Opisani kirurški pristopi do kolenskega sklepa imajo veliko podobnosti in razlik. Vse so razvili s ciljem čim boljše preglednosti ob hkratni čim manjši poškodbi okolnih tkiv, vendar potekajo skozi različne dele sklepa in s tem tudi skozi drugačne anatomske strukture. Najbolj razširjen je in najpogostejše se uporablja antero-medialni parapatelarni pristop, ki še dandanes velja za zlati standard in ga obvlada večina kirurgov. Artrotomija poteka medialno ob iztegovalnem mehanizmu in pogačici, pristop pa nudi odlično preglednost tudi pri zahtevnejših primerih (8,15). Posebno pozorni moramo biti na živce in žile, da ne pride do poškodbe žil in živcev (*a. superior lateralis genus* ali *ramus infrapatellaris n. sapheni*). Pristop subvastus velja za bolj anatomske pristop, saj mišico *m. vastus medialis* le dvignemo in tako ohranimo narastišče mišice na pogačici ter celoten iztegovalni mehanizem nepoškodovana. Okrevanje je manj boleče in hitrejše, vendar moramo biti pri izbiri bolnikov bolj odločni (20). Pri pristopu midvastus do sklepa dostopamo delno skozi mišico *m. vastus medialis*, zato lahko pride do denervacijskih poškodb mišice, vendar ostaja drsenje pogačice navadno tudi brez lateralnega sproščanja zelo dobro, popolna ohranitev iztegovalnega mehanizma pa prispeva k hitrejši rehabilitaciji (25,26). Tehnično najzahtevnejši je lateralni pristop, ki se uporablja predvsem pri vstavitvi TEP v kolenih z veliko valgusno deformacijo. Zaradi svojega poteka zagotavlja ohranitev prekrvitve pogačice in preprečuje delni izpah v lateralno smer oz. motnje drsenja pogačice. Ker je izvedba zahtevna, se ne uporablja pogosto, nemalokrat pa ga je treba dopolniti z osteotomijo tibialnega tuberkla (29,30). Z željo po minimalni poškodbi mehkih tkiv, krajši brazgotini in s tem estetsko ugodnejšim izidom operacije ter krajši hospitalizaciji so razvili minimalno invazivne različice prikazanih pristopov. Področje se še razvija, saj je učna krivulja strma, stroški uvedbe novega postopka pa zaradi posebnega instrumentarija in prilagojenih komponent visoki (35). Vsak od opisanih pristopov ima svoje prednosti in slabosti (Tabela 1). Toda ne moremo trditi, da je kateri izmed njih bolj ali manj primeren. Izbrati je treba pristop, ki je primeren tako za bolnika glede na individualno anatomijo sklepa, pridružena stanja in telesno gradnjo, kot tudi za kirurga, njegovo znanje in izkušnost.

Tabela 1: Primerjava kirurških pristopov na kolenski sklep.

Pristop	Prednosti	Slabosti
Anteromedialni parapatelarni pristop	- najbolj razširjen in znan pristop; - že v osnovi, brez dopolnilnih tehnik, nudi odličen pregled nad sklepom; - enostavna lateralna dislokacija oz. lateralno obračanje pogačice navzven.	- možna destabilizacija pogačice zaradi poškodbe iztegovalnega mehanizma; - možnost, da pride do lateralne subluksacije pogačice po posegu; - paziti moramo na žilo <i>a. superior lateralis genus</i>; - možna je poškodba ramusa infrapatellaris n. sapheni.
Pristop subvastus	- ohranitev večine medialnega žilja, ki prehranjuje pogačico; - ohranitev iztegovalnega mehanizma; - hitrejša rehabilitacija po operaciji; - manjše bolečine po operaciji in zmanjšana potreba po analgetikih.	- težavno lateralno obračanje pogačice navzven; - težavna izvedba pri bolnikih z veliko relativno mišično maso; - možna slaba preglednost.
Pristop midvastus	- ohranitev insercije mišice <i>m. vastus medialis</i>; - hitrejša okrevanje zaradi ohranjenega iztegovalnega mehanizma; - izboljšano drsenje pogačice in manjša potreba po lateralnem sproščanju v primerjavi z anteromedialnim pristopom.	- slabši prikaz sklepa pri debelejših bolnikih in ob fleksijskih kontrakturah; - možna delna denervacija mišice <i>m. vastus medialis</i>; - težje lateralno obračanje pogačice navzven, boljša pa je lateralna dislokacija.
Lateralni pristop	- pri velikih valgusnih deformacijah omogoča neposreden dostop do lateralnega kompartmenta sklepa; - ohranitev prekrvitve pogačice; - preprečitev delnega izpaha v lateralno smer in motenj drsenja pogačice.	- redko uporabljen in tehnično zahteven pristop; - težavno medialno obračanje pogačice navzven; - v nekaterih primerih potrebna osteotomija tibialnega tuberkla.
Minimalno invazivni pristopi	- manjša brazgotina in boljši estetski izid; - manjša mehkotivna poškodba; - manjša krvavitev med posegom; - popolna ohranitev funkcije mišice <i>m. quadriceps femoris</i> in stabilnosti sklepa; - hitrejša okrevanje in krajše bolnišnično zdravljenje.	- področje je še v razvoju; - debelost, kostne deformacije in kronična stanja so relativne kontraindikacije; - strma učna krivulja; - visoki stroški uvedbe (poseben instrumentarij in prilagojene komponente).

10 Zaključek

Vstavev totalne kolenske endoproteze sodi med najpogostejše izvajane kirurške posege v ortopediji, zaradi česar se področje stalno razvija in nadgrajuje (2,3). Kirurg lahko izbira med številnimi pristopi, in sicer od uveljavljenega parapatelarnega pristopa pa vse do novejših, tj. minimalno invazivnih različic pristopov. Vsak od njih ima svoje prednosti in slabosti. Z odličnim poznavanjem anatomije, obsežnimi izkušnjami in dobrim načrtovanjem pristopa si lahko prikažemo zadosten del sklepa za uspešno vstavev totalne endoproteze kolena

pri prav vsakem bolniku. Razvoj pristopov za koleno danes teži k čim manjši invazivnosti, hitri rehabilitaciji in minimalnim zapletom. Minimalno invazivna kirurgija obljublja manjši poseg v ključne anatomske strukture, krajše bolnišnično zdravljenje in okrevanje, boljši estetski izid in večje zadovoljstvo bolnikov, kar je nedvomno želja vsakega kirurga. Toda to ne sme iti na račun maksimalne kirurške natančnosti, ki je še vedno ključnega pomena za najboljši dolgoročni izid.

Izjava o navzkrižju interesov

Avtorji nimamo navzkrižja interesov.

Literatura

- Canovas F, Dagneaux L. Quality of life after total knee arthroplasty. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2018;104(1):S41-6. DOI: [10.1016/j.otsr.2017.04.017](https://doi.org/10.1016/j.otsr.2017.04.017) PMID: [29183821](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29183821/)
- Kurtz SM, Ong KL, Lau E, Widmer M, Maravic M, Gómez-Barrena E, et al. International survey of primary and revision total knee replacement. *Int Orthop.* 2011;35(12):1783-9. DOI: [10.1007/s00264-011-1235-5](https://doi.org/10.1007/s00264-011-1235-5) PMID: [21404023](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21404023/)
- Hsu H, Siwiec RM. *Knee Arthroplasty*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; c2024 [cited 2024 Aug 2]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK507914/>.
- Dall'Oca C, Ricci M, Vecchini E, Giannini N, Lamberti D, Tromponi C, et al. Evolution of TKA design. *Acta Biomed.* 2017;88:17-31. PMID: [28657559](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28657559/)
- Aprato A, Risitano S, Sabatini L, Giachino M, Agati G, Massè A. Cementless total knee arthroplasty. *Ann Transl Med.* 2016;4(7):129. DOI: [10.21037/atm.2016.01.34](https://doi.org/10.21037/atm.2016.01.34) PMID: [27162779](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27162779/)
- Canovas F, Dagneaux L. Quality of life after total knee arthroplasty. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2018;104(1):S41-6. DOI: [10.1016/j.otsr.2017.04.017](https://doi.org/10.1016/j.otsr.2017.04.017) PMID: [29183821](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29183821/)
- Cristea S, Predescu V, Dragosloveanu S, Cuculici S, Marandici N. Surgical Approaches for Total Knee Arthroplasty. In: Bagaria RD, ed. *Arthroplasty - A Comprehensive Review*. London (UK): Intech; c2016 [cited 2024 Aug 5]. Available from: <https://www.intechopen.com/chapters/49719>.
- Vaishya R, Vijay V, Demesugh DM, Agarwal AK. Surgical approaches for total knee arthroplasty. *J Clin Orthop Trauma.* 2016;7(2):71-9. DOI: [10.1016/j.jcot.2015.11.003](https://doi.org/10.1016/j.jcot.2015.11.003) PMID: [27182142](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27182142/)
- Sanna M, Sanna C, Caputo F, Piu G, Salvi M. Surgical approaches in total knee arthroplasty. *Joints.* 2013;1(2):34-44. PMID: [25606515](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25606515/)
- Younger AS, Duncan CP, Masri BA. Surgical exposures in revision total knee arthroplasty. *J Am Acad Orthop Surg.* 1998;6(1):55-64. DOI: [10.5435/00124635-199801000-00006](https://doi.org/10.5435/00124635-199801000-00006) PMID: [9692941](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9692941/)
- Warren LF, Marshall JL. The supporting structures and layers on the medial side of the knee: an anatomical analysis. *J Bone Joint Surg Am.* 1979;61(1):56-62. DOI: [10.2106/00004623-197961010-00011](https://doi.org/10.2106/00004623-197961010-00011) PMID: [759437](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/759437/)
- Haertsch PA. The blood supply to the skin of the leg: a post-mortem investigation. *Br J Plast Surg.* 1981;34(4):470-7. DOI: [10.1016/0007-1226\(81\)90061-8](https://doi.org/10.1016/0007-1226(81)90061-8) PMID: [7296154](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7296154/)
- Dennis DA. Wound complications in total knee arthroplasty. *Instr Course Lect.* 1997;46:165-9. PMID: [9143958](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9143958/)
- Von Langenbeck B. Zur resection des kniegellenks. *Verhandlungen der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie.* 1878;7:23-30.
- Frueh W, Sharkey P. The Standard Anterior Medial Parapatellar Approach to TKA. In: Hozack WJ, Krismer M, Nogler M, Bonutti PM, Rachbauer F, Shaffer JL, et al., eds. *Minimally Invasive Total Joint Arthroplasty*. Berlin: Springer; 2004 [cited 2024 Aug 4]. Available from: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-59298-0_22. DOI: [10.1007/978-3-642-59298-0_22](https://doi.org/10.1007/978-3-642-59298-0_22)
- Pathania VP. Surgical Exposures in Orthopaedics: the Anatomic Approach. *Med J Armed Forces India.* 2001;57(4):344. DOI: [10.1016/S0377-1237\(01\)80023-X](https://doi.org/10.1016/S0377-1237(01)80023-X)
- Insall J. A midline approach to the knee. *J Bone Joint Surg Am.* 1971;53(8):1584-6. DOI: [10.2106/00004623-197153080-00011](https://doi.org/10.2106/00004623-197153080-00011) PMID: [5121799](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/5121799/)
- Vaishya R, Singh AP, Vaish A. Outcome of subvastus approach in elderly nonobese patients undergoing bilateral simultaneous total knee arthroplasty: A randomized controlled study. *Indian J Orthop.* 2013;47(4):430-1. DOI: [10.4103/0019-5413.114948](https://doi.org/10.4103/0019-5413.114948) PMID: [23960295](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23960295/)
- Mochizuki RM, Schurman DJ. Patellar complications following total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 1979;61(6):879-83. DOI: [10.2106/00004623-197961060-00012](https://doi.org/10.2106/00004623-197961060-00012) PMID: [479233](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/479233/)
- Hofmann AA, Plaster RL, Murdock LE. Subvastus (Southern) approach for primary total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 1991;269:70-7. DOI: [10.1097/00003086-199108000-00012](https://doi.org/10.1097/00003086-199108000-00012) PMID: [1864059](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1864059/)
- Fuller RM, Wicker DJ, Getman GW, Christensen KS, Christensen CP. A Medial Subvastus Approach for Lateral Unicompartmental Knee Arthroplasty: Technique Description and Early Outcome Results. *Arthroplast Today.* 2021;9:129-33. DOI: [10.1016/j.artd.2021.04.013](https://doi.org/10.1016/j.artd.2021.04.013) PMID: [34195316](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34195316/)
- Roysam GS, Oakley MJ. Subvastus approach for total knee arthroplasty: a prospective, randomized, and observer-blinded trial. *J Arthroplasty.* 2001;16(4):454-7. DOI: [10.1054/arth.2001.22388](https://doi.org/10.1054/arth.2001.22388) PMID: [11402407](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11402407/)
- Chang CH, Chen KH, Yang RS, Liu TK. Muscle torques in total knee arthroplasty with subvastus and parapatellar approaches. *Clin Orthop Relat Res.* 2002;398:189-95. DOI: [10.1097/00003086-200205000-00027](https://doi.org/10.1097/00003086-200205000-00027) PMID: [11964650](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11964650/)
- Engh GA, Holt BT, Parks NL. A midvastus muscle-splitting approach for total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 1997;12(3):322-31. DOI: [10.1016/S0883-5403\(97\)90030-9](https://doi.org/10.1016/S0883-5403(97)90030-9) PMID: [9113548](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9113548/)
- Cooper RE, Trinidad G, Buck WR. Midvastus approach in total knee arthroplasty: a description and a cadaveric study determining the distance of the popliteal artery from the patellar margin of the incision. *J Arthroplasty.* 1999;14(4):505-8. DOI: [10.1016/S0883-5403\(99\)90109-2](https://doi.org/10.1016/S0883-5403(99)90109-2) PMID: [10428234](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10428234/)
- Barrack RL, Smith P, Munn B, Engh G, Rorabeck C. The Ranawat Award. Comparison of surgical approaches in total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 1998;356:16-21. DOI: [10.1097/00003086-199811000-00004](https://doi.org/10.1097/00003086-199811000-00004) PMID: [9917662](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9917662/)
- Xu SZ, Lin XJ, Tong X, Wang XW. Minimally invasive midvastus versus standard parapatellar approach in total knee arthroplasty: a meta-analysis of randomized controlled trials. *PLoS One.* 2014;9(5). DOI: [10.1371/journal.pone.0095311](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0095311) PMID: [24845859](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24845859/)
- Cameron HU, Fedorkow DM. The patella in total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 1982(165):197-9. PMID: [7075059](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7075059/)
- Keblish PA. The lateral approach to the valgus knee. Surgical technique and analysis of 53 cases with over two-year follow-up evaluation. *Clin Orthop Relat Res.* 1991(271):52-62. PMID: [1914314](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1914314/)
- Barrack RL, Smith P, Munn B, Engh G, Rorabeck C. The Ranawat Award. Comparison of surgical approaches in total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 1998;356:16-21. DOI: [10.1097/00003086-199811000-00004](https://doi.org/10.1097/00003086-199811000-00004) PMID: [9917662](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9917662/)
- Repicci JA, Eberle RW. Minimally invasive surgical technique for unicondylar knee arthroplasty. *J South Orthop Assoc.* 1999;8(1):20-7. PMID: [12132848](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12132848/)
- Rosenberg AG. How should we teach MIS? In: Hozack WJ, Krismer M, Nogler M, Bonutti PM, Rachbauer F, Shaffer JL, et al., eds. *Minimally Invasive Total Joint Arthroplasty*. Heidelberg: Springer; 2004 [cited 2024 Aug 2]. Available from: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-59298-0_56. DOI: [10.1007/978-3-642-59298-0_56](https://doi.org/10.1007/978-3-642-59298-0_56)
- Ljungqvist O, Scott M, Fearon KC. Enhanced Recovery After Surgery: A Review. *JAMA Surg.* 2017;152(3):292-8. DOI: [10.1001/jamasurg.2016.4952](https://doi.org/10.1001/jamasurg.2016.4952) PMID: [28097305](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28097305/)
- DiGioia AM, Blendea S, Jaramaz B. Computer-assisted orthopaedic surgery: minimally invasive hip and knee reconstruction. *Orthop Clin North Am.* 2004;35(2):183-9. DOI: [10.1016/S0030-5898\(03\)00133-0](https://doi.org/10.1016/S0030-5898(03)00133-0) PMID: [15062704](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15062704/)
- Tria AJ, Scuderi GR. Minimally invasive knee arthroplasty: an overview. *World J Orthop.* 2015;6(10):804-11. DOI: [10.5312/wjo.v6.i10.804](https://doi.org/10.5312/wjo.v6.i10.804) PMID: [26601062](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26601062/)

36. Meek RM, Greidanus NV, McGraw RW, Masri BA. The extensile rectus snip exposure in revision of total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Br.* 2003;85(8):1120-2. DOI: [10.1302/0301-620X.85B8.14214](https://doi.org/10.1302/0301-620X.85B8.14214) PMID: [14653591](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14653591/)
37. Insall JN, Thompson FM, Brause BD. Two-stage reimplantation for the salvage of infected total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 1983;65(8):1087-98. DOI: [10.2106/00004623-198365080-00008](https://doi.org/10.2106/00004623-198365080-00008) PMID: [6630253](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6630253/)
38. Aglietti P, Buzzi R, D'Andria S, Scrobe F. Quadricepsplasty with the V-Y incision in total knee arthroplasty. *Ital J Orthop Traumatol.* 1991;17(1):23-9. PMID: [1894512](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1894512/)
39. Insall JN. Surgical approaches to the knee. In: Insall JN, ed. *Surgery of the Knee.* New York: Churchill Livingstone; 1984. pp. 41-54.
40. Coonse K, Adams JD. A new operative approach to the knee joint. *Surg Gynecol Obstet.* 1943;77:344-7.
41. Dolin MG. Osteotomy of the tibial tubercle in total knee replacement. A technical note. *J Bone Joint Surg Am.* 1983;65(5):704-6. DOI: [10.2106/00004623-198365050-00023](https://doi.org/10.2106/00004623-198365050-00023) PMID: [6853581](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6853581/)
42. Clarke HD. Tibial tubercle osteotomy. *J Knee Surg.* 2003;16(1):58-61. PMID: [12568270](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12568270/)
43. Grawe B, Stein BE. Tibial Tubercle Osteotomy: indication and Techniques. *J Knee Surg.* 2015;28(4):279-84. DOI: [10.1055/s-0035-1544973](https://doi.org/10.1055/s-0035-1544973) PMID: [25635875](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25635875/)